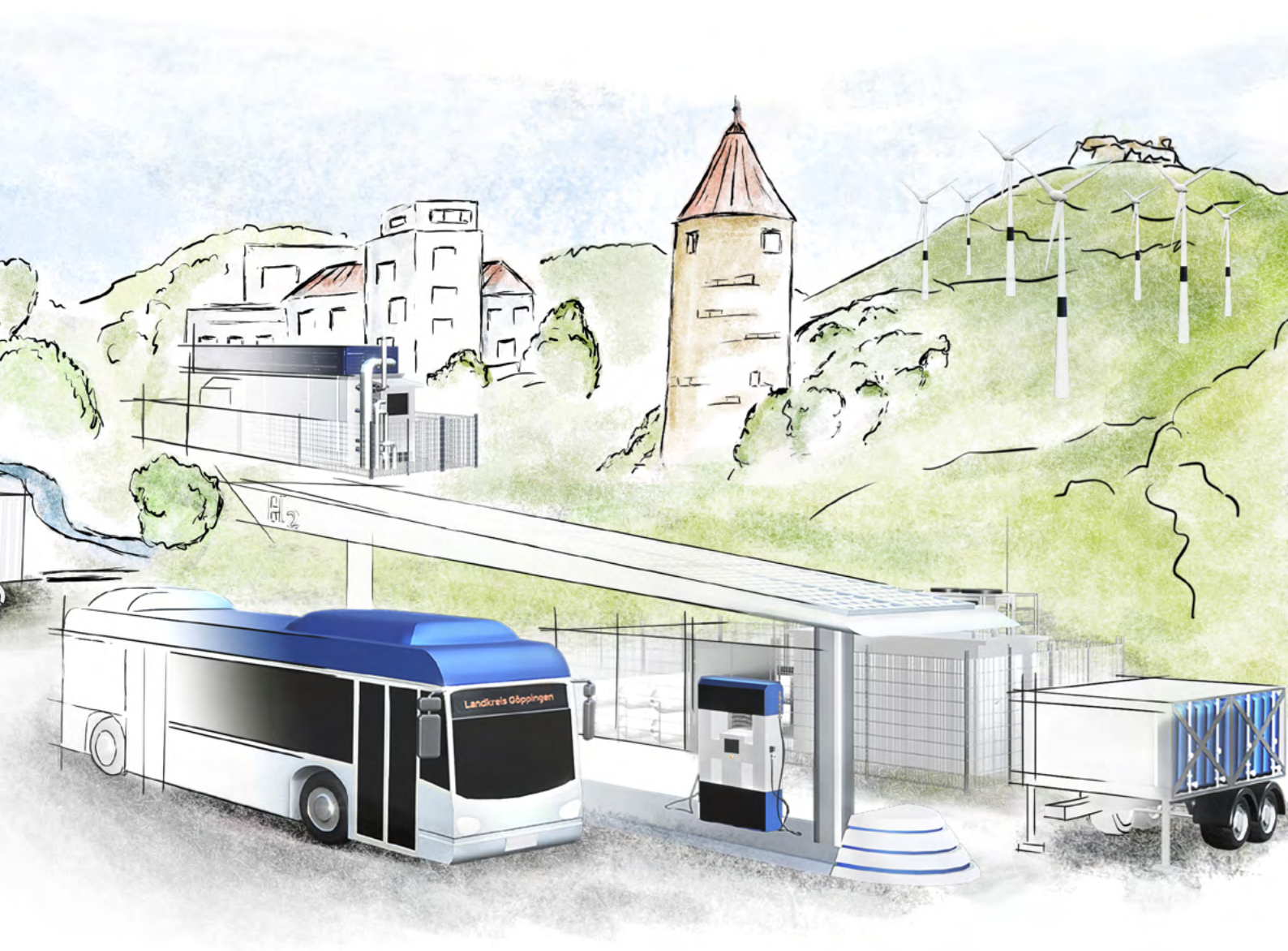


# H<sub>2</sub>

## ERGEBNISBERICHT 2023 HYSTARTER-REGION LANDKREIS GÖPPINGEN



Gefördert durch:



Koordiniert durch:



Projekträger:



|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Vorwort</b> Landrat Wolff, Landkreis Göppingen .....                                                | 3  |
| <b>Vorwort</b> Timm Engelhardt, Projektinitiator .....                                                 | 4  |
| <b>Zusammenfassung</b> .....                                                                           | 5  |
| <b>Die HyStarter-Region</b> Landkreis Göppingen .....                                                  | 6  |
| <b>H<sub>2</sub>-Potenziale der Region</b> Landkreis Göppingen .....                                   | 8  |
| <b>Vision 2030</b> .....                                                                               | 12 |
| <b>Handlungsfelder und Umsetzungsstrategien</b> .....                                                  | 16 |
| Übersicht .....                                                                                        | 16 |
| Elektrolytische Wasserstoff-Erzeugung aus Solar- & Windenergie .....                                   | 18 |
| Aufbau einer H <sub>2</sub> -Tankstelleninfrastruktur .....                                            | 21 |
| Wasserstoff-Einsatz im ÖPNV .....                                                                      | 24 |
| Wasserstoff-Einsatz in der Logistik .....                                                              | 26 |
| Wasserstoff-Erzeugung und Sauerstoff-Nutzung an der Kläranlage Deggingen .....                         | 28 |
| Nachhaltige Quartiersversorgung mit H <sub>2</sub> -ready BHKWs und stationären Brennstoffzellen ..... | 30 |
| Standortentwicklung mit Wasserstoff: Showroom Albwerk .....                                            | 32 |
| Bildung & Qualifizierung .....                                                                         | 34 |
| Kommunikation & Netzwerkarbeit .....                                                                   | 36 |
| Regionales Technologiekonzept .....                                                                    | 38 |
| <b>Kooperationen &amp; Wünsche</b> .....                                                               | 40 |
| <b>Anhang</b> .....                                                                                    | 42 |
| <b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....                                                                     | 43 |

## Impressum

### Herausgeber



Energieagentur Landkreis Göppingen gGmbH  
Bahnhofstraße 7 | 73033 Göppingen

### Projektleitung

Energieagentur Landkreis Göppingen gGmbH  
Timm Engelhardt (Geschäftsführer), t.engelhardt@lkgp.de  
Lisa Binder, l.binder@lkgp.de

### Verantwortlich für den Inhalt

Anke Schmidt 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.



© Tobias Fröhner, Landratsamt Göppingen

Sehr geehrte Damen  
und Herren,  
liebe Leser\*innen des  
HyStarter-Abschluss-  
berichts,

der fortschreitende Klimawandel und die damit verbundenen Folgen für unsere Gesellschaft und Umwelt sind in allen Lebenslagen spürbar und stellen uns vor große Herausforderungen. Umso wichtiger ist es jetzt, die richtigen Maßnahmen zu ergreifen und die Weichen für die Transformation in eine klimaneutrale Zukunft zu stellen.

Der Landkreis Göppingen leistet bereits seit vielen Jahren einen wertvollen Beitrag zum Klimaschutz. Auf Initiative des Landkreises und der Stadt Göppingen und in Kooperation mit 36 weiteren Städten und Gemeinden im Kreisgebiet wurde im Jahr 2013 erstmals ein Integriertes Klimaschutzkonzept erstellt. Durch die Erarbeitung eines Handlungsleitfadens mit konkreten Umsetzungsmaßnahmen konnten bereits große Mengen an Treibhausgasemissionen in der Region eingespart werden. Im Jahr 2022 wurde mit der Fortschreibung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes begonnen, bei dem die Reduktion des Anteils fossiler Energieträger auf ein Minimum und die Forcierung des Ausbaus erneuerbarer Energien eine zentrale Rolle spielen. Ein wichtiges Ziel haben wir uns

auch mit der Erreichung einer weitestgehend klimaneutralen Landkreisverwaltung bis spätestens 2040 gesetzt.

Um diese ambitionierten Vorhaben zu erreichen, ist es unerlässlich, gemeinschaftlich nach innovativen Lösungen zu suchen und diese umzusetzen. Wasserstoff kann einen wichtigen Beitrag zur Energie- und Verkehrswende leisten und somit zum Erreichen unserer Klimaschutzziele beitragen.

Daher freut es mich sehr, dass wir als eine der 15 Gewinner-Regionen beim HyStarter-Projekt die Chance erhalten haben, das Wasserstoffpotenzial dieser zukunftssträchtigen Technologie auch hier in der Region zu untersuchen. Mit einem engagierten Akteursnetzwerk bestehend aus Vertreter\*innen der Energieversorgungsunternehmen, Industrie, Wissenschaft, Bildung, Verwaltung und Kommunalpolitik wurden konkrete Potenziale und erfolgsversprechende Projektideen erarbeitet, die im vorliegenden Bericht beschrieben sind.

Mein herzlicher Dank gilt allen beteiligten Akteur\*innen für ihr großes Engagement!

Ihr  
**Edgar Wolff**  
Landrat





Sehr geehrte  
Damen und  
Herren,  
liebe interessierte  
Leser\*innen,

eine schnelle Energiewende ist die größte Herausforderung unserer Zeit. Für den Klimaschutz und eine sichere Energieversorgung müssen wir unabhängig von fossilen Brennstoffen werden und den Ausbau der erneuerbaren Energien vorantreiben. Die Wind- und Sonnenenergie ist leider volatil und nicht immer zeitgleich mit unserem Energiebedarf vorhanden. Aus diesem Grund ist die Speicherung von überschüssigem, grünen Strom von zentraler Bedeutung.

Wasserstoff kann bei der Speicherung von erneuerbaren Energien und der zukünftigen Energieversorgung eine wichtige Rolle einnehmen. Zum einen ist die Verfügbarkeit von Wasserstoff nahezu unerschöpflich, da es ein Bestandteil von Wasser und den meisten organischen Verbindungen ist, zum anderen lässt sich der gasförmige Wasserstoff einfach speichern und über längere Strecken in Pipelines, wie dem vorhandenen Erdgasnetz, transportieren. Durch diese guten Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten, hat die Wasserstofftechnologie großes Potenzial einen wichtigen Beitrag für die Transformation

der Energieversorgung und auch der Versorgungssicherheit zu leisten.

Demnach freut es mich besonders, dass der Antrag der Energieagentur beim HyStarter-Projekt erfolgreich war und wir die Chance erhalten haben, einen Fahrplan für eine lokale Wasserstoffwirtschaft für unsere Region zu erstellen. Ich bin überzeugt, dass Wasserstoff ein wichtiger Baustein ist, um den Landkreis unabhängiger von fossiler Energie zu machen, den Wirtschaftsstandort Göppingen zu stärken und unsere Klimaschutzziele im Landkreis zu erreichen. Der vorliegende Bericht zeigt, dass es lohnenswert ist, die im Rahmen des Akteursnetzwerks erarbeiteten Potenziale rund um das Thema erneuerbare Energien und grünen Wasserstoff weiterzuentwickeln und zu nutzen.

Ein besonderer Dank gilt dem gesamten HyStarter-Akteursnetzwerk sowie dem Berater\*innenteam der EE Energy Engineers GmbH, SPILETT New Technologies GmbH und Nuts One GmbH für die gute und erfolgreiche Zusammenarbeit während der gesamten Projektlaufzeit.

Eine spannende Lektüre wünscht Ihnen

**Timm Engelhardt**

Geschäftsführer

Energieagentur Landkreis Göppingen gGmbH

## Erfolgsversprechende Wasserstoffprojekte im Landkreis Göppingen

Wasserstoff wird zu einem relevanten Baustein der Energie- und Verkehrswende. Diese Erkenntnis wird auch im HyStarter-Akteurskreis des Landkreises Göppingen geteilt. Über zwölf Monate fanden unter Beteiligung regionaler Energieversorger, Unternehmen, Forschungseinrichtungen, der Politik und Verwaltung sechs HyStarter-Strategiedialoge statt, bei denen über die Vorteile von Wasserstoff (H<sub>2</sub>), regionale Erzeugungs-Potenziale, mögliche Einsatzfelder und notwendige Infrastrukturentwicklungen, aber auch die Grenzen der Technologie und der Anwendungsfälle diskutiert wurden. Initiiert wurde die Teilnahme an dem durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) beauftragten Projekt von der Energieagentur im Landkreis Göppingen, die 2021 erfolgreich eine Bewerbung für die Projektförderung einreichte. Der vorliegende Bericht spiegelt die wichtigsten Themen und Ergebnisse aus dem HyStarter-Projekt wider.

Zusätzlich zu den Aspekten des Klima- und Umweltschutzes waren die Sicherung des Wirtschafts- und Innovationsstandortes sowie die Sicherung bzw. Etablierung neuer Wertschöpfungsketten zentrale Aspekte der Diskussionen. Die HyStarter-Akteure möchten den Aufbau der Wasserstoffwirtschaft ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltig angehen. Wasserstoff ist kein Selbstzweck, sondern sein Einsatz und Nutzen wird stets gegenüber anderen nachhaltigen Alternativen hinsichtlich seiner Effizienz geprüft.

Die gemeinsam entwickelte Vision einer Wasserstoffwirtschaft wurde in verschiedenen Szenarien dargestellt und umfasst ein auf regionalen Ressourcen und Potenzialen basierendes H<sub>2</sub>-Infrastruktursystem.

Die HyStarter-Akteure haben im Prozess zudem Handlungsansätze für die Realisierung erster H<sub>2</sub>-Projekte erarbeitet. Neben einem Ausbau der erneuerbaren Energien (EE) und seiner Speicherung in Wasserstoff (Elektrolyse), wurden auch alternative Pfade der Erzeugung beleuchtet. Die anvisierte Wasserstoffherzeugung an der Kläranlage in Deggingen zeigt, dass auch ohne die Abhängigkeit von Sonnen- und Windverfügbarkeit, Wasserstoff mit den vorhandenen Infrastrukturen erzeugt werden kann und dabei die Nebenprodukte Sauerstoff und Abwärme sinnvoll in die betrieblichen Prozesse eingebunden werden können. Auf der Anwenderseite wurde der Einsatz von Brennstoffzellen-Bussen (BZ-Bussen) im ÖPNV als ein wesentlicher Treiber für den Aufbau der Wasserstoffwirtschaft in der Region identifiziert, deren konstante Abnahme sich positiv auf den Infrastrukturaufbau und die Erzeugung auswirkt. Darüber hinaus sollen Logistiker und der Bausektor stärker eingebunden und über die Optionen von Brennstoffzellen-Lkw informiert werden. Hinsichtlich des Einsatzes von Wasserstoff in der Gebäudeenergieversorgung ist die Diskussion kontrovers. Hier müssen weitere Untersuchungen prüfen, inwiefern der Wasserstoffeinsatz bei der Bereitstellung der Energieversorgung von Quartieren oder Gewerbegebieten eine Rolle spielen wird. Das Albwerk strebt an, eine schrittweise Substitution des Erdgases für ihre Versorgung an ihrem Unternehmensstandort zu demonstrieren und damit Erfahrungen zu sammeln.

Die regionalen Handlungsansätze wurden im Rahmen des Projektes auf ihre Umsetzbarkeit (u. a. Technologieverfügbarkeit, Marktreife, Hersteller) hin geprüft sowie Chancen und Herausforderungen abgewogen.

Die HyStarter-Akteure haben sich mit großem Engagement am Prozess beteiligt und möchten das Wasserstoff-Netzwerk auch über das Projekt hinaus weiterführen.

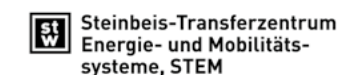
Die Energieagentur Landkreis Göppingen gGmbH hat sich mit ihrer HyStarter-Bewerbung für den Landkreis Göppingen am 13. September 2021 als eine von 15 Wasserstoff-Regionen in Deutschland aus insgesamt 65 Bewerbungen durchgesetzt. HyStarter-Regionen sind Teil des „HyLand“-Programms, welches von der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW GmbH) und dem Projektträger Jülich (PtJ) begleitet wird und vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) beauftragt ist. HyStarter verfolgt das Ziel, bei der Sensibilisierung für das Thema Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien sowie der initialen Organisation der Akteurslandschaft zu unterstützen. Die Energieagentur 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. Ziel der HyStarter-Bewerbung der Energieagentur war die Identifikation von Wasserstoff-Anwender\*innen und -Produzent\*innen sowie die Herausarbeitung geeigneter Anwendungsfelder im Bereich des öffentlichen Verkehrs, der Logistik- und Bausektor und der Gebäudeenergieversorgung.

Der Landkreis Göppingen liegt im Regierungsbezirk Stuttgart. Er bringt hervorragende wirtschaftliche Rahmenbedingungen, eine gute (inter-)nationale infrastrukturelle Anbindung, Bildungsmöglichkeiten an u. a. zwei Hochschulen in Göppingen und Geislingen sowie eine besonders reizvolle Landschaft mit hohem Freizeitwert mit. Er bietet somit ein hohes Maß an Lebensqualität und ist ein attraktiver Wirtschaftsstandort.

Der Landkreis nimmt hinsichtlich seiner Energiewendaktivitäten eine Vorreiterrolle ein und hat sich bereits in verschiedener Hinsicht mit dem Thema Wasserstoff beschäftigt. Einige der HyStarter-Akteure waren u. a. an der Entwicklung des Projektes „H<sub>2</sub> GeNeSiS“ der Region Stuttgart zur „Modellregion Grüner Wasserstoff“ beteiligt,

um den Aufbau eines H<sub>2</sub>-Marktplatzes und einer H<sub>2</sub>-Pipeline entlang des Neckars voranzutreiben.<sup>1</sup> Der Landkreis prüft zudem die Einführung von Brennstoffzellen-Bussen im ÖPNV. Am HyStarter-Prozess beteiligten sich in sieben Strategiedialogen die folgenden Akteure: Energieagentur Landkreis Göppingen gGmbH (Initiator), Alb-Elektrizitätswerk Geislingen-Steige eG, Hochschule Esslingen, Energieversorgung Filstal GmbH & Co. KG, Freiheit Consulting GmbH, GAIA NUOVA construction & design GmbH, Hochschule Geislingen, Gotthold Haller Spedition GmbH, GP JOULE Hydrogen GmbH, Hy.Teck GmbH & Co. KG, Industrie- und Handelskammer Bezirkskammer Göppingen, Kreishandwerkerschaft Göppingen, Landratsamt Göppingen – Amt für Mobilität und Verkehrsinfrastruktur, Leonhard Weiss GmbH & Co. KG, Rationelle Energie Süd GmbH, Stadt Geislingen, Steinbeis-Innovationszentrum Energieeffiziente und emissionsfreie Technologien (SIEET), Steinbeis-Transferzentrum Energie- und Mobilitätssysteme (STEM), Wirtschaftsförderung – Landkreis Göppingen, Wirtschaftsförderung – Stadt Göppingen und weitere. Darüber hinaus bereicherten weitere Unternehmen und Referent\*innen den Dialogprozess punktuell. Neben der Vernetzung mit der Wirtschaftsförderung der Region Stuttgart informierte die Terranets BW über ihre Pläne für den Aufbau eines Wasserstoffnetzes in Baden-Württemberg. Eine Vernetzung fand auch mit der HyExpert- und Wasserstoff-Modellregion HyFive über das Landratsamt Reutlingen statt. Die Procon GmbH und Aspens GmbH haben ebenfalls ihre Erfahrungen im Bereich Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien in den Akteurskreis eingebracht. Weiterhin unterstützten Stefan Kaufmann, Innovationsbeauftragter „Grüner Wasserstoff“ der Bundesregierung bis 2022 und die Firma FISCHER Weilheim GmbH & Co. KG die HyStarter-Region bei ihrer Informationsveranstaltung für Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit. Neben den Strategiedialogen fanden projektbegleitend zahlreiche Fach-Austausche und bilaterale Gespräche statt, die von den Akteuren mitgestaltet wurden und bei denen ihre jeweiligen Perspektiven eingebracht werden konnten.

<sup>1</sup> [https://roogle.region-stuttgart.de/fileadmin/user\\_upload/aktuelles/Foerdermittel\\_fuer\\_Neckarpipeline\\_\\_H2\\_GeNeSiS\\_bewilligt.pdf](https://roogle.region-stuttgart.de/fileadmin/user_upload/aktuelles/Foerdermittel_fuer_Neckarpipeline__H2_GeNeSiS_bewilligt.pdf)



## Szenarienmodellierung

Begleitend zu den Strategiedialogen in HyStarter wurden unterschiedliche Methoden und Tools genutzt, um Diskussionen anzuregen und die Entscheidungsfindung zu unterstützen. Eins 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<sup>1</sup> 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:** Erneuerbare Energien im Jahr 2030: Gemäß Angaben des Marktstammdatenregisters sind Post-EEG-Anlagen alle Anlagen mit einer Inbetriebnahme zwischen den Jahren 2005 und 2010 und EEG-Anlagen alle gemeldeten Anlagen ab 2011. Die Potenziale wurden auf Basis der Daten des Energieatlas Baden-Württemberg geschätzt und von regionalen Akteuren geprüft und angepasst.
- **Erzeugungszeitreihen:** Erneuerbare Energien im Jahr 2030: Vereinfachend wurden hier die aktuellen Wind- und Solarprofile der Region nach renewables.ninja für das Jahr 2030 für Neuanlagen unverändert angewandt. EEG-Anlagen (Wind) wurden altersbedingt auf 85,1 % Effizienz skaliert, Post-EEG-Anlagen (Wind) auf 69,6 %. Für PV-Anlagen gilt analog eine skalierte Effizienz von 95,1 % und 89,3 %.
- **Gesamtnachfrage Wärme:** Die Daten wurden aus der Region gemeldet und stammen aus dem Integrierten Klimaschutzkonzept.
- **Sektorale Nachfrage Wärme:** Die Daten wurden aus der Region gemeldet und stammen aus dem Integrierten Klimaschutzkonzept.
- **Gesamtnachfrage Verkehr:** Eine Abschätzung wurde

durch die EE ENERGY ENGINEERS auf Basis der Daten des Integrierten Klimaschutzkonzepts 2013 vorgenommen.

- **Sektorale Nachfrage Verkehr:** Hierzu wurde der Energiebedarf der jeweils gemeldeten Fahrzeugarten in der Region durch den Gesamtenergiebedarf aller Fahrzeuge geteilt. Die Fahrzeugzahlen sind den Statistiken des Kraftfahrtbundesamts entnommen, der spezifische Energiebedarf nach dena (Integrierte Energiewende) abgeschätzt und die Fahrleistung den „Daten & Fakten“ des Bundesamts für Straßenwesen entnommen.
- **Nachfragezeitreihen:** Wärme und Verkehr: Da diese Daten nicht aufgeschlüsselt für die Region vorlagen, wurden vereinfachend die Zeitreihen des Projekts JERICHO-E-usage (jericho-energy.de) angewendet.
- **Verfügbare Reststoffmengen:** Aufgrund einer fehlenden Datengrundlage wurde für Kunststoffabfälle angenommen, dass die regional verfügbaren PE/PP-Reststoffmengen den Sammelmengen des gelben Sacks entsprechen (Übererfassung) und dass Altreifen ausschließlich aus der Sammlung im Wertstoffzentrum Göppingen-Ittishofweg stammen (Untererfassung). Die Klärschlammengen beziehen sich auf die durch das Umweltamt gemeldeten Mengen für das Jahr 2021.

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

|                                                                       | Energienachfrage <sup>1</sup> | Deckungsanteil H <sub>2</sub>                                                          | H <sub>2</sub> -Nachfrage | Mehrzahlungs-bereitschaft                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Verkehrssektor</b>                                                 | 1.918 GWh/Jahr                | Pkw und Kleintransporter (je 5 %) Lkw (25 %) Busse (30 %) Abfallsammelfahrzeuge (50 %) | <b>3.611 t/Jahr</b>       | Keine Mehrzahlungsbereitschaft (Dieselpreis: 1,80 €/l ohne CO <sub>2</sub> -Preis) |
| <b>Wärmesektor</b>                                                    | 5.242 GWh/Jahr                | Wohgebäude (2 %) Bürogebäude (5 %) Prozesswärme (10 %)                                 | <b>7.260 t/Jahr</b>       | Keine Mehrzahlungsbereitschaft (Erdgaspreis: 80 €/MWh ohne CO <sub>2</sub> -Preis) |
| <b>Industrielle Nutzung von H<sub>2</sub> (H<sub>2</sub>Backbone)</b> |                               | 100 %                                                                                  | <b>10.000 t/Jahr</b>      | Mehrzahlungsbereitschaft (Preis für grünen H <sub>2</sub> : 5,50 €/kg)             |

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

| Verfügbare EE-Kapazitäten                                                                                                                                          | Weitere regionale Ressourcen <sup>3</sup>                                                                                                                                                            | H <sub>2</sub> -Produktionspfade                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Bestand (2030) <sup>1</sup> : 102 MW<br>Ausbaupotential <sup>2</sup> : 438 MW |  Klärschlämme: 5.415 t / a<br>Kunststoffabfälle (PE/PP): 8.461 t/a<br>Altreifen: 59 t/a<br>Biogas: 50,4 Mio m³/a |  Wasserelektrolyse<br> Reststoffthermolyse<br> Methanplasmalyse<br> Dampfgasreformierung |
|  Bestand (2030) <sup>1</sup> : 124 MW<br>Ausbaupotential <sup>2</sup> : 1 GW  |  Wasser: unbegrenzt verfügbar                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

#### Weitere Annahmen

H<sub>2</sub>-Exporte: möglich bis 2,5 t/h • Stromimportkapazitäten: bis 20 MW • Stromexportkapazitäten: bis 60 MW • Transport- und Handlingkosten H<sub>2</sub>: 0,36 €/kg H<sub>2</sub> (Pipeline)|2,30 €/kg (Trailer, H<sub>2</sub>-Tankstelle) • Erdgasimporte: nicht möglich • CO<sub>2</sub>-Preis: 100 €/t CO<sub>2</sub>

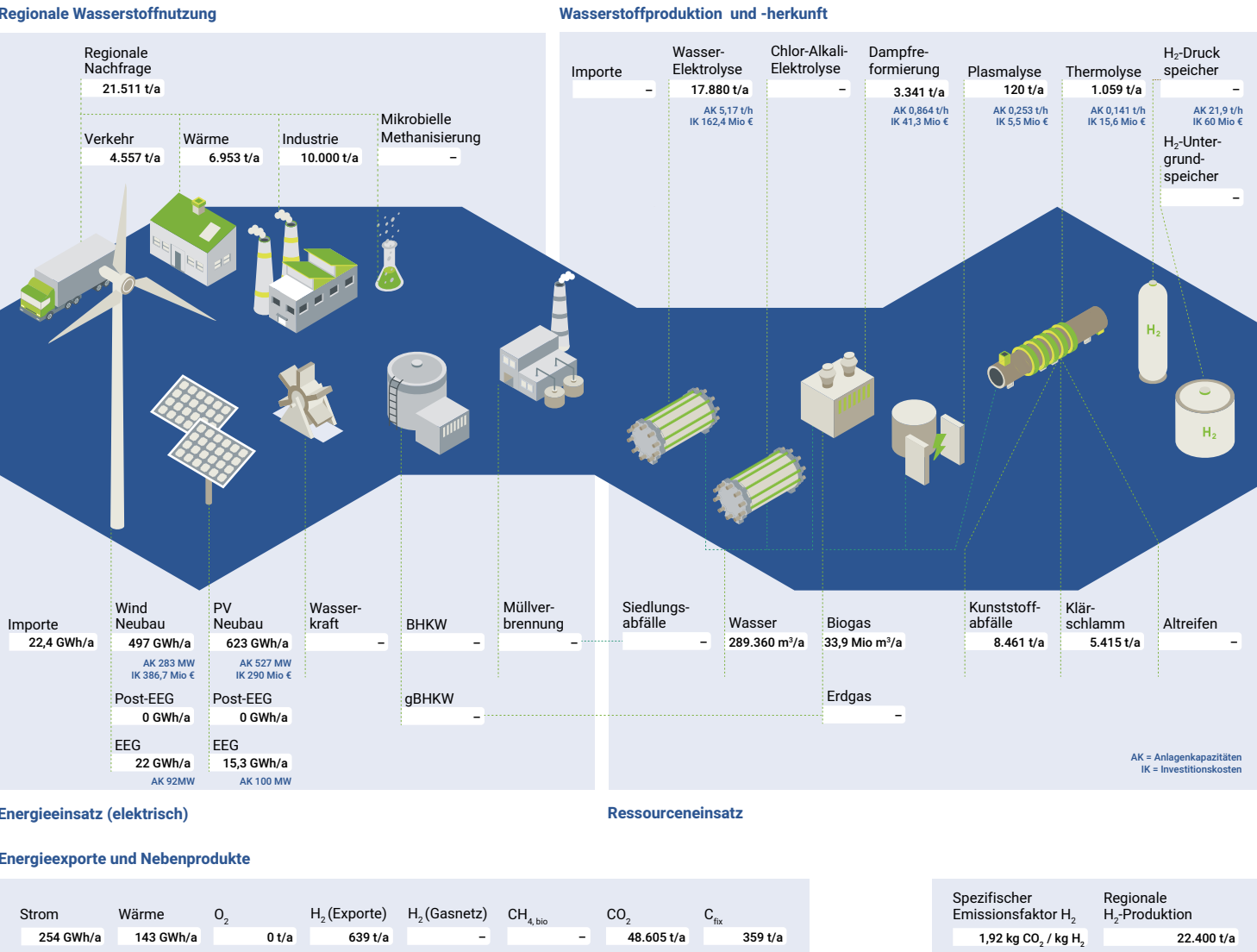
## Alternativszenarien (Trend 2030)

### Vom Basisszenario abweichende Annahmen

| Szenario „ohne eigene EE-Anlagen                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Szenario „limitierte Wasserressourcen“                                                                                                                                                                                                          | Szenario „Worst Case“                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Szenario „Weckruf“                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| In Abweichung zum Basisszenario wird angenommen, dass sich die Wind- und PV-Anlagen in „fremder“ Hand befinden und die Wasserstoffproduktion ausschließlich durch Strombezug von Dritten über das Netz realisiert wird. Erlöse aus dem Stromverkauf können damit nicht generiert und auf den Wasserstoffpreis angerechnet werden. | In diesem Szenario stehen aufgrund knapper Vorräte und einer bestehenden Nutzungskonkurrenz keine Wasserressourcen für die Erzeugung von Wasserstoff zur Verfügung. Dafür sind Erdgasimporte erlaubt, die in der Plasmalyse verarbeitet werden. | In diesem Szenario wird angenommen, dass der CO <sub>2</sub> -Preis nicht wie prognostiziert auf 100 € steigt, sondern bei 30 €/t CO <sub>2</sub> stagniert. Abwärme und weitere Nebenprodukte der H <sub>2</sub> -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 Potenziale des Basisszenarios für die Strombereitstellung aus Windenergieanlagen und PV-Anlagen künstlich erhöht. |

(1) Quelle: Marktstammdatenregister (2) Quelle: Informationen aus der Region (3) Abgeleitet aus Abfallstatistiken Deutschland, 2022 | Angaben zu Altreifen aus Wertstoffzentrum Göppingen-Ittishofweg

Jahresbilanzen des Basisszenarios Investitionskosten gesamt: 961 Mio €

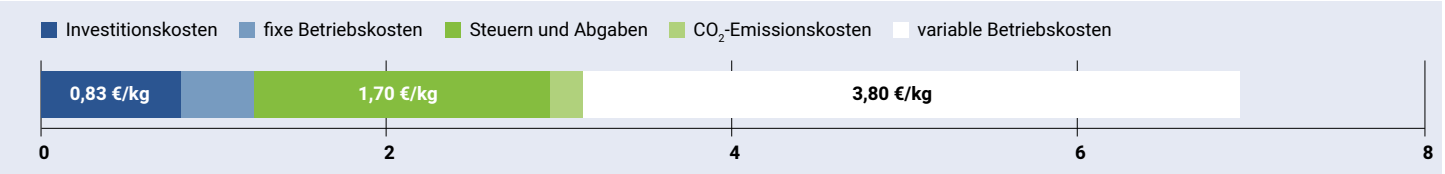


(1) Netzstrombezug wird als Stromimporte gewertet, auch wenn der Strom bilanziell aus regionalen EE-Anlagen stammen könnte. (2) Die Zahlungsbereitschaft kann aufgrund von abweichenden Mengen exportiertem "Überschusswasserstoff" entstehen (3) Zusätzliche Emissionen durch Nutzung von Netzstrom (Strommix Deutschland) im Vergleich zum fossilen Referenzszenario (4) Vorwiegend Methanplasmalyse aus importiertem Erdgas (5) erfordert einen Ausbau von 2,7 GW Wind- und 4,6 GW PV-Anlagenkapazitäten (6) bei limitierten Stromexportkapazitäten von 400 MW, höhere Exportkapazitäten bzw. Stromsenken würden die Wirtschaftlichkeit signifikant verbessern

Basis- und Alternativszenarien im Vergleich Ergebnisse

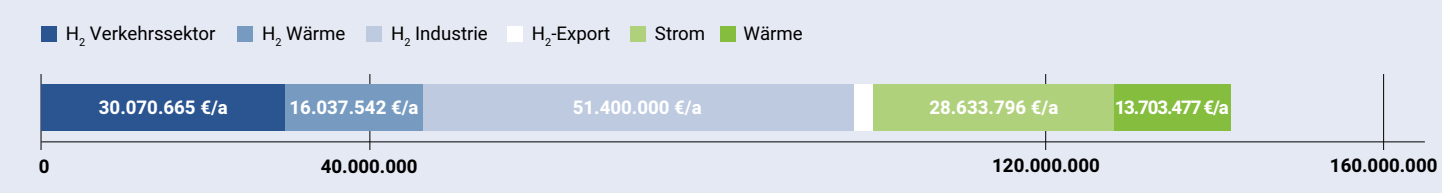
|                             | H <sub>2</sub> -Nachfrage | Autarkiegrad        | H <sub>2</sub> -Bereitstellungs-kosten | Zahlungs-bereitschaft H <sub>2</sub> | Gewinn vor Steuern |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| Basisszenario               | 21.511 t/a                | 98,0 %              | 5,57 €/kg                              | 5,63 €/kg                            | 1,27 Mio €/a       |
| Worst Case                  | 11.511 t/a                | 97,6 %              | 5,76 €/kg                              | 4,31 €/kg                            | -16,65 Mio €/a     |
| Ohne eigene EE-Anlagen      | 21.511 t/a                | 29,8 % <sup>1</sup> | 7,87 €/kg                              | 5,70 €/kg <sup>2</sup>               | -46,75 Mio €/a     |
| Limitierte Wasserressourcen | 21.511 t/a                | 20,2 % <sup>4</sup> | 6,55 €/kg                              | 5,70 €/kg                            | -18,41 Mio €/a     |
| Weckruf                     | 104.164 t/a               | 100 % <sup>5</sup>  | 7,72 €/kg <sup>6</sup>                 | 4,40 €/kg                            | -394,36 Mio €/a    |

Zusammensetzung der regionalen H<sub>2</sub>-Gestehungskosten<sup>1</sup> Summe: 6,33 €/kg



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

Zusammensetzung der Umsätze Summe: 167.009.198 €/a



Leistungskennzahlen des Basisszenarios (KPI)

|                                                                                                                |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 21.511 t/a<br>H <sub>2</sub> -Nachfrage<br>ergibt sich aus den definierten H <sub>2</sub> -Bedarfen der Region | 5,57 €/kg<br>H <sub>2</sub> -Bereitstellungs-kosten<br>Break-Even-Preis, der im Mittel vom Kunden gezahlt werden muss, um einen Gewinn zu erzielen | 1.273.678 €/a<br>Gewinn vor Steuern<br>Maximaler Gewinn vor Steuern im Fall, dass die durchschnittliche Zahlungsbereitschaft als Preis realisiert wird | 209.093 t/a<br>Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen<br>Vermiedene Gesamtemissionen zuzüglich der bei der Wasserstoffproduktion entstehenden CO <sub>2</sub> -Emissionen                                           | 43.743.630 €/a<br>Vermiedene externe Kosten<br>Vermiedene gesellschaftliche Kosten des Klimawandels und der Stickoxidemissionen des Verkehrssektors                                       |
| 98 %<br>Autarkiegrad<br>Regionaler Anteil der zur Wasserstoffproduktion verwendeten Primärenergie              | 5,63 €/kg<br>Zahlungsbereitschaft H <sub>2</sub><br>Durchschnittliche Zahlungsbe-reitschaft über alle Nachfrage-sektoren                           | 0,2 %<br>Kapitalrendite<br>bei einer angenommenen Systemlaufzeit von 20 Jahren.                                                                        | 106,79 €/t<br>CO <sub>2</sub> -Vermeidungskosten-<br>Die CO <sub>2</sub> -Vermeidungskosten enthalten als Differenz zwischen Bereitstellungskosten und Zahlungsbereitschaft den definierten CO <sub>2</sub> -Preis. | 43.743.630 €/a<br>Direkte regionale Wertschöpfung<br>Anteil der in der Region verbleibenden Wertschöpfung aus dem Betrieb der Anlagen (Näherungswert aufgrund unvollständiger Datenbasis) |

Fazit

Unter den getroffenen Annahmen ist eine Wirtschaftlichkeit des Basisszenarios gegeben. Allerdings erfordert dies die Berücksichtigung der Einnahmen aus Nebenproduktverkäufen (Strom aus EE-Anlagen, Abwärmenutzung der H<sub>2</sub>-Produktion), die 25% der Einnahmen ausmachen. Es ist also wichtig, die Standorte der H<sub>2</sub>-Produktion so zu planen, dass Abwärme genutzt werden kann und die EE-Anlagen "in eigener Hand" zu behalten, um Einnahmen aus Stromverkäufen verrechnen zu können.

|                             | Kapitalrendite | Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen | CO <sub>2</sub> -Vermeidungs-kosten | Vermiedene externe Kosten | Direkte regionale Wertschöpfung |
|-----------------------------|----------------|----------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Basisszenario               | 0,2 %          | 209.093 t/a                            | 106,79 €/t                          | 43,74 Mio €/a             | 31,34 Mio €/a                   |
| Worst Case                  | -5,6 %         | 95.206 t/a                             | 212,01 €/t                          | 20,40 Mio €/a             | 14,69 Mio €/a                   |
| Ohne eigene EE-Anlagen      | -40,1 %        | -53.992 t/a <sup>3</sup>               | -                                   | -                         | 5,56 Mio €/a                    |
| Limitierte Wasserressourcen | -4,7 %         | 165.092 t/a                            | 263,17 €/t                          | 34,72 Mio €/a             | 15,77 Mio €/a                   |
| Weckruf                     | -6,7 %         | 874.581 t/a                            | 496,62 €/t                          | 182,29 Mio €/a            | 249,89 Mio €/a                  |

Der Landkreis Göppingen hat im Klimaschutzkonzept des Jahres 2013 eine bilanzielle Deckung des gesamten Endenergiebedarfs durch regionale regenerative Energien bis zum Jahr 2050 angestrebt. Das integrierte Klimaschutzkonzept und somit auch die gesetzten Klimaschutzziele des Landkreises werden aktuell fortgeschrieben und angepasst. **Dabei baut die Region auf vorhandenem Wissen von Expert\*innen in der Region und regionalen Untersuchungen auf:** Im Integrierten Klimaschutzkonzept des Landkreises<sup>2</sup> sind Klimaschutzmaßnahmen erarbeitet worden. Zusätzlich hat die Energieagentur ein Netzwerk für die Forcierung des Ausbaus von erneuerbaren Energien im Landkreis mit Partner\*innen aus vielen Bereichen aufgebaut, um eine nachhaltige Regionalentwicklung zu unterstützen, den Klimaschutz voranzubringen und weiterhin eine zukunftsfähige sowie innovative Region zu bleiben. Mit dem HyStarter-Netzwerk wird nun auch der Aspekt des Wasserstoffs eingebunden. Konkret soll Wasserstoff in der HyStarter-Region auf die CO<sub>2</sub>-Minderungen in der Mobilität (ÖPNV, Logistik & Bausektor) und in der Gebäudeenergieversorgung von Wohnquartieren bzw. Gewerbegebieten, aber auch Industriegebäuden sowie in der energieintensiven Industrie (z. B. Härtereien) und Industrieprozessen vorantreiben. Darüber hinaus sollen der weitere Ausbau von erneuerbaren Energien sowie eigene H<sub>2</sub>-Erzeugungsoptionen bzw. der möglichst regionale Bezug von grünem Wasserstoff geprüft werden. Ein konkreter Ansatz zur Erzeugung von Wasserstoff findet sich bei der Kläranlage in Deggingen, wo vorhandene Infrastrukturen genutzt und der Methanausstoß verringert werden kann. Die regionalen H<sub>2</sub>-Bedarfe müssen ermittelt werden und die dafür notwendige Infrastruktur aufgebaut bzw. umgenutzt werden, um als Region weiterhin eine Vorreiterrolle einzunehmen.

<sup>2</sup> [https://www.klimaschutz-goeppingen.de/site/LRA-Goeppingen-Energie/get/params\\_E1790817816/15381738/Klimaschutzbericht\\_LKGP.pdf](https://www.klimaschutz-goeppingen.de/site/LRA-Goeppingen-Energie/get/params_E1790817816/15381738/Klimaschutzbericht_LKGP.pdf)

#### Wer Wasserstoff möchte, muss erneuerbare Energien ausbauen:

Als erster Schritt zur Erzeugung von Wasserstoff wird der Ausbau von erneuerbaren Energien relevant. Geeignete Dachflächen im Landkreis sollen mit Photovoltaik-Anlagen (PV) ausgestattet werden, um die Eigenversorgung zu erhöhen. PV-Freiflächenanlagen, Agri-PV-Flächen sowie neue PV-Potenziale (u. a. Fassaden-PV) und versiegelte Flächen sollen erschlossen und für die H<sub>2</sub>-Erzeugung geprüft werden. Zusätzlich muss die Zusammenlegung von Flächen im Außenbereich geprüft werden, um einen wirtschaftlichen Anlagenbetrieb zu ermöglichen. Darüber hinaus sollen Energiegenossenschaften für die H<sub>2</sub>-Erzeugung angefragt und regionale Windpotenziale genutzt werden. Entsprechend gilt es die Regionalplanung fortzuschreiben und der Ausweisung von Flächen für erneuerbare Energien Priorität einzuräumen. Anstelle einer Abregelung von erneuerbaren Energien sollen die Überschüsse für die H<sub>2</sub>-Erzeugung genutzt werden dürfen. Die Verfügbarkeit von eigenen Flächen für den Ausbau der erneuerbaren Energien ist Voraussetzung, um die Wertschöpfung in der Region zu behalten. Die H<sub>2</sub>-Erzeugung soll ebenfalls in dezentralen (Quartiers-)Konzepten untersucht werden. Für eine langfristige Versorgungssicherheit und Import- sowie Exportmöglichkeiten wird die Anbindung an eine H<sub>2</sub>-Pipeline (bspw. Neckar-Pipeline) anvisiert und die (Um-)Nutzung von bestehenden Erdgasleitungen zum Transport des Wasserstoffs geprüft. Auch Importe bzw. Exporte von grünem Strom will die Region mitdenken, um zeitnah 100 % erneuerbare Energien zu nutzen, auch wenn in erster Linie eine größtmögliche Eigenversorgung angestrebt wird. Regionalnachweise für den eingesetzten Strom sind der HyStarter-Region wichtig. Die Planung zur Erzeugung und Verteilung wird mit potenziellen Nachfrager\*innen gemeinsam angegangen.

**Die HyStarter-Akteure möchten unterschiedliche Energieträger mitdenken, um einen klimaneutralen Verkehr & Logistik im Landkreis zu erreichen und die Vorgaben der CVD umzusetzen.** Mit der Clean Vehicles Directive (kurz: CVD, Gesetz über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge) gelten verbindliche Mindestziele für die Beschaffung emissionsarmer und -freier Pkw sowie leichter und schwerer Nutzfahrzeuge, bei öffentlicher Beauftragung.<sup>3</sup> Ein "variables" Angebot" verschiedener Antriebstechnologien und die dafür notwendige Infrastruktur soll ermöglicht werden. Es stellt sich nicht nur die Frage einer Antriebswende, sondern auch der Verkehrswende. Das bedeutet, innovative und geeignete neue Formen der Mobilität umzusetzen. Zur Beantwortung der Frage, welcher Antrieb im jeweiligen Fall die effizienteste Entscheidung darstellt, sind spezifische Analysen zu konkreten Kosten und Potenzialen sowie eine solide Faktenbasis entscheidend. Pilotprojekte sollen für eine schnelle Sichtbarkeit sorgen und Alternativen zu konventionellen Technologien aufzeigen. Ein Leuchtturm kann die ÖPNV-Anwendung sein: Wasserstoff-Busse könnten insbesondere rund um Geislingen an der Steige eingesetzt werden, da die dortigen ÖPNV-Routen anspruchsvolle Topografien aufweisen und BZ-Busse dadurch gegenüber Batterieelektrischen Fahrzeugen einen Vorteil bieten können. Die öffentliche Hand als Aufgabenträger des ÖPNV setzt hier Impulse für die Einführung von BZ-Bussen und indem beim Aufbau der dafür notwendigen Infrastruktur in Vorleistung gegangen wird. Generell sollte bei der Betrachtung von Anwendungsfällen immer sektorübergreifend gedacht und Synergien genutzt werden.

**Für den Aufbau einer Tankstelle ist eine strategische Standortwahl entscheidend, die Erzeugung und verschiedene Nachfragegruppen zusammenbringt.** Die Realisierung einer Wasserstofftankstelle sollte deutlich vor 2030 erfolgen, um die Betankung der Busse im ÖPNV und im Logistikbereich zu ermöglichen (Einsatz BZ-Busse ab 2025/26 in Prüfung). Eine Trailer-Belieferung oder Onsite-Elektrolyse an einer 350 bar-Tankstelle für Busse und Lkw sowie weitere Nutzfahrzeuge soll dabei geprüft werden. Darüber hinaus sollen weitere Kleinfahrzeuge getestet werden, u. a. Kehrmaschinen der städtischen Betriebshöfe, Stapler oder Müllfahrzeuge. Der Einsatz von BZ-Fahrzeugen in Pooling-Diensten bzw. als Leihfahrzeuge könnte der Bevölkerung eigene Erfahrungen mit der H<sub>2</sub>-

<sup>3</sup> <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/clean-vehicles-directive.html>

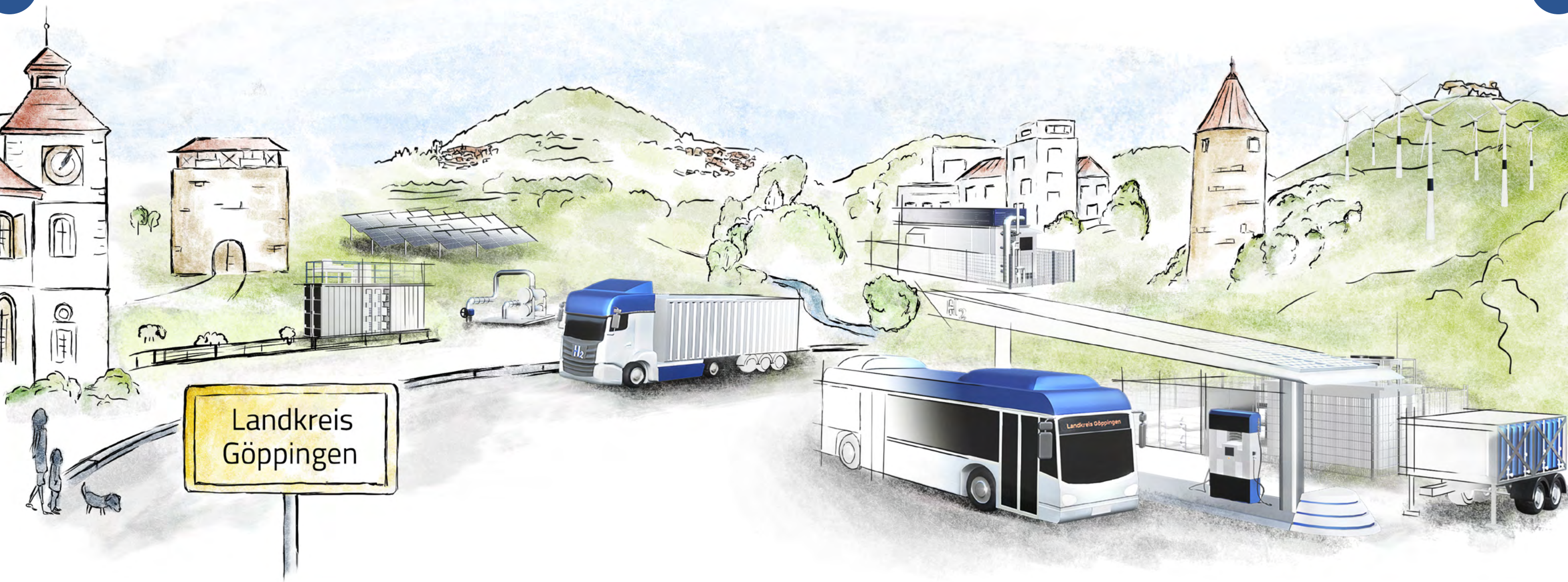
Technik ermöglichen und nicht zuletzt auch aufgrund der Sichtbarkeit im öffentlichen Raum zur erhöhten Akzeptanz beitragen. Ebenso müssen Untersuchungen die Sinnhaftigkeit von BZ-(Klein-)Transportern für Handwerksbetriebe und für die letzte Meile in der Logistik zeigen.

**Der Einstieg in die kommunale Wärmeplanung soll ebenfalls eine Basis für eine Potenzialanalyse und die Entscheidung der Wärmeversorgung von Gewerbegebieten und Quartiere bieten.** Um den Heizstoff der Zukunft zu erörtern und insbesondere Erdgas in der (Fern-)Wärme zu substituieren, sollen die Alternativen nach Gebäudetyp und -alter und weiteren (Standort-)Voraussetzungen differenziert dargestellt werden. Dies kann eine Informationsgrundlage für Bauträger\*innen, Unternehmen, Hausbesitzer\*innen und Kommunen bei der Planung bilden. Wärmenetze und Solarwärmespeicher können ebenfalls eine alternative Versorgung darstellen.

Die Nutzung der Abwärme von Elektrolyseuren, die über Nahwärmenetze bereitgestellt werden kann, soll ebenfalls bei der Standortplanung der H<sub>2</sub>-Erzeugung mitgedacht werden und ist besonders für Gemeinden ohne Gasnetzanschluss interessant.

**Der HyStarter-Akteurskreis sieht in der Dekarbonisierung der Industrie und ihrer Fuhrparks einen weiteren Beitrag auf dem Weg zur Klimaneutralität.** Sobald ausreichend grüner Wasserstoff zur Verfügung steht und entsprechende BZ-Logistik- und -Baufahrzeuge zu wirtschaftlich tragfähigen Preisen erhältlich sind, wird die Nutzung von Wasserstoff in den eigenen Fuhrparks der Industrieunternehmen geprüft.

**Dezentrale kleinere Wasserstoffsysteme, die Synergien zwischen Industrie, Gebäudeenergieversorgung und Verkehr nutzen, sind für die Region interessant:** Die H<sub>2</sub>-Erzeugung per Elektrolyse für die Industrie könnte idealerweise den Verkehr mitversorgen, die Abwärme zudem in Nahwärmenetze eingespeist werden. H<sub>2</sub>-BHKW könnten ebenfalls eine Versorgung von Quartieren ermöglichen. Die Nutzung von bestehenden Gasleitungen sollte berücksichtigt werden. Solche regionalen Ansätze der Sektorenkopplung sollen möglichst viel Wertschöpfung vor Ort ermöglichen und neue Wertschöpfungsstufen in der Region etablieren.



**Wir möchten Aus- und Weiterbildungsangebote schaffen, um die Wertschöpfung und das Know-how in der Region auszubauen.** Fachkräfte sind eine Grundbedingung für den Aufbau einer H<sub>2</sub>-Wirtschaft. Expertise, Qualifizierung und (Aus-)Bildung von ausreichend Beschäftigten wird in der Region bereits jetzt über die Einbindung der Themen in der akademischen Bildung und über Kooperationen mit Unternehmen verfolgt. Zum Zeitpunkt des Technologiehochlaufs kann über Angebote der Handwerkskammer die Weiterbildung im H<sub>2</sub>-Bereich angegangen bzw. weiter vertieft und damit im Landkreis ein Innovationsstandort geschaffen werden. Damit werden auch neue Ausbildungsberufe bzw. Ausbildungsanpassungen im Handwerk

verbunden sein. Die HyStarter-Region bindet bereits heute die Politik, Verbände und Verwaltung in ihre Überlegungen und Vorhaben ein. Ein Wissenstransfer soll in der Verwaltung auf die Beschleunigung von Ausschreibungsverfahren, öffentlichen Vergaben und Genehmigungen von Vorhaben im Bereich der H<sub>2</sub>- und BZ-Technologien einzahlen und somit zur Umsetzung von H<sub>2</sub>-Projekten beitragen. Darüber hinaus soll eine regionale Anlauf- oder Beratungsstelle geschaffen werden, um eine Plattform für Öffentlichkeitsarbeit, Sensibilisierung und Information zu etablieren und die Akteure, die beim Aufbau der Wasserstoffwirtschaft notwendig sind, zu vernetzen und zu beraten.

**Wir möchten realistische und realisierbare Projekte entwickeln und in Pilotvorhaben umsetzen.** Unsere H<sub>2</sub>-Vorhaben sollen nachhaltig sein: Das bedeutet zum einen, dass die Energieversorgung verlässlich und zukünftig (wieder) bezahlbar werden muss. Die Risiken und (Mehr-)Kosten müssen auf mehrere Schultern verteilt werden, damit das Vorhaben ökonomisch tragbar und vertretbar ist. Wir möchten zeitnah Erfahrungen im H<sub>2</sub>-Bereich sammeln und darauf aufbauend unsere erfolgreichen Ideen hochskalieren. Unsere H<sub>2</sub>-Projekte sind ökologisch nachhaltig und setzen ausschließlich auf grünen Wasserstoff. Zudem möchten wir den Aufbau unserer Wasserstoffwirtschaft sozial nachhaltig angehen. Die

Akzeptanz der Bevölkerung ist für uns Voraussetzung für den Erfolg der H<sub>2</sub>-Wirtschaft. Dazu gehören Information, Möglichkeiten mit der Technologie in Berührung zu kommen (u. a. BZ-Busse im ÖPNV) und Beteiligungsmöglichkeiten im Dialog, in der Gestaltung, aber auch die Beteiligung finanzieller Art.

# H<sub>2</sub>O



## Elektrolytische Wasserstoff-Erzeugung aus Solar- & Windenergie

### Ausgangslage und Ziele (Motivation)

Der Landkreis Göppingen strebt den Ausbau erneuerbarer Energien an, um die eigene Energieversorgungssicherheit zu erhöhen. Erste Gespräche über die Verfügbarkeit von Flächen für den Aufbau von Erzeugungsanlagen wurden mit potenziellen Investoren geführt. Ein Teil der erneuerbaren Energien soll für die Erzeugung von Wasserstoff genutzt werden, darüber hinaus soll der Strom an der Strombörse veräußert werden. Ein Elektrolyseur soll idealerweise so platziert werden, dass die Nebenprodukte Abwärme und Sauerstoff sinnvoll genutzt werden können. Für den Sauerstoff eignen sich bspw. Kläranlagen, wo der Sauerstoff in den Belebungsbecken zum Einsatz kommen

kann. Zur Nutzung der Abwärme eignen sich Nahwärmenetze oder angrenzende Gebäudeeinheiten. Der grüne Wasserstoff kann dem regionalen Bus- und Lkw-Verkehr zur Verfügung gestellt werden.

Die eigene Erzeugung von grünem Wasserstoff macht die Anwendungen in der Region ein Stück weit unabhängiger von den erst zukünftig realisierbaren Wasserstoffimporten und der Anbindung an die geplante Neckar-Pipeline und ggf. Anschluss an das Hydrogen-Backbone im Jahr 2050. Mit der Produktion von grünem  $H_2$  wird Know-how in der Region aufgebaut, regionale Wertschöpfung gefördert und eine zeitnahe Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff angestrebt.

### Regionale Herausforderungen

- Flächenverfügbarkeit für den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen und Windkraftanlagen in der Region sowie die dafür notwendigen Ausgleichsflächen.
- Es besteht hoher Wettbewerb um Flächen bei Projektierer\*innen.
- Bei der Erzeugung von  $EE/H_2$  auf Ackerflächen sind Gremienfreigaben erforderlich.
- Netzeinspeisung zur Nutzung verschiedener EE-Standorte für die  $H_2$ -Erzeugung.
- Akzeptanz für den weiteren Ausbau der EE und Akzeptanz des Einsatzes von Wasserstoff.
- Finanzierung und zeitliche Verfügbarkeit des PV-Stroms sowie Finanzierung und Wirtschaftlichkeit der Wasserstoffherzeugung.
- Spannungsfeld Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) und  $H_2$ -Erzeugung: bisher höhere Erlöse für Stromerzeugung als  $H_2$ .
- Netzausbau: Netzkapazitäten und Netzanschlüsse an bzw. für neu zu errichtende PV- und Wind-Anlagen.
- Es besteht derzeit keine Infrastruktur, um den Wasserstoff zu den Abnehmer\*innen zu bringen.

### Lösungsansätze

- Beim Ausbau der EE müssen u. a. auch Sonderflächen in Betracht gezogen werden, wie PV-Potenziale auf Deponien.
- Beteiligungsmöglichkeiten schaffen, um die Akzeptanz für den Ausbau der erneuerbaren Energien zu halten und zu schaffen. Öffentlichkeitsarbeit muss die Projektentwicklung begleiten.
- Die  $H_2$ -Produktion, auch mit Grünstrom aus dem Netz, ist nach aktuellem Stand von Netzentgelten befreit (§ 118 Abs. 6 S. 7 EnWG).
- Prüfung, ob eigene Stromleitungen zum Elektrolyseur gelegt werden können, idealerweise aber Erzeugung am EE-Standort und Trailerlösungen für den Transport des  $H_2$  nutzen, bis ein  $H_2$ -Netz aufgebaut ist. Ggf. prüfen, ob die schneller und kostengünstiger verlegbaren Polyethylen-Leitungen bei geringerem Druck zur Distribution des Wasserstoffs sinnvoll sind.
- In einem Erzeugerkonsortium kann ein gemeinsamer Elektrolyseur betrieben und somit das Risiko auf mehrere Akteure verteilt werden.



### Externer Unterstützungsbedarf

Politischer Support für den Ausbau der erneuerbaren Energien, d. h. die Ausweisung von Eignungsflächen sowohl für Windkraft als auch PV, ist nach wie vor erforderlich für die Produktion von Wasserstoff und muss sich entsprechend in der Regionalplanung wiederfinden. 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 Norddeutschland als Windstandort bevorzugt ist, gibt es im Osten des Landkreises Potenziale, die noch gehoben werden können. Darüber hinaus müssen immissionsschutzrechtliche Genehmigungen vereinfacht und beschleunigt werden, um zeitnah Wasserstoffvorhaben in der Region in die Umsetzung zu bringen. Die in der HyStarter-Region Landkreis Göppingen beteiligte GP JOULE bringt bereits Erfahrung in der Umsetzung von regionalen Betreibermodellen mit, u. a. aus dem Projekt e-Farm. Die ebenfalls im Akteurskreis vertretene Hochschule Esslingen bringt Ideen für gemeinsame regionale Betreibermodelle mit.

### Technologiekonzept & Umsetzungsstrategie

Voraussetzung zur eigenen Wasserstoffproduktion ist die Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien. Schwerpunktaktivitäten liegen derzeit auf dem Ausbau von Photovoltaik, seien es PV-Module über Parkplätzen oder auf Dachflächen. 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 Stromproduktionspotenzialen 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 Power Purchase Agreements (PPAs) zu heben sowie Hydro-Hubs zur Vernetzung der Akteure zu gründen.

Elektrolyseure mit einer Leistung über 250 kW werden in der Praxis in Containerbauweise errichtet, sodass die eigentliche Installation einfach zu realisieren ist. Dabei müssen der Wasser- und Netzanschluss sowie regulatorische Rahmenbedingungen wie EEG-Umlage, Netzentgelte und weitere Aspekte beachtet werden.



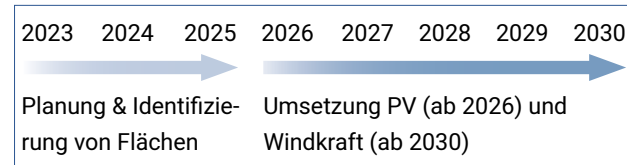
Für die jeweiligen Anwendungsgebiete kann der Wasserstoff direkt nach der Elektrolyse verwendet oder bei Bedarf aufgereinigt werden. Die Wasserstoffqualität beträgt nach der Elektrolyse 99,9 % (3.0) und kann bspw. direkt in verbrennungsmotorischen BHKWs genutzt werden. Für Brennstoffzellenanwendungen,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

Aufgrund der örtlichen Verteilung der einzelnen Projekte, den noch zu erschließenden Wasserstoffproduktionsstandorten sowie den anfänglich geringen Wasserstoffmengen, sollte der Wasserstofftransport zunächst über Trailer erfolgen. Da Wasserstoff im Trailer mit 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 mindestens auf die dreifache Tagesmenge ausgelegt werden.

## Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Ermittlung weiterer interessierter EE-Anlagenbetreiber\*innen und Flächenbesitzer\*innen (auch über die Landkreisgrenzen hinaus): Freigabe von Flächen für PV und Wind wird in der Region Stuttgart ab 2026 erwartet.
- Gespräche mit potenziellen Abnehmer\*innen von Wasserstoff vorbereiten bzw. diese über die Möglichkeiten informieren, bspw. über externe Expert\*innen und das iEnEff-Netzwerk in Zusammenarbeit mit der Wirtschaftsförderung.
- Die Energieagentur und die Hochschule Esslingen haben zusammen mit Freiheit Consulting und GP JOULE Gespräche geführt und binden den Kreistag und entsprechende Ausschüsse mit ein. Eine Unterstützung der GP JOULE Projects, die sich mit PV- und Windausbau beschäftigen, wird ebenfalls angestrebt.
- Rationelle Energie Süd GmbH beschäftigt sich mit dem PV-Ausbau und Fragestellungen zur direkten Stromnutzung und etwaiger Nutzung von Überschussstrom für die H<sub>2</sub>-Erzeugung auf größeren Dachflächen wie bspw. auf Veranstaltungs- oder Logistikhallen.
- Prüfung von Finanzierung und Fördermitteln (u. a. BMWK<sup>4</sup>, NIP II<sup>5</sup> und Programme über Landesministerien).
- Prüfung der aktuellen Elektrolyseförderung zur Wasserstoffherstellung für den Verkehrsbereich sowie der Tankstellenförderung der NOW, die im Laufe des Jahres 2023 erwartet wird.
- Landratsamt, ÖPNV und weitere potenzielle Abnehmer treffen gemeinsame Überlegungen zum Standort einer H<sub>2</sub>-Tankstelle.
- Das Ingenieurbüro Freiheit Consulting GmbH treibt zusammen mit GP JOULE die Errichtung einer Elektrolyseanlage auf einer landwirtschaftlichen Fläche voran, die sowohl für PV-Anlagen geeignet als auch in der Nähe eines Windparks gelegen ist. Der Wasserstoff könnte in der Mobilität oder in der Industrie eingesetzt werden, Sauerstoff in der Kläranlage und die Wärme für eine CO<sub>2</sub>-neutrale Wärmeversorgung genutzt werden. Als nächster Schritt in der Ideenentwicklung stehen Gespräche mit Gemeinden, Behörden und der Politik an.

## Zeitplanung



## Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **H<sub>2</sub>-Tankstelle:** Als Voraussetzung für die mobile Anwendung finden Gespräch mit Tankstellen-Betreiber\*innen und potenziellen Abnehmer\*innen des H<sub>2</sub> statt.
- **H<sub>2</sub>-Busse:** In enger Abstimmung mit den Anwender\*innen findet der Produktionshochlauf statt.
- **H<sub>2</sub>-LKW:** In enger Abstimmung mit den Anwender\*innen findet der Produktionshochlauf statt.
- **H<sub>2</sub>-Pipeline:** Neben der anvisierten Distribution des H<sub>2</sub> per Trailer findet ein enger Austausch zum Projekt „H<sub>2</sub> GeNeSiS“ statt.



<sup>4</sup> Förderungen für die Wasserstoffherstellung werden im Rahmen der Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie erwartet: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Wasserstoff/Dossiers/wasserstoffstrategie.html>

<sup>5</sup> <https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Bund/BMVI/nip-ii-nachhaltige-mobilitaet.html>

Aufbau einer H<sub>2</sub>-Tankstelleninfrastruktur

## Ausgangslage und Ziele (Motivation)

Im Landkreis Göppingen ist bislang keine Wasserstoff-tankstelle verfügbar. Die nächstgelegenen 700 bar Tankstellen sind in Wendlingen, Metzingen, Fellbach und Ulm gelegen. Eine 350 bar Tankstelle, die für den Schwerlastverkehr erforderlich ist, gibt es im näheren Umkreis nicht. Für einen zuverlässigen Betrieb von BZ-Bussen im ÖPNV und BZ-Lkw sind solche Tankstellen, möglichst am oder

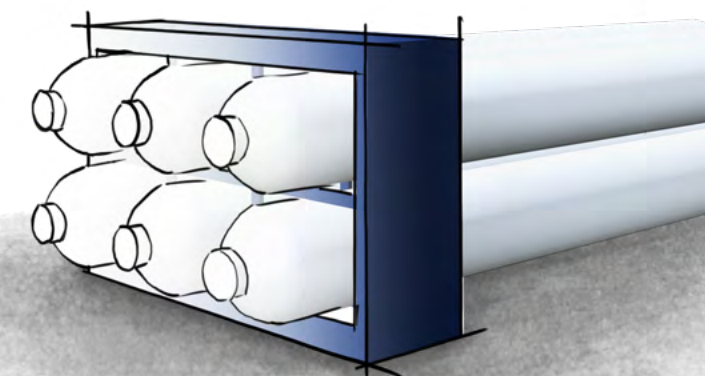
in der Nähe des jeweiligen Betriebshofes, erforderlich. Zudem ist eine öffentliche Tankstelle für Durchgangsverkehr (Schwerlast- und Pkw-Verkehr) entlang von bedeutenden Verkehrsachsen (A8/B10) interessant und motiviert ggf. weitere Akteure zur Anschaffung von BZ-Fahrzeugen. Im Rahmen der HyStarter-Strategiedialoge wurden mögliche Tankstellenbetreiber\*innen identifiziert, sowie denkbare Anlagenstandorte in Göppingen und Geislingen diskutiert.

## Regionale Herausforderungen

- Ohne konkrete Abnehmer wird keine Wasserstoff-tankstelle gebaut werden: Viele Betreiber\*innen von H<sub>2</sub>-Tankstellen, aber auch die gängigen Förderprogramme, erwarten zur Entscheidungsfindung eine gesicherte Wasserstoffabnahme.
- Sowohl eine öffentliche 350 bar Tankstelle, die auch für (zukünftige) Durchgangsverkehr geöffnet ist, als auch eine Tankstelle auf den Betriebshöfen der ÖPNV-Anbieter oder Logistiker und Baubetriebe können sinnvoll sein und sollten in der ersten Ausbaustufe nach Möglichkeit zusammengelegt werden.
- Bei einer öffentlichen Tankstelle muss sich am Betreibermodell der Anbieter\*innen orientiert werden, wodurch ggf. Abhängigkeiten u. a. beim Wasserstoffbezug gegeben sind.
- Eine Entscheidung muss getroffen werden, ob 700 bar Tankstellen für Pkw mitgedacht werden sollen.
- Die Finanzierung für den Aufbau und Betrieb der Tankstelle muss gesichert sein um eine Verlässlichkeit für potenzielle Abnehmer\*innen sicherzustellen.
- Entsprechende Flächen für die Komponenten müssen ermittelt und möglichst regionaler grüner Wasserstoff für die Betankung erzeugt werden.
- Die Dauer der Umsetzung muss mit der Beschaffung der Fahrzeuge abgestimmt werden.

## Lösungsansätze

- Es sollten eine Analyse des Nachfragepotentials (konstante Abnehmer) und vertiefende Gespräche mit einem potenziellen Tankstellenbetreiber erfolgen.
- LOI von Abnehmer\*innen sollten als Entscheidungsgrundlage für Standort, Dimensionierung und Druckstufe(n) eingeholt werden.
- Eine gemeinsame Planung von Tankstellenaufbau, Mobilitätsanwendungen mit Wasserstoff und regionaler Erzeugung von grünem Wasserstoff zählt auf eine möglichst hohe Wertschöpfung in der Region ein.
- Regelmäßig wiederkehrende Förderprogramme des Bundes und der Länder können und sollten zum Tankstellenaufbau (Schwerpunkte beim letzten Aufruf: 350 bar, öffentlich) genutzt werden.
- Voraussetzung für die Sinnhaftigkeit des Aufbaus einer 700 bar Infrastruktur ist eine sehr große Anzahl erwarteter H<sub>2</sub>-Pkw.



### Externer Unterstützungsbedarf

Die Unterstützung des Kreistages beim Aufbau einer Wasserstofftankstelle ist als Voraussetzung für die Ausschreibung eines Betriebs von BZ-Bussen im ÖPNV geboten. Hinsichtlich einer erfolgreichen Umsetzung sind Vernetzung und Erfahrungsaustausch mit den Firmen Fischer Weilheim und GP JOULE, sowie dem Steinbeis-Unternehmen SIEET hilfreich.

Für den Aufbau einer Wasserstofftankstelle werden Förderungen notwendig, insbesondere, wenn eine Onsite-Elektrolyse angestrebt wird.

Es ist eine kontinuierliche, verlässliche Belieferung mit grünem Wasserstoff notwendig. GP JOULE entwickelt mit verschiedenen Partnern in der Region Erzeugungskapazitäten und ermöglicht somit Redundanz in der Versorgung.

### Technologiekonzept & Umsetzungsstrategie

Für die Standortwahl einer Wasserstofftankstelle sollten die folgenden Punkte in angegebener Reihenfolge bearbeitet werden:

- Vernetzung und Bündelung von Akteuren an einem Standort, Nachfrage sichern
- Grundstück bzgl. Flächenbedarf, Baugenehmigungen und Sicherheitsabständen prüfen
- Zugang bzgl. Zufahrtsmöglichkeit der jeweiligen Fahrzeugklassen und ggf. öffentlicher Zugang prüfen
- Wasserstoffverfügbarkeit (Onsite-Produktion, Nähe zu Produktionsstandorten, Pipelineanbindung, Redundanz der Anlieferung) abwägen

Im Landkreis Göppingen bietet sich ggf. eine Zusammenarbeit von ÖPNV-Betreiber\*innen und Logistiker\*innen an, um eine gemeinsame Tankstelle (350 bar) zu nutzen. Sollten BZ-Busse im ÖPNV eingesetzt werden, ist eine nahegelegene Tankstelle Voraussetzung, um Anfahrtswege und damit Arbeitsaufwände möglichst gering zu halten.

Es muss eine parallele Planung der beteiligten Akteure u. a. zu den folgenden Aspekten erfolgen: Beschaffungsfenster für ÖPNV-Unternehmen und ÖPNV-Ausschreibung, Beschaffungsfenster der Logistiker\*innen, die Lieferzeiten der Fahrzeuge und der Tankstellengenehmigung/-aufbau/-inbetriebnahme.

Die Dimensionierung der Tankstelle erfolgt auf Basis angenommener Fahrzeug-Einsätze pro Jahr und Standort. Wasserstofftankstellen können nachträglich erweitert werden, sind jedoch nicht in allen Anlagenteilen modular

ausbaufähig. Hochdruckspeichertanks (400/900 bar), Kompressoren sowie Kühlaggregate müssen ggf. ersetzt werden. Den zusätzlichen Platzbedarf für diese Ergänzungen gilt es von Anfang an einzuplanen. Der Wasserstoffvorratsspeicher (200/300 bar) sowie die Zapfsäule (350/700 bar) können i. d. R. modular erweitert werden. Darüber hinaus müssen bei einer Vergrößerung Betriebssicherheitsverordnungen oder bei einer Ergänzung mit Onsite Elektrolyse und Überschreitung der Lagermengen auch gewisse Genehmigungsverfahren, u. a. im Rahmen der Bundes-Immissionsschutzverordnung, neu beantragt werden.

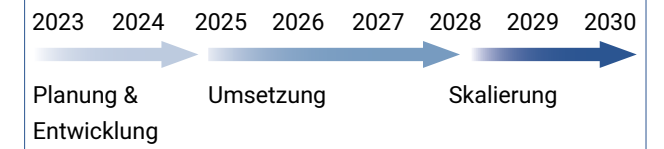
Um eine zukunftsfähige Wasserstofftankstelle in Göppingen zu dimensionieren, sollten auch zukünftig erwartete Verkehre bei der Berechnung der Tagesumsätze eingebunden werden. Eine 350 bar Druckstufe sollte in der Region etabliert werden, eine 700 bar Druckstufe für Pkw sollte nur realisiert werden, wenn eine zukünftige hohe Nachfrage von Privatpersonen, Müllentsorgungsunternehmen, Taxi- und betrieblich genutzten Flotten erwartet wird (Detailanalysen erforderlich). Bezüglich der Realisierung einer Wasserstofftankstelle hat sich bereits GP JOULE, in Zusammenarbeit mit Partnern wie Fischer Weilheim und SIEET, in der Region positioniert. Es kann sich auch ein Gespräch mit den klassischen Betreiber\*innen von H<sub>2</sub>-Tankstellen wie der H2Mobility oder anderen Mineralölunternehmen lohnen, weil diese derzeit nach Standorten für Nutzfahrzeug-Wasserstofftankstellen suchen. Bei einer Standortwahl sollten die bereits genannten Kriterien berücksichtigt werden, eine Bündelung der Akteure wird empfohlen.

### Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Wasserstoffbedarfsmengen abschätzen und LOI potenzieller Abnehmer einholen (v.a. ÖPNV, Lkw).
- Gespräche mit (potenziellen) Tankstellenbetreibern /-herstellern zu Bau und Dimensionierung, u. a. mit GP JOULE, Fischer Weilheim oder Energieversorgung Filstal.
- Ermittlung von idealen Standorten und Prüfung der Voraussetzungen, u. a. Neuwiesen in Geislingen, alternativ Standort Gewerbepark Schwäbische Alb/Türkheim (Nähe zu Autobahn A8 erfüllt Kriterien zu spezifischen Förderprogrammen).
- Ermittlung und Ansprache weiterer möglicher Wasserstoffanwender in der Region: Kontaktaufnahme mit möglichen Nutzern von Lkw, Bussen, Bauhooffahrzeugen, Abfallsammlern durch GP JOULE und Wirtschaftsförderung Geislingen.
- Einbindung des Amts für Mobilität in die Planungen zu Standort und Bau von Wasserstoff-Tankstellen in der Region.
- Gespräche mit Wasserstoffherzeugern aus der Region führen.
- Machbarkeitsstudie zum Tankstellenaufbau mit Zieljahr 2025/26.
- Prüfung von Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten (u. a. BMDV: NIP für öffentliche Tankstellen<sup>7</sup>, KsNI für Tankstellen und Machbarkeitsstudien beim Einsatz klimafreundlicher Nutzfahrzeuge<sup>8</sup>).
- Ab 2024/25 entsteht ggf. am Innovationscampus Göppingen eine Forschungstankstelle.

<sup>7</sup> <https://www.bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/foerderung-oeffentliche-wasserstofftankstellen-nutzfahrzeuge.html>  
<sup>8</sup> <https://www.klimafreundliche-nutzfahrzeuge.de/wp-content/uploads/2021/08/Foerderrichtlinie.pdf>

### Zeitplanung



### Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **H<sub>2</sub>-Busse:** In enger Abstimmung mit den Anwender\*innen findet die Dimensionierung der Tankstelle statt.
- **H<sub>2</sub>-Lkw:** In enger Abstimmung mit den Anwender\*innen findet die Dimensionierung der Tankstelle statt.
- **H<sub>2</sub>-Erzeugung:** Potenzielle Abnahme des grünen regionalen Wasserstoffs.
- **Sektorenkopplung:** Nutzung von Synergiepotenzialen durch Kooperation mit H<sub>2</sub>-Anwender\*innen in den Bereichen Industrie und stationäre Energieversorgung.



## Wasserstoff-Einsatz im ÖPNV

### Ausgangslage und Ziele (Motivation)

Die Verkehrsemissionen zu senken ist erklärtes Ziel des Landkreises und im Rahmen der Clean Vehicles Directive (CVD) prüft der Landkreis den Einsatz verschiedener Antriebskonzepte. Für zwei Referenzzeiträume sind feste Quoten für die Beschaffung emissionsarmer bzw. -freier Busse vorgesehen<sup>9</sup>. Der Einsatz von Brennstoffzellenbussen im Überlandverkehr kann seine Potenziale in weiten Teilen des Landkreises, insbesondere rund um Geislingen an der Steige ausspielen. Darüber hinaus kann der ÖPNV ein erster verlässlicher Abnehmer von Wasserstoff in der Region sein und den Aufbau der Wasserstoffwirtschaft anschieben.

<sup>9</sup> <https://www.bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/clean-vehicles-directive.html>

Der ÖPNV ermöglicht es den Bewohner\*innen eigene Berührungspunkte mit der Technologie zu erhalten. Der Bus kann als Multiplikator der Technologie und in der Kommunikation ebenfalls positiv auf die Akzeptanz gegenüber erneuerbaren Energien und Wasserstoff wirken.

Die Ausschreibung für die Busverkehre im Landkreis erfolgt ab 2025 stufenweise und soll voraussichtlich einen wesentlichen Anteil BZ-Busse umfassen. Im Rahmen des Akteurskreises wurden mögliche Tankstellenstandorte und denkbare Betreibermodelle diskutiert.

### Regionale Herausforderungen

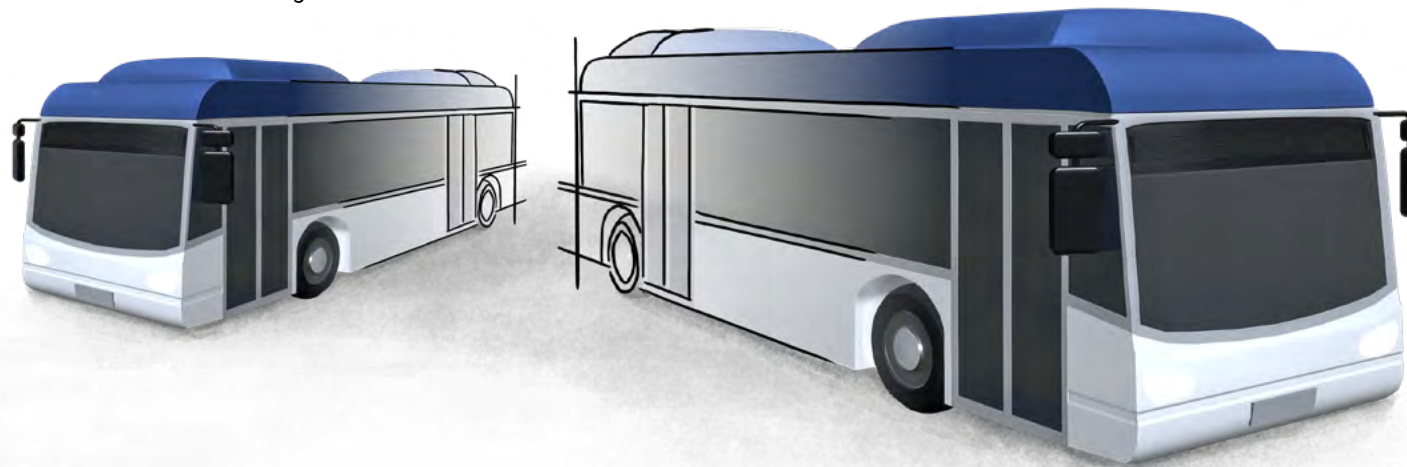
- Im Landkreis sind derzeit sieben Busunternehmen aktiv, um den Nahverkehr anzubieten. Eine Umstellung auf BZ-Busse ist insbesondere für kleinere Unternehmen nur mit sehr hohem Risiko zu leisten bzw. finanziell nicht allein zu stemmen.
- Die Förderungen im Bereich der BZ-Busse bevorzugen aufgrund der höheren CO<sub>2</sub>-Einsparung Antragsteller\*innen mit größeren Busflotten.
- Die Erbringung des ÖPNV muss vom Landkreis ausgeschrieben werden. Der Aufbau der Tankinfrastruktur muss in Zusammenarbeit mit dem beauftragten ÖPNV-Anbietenden erfolgen.

### Lösungsansätze

- Machbarkeitsstudie/Analyse der verschiedenen Antriebsarten im Vergleich können für Busunternehmen gefördert werden.
- Gespräche mit Busunternehmen sowie Gespräche mit dem Kreistag, um die Herausforderungen gemeinsam anzugehen.
- Einbindung der BZ-Busse in Ausschreibung des ÖPNV.
- Die Kosten von Brennstoffzellenfahrzeugen sind derzeit noch hoch, können aber durch Inanspruchnahme öffentlicher Fördermittel wesentlich reduziert werden.

### Externer Unterstützungsbedarf

Neben der Untersuchung zum Einsatz von batterieelektrischen Bussen und Brennstoffzellenbussen sind weitere Untersuchungen und Planungen hinsichtlich der Bereitstellung einer Tankinfrastruktur notwendig. Die Busunternehmen, die vom Landratsamt beauftragt werden und BZ-Busse beschaffen möchten, benötigen Unterstützung in der Koordination zur Bestellung und dem Infrastrukturaufbau. Zudem bleiben auch bei Inanspruchnahme von Fördermitteln meist Finanzierungslücken bestehen, die ggf. nicht durch die Busunternehmen selbst getragen werden können. Hier sind weitere Unterstützungen durch Land und Kommune gefragt. Neben den reinen Investitionskosten sind die Betriebskosten eine Herausforderung bzw. müssen Schulungskosten für Busfahrer\*innen und Werkstattpersonal, die Umrüstung von Busdepots und die Kosten für den Wasserstoff mitgedacht werden.



### Technologiekonzept & Umsetzungsstrategie

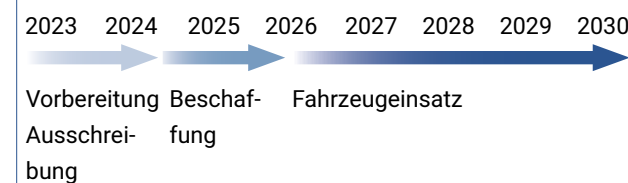
In der Region ist der Einsatz von Wasserstoff als Kraftstoff insbesondere im ÖPNV-Bereich interessant. Für die Berechnungen im Technologiekonzept wurde angenommen, dass bis 2026 insgesamt zehn Busse im Landkreis auf Brennstoffzellenantrieb umgestellt werden und bis 2030 mind. 27 weitere Busse, um die Anforderung der CVD-Richtlinie zu erfüllen. Aufgrund der Streckenlänge und des anspruchsvollen Streckenprofils u. a. in Geislingen an der Steige sind batterieelektrische Alternativen weitestgehend ausgeschlossen bzw. wird empfohlen, nur eine neue Technologie zu etablieren, die alle Strecken bedienen kann. Der Wasserstoffbedarf bis 2026 liegt unter Zuhilfenahme derzeitiger Kraftstoffverbräuche und den entsprechenden Wasserstoff-Äquivalenten demnach bei 56 t pro Jahr. Bezüglich der Tankmöglichkeit sollten auch hier Synergien gesucht werden. BZ-Busse werden mit 350 bar getankt, sodass sich Flottenbetreiber von Schwerlastfahrzeugen für eine gemeinsame Tankstelle empfehlen.

In den Werkstätten bzw. dem Busdepot müssen H<sub>2</sub>-Sensoren mit automatischer Dachluke installiert werden, damit eine Entlüftung über das Dach im Falle einer H<sub>2</sub>-Freisetzung gewährleistet ist. Ebenfalls sind Dacharbeitsplätze (Hebebühnen, Schwenkbühnen) notwendig, um am Dach der Busse, hier befinden sich die H<sub>2</sub>-Tanks und die Klimageräte, arbeiten zu können. Für den Linienbetrieb müssen die Fahrer\*innen für die Bedienung der Fahrzeuge geschult werden, was üblicherweise durch den Fahrzeughersteller erfolgt. Des Weiteren muss das Werkstattpersonal für Arbeiten an Hochvoltanlagen geschult sein, sofern die Wartungsarbeiten nicht ohnehin an externe Serviceunternehmen vergeben werden. In den Abstellhallen sind keine besonderen Sicherheitsmaßnahmen vorgeschrieben, da die Fahrzeuge als technisch dicht gelten. BZ-Busse sind im Bereich der Wasserstoffmobilität am weitesten fortgeschritten und gelten als serienreif.

### Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Vergleichende Untersuchungen/Analysen von verschiedenen Antriebsarten in Zusammenarbeit mit der Hochschule Esslingen bzw. einem angegliederten Steinbeis-Unternehmen, sowie einer gemeinsamen Fach- und Rechtsberatung für die Verbundlandkreise im VVS.
- Gespräche mit Busunternehmen sowie Gespräche mit dem Kreistag erfolgen stetig durch das Amt für Mobilität und Verkehrsinfrastruktur sowie die Hochschule Esslingen: Entscheidung durch Landkreis über Vorgaben zu Antriebstechnologie und Organisation für Busunternehmen („Vorabankündigung“).
- Einbindung der BZ-Busse in Ausschreibung des ÖPNV.
- 2024/25 soll idealerweise die Ausschreibung von Busverkehren mit BZ erfolgen.
- Prüfung aktueller Förderaufrufe für die Beschaffung von BZ-Bussen u. a. über NIP II<sup>10</sup>.
- 2025/26 erfolgt idealerweise die Betriebsaufnahme der ersten BZ-Busse in Geislingen und Göppingen (erstes Bündel), bis 2028 der restlichen neun Bündel (insgesamt 150 Busse).

### Zeitplanung



### Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **Wasserstofftankstelle:** Standort und Dimensionierung in Abstimmung mit den Abnehmer\*innen
- **H<sub>2</sub>-Erzeugung:** Gesicherte Erzeugung/Abnahme des Wasserstoffs
- **BZ-Lkw:** Gemeinsame Nutzung einer Tankstelle
- **Sektorenkopplung:** Nutzung von Synergiepotentialen durch Kooperation mit H<sub>2</sub>-Anwender\*innen in den Bereichen Industrie und stationäre Energieversorgung

<sup>10</sup> <https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Bund/BMVI/nip-ii-nachhaltige-mobilitaet.html>

## Wasserstoff-Einsatz in der Logistik

### Ausgangslage und Ziele (Motivation)

Der Einsatz von klimaneutralen Antrieben ist ein entscheidendes Kriterium für das Erreichen der Klimaziele in der Industrie. Logistik-Unternehmen oder industrielle und gewerbliche Akteure mit großen Fuhrparks an mittleren und schweren Nutz- sowie Sonderfahrzeugen brauchen Alternativen zu konventionell betriebenen Fahrzeugen. Es gibt diverse Logistik-Unternehmen im Landkreis Göppingen, deren Fuhrparks perspektivisch auf klimafreundliche Antriebe umgestellt werden müssen. Wasserstoff kann bei

langen Distanzen, anspruchsvollen Profilen oder besonderen Anforderungen der Batterie-elektrischen Alternative überlegen sein. Insbesondere große Unternehmen fordern Klimaneutralität in der Lieferkette, was Einfluss auf die Logistik-Unternehmen hat.

Die Logistik-Unternehmen in der Region müssen sich täglich mit regionaler und überregionaler Konkurrenz messen. Die Kostenfaktoren Fahrzeuge und Kraftstoffe sind daher entscheidend für den langfristigen Erfolg der Unternehmungen.

### Regionale Herausforderungen

- Entscheidend für den Einsatz von H<sub>2</sub>-Lkw und schweren H<sub>2</sub>-Nutz- und -Baufahrzeugen ist neben der Verfügbarkeit der Fahrzeuge vor allem eine verlässliche Tankinfrastruktur. Idealerweise sollten Tankanlagen direkt auf den Betriebshöfen errichtet werden, mindestens aber entlang der üblichen Strecken.
- Die Investitionskosten für alternative Antriebe übersteigen die Kosten konventioneller Fahrzeuge stark, gleichzeitig muss auch die Versorgung mit (grünem) Wasserstoff, Service und Wartung mitgeplant werden.
- Förderprogramme auf Bundes- und Landesebene können die Lücke zu den 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.
- Die Verfügbarkeit von H<sub>2</sub>-Nutzfahrzeugen steigt an, Serienreife ist aber nur bei wenigen Modellen erreicht. Insbesondere bei schweren Sonderfahrzeugen besteht noch Entwicklungsbedarf.
- Große Bedeutung für die Anwendung von Wasserstoff in der Logistik stellt die Versorgungslage mit Wasserstoff und damit die Anbindung an überregionale Wasserstoffnetze dar. Mit dem H<sub>2</sub>-GeNeSiS Projekt und den Ausbauplänen von Terranets BW finden überregionale Entwicklungen statt. Dass Göppingen Anschluss an mindestens eines der beiden Vorhaben findet, ist von bedeutender Relevanz.

### Lösungsansätze

- Gewerbegebiete oder Standorte entlang wichtiger Verkehrsknotenpunkte können sich gut für den Aufbau von HRS eignen. Um Synergien zu heben, sollten bei der Planung eines Tankstellenstandortes andere Abnehmer\*innen (bspw. aus dem ÖPNV oder von kommunalen Nutzfahrzeugen mit 350 bar Tanks) mitgedacht werden.
- Um schnelle Sichtbarkeit und erste Erfahrungen mit dem Einsatz von H<sub>2</sub>-Fahrzeugen zu sammeln, ist für die Übergangsphase die Nutzung von mobilen Tankstellen, wie sie bspw. die Firma Wystrach anbietet, interessant.
- Leasing-Modelle, wie bspw. von dem HyLane-Projekt, können dabei helfen, schnell und unkompliziert Erfahrungen mit dem Einsatz von Fahrzeugen zu sammeln. Ob langfristig und bei größerem Umbau der Flotten der Aufbau einer eigenen Tankstelle am Betriebshof günstiger als das Leasing von Fahrzeugen und die Nutzung von Vertrags-Tankstellen ist, gilt es zu untersuchen.
- 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.
- Beim Thema Service und Wartung bieten sich regionale Kooperationen mit Werkstätten, Herstellern und anderen Nutzer\*innen an. Denkbar wäre das Errichten regionaler Service-Hubs. Hier sollten zum einen auch Hochschulen und Forschungseinrichtungen einbezogen werden, zum anderen aber auch die Handwerkskammern sowie Bildungs- und Schulungseinrichtungen.

### Externer Unterstützungsbedarf

Es braucht sowohl von Unternehmensseite als auch von politischer Seite ein klares Bekenntnis zu nachhaltiger Mobilität und die Bereitschaft, dies entsprechend finanzieren zu wollen. Das Konzept der Scope 3-Emissionen<sup>11</sup> muss implementiert werden. Es braucht eine Gewissheit über den politischen Support beim Ausbau klimafreundlicher Antriebe, bspw. über die dauerhafte finanzielle Unterstützung bei der Beschaffung, die Befreiung von Maut<sup>12</sup> oder steuerliche Begünstigungen<sup>13</sup>. Ohne diese Gewissheit besteht bei den Unternehmen keine Planungssicherheit, die essenziell für den Umstieg der Antriebstechnologien ist.

### Technologiekonzept & Umsetzungsstrategie

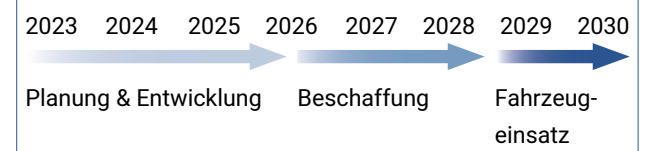
Für das Technologiekonzept wurde der Einsatz von BZ-Lkw bei einem Logistikbetrieb im Landkreis durchgespielt. In Anlehnung an die üblichen Anforderungen eines Teils der Flotte wurde mit einer täglichen Route von 700 km der 26 – 40 t Lkw gerechnet. Aufgrund dieser Distanzen kommt der Einsatz von Batterie-Lkw nicht in Betracht. Der ermittelte Wasserstoffbedarf für diesen Betrachtungsfall läge bei 28 t Wasserstoff im Jahr.

Insgesamt verfügt der Landkreis Göppingen über viele Logistik- sowie ÖPNV-Unternehmen, sodass Synergien bei einer HRS mit einer 350 bar Druckstufe möglich sind. Öffentliche HRS sind meist auf den Pkw-Verkehr ausgelegt und verfügen folglich nur über eine 700 bar Druckstufe sowie nur eingeschränkte Zufahrtsmöglichkeiten für Busse und Schwerlastfahrzeuge. Viele der öffentlichen HRS sollen daher langfristig um eine 350 bar Druckstufe erweitert werden. BZ-Lkw sind in der Serienreife nur von einzelnen Herstellern verfügbar, sodass mit langen Lieferzeiten gerechnet werden muss. Eine Erweiterung der Modellauswahl wurde bereits von einigen Herstellern angekündigt bzw. vorgestellt. Deutsche Lkw-Hersteller fokussieren sich u. a. auf den Einsatz von Wasserstoffverbrennungsmotoren oder Flüssigwasserstoff. Letztere erfordern spezielle Flüssigwasserstofftankstellen.

### Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Das Bauunternehmen Leonhard Weiß ist an der Erprobung von Wasserstoff-Nutzfahrzeugen interessiert.
- Im Rahmen des KsNI-Programms werden auch Machbarkeitsstudien<sup>14</sup> gefördert, die angestoßen werden sollten, auch wenn noch nicht zwingend die notwendigen Fahrzeuge am Markt verfügbar sind.
- Passende Fahrzeugangebote<sup>15</sup> und Förderungen prüfen und beantragen (u. a. L-Bank: Förderung von Unterhaltungs- und Betriebskosten<sup>16</sup>, Förderung für Klimaschonende Nutzfahrzeuge (KsNI)).<sup>17</sup>
- Prüfung von bzw. Information zu Pay-per-Use-Modellen und Leasing-Modellen für Interessierte durch GP JOULE
- Enge Abstimmung mit Infrastrukturprojekten 100 % grüner Wasserstoff durch GP JOULE hydrogen/Hy.teck
- 2025/6 wird der Einsatz erster BZ-LKW im Landkreis anvisiert.
- Die Hochschule Esslingen erprobt im Reallabor Projekt Hylix-B den Einsatz eines 26 t Wasserstoff-Lkw.

### Zeitplanung



### Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **Wasserstofftankstelle:** Standort und Dimensionierung in Abstimmung mit den Abnehmer\*innen
- **H<sub>2</sub>-Erzeugung:** Gesicherte Erzeugung/Abnahme des Wasserstoffs
- **BZ-Busse:** Gemeinsame Nutzung oder Erfahrungsaustausch (zu) einer Tankstelle

<sup>11</sup> Bei Scope 3-Emissionen handelt es sich um Emissionen, die aus Aktivitäten resultieren, die nicht direkt dem betrachteten Unternehmen zugeordnet werden können, die aber vor- oder nachgelagert bspw. durch Distribution und Verteilung resultieren <https://allianz-entwicklung-klima.de/toolbox/was-sind-scopes-geltungsbereiche-bei-der-berechnung-der-unternehmensbezogenen-treibhausgasemissionen/>

<sup>12</sup> <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Strassenverkehr/lkw-maut.html>

<sup>13</sup> [https://www.zoll.de/DE/Fachthemen/Steuern/Verkehrsteuern/Kraftfahrzeugsteuer/Steuervergünstigung/Elektrofahrzeuge/elektrofahrzeuge\\_node.html](https://www.zoll.de/DE/Fachthemen/Steuern/Verkehrsteuern/Kraftfahrzeugsteuer/Steuervergünstigung/Elektrofahrzeuge/elektrofahrzeuge_node.html)

<sup>14</sup> [https://www.bag.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Foerderprogramme/KsNI/2\\_Foerderauffrag/KsNI\\_FAQ\\_Foerdergegenstand\\_MBS.html?nn=3688112](https://www.bag.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Foerderprogramme/KsNI/2_Foerderauffrag/KsNI_FAQ_Foerdergegenstand_MBS.html?nn=3688112)

<sup>15</sup> Übersicht Elektro-LKW-Modelle: <https://www.my-e-roads.de/de-DE/export/fahrzeuge>

<sup>16</sup> <https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/politik-zukunft/elektromobilitaet/foerderung-elektromobilitaet/e-nutzfahrzeug>

<sup>17</sup> [https://www.bag.bund.de/DE/Foerderprogramme/KlimaschutzundMobilitaet/KsNI/Ksni\\_node.html](https://www.bag.bund.de/DE/Foerderprogramme/KlimaschutzundMobilitaet/KsNI/Ksni_node.html)

## Wasserstoff-Erzeugung und Sauerstoff-Nutzung an der Kläranlage Deggingen

### Ausgangslage und Ziele (Motivation)

Der Abwasserverband Oberes Filstal betreibt die Kläranlage Deggingen. Die Anlage ist sehr energieintensiv mit einem jährlichen Stromverbrauch von ca. 780.000 kWh/a. Der durch die Kläranlage Deggingen aus dem Abwasser gefilterte, anfallende Klärschlamm, wird derzeit ohne Energieerzeugung unter hohen Kosten verbrannt. Je nach Ausführung der Kläranlagen wird anfallendes Klärgas zum Teil mit ineffizienten Wirkungsgraden zur Verstromung genutzt.

Ziel des Projektansatzes mit dem Titel  $H_2-O_2$  ist es, die Anlagenbauteile der Kläranlage so zu optimieren, dass

damit eine Reduzierung des Energieverbrauchs einhergeht und das vorhandene Biogas und die Biomasse für eine kostengünstige Herstellungsmethode für grünen Wasserstoff und Sauerstoff auf der Kläranlage eingesetzt werden kann. Der Wasserstoff könnte über eine Tankstelle für den kommunalen und sonstigen Fahrzeugbestand bereitgestellt werden. Darüber hinaus kann dieser Pfad als Blaupause für die ca. 10.000 Kläranlagen in Deutschland dienen und die bisher unzureichende Wasserstofftankstellen-Infrastruktur als Wasserstofflieferant vor Ort verbessern und damit sowohl einen Nutzen für den Umweltschutz als auch die Endverbraucher\*innen bringen.

### Regionale Herausforderungen

- Es fehlt an klaren Vorgaben des Gesetzgebers im Bereich Abwassertechnik, um den Energieverbrauch effektiv reduzieren zu wollen, oder auch Wasserstoff und Sauerstoff herstellen zu müssen.
- Es fehlen Finanzierungshilfen z. B. durch die KfW, zur Unterstützung der entwickelnden Unternehmen und erschwert so die Umsetzung von innovativen Projekten. Die Antragstellung solcher Vorhaben wird durch hohe bürokratische Anforderungen erschwert.

### Lösungsansätze

- Umsetzung im Verbund mit weiteren Partner\*innen, um Finanzierung und Risiko zu verteilen.
- Prüfung von Fördermöglichkeiten u. a. im Rahmen des NIP: Skizzeneinreichung ist bereits erfolgt.

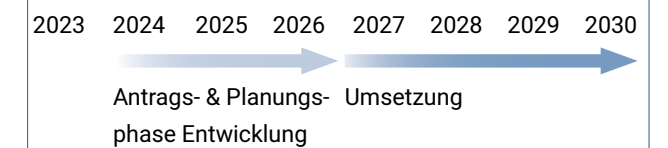
### Technologiekonzept & Umsetzungsstrategie

Der bei der Wasserstofferzeugung anfallende technische Sauerstoff wird üblicherweise bei anderen Anwendungen in die Atmosphäre abgeleitet. In diesem Projekt wird dieser dem Belebungsbecken mit einem sehr feinblasigen Belüftungssystem zugeführt und hat somit den Effekt, dass neben der Erzeugung von grünem Wasserstoff durch die Ressourcennutzung der Kläranlage zusätzlich der Gesamtenergieverbrauch der Kläranlage um ca. 50% fällt. Durch den Austausch aller weiterer ineffizienten Energieverbraucher, wird die Kläranlage energieautark und nutzt den Stromüberschuss zur zusätzlichen Wasserstoffherstellung. Wie auf ca. 10.000 weiteren kommunalen Kläranlagen deutschlandweit, könnte das  $H_2-O_2$  Verfahren angewandt werden und das Problem der fehlenden Peripherie der Wasserstofftankstellen/Produzenten in allen Landesteilen, durch die große Verteilung der Kläranlagen verbessert werden. Der durch einen Elektrolyseur erzeugte grüne Wasserstoff soll durch eine Tankstelle, mit einer Zapfsäule für Lkw mit 350 bar und einer Zapfsäule für Pkw mit 700 bar, zur Verfügung gestellt werden. Dadurch ergibt sich auch eine nachhaltige Reduzierung des  $CO_2$ -Fußabdrucks auf Kläranlagen. Durch Speichermöglichkeiten von grünem Wasserstoff und den Einsatz von Brennstoffzellen ist der Betrieb der Kläranlage bei möglichen Stromausfällen des Versorgers gesichert.

### Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Die Entwicklung und Planung des Vorhabens erfolgt durch Procon GmbH (GU), Hydro Ingenieure und die Hochschule Esslingen.
- Abklärung der Fördermöglichkeiten des gesamten Projektes auf der Kläranlage Deggingen.
- Vorstellung des Projektes bei den Fördermittelinstituten.
- Die Bauphase und Bauteillieferungen wird durch Procon GmbH, Baufirmen und Elektrofirmen verantwortet.
- Die Finanzierung erfolgt durch den Abwasserverband Oberes Filstal, ein Zuschuss wurde bei dem Fördermittelgeber PtJ im Rahmen des NIP beantragt.
- Der Betreiber ist die Kläranlage Deggingen.

### Zeitplanung



### Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **Vernetzung:** Projektvorstellungen auf der Kläranlage: Göppingen, Neu-Ulm, Salach, Geislingen, Heidelberg, Wendlingen, Kontaktaufnahme zu GP Joule. Vernetzung mit weiteren Kläranlagenbetreiber\*innen in Deutschland
- **$H_2$ -Tankstelle:** Abstimmungen mit Tankstellenbetreiber\*innen zum Aufbau einer HRS in Deggingen
- **$H_2$ -Lkw:** Austausch mit potenziellen Tankstellennutzenden



## Nachhaltige Quartiersversorgung mit H<sub>2</sub>-ready BHKWs und stationären Brennstoffzellen

### Ausgangslage und Ziele (Motivation)

Ein Großteil der Wärmeversorgung (Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme und Kühlung) erfolgt mit fossilen Energieträgern und ist für rund 40 % der CO<sub>2</sub>-bedingten Emissionen in Deutschland verantwortlich.<sup>6</sup> Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde bereits die derzeitige Wärmeversorgung in den großen Städten des Landkreises erfasst und damit eine Grundlage geschaffen, Potenziale der Sektorenkopplung auszumachen und die Art der Versorgung zu prüfen (Kraft-Wärmekopplung, leitungsgebundene Infrastruktur oder Fernwärmeverversorgung) sowie einen Wärmewendeplan aufzustellen. Andere, nicht dazu verpflichtete Gemeinden tun dies bereits auf freiwilliger Basis bzw. planen den Einstieg in den Prozess der kommunalen Wärmeplanung. Im Rahmen der Neuentwicklung setzen die entsprechenden Kommunen zunehmend auf innovative Versorgungskonzepte im Bereich Strom, Wärme und Wasser. Zunehmend wird die

Alternative zu Erdgas gesucht (niedriger Primärenergiefaktor), so dass im Falle von KWK-Anlagen eine Unterstützung von Solarthermie oder PV-Anlagen notwendig wird. Hinzu kommt die aktuelle Unsicherheit durch den Gasversorgungsengpass und die gestiegenen Energiepreise durch den Krieg in der Ukraine. Im Rahmen eines kleineren Quartiers (ca. 30 - 50 Wohneinheiten) könnte eine Versorgung mit wasserstoffbasiertem BHKW (z. B. mit 50 kWel) pilotiert werden.

Ziel ist die weitere Dekarbonisierung sowie Effizienz auf der Nachfrageseite aus Gründen des Klimaschutzes und der Versorgungssicherheit. Neben der Senkung des Wärmebedarfs durch Gebäudedämmung ist die Art der Wärmeerzeugung für Raumheizung und Warmwasser der zentrale Hebel. In Gebäuden kann die Abwärme von Elektrolyseuren (Stromüberschuss) ebenso wie die Abwärme von H<sub>2</sub>-BHKWs und Brennstoffzellen (Stromproduktion) mit genutzt werden.

<sup>6</sup> <https://www.waermewende.de/waermewende/eigentuerinnen-mieterinnen/klimaschutz/>

### Regionale Herausforderungen

- Verschiedene Gebäudetypen und Altersklassen (Effizienzklassen) sind im Landkreis vorhanden.
- Die Sanierungsrate muss erhöht werden, um Effizienzpotenziale zu heben.
- Hohe Kosten der Umstellung müssen gestemmt werden.
- Der Betrieb der Elektrolyse bzw. Wasserstoffbereitstellung für H<sub>2</sub>-betriebene BHKWs und Brennstoffzellen müssen zuverlässig sein.
- Wasserstoff in Form zentraler oder dezentraler Lösungsansätze ist eine Option für die Gebäudeenergieversorgung. Wo der Einsatz möglich und sinnvoll ist, muss im Detail ermittelt werden.

### Lösungsansätze

- Die Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs und -verbrauchs (Raum- und Prozesswärme, Warmwasser) bildet eine Basis für weitere Planungen.
- Die kommunale Wärmeplanung dient als Grundlage und zentrales Koordinierungsinstrument für lokale, effiziente Wärmenutzung und -versorgung.
- Die Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch die Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz und zur klimaneutralen Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energien und Abwärme müssen genutzt werden.
- Die dezentrale Stromerzeugung mit PV an Gebäuden zur Produktion von „Überschussstrom“ und die mögliche Nutzung in (zentralen) Elektrolyseuren kann ebenfalls zu einer verbesserten Klimabilanz der Gebäude beitragen und eine Investitionsmöglichkeit für die Gebäudewirtschaft /-eigentümer\*innen und -nutzer\*innen schaffen.
- Machbarkeitsstudien zum Einsatz von Wasserstoff in der Gebäudeenergieversorgung sind erforderlich. Infos sind durch eine qualifizierte Beratungsstelle an Interessierte zu vermitteln.
- Untersuchungen zur Identifikation geeigneter Gebiete/Quartiere/Gebäude für den Betrieb von Elektrolyseuren und BHKWs/Brennstoffzellen sind erforderlich

### Externer Unterstützungsbedarf

Neben der Fertigstellung der kommunalen Wärmeplanung sind Förderprogramme für Beratung, Investitionen und Betrieb notwendig. Zudem fehlen Erfahrungswerte, um standardisierte nachhaltige Lösungen für die unterschiedlichen Gebäudearten zu geben.

### Technologiekonzept & Umsetzungsstrategie

Im Landkreis Göppingen gibt es erste Überlegungen zu den Potenzialen einer Quartiersversorgung via Wasserstoff. Denkbar ist, ein Quartier mit 30 bis 50 Wohneinheiten auf H<sub>2</sub> umzustellen bzw. neu zu errichten. Für die Quartiersversorgung wird eine stationäre Brennstoffzelle oder ein verbrennungsmotorisches Wasserstoff-BHKW empfohlen, welche in verschiedenen Leistungsklassen verfügbar sind. Bei verschiedenen BHKW-Anbietern ist meist ein Erdgas-, Biogas- oder Wasserstoffbetrieb möglich, sodass Nutzer\*innen beim Wechsel des Energieträgers ihr System vom Hersteller umstellen lassen können.

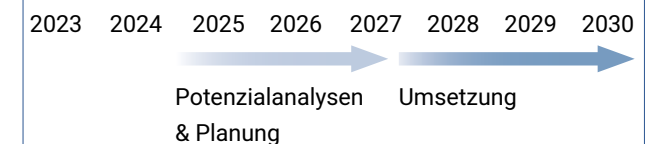
Bei einem umzurüstenden Quartier ist die Technologieauswahl von der Gebäudeart abhängig. Bei Neubauten und Passivenergiehäusern kann bereits die Abwärme des Elektrolyseurs für die Wärmeversorgung genutzt werden. Der Strom sollte möglichst direkt über das Netz bezogen werden. Bei einem stationären BHKW ist ein entsprechend dimensionierter Speicher oder ein H<sub>2</sub>-Gasanschluss notwendig, um eine 24/7-Versorgung zu gewährleisten.

Ein H<sub>2</sub>-ready BHKW könnte im Landkreis Göppingen einen weiteren konstanten Abnehmer darstellen. Die Technologie ist bereits am Markt verfügbar und wurde u. a. in Haßfurt sowie in Esslingen erprobt.

### Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

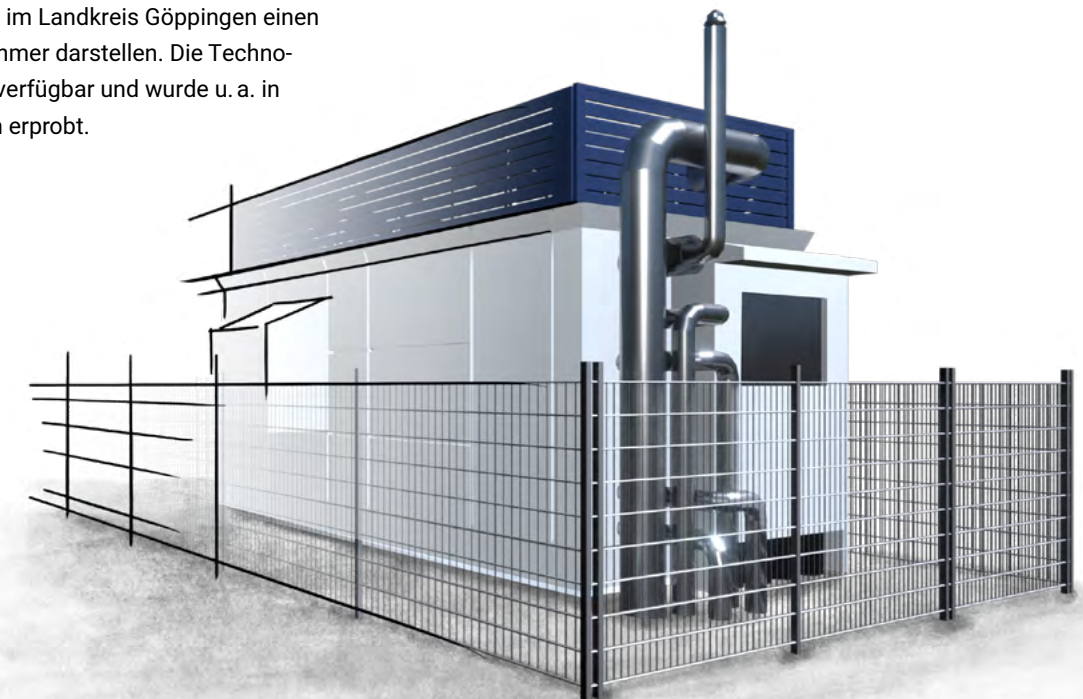
- Zusammenarbeit von Erschließungsplaner, Kommune, Gasversorger, Stromversorger, Nahwärme-Spezialist
- Förderprogramme für Investitionen prüfen
- Sicherheitsaspekte in der Energiezentrale prüfen
- Machbarkeitsstudie bezüglich Auswahlkriterien beauftragen
- Auswahl eines (Neubau-)Quartiers bzw. Gewerbegebietes: Auslegung einer Anlage unter Berücksichtigung des Gebäudestandard (bspw. KfW 40) zur Analyse der Machbarkeit, dabei Sektorenkopplung berücksichtigen

### Zeitplanung



### Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **H<sub>2</sub>-Erzeugung:** Ein wasserstoffgeführtes BHKW kann ein konstanter Abnehmer von regionalem H<sub>2</sub> sein.
- **Albwerk:** Auch im Albwerk wird der Betrieb eines H<sub>2</sub>-basierten BHKWs geprüft.





## Bildung & Qualifizierung

### Ausgangslage und Ziele (Motivation)

Der erwartete schnelle Hochlauf der Wasserstoffproduktion und der damit einhergehende Ausbau der erneuerbaren Energien benötigt qualifizierte Arbeitskräfte zur Gestaltung und zur Umsetzung dieser Transformation. Das Thema Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien ist im Bereich der Aus- und Weiterbildungen noch relativ neu, wird aber immer relevanter. Sowohl die Ausbildungsberufe im Bereich des Handwerks als auch in der Industrie sowie im (Fach-)Hochschulbereich werden zunehmend Kompetenzen zur Umsetzung der Energiewende beinhalten müssen. Während sich im Hochschulbereich u. a. von der Hochschule Esslingen koordinierte Studiengänge speziell zu Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie etablieren, sind in anderen Bildungsbereichen vergleichbare technologiespezifische Angebote unbekannt. Die Qualifizierungsbedarfe aller Bildungsbereiche sind sehr heterogen und reichen vom Umgang mit Gasen bis hin zur Umstellung von Produktionslinien. Bereits jetzt ist der Fachkräftemangel spürbar und führt zu Verzögerungen beispielsweise bei der Installation von erneuerbaren-Energien-Anlagen.

### Regionale Herausforderungen

- Viele Betriebe und Unternehmen verfügen nicht über die Mittel in Zukunftstechnologien wie Wasserstoff zu investieren, ohne, dass die Technologie bereits in der Breite angekommen ist oder sich konkrete Vorhaben in der Region abzeichnen.
- Planung und Umsetzung sowie Anpassung von Studien- und Ausbildungsplänen ist ein langwieriger Prozess, der kontinuierlich den steigenden Bedarfen an entsprechend ausgebildetem Personal angepasst werden muss.
- Während die Hochschullandschaft hinsichtlich Wasserstoff und Brennstoffzellen bereits relativ gut aufgestellt ist, müssen aufgrund der gerade erst beginnenden Marktdurchdringung der Technologien entsprechende Bildungsangebote im Bereich des Handwerks erst noch aufgebaut werden.

Fachverbände, Innungen und Handwerkskammern bieten u. a. bedarfs- und themenspezifische Fortbildungen an, die aber meist nur für Wenige verfügbar und mit Kosten verbunden sind. Die Hochschule Esslingen hat sich auch über ihren Campus Göppingen als regionales Kompetenzzentrum etabliert. Wasserstoff- und Brennstoffzellen sind seit Jahrzehnten Gegenstand der Forschung und Lehre. Studierende erlangen Praxisbezug im hochschuleigenen Brennstoffzellenlabor, zahlreiche Abschlussarbeiten befassen sich mit einschlägigen Fragestellungen, ein neuer Masterstudiengang am Campus Göppingen ist geplant. Unter Leitung der Hochschule wurden diverse Hardwareprojekte realisiert und z. B. zwei BZ-Lkw (4,6 und 26 t.) aufgebaut. Die Hochschule bzw. daran angegliederte Steinbeis-Unternehmen wirken bei verschiedensten Projekten wie z. B. H<sub>2</sub> GeNeSiS mit und beraten Kommunen sowie Firmen im Großraum Stuttgart zum Einsatz von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien. Somit wird einerseits das einschlägige Bildungsangebot stetig ausgeweitet und andererseits der Wissenstransfer zwischen Hochschule und Wirtschaft forciert.

### Lösungsansätze

- Der Markt für Wasserstoffprodukte muss durch Nachfrage ausgebaut werden, was die Erweiterung einschlägiger Bildungsangebote erforderlich machen würde.
- Strategische Personalplanung: Das regionale Handwerk sollte die Technologieentwicklung verfolgen und Qualifizierungserfordernisse z. B. hinsichtlich von Aufbau, Betrieb und Wartung von Anlagen identifizieren.
- Geeignete Qualifizierungsmaßnahmen sollten von Handwerkskammern, Jobcentern/Arbeitsämtern etc. entwickelt und angeboten werden.
- Förderangebote im Bereich der Qualifizierung sollten genutzt werden.
- Akzeptanz sollte geschaffen und die Relevanz der Thematik durch niedrigschwellige Informationsangebote hervorgehoben werden.
- Im Hochschulbereich sollte die Stellung von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien weiter gestärkt werden.



- Hierfür sind zusätzliche Investitionen in Forschungsinfrastrukturen und der Ausbau des einschlägig qualifizierten Personals zu empfehlen.
- Regionale Kooperationen zwischen Hochschulen sowie zwischen Hochschulen und Wirtschaft sind im Sinne der Stärkung von Forschung, Lehre und Technologietransfer zu forcieren.
- Kooperationen zwischen Hochschulen und Handwerk verstärken den Technologie- und Wissenstransfer und sind zu unterstützen.

### Externer Unterstützungsbedarf

Unterstützung kann durch bundesweite Verbände und Organisationen erfolgen, indem Informationen aufbereitet und den Schulen und Betrieben zur Verfügung gestellt werden. Dazu zählt auch die Verbreitung des aktuellen Standes der Wissenschaft, der notwendig ist, um Fähigkeiten und Kompetenzen aktuell zu halten.

Seitens des Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg, sowie anderer fachlich betroffener Landesministerien, ist eine Unterstützung des Ausbaus der infrastrukturellen und personellen Kapazitäten der Hochschulen im Bereich von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien zu wünschen.

### Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

- Vernetzung von Ausbildungseinrichtungen mit Unternehmen/Wissenschaft
- Vernetzung von Hochschulen, Wirtschaft und Handwerk
- Wissensaufbau in Hochschulen, Wirtschaft und Handwerk
- Wissen für die Verwaltungen aufbereiten, sowohl zu Rechts- und Genehmigungsfragen als auch zu Ausschreibungen im Bereich Wasserstoff
- Mitarbeiter\*innen in Firmen müssen geschult und informiert werden über Fördermöglichkeiten, Umsetzungsoptionen und Technik.
- Schulungen für das Handwerk müssen erfolgen, wenn die Technik eingebaut und genutzt wird.
- Wissen für konkrete Projekte aufbauen und in der Region halten
- Thema Wasserstoff stärker in die Schule einbinden

### Zeitplanung

2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030

### Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **Netzwerk & Kommunikation:** Netzwerk nutzen, um Wissen in die Ausbildungsstätten zu tragen

## Kommunikation & Netzwerkarbeit

### Ausgangslage und Ziele (Motivation)

Die HyStarter-Akteure möchten den Akteurskreis gerne erweitern und den Austausch des HyStarter-Netzwerkes weiterführen. Darüber hinaus sollten weitere Voraussetzungen zum Aufbau einer regionalen Wasserstoffwirtschaft geschaffen werden, um eine Plattform und regionale Anlauf- und Beratungsstelle für interessierte Akteure zum Thema Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien zu bieten und erfolgreiche Wasserstoffprojekte zu kommunizieren (Best Practice) und für das Thema Wasserstoff zu sensibilisieren. Darüber hinaus soll die Vernetzung von Unternehmen (potenzielle Erzeuger und Abnehmer von Wasserstoff) forciert und der fachliche Austausch ermöglicht werden.

Eine Beratung bei der Initiierung und Umsetzung von Wasserstoffprojekten im Landkreis inklusive Fördermittelberatung ist ebenso relevant wie die Gründung von Facharbeitskreisen. Über eine Koordinierungsstelle kann die Öffentlichkeitsarbeit inklusive Homepage zur Thematik umgesetzt werden, um Interesse zu wecken und Transparenz gegenüber der Bevölkerung zu wahren. Um die Umsetzung von Wasserstoffvorhaben zu beschleunigen müssen weitere Rechts-, Verwaltungs- und Verfahrenskennntnisse bei den entsprechenden Behörden aufgebaut werden. Das Angebot von Beteiligungsdialogen zur Schaffung von fachlichem Grundverständnis und Akzeptanz ist als weitere Maßnahme denkbar. Der Kontakt zu anderen Wasserstoffregionen soll aufgebaut werden.

### Regionale Herausforderungen

- Es müssen finanzielle Mittel für eine regionale Netzwerkstelle bereitgestellt werden.
- Synergien mit bestehenden (Klimaschutz-) Initiativen müssen genutzt werden, um die zeitlichen Ressourcen der Akteure nicht überzustrapazieren.
- Akzeptanz und Verständnis für das Thema muss bei Bürger\*innen und in Unternehmen geschaffen/ gesichert werden.
- Einzelaktivitäten in der Region müssen gebündelt und Wissen/Erfahrungen verfügbar gemacht werden.

### Lösungsansätze

- Im Landkreis Göppingen wurde das Energieeffizienz-Netzwerk iEnEff etabliert, welches aber aufgrund des Projektes „Regionale Kompetenzstellen Netzwerk Energieeffizienz“ in der Vergangenheit wenig forciert wurde. Da das KEFF-Projekt im März 2023 ausläuft, kann das vorhandene Netzwerk und die Infrastruktur aus iEnEff (u. a. Homepage und Verteiler) wieder genutzt und um das Thema Wasserstoff erweitert werden.
- Es soll eine koordinierende Stelle geschaffen werden. Dafür können auch Fördermöglichkeiten (z.B. im Rahmen der Kommunalrichtlinie, Einrichtung einer Stelle in der Kommune) oder die Finanzierung einer Stelle über Mitgliedsbeiträge (Verein) geprüft werden.
- Personalkapazitäten müssen geschaffen werden, um langfristig eine Wasserstoffwirtschaft und eine Vernetzung relevanter Wasserstoffakteure im Landkreis zu etablieren.

### Externer Unterstützungsbedarf

Unterstützungsbedarf besteht zum einen in der Förderung einer Netzwerkstelle, zum anderen weiterhin in der Unterstützung der Thematik durch die Politik im Landkreis, insb. Landrat, die Oberbürgermeister der Städte Göppingen, Geislingen und Eislingen sowie den Gemeinderat\*innen. Nur wenn die Unterstützung für das Thema und die daraus resultierenden Aktivitäten gesichert sind, können Genehmigungsverfahren usw. mit Priorität bearbeitet werden.

### Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

Alle Aktivitäten & Akteure werden hier idealerweise eingebunden.

### Aktivitäten und Verantwortlichkeiten

Der Wasserstoffgipfel im Februar 2023 eine Richtungsentscheidung für den Landkreis: Es wird die Einrichtung einer Koordinationsstelle geprüft.

### Zeitplanung

| 2023                                                             | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
|------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Begleitende Netzwerkarbeit & Fortführung der Stakeholder-Dialoge |      |      |      |      |      |      |      |





## Kooperationsangebote der Region und Wünsche an Politik und Industrie

### Die Akteure der HyStarter-Region Landkreis Göppingen beteiligen sich aktiv am Aufbau einer regionalen H<sub>2</sub>-Wirtschaft.

Der Aufbau einer H<sub>2</sub>-Wirtschaft birgt Potenziale für die regionale Wertschöpfung, ist aber auch notwendig, um als innovativer und zukunftsorientierter Wirtschaftsstandort zu bestehen. Wasserstoff ist als Speicher erneuerbarer Energien eine Chance, erneuerbare Energien flexibel zu nutzen und damit Voraussetzung für die Standortsicherheit vieler (mittelständischer) Industriebetriebe und die Ansiedlung neuer Unternehmen. Im Landkreis sind noch ausreichend Flächen für den Ausbau von Windkraft- und PV-Anlagen sowie Elektrolyseuren vorhanden, um die ersten Schritte der H<sub>2</sub>-Wirtschaft anzugehen.

### Der HyStarter-Akteurskreis baut auf einem starken Netzwerk in allen für die Energie- und Verkehrs-wende relevanten Themen auf.

Darüber hinaus bringen sie in Kooperation mit den ansässigen Hochschulen und innovativen Unternehmen gute Voraussetzungen mit, Konzepte für den Aufbau der H<sub>2</sub>-Wirtschaft zu entwickeln, zu erproben und auszuweiten. Ansässige Unternehmen mit starker regionaler Versorgungsexpertise begleiten von Anfang an den HyStarter-Prozess und sind bereit, Erfahrungen zu sammeln und in die Entwicklung von Blaupausen zu investieren. Um das dafür notwendige Know-how in der Breite aufzubauen, benötigt es an zusätzlicher Fachexpertise und (Erfahrungs-)Austausch mit weiteren Akteuren der H<sub>2</sub>-Wirtschaft. Für die Umsetzung von H<sub>2</sub>-Vorhaben wünschen sich die Akteure eine zentrale Anlaufstelle im Landkreis Göppingen mit den notwendigen personellen und fachlichen Ressourcen.

### Förderungen müssen Sektorenkopplung ermöglichen.

Förderprogramme, die den Aufbau der H<sub>2</sub>-Wirtschaft begleiten, sollten den Gedanken der Sektorenkopplung mittragen und auch Bereiche inkludieren, die derzeit wenig berücksichtigt werden wie z. B. den Gebäudesektor. Die H<sub>2</sub>-Pioniere benötigen weiterhin finanzielle Unterstützung in Form von Machbarkeitsstudien sowie Investitions- und Betriebskostenförderung. Gute Förderquoten bei der Beschaffung von BZ-Fahrzeugen in höherer Stückzahl, beispielsweise bei Lkw, würden zudem den Aufbau einer Tankstelleninfrastruktur beschleunigen.

### Förderungen müssen zur schnellen Umsetzung von H<sub>2</sub>-Vorhaben beitragen.

Förderungen sollten erleichtert werden, indem die Verfahren von Antrag, Auswahl und Genehmigung transparenter gemacht, Genehmigungszeiten beschleunigt und Verfahren vereinfacht werden. Eine kompetente Fördermittelberatung auf Landesebene, mit Hilfestellung bei allen notwendigen Schritten der Antrag- und Genehmigungsverfahren, würde als Anlaufstelle für interessierte Akteure den Prozess vereinfachen.

### Bürokratie muss abgebaut und Genehmigungsverfahren erleichtert werden, um den Hochlauf von EE und H<sub>2</sub>-Erzeugung zu beschleunigen.

Das Versprechen der aktuellen Bundesregierung, Genehmigungen zu vereinfachen, wird begrüßt. Die Erwartungen an tatsächliche Veränderungen sind dementsprechend hoch. Dazu ist es notwendig, weiteres Wissen in die Genehmigungsbehörden zu bringen. Die Normierung von Verfahren würde die Beschleunigung von Vorhaben ebenfalls unterstützen. Die HyStarter-Akteure suchen den Austausch mit erfahrenen Regionen, um entsprechendes Wissen auch bei sich aufzubauen und auf die Genehmigung von H<sub>2</sub>-Vorhaben vorbereitet zu sein.



Göppingen Informationsveranstaltung © Energieagentur Landkreis Göppingen gGmbH

### Planungssicherheit fördert die Investitionsbereitschaft zum H<sub>2</sub>-Aufbau.

Nur durch klare Zielsetzungen darüber, wie die zukünftige Energieversorgung und Ausstiegspfade aus fossilen Kraft- und Brennstoffen aussehen sollen, können Investor\*innen gefunden und der Ausbau der erneuerbaren Energien sowie der H<sub>2</sub>-Erzeugung forciert werden. Die Politik muss sich zu prioritären Zielsetzungen bekennen und bei der Umsetzung dieser Ziele für Beschleunigung sorgen. Die HyStarter-Region Landkreis Göppingen benötigt klare Leit-Aussagen für den Aufbau der Wasserstoffwirtschaft, u. a. verbindliche Kriterien zur Zertifizierung und Anrechenbarkeit von grünem Wasserstoff, auch biogenen Ursprungs (bspw. aus Klärschlamm) sowie auf die Treibhausgas-minderungsquote.

### Nur eine größere Vielfalt und Verfügbarkeit von H<sub>2</sub>-Fahrzeugen schafft die notwendige Nachfrage an Wasserstoff.

Bei der Verfügbarkeit von Fahrzeugen zeigt sich bereits eine starke Diskrepanz zwischen angekündigten Bedarfen und der Verfügbarkeit von Fahrzeug-Modellen. Dies gilt nicht nur für Spezial-Fahrzeuge und Sonderanfertigungen, sondern auch bei bereits erprobten und sich im Einsatz befindlichen Fahrzeugen wie Bussen und Lkw. Die Fahrzeug-Produktion muss auf Basis langfristiger Beschaffungs-Erwartungen hochgefahren werden. Von den namhaften

deutschen Herstellern wünscht sich der Akteurskreis ein stärkeres Engagement im Bereich H<sub>2</sub>- und BZ-Technologie, gleichzeitig werden die Aktivitäten von kleineren Unternehmen, wie dem regional ansässigen Unternehmen e-fas, positiv wahrgenommen.

### Um Wissen zu vermitteln und die Akzeptanz für H<sub>2</sub>-Vorhaben zu sichern, müssen die Bevölkerung, ebenso wie die Industrie beim Aufbau der H<sub>2</sub>-Wirtschaft mitgenommen und sensibilisiert werden.

Eine Netzwerkstelle zum Thema bzw. ein\*e H<sub>2</sub>-Beauftragte\*r für den Landkreis würde die Kommunikation des Themas, die Beratung und Einbindung der Öffentlichkeit sowie eine weitere Vernetzung vorantreiben und koordinieren. Weiterhin wird von der Politik mehr Engagement für die Sensibilisierung und Aufklärung der Bevölkerung erwartet. Entscheidende Zukunftsthemen, zu denen der Aufbau einer H<sub>2</sub>-Wirtschaft aus Sicht des Akteurskreises zählt, müssen von politischer Seite als Chance und Notwendigkeit verstanden und im Rahmen von Beteiligungs- und Informationsformaten entsprechend kommuniziert werden.

Ein enger Austausch der HyStarter-Akteure und weiterer H<sub>2</sub>-Pioniere mit der Landes- und Bundespolitik, der zu einem besseren Verständnis und Wissen über Bedarfe und Bedürfnisse führt, sollte von allen Seiten angestrebt 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

Gesetze und Regulatorik



- Gesetzeslandkarte zu nationalen Gesetzen und Verordnungen

Wasserstoffanwendungen



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

|                          |                                                                              |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <b>AEL</b>               | Alkalischer Elektrolyseur                                                    |
| <b>BHKW</b>              | Blockheizkraftwerk                                                           |
| <b>BMDV</b>              | Bundesministerium für Digitales und Verkehr                                  |
| <b>BMWK</b>              | Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz                             |
| <b>BZ</b>                | Brennstoffzelle                                                              |
| <b>CO<sub>2</sub></b>    | Kohlenstoffdioxid                                                            |
| <b>CVD</b>               | Clean Vehicles Directive                                                     |
| <b>EE</b>                | Erneuerbare Energien                                                         |
| <b>EEG</b>               | Erneuerbare-Energien-Gesetz                                                  |
| <b>EnWG</b>              | Energiewirtschaftsgesetz                                                     |
| <b>H<sub>2</sub></b>     | Wasserstoff                                                                  |
| <b>HRS</b>               | Hydrogen Refueling Station (HRS)                                             |
| <b>KWK</b>               | Kraft-Wärme-Kopplung                                                         |
| <b>LOI</b>               | Letter of Intend                                                             |
| <b>MW</b>                | Megawatt                                                                     |
| <b>MWh</b>               | Megawattstunde                                                               |
| <b>MWth</b>              | Megawatt thermisch                                                           |
| <b>NIP</b>               | Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie |
| <b>NOW</b>               | Nationale Organisation für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie      |
| <b>O<sub>2</sub></b>     | Sauerstoff                                                                   |
| <b>ÖPNV</b>              | Öffentlicher Personennahverkehr                                              |
| <b>PE-/PP-Reststoffe</b> | Polyethylen (PE)/Polypropylen-Reststoffe                                     |
| <b>PEM</b>               | Polymer-Elektrolyt-Membran                                                   |
| <b>PtJ</b>               | Projektträger Jülich                                                         |
| <b>PV</b>                | Photovoltaik                                                                 |



H<sub>2</sub>O