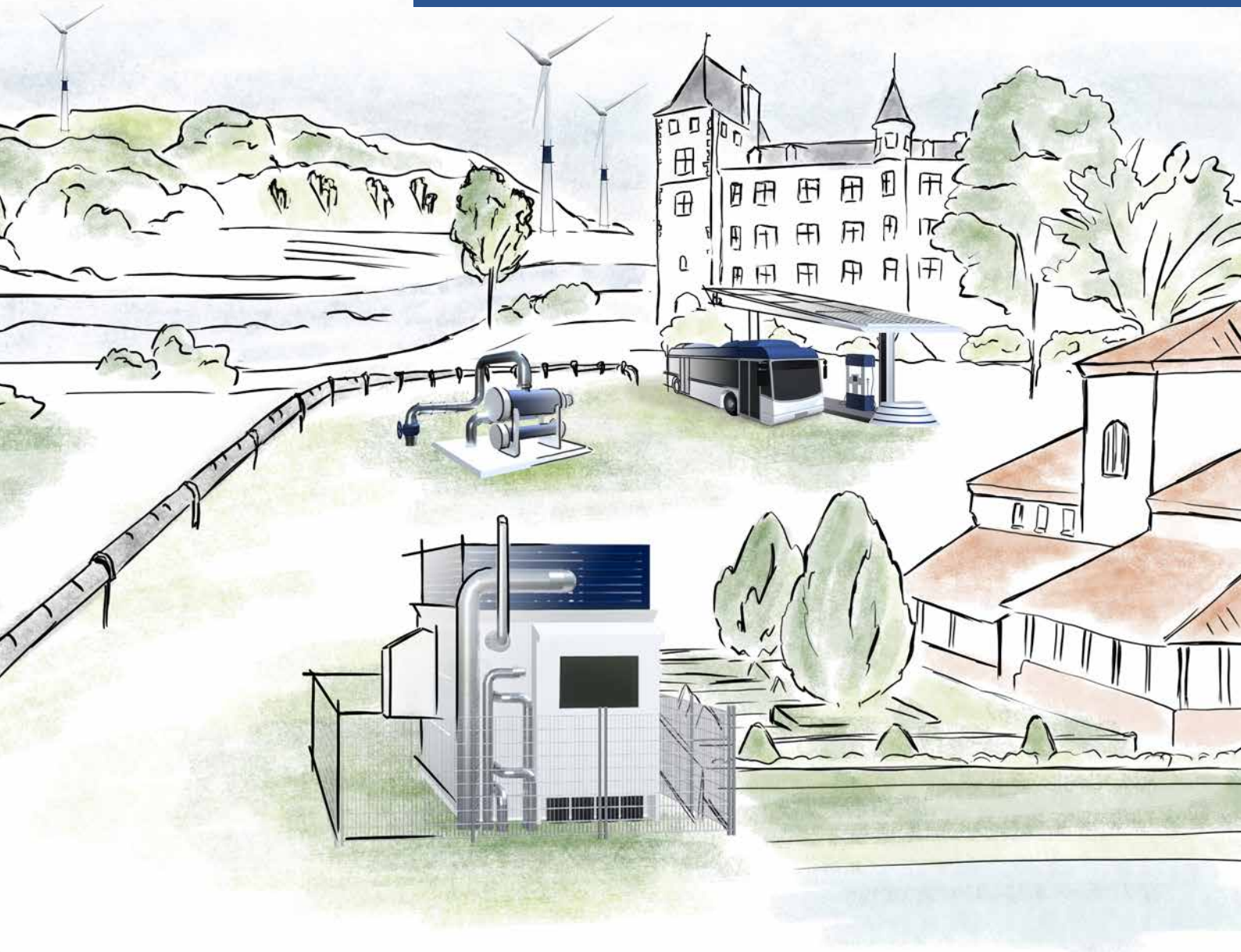


H<sub>2</sub>O

ERGEBNISBERICHT 2023  
**GEMEINDE PERL**



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Digitales  
und Verkehr

Koordiniert durch:



Projekträger:



2

Grußwort .....	3
Zusammenfassung .....	4
Die HyStarter-Region Gemeinde Perl .....	5
H <sub>2</sub> -Potenziale der Region Gemeinde Perl .....	8
Vision 2030 Gemeinde Perl .....	12
Handlungsfelder und Umsetzungsstrategien .....	16
Übersicht .....	16
Erneuerbare Energien .....	18
Ausbau von PV-Freiflächenanlagen in der Gemeinde Perl .....	20
Ausbau der Windenergie in der Gemeinde Perl .....	22
Wasserstoffherzeugung und -transport .....	24
Bau und Betrieb eines Elektrolyseurs in Perl-Besch .....	26
Das Pipelineprojekt „mosaHYc“ .....	28
Wasserstoffanwendungen in der Industrie .....	31
Einsatz von Wasserstoff in der Futtermittelherstellung .....	32
Mobilität .....	33
Einsatz von Wasserstoff im Logistikzentrum .....	36
Einsatz von Wasserstoff am Fuhrparkstandort .....	37
Moselpark – ehemaliger Zollbahnhof .....	38
Wärme .....	39
Umstellung des Gasverteilnetzes der Gemeinde Perl .....	40
Einsatz von Wasserstoff im Wohnquartier Katzenrech .....	41
Regionales Technologiekonzept .....	43
Kommunikation und Netzwerkarbeit – Ergebnistransfer SH <sub>2</sub> AMROCK – IRELAND'S EMERALD HYDROGEN VALLEY .....	46
Kooperation & Wünsche .....	48
Anhang .....	50
Abkürzungsverzeichnis .....	51

IMPRESSUM

Herausgeber

Gemeinde Perl  
Trierer Straße 28  
66706 Perl



Projektleitung

Gemeinde Perl  
Dietmar Ollinger (d.ollinger@perl-mosel.de)  
Leitung Stabstelle II

Verantwortlich für den Inhalt

Maximilian Winter und Ilvy Havranek  
(EE ENERGY ENGINEERS GmbH)  
Unter Mitarbeit von:  
Nadine Hölzinger (Spilett n/t GmbH)  
Justus Beste und Frederik Budschun  
(EE ENERGY ENGINEERS GmbH)

Gestaltung, Layout, Satz und Illustrationen

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

Druck

WOESTE DRUCK + VERLAG GmbH & Co KG  
Im Teelbruch 108 | 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.



Sehr geehrte Damen und Herren,  
liebe Leserinnen und Leser  
des HyStarter-Abschlussberichts,

die Energiewende stellt Deutschland und die ganze Welt vor große und komplexe Herausforderungen. Zur Bewältigung sind Unternehmen von klein bis groß, Privatpersonen, Kommunen und Behörden sowie politische Institutionen gefragt, zusammen nach Lösungsansätzen zu suchen. Die Gemeinde Perl hat diese Herausforderung erkannt und wurde im Rahmen des HyLand-Wettbewerbs als HyStarter-Region ausgewählt, um ein regionales Wasserstoffkonzept auszuarbeiten.

Wasserstoff gilt als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts. Aufgrund seiner vielfältigen Einsatzmöglichkeiten sowohl als Energieträger als auch als Energiespeicher besitzt Wasserstoff willkommene Eigenschaften, um zur Dekarbonisierung beizutragen. Durch diese Vielfalt gelingt es, die Sektorenkopplung von Strom, Wärme und Mobilität voranzubringen und durch vielversprechendste Technologien und Konzepte zu unterstützen.

Die Gemeinde Perl, direkt an den Grenzen zu Frankreich und Luxemburg, liegt im Herzen Europas. Einzigartig ist ihre Vielfalt. In kaum einer anderen Region liegen Tradition und Fortschritt, naturnahes Leben und hochproduktives Arbeiten, Pflege der Geschichte und zukunftsorientiertes Handeln so dicht beieinander. Und so findet auch der Slogan „Grenzenlos – Wasserstoff“ hier sein festes Fundament.

Als HyStarter-Region haben wir gemeinsam mit den Netzwerken aus Politik, kommunalen Betrieben, Industrie, Gewerbe und Gesellschaft sowie mit fachlicher Unterstützung von Expertinnen und Experten auf die Region zugeschnittene Konzeptideen und Projekte entwickelt. Dabei stand die Wasserstofftechnologie im Fokus, um so dem Ziel der Klimaneutralität wieder einen Schritt näher zu kommen. Aus dem Projekt heraus sind zudem Kooperationen mit weiteren Anwendungsmöglichkeiten von Wasserstoff sowie einer möglichen Pipelineanbindung entstanden.

Der Akteurskreis soll über den aktuellen Bericht zum Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft in der Gemeinde Perl hinaus Bestand haben und beliebig erweiterbar sein. Ziel ist es, sowohl privaten als auch öffentlichen Akteuren eine spezialisierte Plattform zu bieten, die die Entstehung neuer Projekte und Konsortien ermöglicht. Solche privaten Investitionen in Wasserstofftechnologien sind entscheidend für eine klimaneutrale Zukunft der Gemeinde Perl.

Nur gemeinsam wird es uns gelingen, die Energiewende zu meistern. Wir in Perl leisten unseren Beitrag dazu. Mein herzlicher Dank gilt allen beteiligten Akteuren für ihr großes Engagement!

**Ralf Uhlenbruch**  
Bürgermeister der Gemeinde Perl





„Grenzenlos – Wasserstoff“: Das beschreibt nicht nur die Einzigartigkeit der Lage der Gemeinde Perl als HyStarter-Region im Dreiländereck, sondern auch den Willen der Region, eine lokale Wasserstoffinfrastruktur zu etablieren und damit die Weichen zum Schutz des Klimas und zur regionalen Dekarbonisierung zu stellen. Um hier die nächsten Schritte zu gehen, initiierte die Gemeinde Perl ihre Teilnahme an der ersten Stufe des HyLand-Wettbewerbs. Bereits zu Beginn des vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) geförderten HyStarter-Projektes konnten mehrere Projektansätze mit Wasserstoffbezug identifiziert werden, welche in einer zwölfmonatigen Projektlaufzeit innerhalb von sechs Strategiedialogen und zwei öffentlichen Veranstaltungen schrittweise entwickelt und konkretisiert wurden. Dabei wurde der Akteurskreis stetig erweitert, die Potentiale und Grenzen der Nutzung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in der Gemeinde Perl erörtert, mögliche Einsatzfelder und notwendige Infrastrukturentwicklungen diskutiert und Umsetzungskonzepte für die Gemeinde entwickelt. Die wichtigsten Themen und Ergebnisse aus dem HyStarter-Projekt finden sich in dieser Konzeptstudie wieder.

Der dynamische Verlauf des Projekts hat gezeigt, dass die Anwendungsgebiete von Wasserstoff in der Region zahlreich und vielfältig sind. Darüber hinaus konnte direkt zu Beginn des Projekts ein Wasserstoffproduzent zur Erzeugung von grünem Wasserstoff mittels erneuerbarer Energien in den Akteurskreis aufgenommen werden. Der Elektrolyseur soll zur teilweisen Deckung des Wasserstoffbedarfs der Industrie, Mobilität und Wärme in der Region dienen. Die Einsatzgebiete des Wasserstoffs gehen von Anwendungen in der Futtermittelindustrie über Betankung von Brennstoffzellen-Lkw und -Bussen bis hin zur Einspeisung des Wasserstoffes in das lokale Gasverteilnetz. Darüber hinaus konnten einzelne Projektansätze mit indirekter Verbindung zur Wasserstoffinfrastruktur identifiziert werden, wie die Verwendung der im Elektrolyse-Prozess anfallenden Abwärme und des Sauerstoffs.

Mit einer möglichen Anbindung an eine Wasserstoff-Pipeline im grenzüberschreitenden mosaHYc-Projekt kann die Gemeinde Perl Teil einer überregionalen Wasserstoffinfrastruktur werden und Wasserstoff über die Gemeindegrenzen hinweg beziehen. Mit dem reichen Angebot an regionaler Windenergie ist perspektivisch auch die Ausfuhr von lokal erzeugtem Wasserstoff über die moasHYc-Pipeline denkbar. Mit der Wasserstoffleitung als langfristige Wasserstoffquelle und -senke zugleich, können weitere Projektideen - unabhängig von bestehenden Produktionskapazitäten oder regionalen Wasserstoffabnehmern - entstehen.

Im Zuge der Projektarbeit konnten gemeinsam mit dem Akteursnetzwerk unterschiedliche Szenarien des Wasserstoffhochlaufes in der Gemeinde Perl definiert und ausgewertet werden. Innerhalb der Vision 2030 wurde auf Basis der identifizierten Projekte ein Zukunftsbild zum Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft entwickelt. Die regionalen Handlungsansätze sowie zukünftigen Schritte wurden innerhalb der Darstellung einzelner Projekte erfasst und auf ihre Umsetzbarkeit (u. a. Technologieverfügbarkeit, Marktreife, Hersteller) hin geprüft. Die Projektansätze lassen sich den Rubriken erneuerbaren Energien, Wasserstoffherzeugung und -transport, Industrie, Mobilität, Wärme sowie Kommunikation und Netzwerkarbeit zuordnen, was die hohe Bandbreite der regionalen Themen innerhalb der Wasserstoffinfrastruktur verdeutlicht. Darüber hinaus wurden notwendige Rahmenbedingungen besprochen und regionale sowie überregionale Kooperationsansätze identifiziert.

Die HyStarter-Akteure haben sich mit großem Engagement am Prozess beteiligt und möchten die erarbeiteten Ergebnisse und Projektansätze über das HyStarter-Projekt hinaus verfolgen. Die aufgebauten Netzwerkstrukturen sollen erhalten bleiben und durch weitere Akteure gestärkt werden.

Die Gemeinde Perl setzt sich aus 14 Ortsteilen aus dem Landkreis Merzig-Wadern im Saarland zusammen und profitiert durch seine außergewöhnliche Lage im Dreiländereck von Deutschland, Frankreich und Luxemburg. Mit knapp 9.000 Einwohnern ist die ländliche geprägte Gemeinde eine der wenigen im näheren Umkreis mit einem stetigen Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum. Der interkulturelle Rahmen, die besondere Lage an der Mosel und der Weinbau prägen das öffentliche Leben und die lokale Wirtschaftsstruktur. Die Gemeinde besitzt mit einer Mischung aus Autobahn, Bahnlinien und der Mosel eine verkehrsgünstige Anbindung an den Straßen- und Schienenverkehr sowie zur Binnenschifffahrt.

Die großen Pendlerströme in der Großregion Saar-Lor-Lux sowie hohe Durchgangsverkehre durch die Lage in der Quatropole Saarbrücken, Metz, Luxemburg und Trier belasten zunehmend den Gemeindehaushalt und die

Klimabilanz der Region. Auch Folgen des Klimawandels, wie verstärkt auftretende Dürren und infolgedessen Waldschäden, stellen die Region vor enorme Herausforderungen. Vor dem Hintergrund des Klimawandels und der damit verbundenen Umstellung auf klimafreundliche und klimaneutrale Mobilität, Wärmeversorgung und Industrie steht der Aufbau einer regionalen Wasserstoffinfrastruktur für die Gemeinde Perl im Fokus.

Perl verfügt über ein gut ausgebautes Gasnetz, welches perspektivisch auf Wasserstoff umgestellt werden kann. In der ländlichen Region ist zudem die Nutzung der Flächenpotentiale für Photovoltaik und Wind besonders relevant. Gerade im ÖPNV können perspektivisch mit wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen auch die im ländlichen Raum oft langen Fahrzeugumläufe auf den Strecken geeigneter bedient werden, als dies derzeit mit rein batterieelektrischen Fahrzeugen gewährleistet werden kann.



Abbildung 1: Blick auf die Mosel, Quelle: Gemeinde Perl

## Ausgangslage und Motivation

Die Gemeinde Perl hat bereits in der Gemeinderatsitzung vom 21. Januar 2021 unter dem Titel „Klimavorbehalt statt Finanzvorbehalt in der Gemeinde Perl“ ihren grundsätzlichen Willen bekundet, ihren Beitrag zum Schutz des Klimas leisten zu wollen und darauf einen Schwerpunkt ihrer Aktivitäten zu legen.

Vor dem Hintergrund der Infra- und Wirtschaftsstruktur der Gemeinde Perl sollte die Nutzung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie im Gemeindebereich mit dem Ziel einer möglichst effektiven Umsetzung betrachtet werden. Dabei eignet sich die Verwendung von grünem Strom zur Erzeugung von grünem Wasserstoff in der Gemeinde besonders. Auf dem Gebiet der Gemeinde Perl sind bereits 16 Windenergieanlagen (WEA) in Betrieb und der Bau weiterer WEA in der dafür ausgewiesenen Konzentrationszone Windenergie geplant. Als ländliche Gemeinde verfügt Perl auch über ausreichend Flächen für PV. Aus dem Akteurskreis liegen bereits Anfragen für größere Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen vor. Aktuell stellt die Gemeinde Perl einen Bebauungsplan für eine Freiflächen-Photovoltaik-Anlage auf, man befindet sich im Verfahrensstand der Offenlegung.

Darüber hinaus ist die Gemeinde Perl sehr wasserreich, nicht nur durch die Mosel, sondern auch durch zahlreich vorhandene Quellen. Mit Hilfe des grünen Stroms aus Windkraft kann über die Elektrolyse des Wassers grüner Wasserstoff erzeugt werden. Die Elektrolyse soll dabei direkt vor Ort in unmittelbarer Nähe zu den Erzeugern der EE erfolgen. Die bei der Elektrolyse des Wassers anfallende thermische Energie kann zur Beheizung von nahegelegenen Gemeindebezirken genutzt werden. Durch den hohen Zuzug ist Perl eine stark wachsende Gemeinde. Es werden laufend neue Baugebiete ausgewiesen. Diese könnten bereits bei ihrer Erschließung mit entsprechenden Fernwärmenetzen ausgestattet werden.

Die Notwendigkeit eines effizienten Klimaschutzes sowie die Umsetzung der zum Erreichen der Klimaschutzziele erforderlichen Maßnahmen ist aus Sicht der Gemeinde Perl von herausragender Bedeutung. Bereits jetzt hinterlassen zum Teil außergewöhnlich heiße und insbesondere niederschlagarme Sommer enorme Schäden in der Natur, insbesondere am Wald und bewegen die Gemeinde zum unmittelbaren Handeln. Der Wille, aktiv zu werden, begründet sich dabei nicht nur in der Erkenntnis, für zukünftige Generationen eine lebenswerte Umwelt zu erhalten, sondern auch in der Erkenntnis, dass sich potentiell positive Effekte für den Haushalt der Gemeinde ergeben können, wenn diese Maßnahmen wirtschaftsfördernd wirken.

## Ziele im HyStarter-Projekt

Die Gemeinde Perl möchte sich zu einer Wasserstoffregion im Dreiländereck entwickeln. Dafür soll ein Akteursnetzwerk herausgebildet werden, mit dessen Initiative und Engagement erste Pilotprojekte initiiert werden können. Innerhalb des Netzwerkes sollen verschiedene Fragestellungen diskutiert werden, bspw. der mögliche Einsatz von Wasserstoff im Logistikbetrieb, oder die Potenziale der Anbindung an die hiesige mosaHYc-Pipeline. Projektübergreifend ist die Frage zu beantworten, wie die unterschiedlichen Projektideen zusammenpassen, wie sich mögliche Synergien innerhalb der Projektansätze entwickeln lassen und wie sich einzelne Projekte technisch, organisatorisch und zeitlich zusammenführen lassen. Darauf aufbauend werden die lokalen und überregionalen Rahmenbedingungen der Projektansätze betrachtet und unter deren Berücksichtigung entwickelte Kooperationsansätze zur Umsetzung in die Wege geleitet. Das Konzept zum Aufbau einer regional integrierten Wasserstoffwirtschaft über die Betrachtung der vorhandenen Strukturen ist in den nachfolgenden Kapiteln verschriftlicht.

## Die Akteure

Der grundsätzlich offene Akteurskreis setzt sich aus kommunalen Unternehmen, Stromnetz- und Verkehrsnetzbetreibern, thematisch relevanten privaten Unternehmen sowie öffentlichen Behörden zusammen.





## Szenarienmodellierung

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

Der Szenarienrechner greift bei der Optimierung auf drei Datenquellen zurück:

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

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

## Basisszenario (Trend 2030)

### Quellen für verwendete Parameter und Zeitreihen

- **Bestandsanlagen und Ausbaupotenziale für erneuerbare Energien im Jahr 2030:** Die Angaben zu den Bestandsanlagen stammen aus der Region und beinhalten den Planungsstand 2023 für neue Anlagen. Auf Wunsch der Region werden keine weiteren Ausbaupotentiale für Wind- und PV-Solaranlagen berücksichtigt.
- **Erzeugungszeitreihen erneuerbare Energien im Jahr 2030:** Vereinfachend wurden hier die aktuellen Wind- und Solarprofile der Region nach renewables.ninja für das Jahr 2030 für Neuanlagen unverändert angewandt. EEG-Anlagen (Wind) wurden altersbedingt auf 85,1 % Effizienz skaliert, Post-EEG-Anlagen (Wind) auf 69,6 %. Für PV-Anlagen gilt analog eine skalierte Effizienz von 95,1 % und 89,3 %.
- **Gesamtnachfrage und sektorale Nachfrage Wärme:** Die Daten wurden durch die EE ENERGY ENGINEERS für die Regionen entsprechend folgender Quelle ermittelt: [www.hotmaps.eu/map](http://www.hotmaps.eu/map).
- **Gesamtnachfrage und sektorale Nachfrage Verkehr:** Die Daten wurden durch die EE Energy Engineers für die Regionen entsprechend der Daten des Kraftfahrt-





bundesamtes in Kombination mit Verbrauchsdaten nach der Studie integrierte Energiewende der dena sowie durchschnittlichen Fahrleistungen nach Straßenverkehrsamt berechnet.

- **Nachfragezeitreihen Wärme und Verkehr:** Da diese Daten nicht aufgeschlüsselt für die Region vorlagen, wurden vereinfachend die Zeitreihen des Projekts JERICO-E-usage ([jericho-energy.de](http://jericho-energy.de)) angewendet.
- **Verfügbare Reststoffmengen:** Vereinfachend wurde hier auf Statistiken zu den Abfallaufkommen Deutschlands zurückgegriffen, die anschließend mit einem Pro-Kopf-Schlüssel auf die Region heruntergebrochen wurde. Verwendete Statistiken sind: NABU 2019, Circular Economy Initiative 2021(Kunststoffabfälle) / UBA 2018 (Altreifen) / UBA 2018, Destatis 2019 (Klärschlämme). Die verfügbaren Biogasmengen wurden durch die regionalen Akteure definiert.
- **Gesamtnachfrage und sektorale Nachfrage Industrie:** Die Angaben umfassen die Wärmebedarfe und die Wasserstoffnachfrage der im Hystarter-Kernteam vertretenen Akteure und wurden von diesen definiert.

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

	Energie-nachfrage	Deckungsanteil H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> -Nachfrage	Mehrzahlungsbereitschaft
<b>Verkehrssektor</b>	71 GWh/Jahr	Pkw (10%) LKW und Transporter (15%) Abfallsammelfahrzeuge (50%) Busse im ÖPNV (33%)	<b>184 t/Jahr</b>	Keine Mehrzahlungsbereitschaft (Dieselpreis: 1,80 €/l ohne CO <sub>2</sub> -Preis)
<b>Wärmesektor</b>	82 GWh/Jahr	Wohngebäude (2%) Bürogebäude (2%) Prozesswärme (2,76 GWh)	<b>130 t/Jahr</b>	Keine Mehrzahlungsbereitschaft (Erdgaspreis: 80 €/MWh ohne CO <sub>2</sub> -Preis)

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

Verfügbare EE-Kapazitäten	Weitere regionale Ressourcen	H <sub>2</sub> -Produktionspfade
 Bestand (2030): 89 MW Ausbaupotenzial: 0 MW	 Klärschlämme: 290 t/a Kunststoffabfälle (PE/PP): 529 t/a Altreifen: 66 t/a Biogas: 9,8 Mio. m <sup>3</sup> /a	<input checked="" type="checkbox"/> Wasserelektrolyse <input checked="" type="checkbox"/> Reststoffthermolyse <input checked="" type="checkbox"/> Methanplasmalyse
 Bestand (2030): 44,5 MW Ausbaupotenzial: 0 MW	 Wasser: unbegrenzt verfügbar	

### Weitere Annahmen

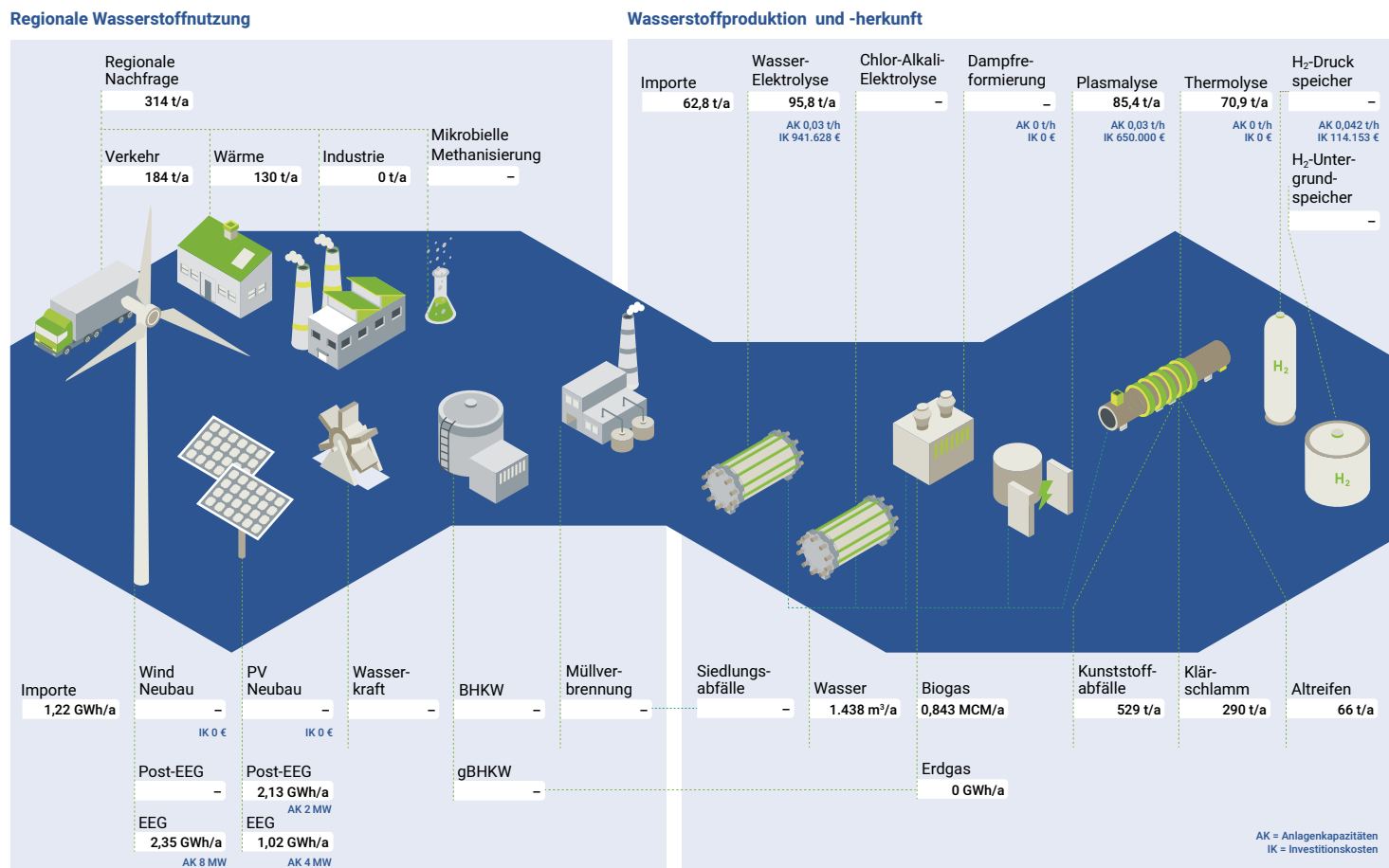
H<sub>2</sub>-Exporte: zugelassen bis 2,25 t/h, < 20 % Jahresnachfrage • Stromim- und -exporte: < 200 MW • CO<sub>2</sub>-Preis: 100 €/t CO<sub>2</sub>  
Erdgasimporte: < 200 MW • Transport- und Handlingkosten H<sub>2</sub>: 0,36 €/kg H<sub>2</sub> (Pipeline)|2,30 €/kg (Trailer, H<sub>2</sub>-Tankstelle)

## Alternativszenarien (Trend 2030)

### Vom Basisszenario abweichende Annahmen

Szenario „Worst Case“	Szenario „Importszenario“	Szenario „Weckruf“	Szenario „ambitionierte Verkehrswende“
Dieses Alternativszenario geht von einer fehlenden Mehrzahlungsbereitschaft aus, der CO <sub>2</sub> -Preis stagniert bei 30 €/t und es lassen sich keine Nebenprodukte der Wasserstoffproduktionsanlagen am Markt platzieren (Abwärme, Cfix, Sauerstoff, chemische Grundstoffe).	In diesem Alternativszenario sind bis zu 70 % Wasserstoffimporte (grün) zugelassen, der Anschluss an eine örtliche Wasserstoffpipeline erhöht die Import- und Exportkapazitäten von Wasserstoff auf 26,25 t/h. Alle weiteren Rahmenbedingungen des Basisszenarios bleiben unverändert.	Dieses fiktive Szenario entspricht dem Basisszenario mit der abweichenden Annahme eines 50 %-Deckungsbeitrags von Wasserstoff in den regionalen Verkehrs- und Wärmemärkten. Darüber hinaus wird angenommen, dass ein Ausbau von Windenergieanlagen und Photovoltaik bis zu jeweils 100 MW möglich ist.	Dieses Alternativszenario entspricht dem Basisszenario mit der abweichenden Annahme einer höheren Durchdringung von Wasserstoffantrieben im Verkehrsbereich: 20 % der Pkw, Lkw und Transporter, sowie 100 % der Busse und Abfallsammelfahrzeuge werden emissionsfrei mit grünem Wasserstoff betrieben.

Jahresbilanzen des Basisszenarios Investitionskosten gesamt: 1,7 Mio. €



Energieeinsatz (elektrisch)  
Energieexporte und Nebenprodukte

Strom	Wärme	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> (Exporte)	H <sub>2</sub> (Gasnetz)	CH <sub>4, bio</sub>	CO <sub>2</sub>	C <sub>fix</sub>	Spezifischer Emissionsfaktor H <sub>2</sub>	Regionale H <sub>2</sub> -Produktion
0,323 GWh/a	1,07 GWh/a	0 t/a	0,173 t/a	-	-	-55,218 t/a	256 t/a	-0,177 kg CO <sub>2</sub> / kg H <sub>2</sub>	252 t/a

Anmerkung: Aufgrund der geringen Nachfragemengen nach Wasserstoff sind die dargestellten Anlagenkapazitäten und -kosten nur von theoretischer Natur. Die Mindestkapazitäten der am Markt verfügbaren Anlagen liegen deutlich über den zur Deckung der regionalen Nachfrage erforderlichen Kapazitäten. Somit fallen die ermittelten Investitionskosten wesentlich geringer aus, als in der Realität zu erwarten.

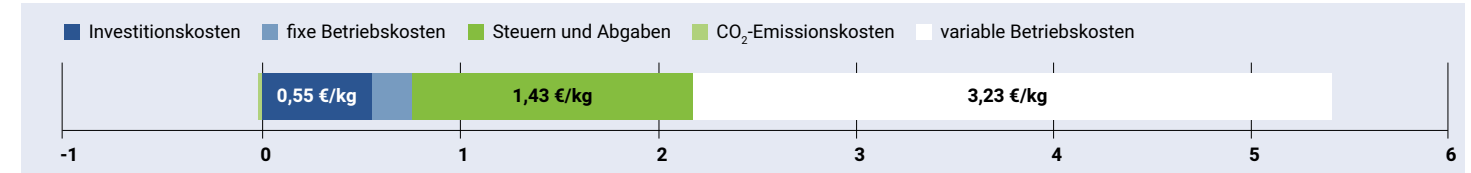
Abbildung 2: © H2Scout.eu/Spilett

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

Basis- und Alternativszenarien im Vergleich Ergebnisse

Szenarien	H <sub>2</sub> -Nachfrage	Autarkiegrad <sup>1</sup>	H <sub>2</sub> -Bereitstellungs-kosten	Zahlungs-bereitschaft H <sub>2</sub> <sup>2</sup>	Gewinn vor Steuern
<b>Basisszenario</b>	<b>314 t/a</b>	<b>74,4 %</b>	<b>5,51 €/kg</b>	<b>7,16 €/kg</b>	<b>0,52 Mio €/a</b>
Ambitionierte Verkehrswende	530 t/a	72,4 %	5,80 €/kg	8,21 €/kg	1,28 Mio €/a
Worst Case	314 t/a	50,0 %	5,94 €/kg	6,27 €/kg	0,10 Mio €/a
Importszenario	314 t/a	34,2 %	5,10 €/kg	7,16 €/kg	0,65 Mio €/a
Weckruf	1.832 t/a	79,8 %	1,87 €/kg	5,23 €/kg	7,37 Mio €/a

Zusammensetzung der regionalen H<sub>2</sub>-Gestehungskosten<sup>1</sup> Summe: 4,73 €/kg



1 Die H<sub>2</sub>-Gestehungskosten beziehen sich ausschließlich auf die H<sub>2</sub>-Produktionsanlagen. Stromkosten werden als variable Betriebskosten berücksichtigt  
Abbildung 3: © H2Scout.eu/Spilett

Zusammensetzung der Umsätze Summe: 2.456.212 €/a

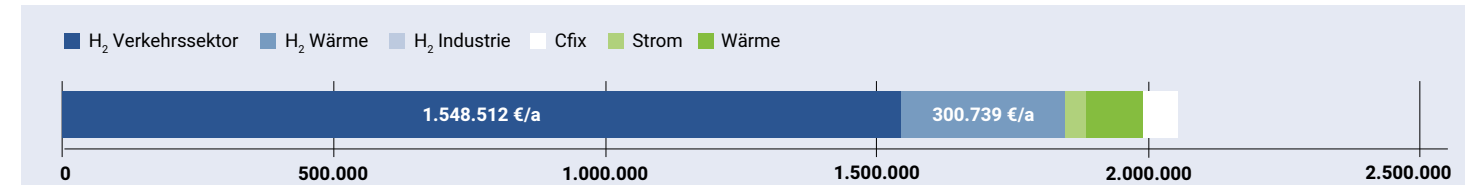


Abbildung 4: © H2Scout.eu/Spilett

Leistungskennzahlen des Systems (KPI)

<b>314 t/a</b> H <sub>2</sub> -Nachfrage ergibt sich aus den definierten H <sub>2</sub> -Bedarfen der Region	<b>5,51 €/kg</b> H <sub>2</sub> -Bereitstellungs-kosten Break-Even-Preis, der im Mittel vom Kunden gezahlt werden muss, um einen Gewinn zu erzielen	<b>517.454 €/a</b> Gewinn vor Steuern Maximaler Gewinn vor Steuern im Fall, dass die durchschnittliche Zahlungsbereitschaft als Preis realisiert wird	<b>4.047 t/a</b> Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen Vermiedene Gesamtemissionen zuzüglich der bei der Wasserstoffproduktion entstehenden CO <sub>2</sub> -Emissionen	<b>865.017 €/a</b> Vermiedene externe Kosten Vermiedene gesellschaftliche Kosten des Klimawandels und der Stickoxidemissionen des Verkehrssektors
<b>74,4 %</b> Autarkiegrad Regionaler Anteil der zur Wasserstoffproduktion verwendeten Primärenergie	<b>7,16 €/kg</b> Zahlungsbereitschaft H <sub>2</sub> Durchschnittliche Zahlungsbereitschaft über alle Nachfragesektoren	<b>50 %</b> Kapitalrendite bei einer angenommenen Systemlaufzeit von 20 Jahren.	<b>-29,31 €/t</b> CO <sub>2</sub> -Vermeidungskosten Die CO <sub>2</sub> -Vermeidungskosten enthalten als Differenz zwischen Bereitstellungskosten und Zahlungsbereitschaft den definierten CO <sub>2</sub> -Preis.	<b>647.454 €/a</b> Direkte regionale Wertschöpfung Anteil der in der Region verbleibenden Wertschöpfung aus dem Betrieb der Anlagen (Näherungswert aufgrund unvollständiger Datenbasis)

Fazit

Unter den getroffenen Annahmen stellt sich die Wasserstoffwirtschaft in Perl im Jahr 2030 als wirtschaftlich tragfähig dar. Die vergleichsweise hohe Zahlungsbereitschaft des Verkehrssektors kommt hier zum Tragen und ermöglicht es den Nachfragern von Wasserstoff im Wärmemarkt und der Prozessenergie, eine Dekarbonisierung ohne Mehrkosten gegenüber dem Einsatz von fossilem Erdgas zu realisieren. Der spezifische Emissionsfaktor des eingesetzten Wasserstoffs liegt unter 0 kg CO<sub>2</sub>/kg H<sub>2</sub>, was darauf hinweist, dass der Einsatz der Plasmalyse und der Thermolyse zur Wasserstoffproduktion nicht nur eine klimaneutrale Wasserstoffwirtschaft in der Region ermöglicht, sondern auch eine CO<sub>2</sub>-Senke bildet. Das fiktive Weckruf-Szenario verdeutlicht, wie eine Skalierung der Aktivitäten aussehen könnte und welchen Einfluss der Ausbau eigener PV- und Windkraftanlagen (in der Region oder außerhalb) auf die Wirtschaftlichkeit der Wasserstoff-region Perl hätte.

	Kapitalrendite	Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen	CO <sub>2</sub> -Vermeidungs-kosten <sup>3</sup>	Vermiedene externe Kosten	Direkte regionale Wertschöpfung
<b>Basisszenario</b>	<b>50 %</b>	<b>4.047 t/a</b>	<b>-29,31 €/t</b>	<b>0,87 Mio €/a</b>	<b>0,65 Mio €/a</b>
Ambitionierte Verkehrswende	75,6 %	7.623 t/a	-71,61 €/t	1,64 Mio €/a	1,44 Mio €/a
Worst Case	10,1 %	2.807 t/a	5,92 €/t	0,61 Mio €/a	0,23 Mio €/a
Importszenario	112 %	3.308 t/a	-74,88 €/t	0,71 Mio €/a	0,74 Mio €/a
Weckruf	5,8 %	21.796 t/a	-213,38 €/t	4,58 Mio €/a	13,34 Mio €/a

Gemeinsam mit den regionalen Akteuren wurde eine Vision für den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft erarbeitet. Darin wird ein möglicher Zustand der Wasserstoffwirtschaft in der Gemeinde Perl im Jahr 2030 beschrieben. Die Entwicklung der Vision zog sich durch alle sechs Strategiedialoge des Kernteams. Das Bild von einer zukünftigen Wasserstoffwirtschaft in der Gemeinde Perl wurde kontinuierlich erweitert und gleichzeitig geschärft.

Bereits in den ersten Strategiedialogen konnte die Projektlandschaft und der Akteurskreis vergrößert werden. Von ursprünglich knapp 10 Akteuren konnte der Teilnehmerkreis auf 24 Akteure mit jeweiligen Projektideen im Verlauf der Strategiedialoge aufgestockt werden. Die Entwicklung der Vision konnte im Laufe der Strategiedialoge somit durch neue Projektideen und Aspekte der Wasserstoffwirtschaft in der Gemeinde Perl vorangebracht werden.

### Erneuerbare Energien

Der Ausbau von erneuerbaren Energien wird in der Gemeinde Perl im Rahmen der vorhandenen Flächenpotentiale stark forciert. 2030 sind die Flächenpotentiale an Wind und Photovoltaik auch bei einer Verdopplung der heutigen Konzentrationszonen aufgrund des Windenergieflächenbedarfsgesetz weitestgehend ausgeschöpft. Dabei sollen eine Freiflächen-Photovoltaik-Anlage mit 27 MW und Windenergieanlagen mit insg. 41,4 MW zum großen Teil zur Erzeugung von grünem Wasserstoff zur Verfügung stehen. Zusätzlich entstehen einige PV-Anlagen, beispielsweise auf gemeindeeigenen Gebäuden, deren grün erzeugter Strom für die Elektrolyse eingesetzt werden kann.

In der Gemeinde entsteht im Ortsteil Besch ein Elektrolyseur nahe der Mosel. Dieser bedient Teile der Wasserstoff-Nachfrage der Industrie, der Mobilität und des Wärmesektors in der Region und wird überschüssigen Wasserstoff in die mosaHYc-Pipeline einspeisen. Der anfallende

Sauerstoff aus der Elektrolyse wird 2030 im benachbarten Klärwerk eingesetzt.

### Industrie

Die Industrie in der Gemeinde Perl wird größtenteils auf fossile Brennstoffe verzichten und ihren Bedarf durch grünen Strom und grünen Wasserstoff decken. Im Gewerbegebiet Besch wird im Jahr 2030 ansässigen Unternehmen grüner Wasserstoff angeboten. Damit können die Unternehmen ihre Arbeitsprozesse nach Möglichkeit dekarbonisieren. Weitere Unternehmen können per Trailer, Pipeline-Neubau und perspektivisch über die Umwidmung des Gasverteilnetzes mit grünem Wasserstoff versorgt werden.

So könnte zum Beispiel 2030 ein Futtermittelhersteller in unmittelbarer Nähe zum Elektrolyseur Wasserstoff zur Bereitstellung von Prozesswärme einsetzen. Der aktuelle Erdgasbedarf von 230 MWh pro Monat soll vollständig substituiert werden. Der dadurch entstehende Wasserstoffbedarf von ca. 80 t/a wird durch den oben genannten Elektrolyseur sowie die mosaHYc-Pipeline gedeckt.

Das Klärwerk in der Nähe des Standorts des Elektrolyseurs nutzt den Sauerstoff aus der H<sub>2</sub>-Produktion im Klärprozess, beispielsweise zur Belüftung der Abwasserreinigung oder als ein Ausgangsstoff in einer spezifisch angepassten Hochlastreinigung. Ebenfalls ist hier die Abwärmennutzung des Elektrolyseurs zur Trocknung des Klärschlammes oder zur Klärschlammwärmung zur Beschleunigung der biologischen Prozesse möglich.

### Mobilität

Die Voyages Emile Weber Gruppe besitzt einen Fuhrparkstandort in Perl-Besch, an welchem bis zu 60 Busse abgestellt werden können. In direkter Nähe befinden sich ein Elektrolyseur und eine wasserstoffführende Leitung.

Bis 2030 wird ein Teil des Fuhrparks auf Wasserstoff umgestellt sein. Der dafür notwendige Wasserstoffbedarf wird durch den Elektrolyseur und die mosaHYc-Pipeline gedeckt und über Tubetrailer und perspektivisch durch eine Leitung an den Fuhrparkstandort geliefert. Die Betankung findet über eine eigene Wasserstofftankstelle statt.

An dem Logistikstandort Borg werden perspektivisch die Lkw-Flotte sowie die Flurförderfahrzeuge auf Wasserstoff umgestellt. Je nach Bedarf wird der Wasserstoff per Tubetrailer oder über eine Verbindung zur mosaHYc-Pipeline gedeckt und an einer Tankstelle zur Verfügung gestellt. Diese kann sowohl vor Ort als auch an der Autobahnauffahrt zur A8 errichtet und für den öffentlichen Zugang erweitert werden.

In der Gemeinde Perl wird 2030 der ÖPNV teilweise auf Wasserstoff umgestellt sein. Darüber hinaus sind weitere Konzepte im Bereich der Wasserstoff-Mobilität entstanden, welche sich in den bestehenden Infrastrukturausbau der Region integrieren und diesen weiter voranbringen.

### Wärme

Die Umstellung des Gasverteilnetzes der Gemeinde Perl ist das Leuchtturmprojekt der energis-Netzgesellschaft. Über das Projekt wird das H<sub>2</sub>-Angebot (über die mosaHYc-Pipeline und einen Elektrolyseur) mit der H<sub>2</sub>-Nachfrage (Gewerbe, Haushalt, Tankstelle, usw.) vernetzt. Die Umstellung der Versorgung von knapp 650 klassischen Wärme- und Heizgaskunden und 4 Gewerbe- und Industriekunden hat 2030 bereits begonnen.

Das neu entstehende Wohngebiet Katzenrech soll von Anfang an klimaneutral gestaltet werden. Der Wärmebedarf der ca. 300 Wohneinheiten auf der ca. 5 ha großen Fläche wird über Wasserstoff gedeckt. Der oben genannte

Elektrolyseur stellt den dafür notwendigen Wasserstoff zur Verfügung, welcher über das vorhandene Gasnetz oder über neu verlegte 100%-H<sub>2</sub>-Leitungen gespeichert und bedarfsgerecht in einem H<sub>2</sub>-BHKW verwendet wird.

### Distribution

Durch die mosaHYc-Leitung sollen im Saarland erste Wasserstoffproduktionskapazitäten aufgebaut und erste industrielle Prozesse in der saarländischen Stahlindustrie auf Wasserstoff umgestellt werden, hin zu einer vollständigen und funktionierenden Wasserstoffwirtschaft entlang der kompletten Wertschöpfungskette. Das Projekt wird von der Creos Deutschland Wasserstoff GmbH umgesetzt.

Die Voraussetzungen einer H<sub>2</sub>-Leitung für Perl sind durch lokale Wasserstoff-Produktion und ansässige Verbraucher gegeben. 2030 ist die vorhandene Erdgasleitung in der Gemeinde umgestellt und regionale Erzeuger und Verbraucher sind an das Netz angebunden.

### Kommunikation und Vernetzung

Die Gemeinde Perl leistet mit einer Etablierung der Wasserstofftechnologien einen Beitrag zur Dekarbonisierung und zur Energiewende. Die gemeindeeigene Infrastrukturentwicklungsgesellschaft (IEP), die IZES gGmbH (Institut für ZukunftsEnergie und Stoffstromsysteme) und das Ministerium für Umwelt, Klima, Mobilität, Agrar- und Verbraucherschutz koordinieren sich untereinander, um gemeinsam ein Informations- und Vernetzungsangebot für relevante lokale Akteure aus Wirtschaft, Verwaltung und Politik bereitzustellen. Eine vom Land initiierte Wasserstoff-Agentur kann wichtige Unterstützungsleistungen bereitstellen. 2030 ist das Thema Wasserstoff ebenfalls bei den Bürgerinnen und Bürgern der Region bekannt und gesellschaftlich akzeptiert.



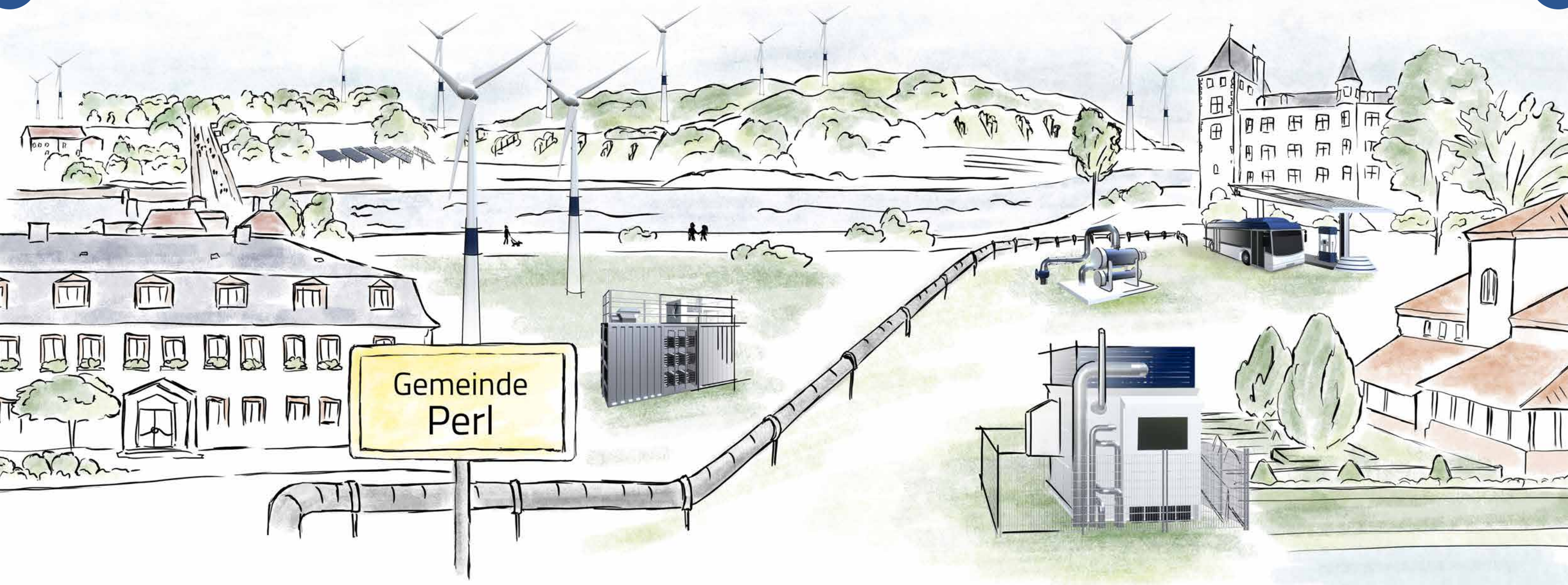


Abbildung 5: Die Vision 2030 – Optionen der Wasserstoffproduktion und der Wasserstoffanwendungen in der Region Gemeinde Perl

### Fazit

Durch die Anwendung von Wasserstoff in den Bereichen Industrie, Mobilität und Wärme sowie mögliche Import- und Exportaktivitäten über eine Pipeline sind die Voraussetzungen für einen Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft in der Gemeinde Perl gelegt. Es werden jedoch noch nicht alle potentiellen Akteure, sowohl erzeuger- als auch abnehmerseitig, eingebunden.

In der Gemeinde Perl wird stetig daran gearbeitet, die Akzeptanz von Wasserstoff zu steigern und weitere Akteure, sowohl auf der Anwender-, als auch auf der Erzeugerseite für den Einsatz zu motivieren und für die guten Voraussetzungen im Dreiländereck zu sensibilisieren. Die Akteurslandschaft wird sich bis 2030 deutlich vergrößert haben. Auf dem Wege dorthin werden Unsicherheiten rund um die

Thematik durch eine gemeinsame Vernetzung und einen regelmäßigen Austausch wie auch zusätzliche Unterstützungsangebote entgegnet.

Obenstehende Illustration zeigt dabei skizzenhaft das Gesamtkonzept für die Gemeinde Perl im Jahr 2030.





Im Rahmen der Strategiedialoge wurden, wie in der Vision 2030 bereits beschrieben, Projektideen unterschiedlichen Reifegrads generiert. Dabei ist zu betonen, dass sich die Projekte im Entwurfsmodus befinden und die dargestellten Rahmendaten variabel sind. Ob es bei einem Projekt tatsächlich zur Umsetzung kommt, kann bei aktuellem

Projektstand noch nicht endgültig beurteilt werden. Die Projekte der verschiedenen Akteure werden nachfolgend in die Bereiche erneuerbare Energien, Wasserstoffherzeugung und -transport, Industrie, Mobilität, Wärme und den Bereich Kommunikation und Netzwerkarbeit aufgeteilt und erläutert. Weitere Ansätze und Kooperationen wie der

mögliche Einsatz des Sauerstoffs in der Kläranlage der Gemeinde Perl oder die Rolle des Umweltministeriums beim Aufbau des wasserstoffbetriebenen ÖPNVs in der Region werden in dem Abschnitt „Kooperationsangebote der Region“ behandelt.

Um einen Überblick über die Projektzeitpläne zu erhalten, werden die Maßnahmen und Aktivitäten der Projekte auf einem Zeitstrahl vorgestellt. Nachfolgend ist diese Gesamtübersicht der Vorhaben und des Umsetzungshorizonts für die in der Gemeinde Perl verfolgten Projekte abgebildet.

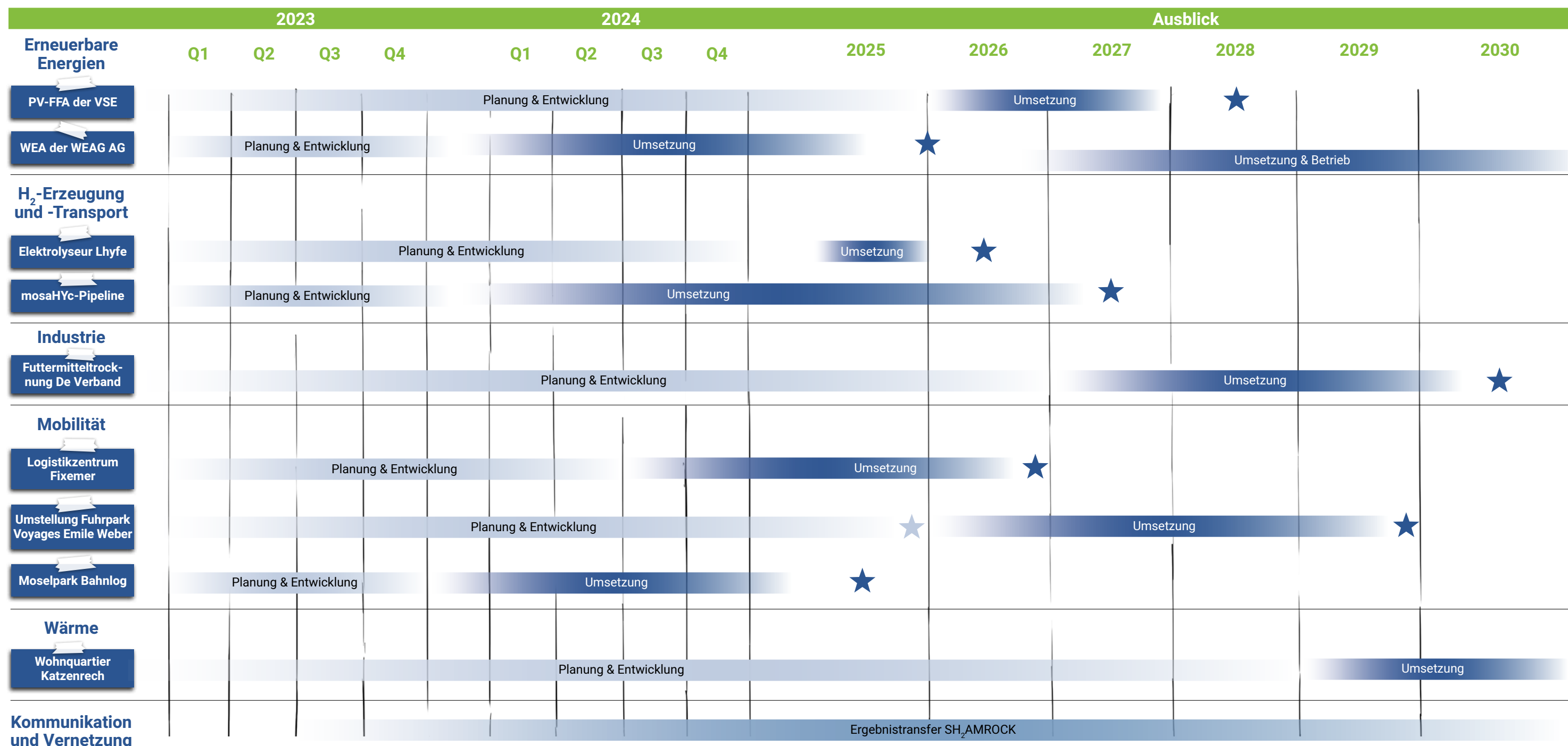


Abbildung 6: Übersicht über die Projektzeitpläne im HyStarter Kreis Soest, Quelle: EE ENERGY ENGINEERS GmbH in Abstimmung mit den Akteuren

## ERNEUERBARE ENERGIEN

Die Gemeinde Perl hat eine Gesamtgröße von insgesamt 7.624 ha. Mit dem Teilflächennutzungsplan Wind vom 06.10.2016 weist die Gemeinde Perl rund 273,9 ha als Konzentrationszonen aus. Das entspricht gerundet einem Prozentsatz von 3,58 % der Gesamtgemeindefläche. Das von der Bundesregierung beschlossene Wind-an-Land-Gesetz sieht vor, dass die Länder bis 2032 einen Flächenanteil von 2 % für die Windkraftstrategie ausweisen sollen. Die Gemeinde Perl hat ihren Anteil dazu bereits erfüllt. Bis Ende 2022 sind in der Gemeinde Perl 16 Windkraftanlagen

mit einer Nennleistung von insgesamt 47,74 MW installiert. Ab 2023 sind zusätzlich weitere 7 Anlagen mit einer Nennleistung von 41,40 MW geplant, bzw. bereits jetzt genehmigt. Nach jetzigem Stand würden somit zukünftig in Perl rund 89,15 MW an Nennleistung vorgehalten.

Die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen (PV-FFA) ist derzeit noch vor einige Hindernissen gestellt, da große Teile der Flächen als landwirtschaftliche Vorrangflächen ausgewiesen sind.

## Regionale Herausforderungen

- Eine Ausweitung der Konzentrationszonen zur Windenergienutzung ist angesichts des bestehenden vorbildlichen Windenergieausbaus in der Gemeinde Perl durch Änderung des Teilflächennutzungsplanes Windenergie (Teil-FNP Wind) nicht zu erwarten.
- Zukünftig dürften für EE-Anlagen langfristige bankfähige Abnahmeverträge eine Herausforderung darstellen, die im Rahmen der Fremdkapitalfinanzierung notwendig sind.
- Große Teile der Flächen in der landwirtschaftlichen Nutzung sind im Landesentwicklungsplan als landwirtschaftliche Vorrangflächen ausgewiesen, was einem Bebauungsplan zur Errichtung von PV-FFA entgegensteht.
- PV-FFA kommen auf eine niedrige Vollaststundenzahl für den Betrieb eines Elektrolyseurs (ca. 1.030 h/a) im Vergleich zu anderen EE-Energieträgern (z. B. Wind), was die Profitabilität des Elektrolyseurs auf Basis von PV-Strom erschwert.

## Lösungsansätze

- Die Rückfalloption in die EEG-Einspeisung erzeugter elektrischer Energie könnte für beendete Abnahmeverträge eine geeignete Lösung darstellen.
- Die Initiierung von Zielabweichungsverfahren (Entfall der landwirtschaftlichen Vorrangfläche) sowie die Durchführung von Bauleitplanverfahren in betroffene Gemeinden könnten die Genehmigung von EE-Anlagen begünstigen.
- Ein kombinierter Betrieb eines Elektrolyseurs mit Wind- und PV-Strom könnte die Profitabilität des Elektrolyseurs gewährleisten.
- Die Sicherung eines mittel- bis langfristigen Wasserstoffabsatzes, bspw. durch Anschluss an der mosaHYc-Pipeline oder durch die technische Umsetzung der Wasserstoffnutzung vor Ort, trägt zur Profitabilität des Elektrolyseurs sowie zur besseren Planbarkeit bei.

## Externer Unterstützungsbedarf

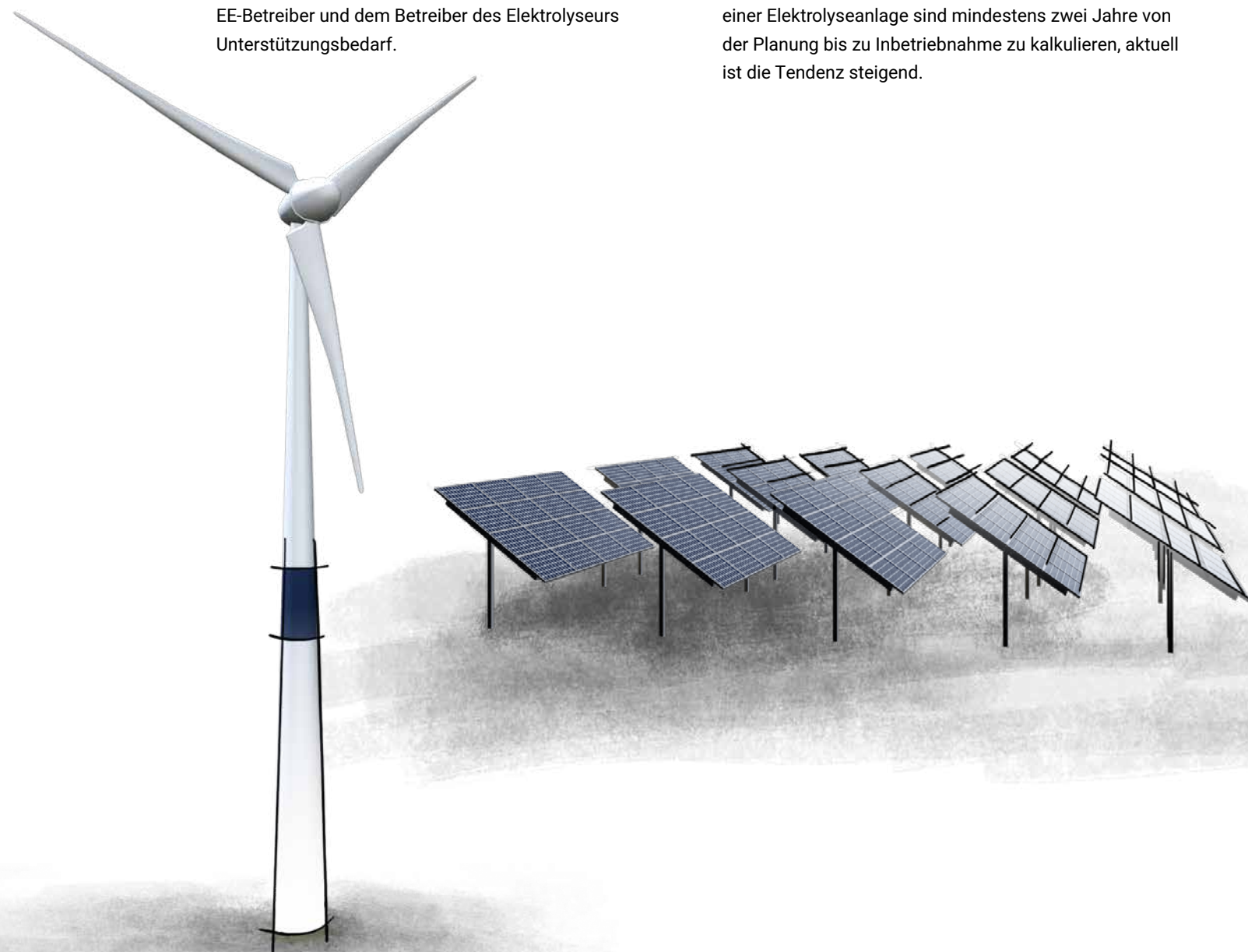
Innerhalb von erforderlichen Zielabweichungsverfahren für die Errichtung von EE-Anlagen ist im Rahmen der Anhörung der Träger öffentlicher Belange mit Widerständen zu rechnen. Hier ist eine Unterstützung der lokalen Politik und auch der Landespolitik vonnöten.

Falls sich die EE-Anlagen auf zwei Bundesländer erstrecken, ist zudem eine Synchronisation der Landesämter erforderlich, die ebenfalls von der Politik positiv begleitet werden kann.

Darüber hinaus besteht generell für die Planung und Umsetzung der elektrischen Anbindung von EE-Anlagen zum möglichen Elektrolyseur sowie in der kaufmännischen Abstimmung (u. a. Vertragsgestaltung) zwischen EE-Betreiber und dem Betreiber des Elektrolyseurs Unterstützungsbedarf.

## Technologiekonzept und Umsetzungsstrategie

Für die elektrolytische Wasserstoffherzeugung gilt es die zur Verfügung stehenden freien Kapazitäten sowie zukünftig geplanten Kapazitäten an EE-Anlagen zu identifizieren, da die Gesamtleistung sowie die Verteilung auf die unterschiedlichen Erzeugungsprofile die optimale Elektrolyseurleistung in der Region beeinflusst. Die Zusammenlegung von Wind- und PV-Anlagen für die elektrolytische H<sub>2</sub>-Produktion wird in der Praxis aufgrund der Distanzen zwischen den Anlagen aktuell noch selten umgesetzt. Eine Zusammenlegung der Anlagen kann je nach Lastprofil jedoch das H<sub>2</sub>-Produktionspotenzial deutlich erhöhen. Folglich kann dies den Standort weiterer Elektrolyseure in der Region beeinflussen. Die Konfiguration des Elektrolyseurs orientiert sich an der Leistung der Stromquelle sowie der Erzeugungsart, ob PV und / oder Wind. Für die Errichtung einer Elektrolyseanlage sind mindestens zwei Jahre von der Planung bis zu Inbetriebnahme zu kalkulieren, aktuell ist die Tendenz steigend.



H<sub>2</sub>



## Ausbau von PV-Freiflächenanlagen in der Gemeinde Perl

„Geplante PV-Freiflächenanlage Schloss Thorn – Kombinierte Verwendung der vor Ort produzierten solaren Strahlungsenergie zur Herstellung von Wasserstoff in einem Elektrolyseur bzw. deren Einspeisung in das öffentliche Stromnetz“

Die VSE Aktiengesellschaft setzt bei ihrem Beitrag zur Klimaneutralität auf erneuerbare Energien. Ziel der VSE ist dabei die grüne Stromproduktion in einem nennenswerten Umfang von ca. 28 GWh pro Jahr vor Ort. Um dies zu realisieren plant die VSE in der Gemeinde Perl eine größere PV-FFA mit ca. 27 MW (DC) im Bereich des Schlosses Thorn. Da ein Nutzungsvertrag für die Fläche unterzeichnet werden konnte, befindet sich das Projekt bereits in der konkreteren Planung. Aufgrund der großen Entfernungen der PV-FFA zu möglichen Netzeinspeisepunkten bzw. infolge mangelnder Stromeinspeisekapazitäten bietet sich die Opportunität an, den grünen Solarstrom vor Ort in einem Elektrolyseur zur Wasserstoffherzeugung zu verwenden. Die PV-FFA befindet sich in einem vertretbaren Abstand zu einem möglichen H<sub>2</sub>-Elektrolyseur.

Durch die geringeren Stromgestehungskosten neuer und leistungsstarker EE-Anlagen im Verhältnis zu Bestandsanlagen kann die Wirtschaftlichkeit und Realisierbarkeit

### Projektpartner

#### VSE Aktiengesellschaft

Dr.-Ing. Frank Schmeer  
(schmeer-frank@vse.de)  
Heinrich-Böcking-Straße 10-14, 66121 Saarbrücken



Verteilnetz GmbH

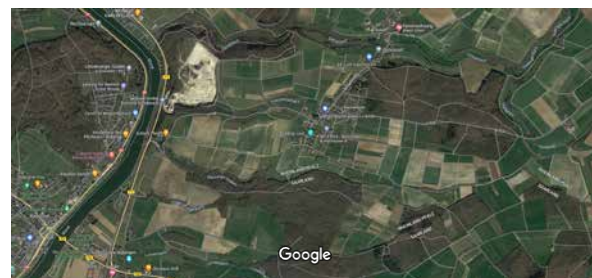


Abbildung 7: Geplante Umsetzung im Ortsteil Nennig sowie Verbandsgemeinde Saarburg-Kell und Ortsgemeinde Palzem, jeweils im Bereich des Schlosses Thorn; Quelle: Google Maps

solcher Projekte stark verbessert werden. Mit dem erzeugten Strom der PV-FFA könnte eine jährliche Wasserstoffproduktion von bis zu 500 t erzielt werden.

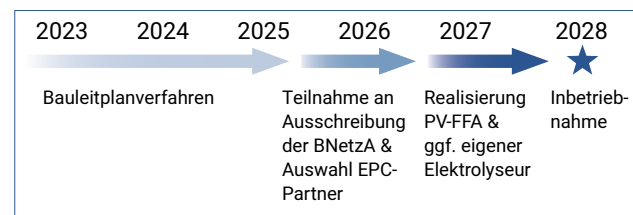
### Vorgehensweise

Der Plan ist die PV-FFA zu realisieren und den damit erzeugten Strom per Mittelspannungskabel nach Perl-Besch zu führen, wo perspektivisch mehrere Möglichkeiten der Stromverwendung bestehen:

1. Abnahme durch einen eigenen Elektrolyseur
2. Einspeisung in das öffentliche Stromnetz (die Errichtung einer neuen Umspannanlage ist jedoch die Voraussetzung hierzu)
3. Einspeisung in einen Elektrolyseur eines Dritten

### Zeitplanung

Das Bauleitverfahren zur PV-FFA-Anlage ist in den Jahren 2024 und 2025 anvisiert. Im Anschluss an der Ausschreibungsteilnahme der Bundesnetzagentur der Auswahl eines EPC-Partners soll dann im Jahr 2027 mit der Realisierung der PV-FFA und ggf. eines eigenen Elektrolyseurs begonnen werden. Die Inbetriebnahme ist derzeit in 2028 geplant.

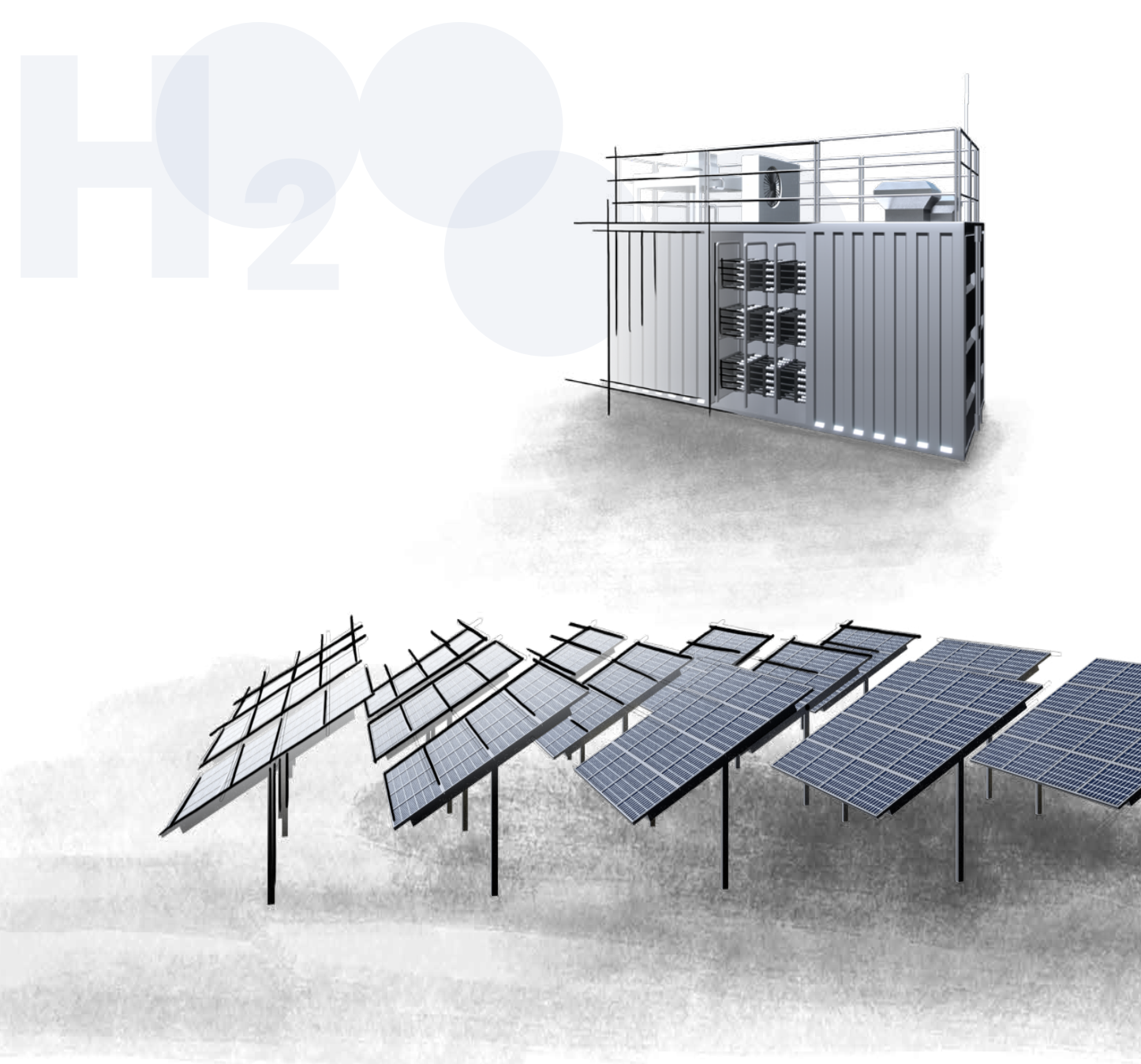


### Kooperationsbedarf und Verantwortlichkeiten

Die VSE verfügt über umfangreiche Kenntnisse in der Projektierung, Realisierung und im Betrieb von Windparks sowie von PV-FFA. In Bezug auf die Projektierung eines eigenen Elektrolyseurs kann neben eigener verfahrenstechnischer Expertise im Hause auf die Expertise im E.ON-Konzern, zu dem VSE gehört, zurückgegriffen werden. VSE wird in Analogie zu ihren früheren EE-Projekten auch hier wieder das kommunale Partnermodell inkl. einem Bürgerbeteiligungsmodell zum Ansatz bringen, bei dem die Kommune und BürgerInnen in vielfältiger Form an dem aktuellen Vorhaben partizipieren können.

### Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **Elektrolyse Lhyfe:** Bereitstellung von grünem Strom zur Wasserstoffproduktion, falls kein eigener Elektrolyseur realisiert wird
- **mosaHYc Creos:** Einspeisung von grünem Wasserstoff bei eigener Wasserstoffproduktion
- **weitere EE-Anlagen:** Abnahme von EE-Strom für Wasserstoffproduktion bei eigenem Elektrolyseur



## Ausbau der Windenergie in der Gemeinde Perl

**Projektpartner**  
**WEAG Future Energies AG**  
 Lutz Gubernator (lg@weag-ag.de)  
 Luymühle, 54347 Neumagen-Dhron

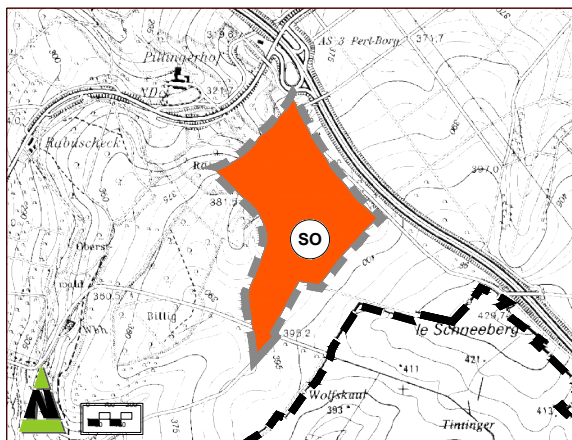


Abbildung 8: Geplanter Windpark der WEAG AG in Oberperl  
 Quelle: Gemeinde Perl

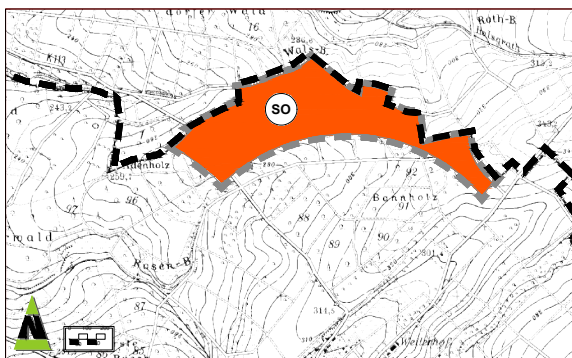


Abbildung 9: Geplanter Windpark der WEAG AG in Perl-Palzem  
 Quelle: Gemeinde Perl

Die WEAG Future Energies AG plant in der Gemeinde Perl mit unterschiedlichen Kooperationspartnern den Windpark Perl-Palzem und den Windpark Oberperl. Insgesamt entstehen in der Gemeinde damit Windanlagen mit einer Leistung von 40 MWp. Die Kapazitäten dieser Windräder könnten zur Herstellung von grünem Wasserstoff in der Region zur Verfügung gestellt werden.

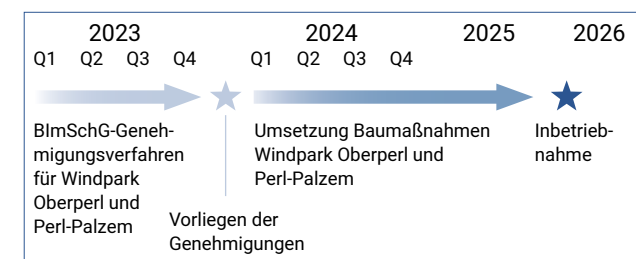


### Vorgehensweise

Bei der WEAG Future Energies AG besteht ein Interesse, elektrische Leistung zur Herstellung von grünem Wasserstoff bereitzustellen. Als nächste Schritte müssen konkretere Gespräche zu Kapazitäten und der Bereitstellung von elektrischer Energie geführt werden. Die WEAG Future Energies AG steht für einen Austausch und weitere Zusammenarbeit zur Verfügung.

Eine Rückfalloption in die Vermarktung nach EEG für Betreiber der Windkraftanlagen könnte die Kooperationsbereitschaft und die Anzahl an Abnahmeverträge deutlich steigern. Darüber hinaus würde mit dieser Rückfalloption die Bankfinanzierung erleichtert werden.

### Zeitplan



### Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

**Elektrolyse Lhyfe:** Bereitstellung von elektrischer Energie zum Betrieb des Elektrolyseurs





## WASSERSTOFFERZEUGUNG UND -TRANSPORT

Der hohe Ausbau erneuerbarer Energien-Anlagen in der Gemeinde Perl stellt in Zusammenhang mit dem Wasserreichtum der Region eine gute Voraussetzung für die lokale Produktion von grünem Wasserstoff dar. In Perl-Besch konnte ein Elektrolyse-Standort identifiziert werden, welcher einen direkten Anschluss an die Wasserstoffleitung mosaHYc bereithalten könnte.

Eine Anbindung an das mosaHYc-Netz ist für die Gemeinde entscheidend. Nur so kann genügend Wasserstoff in der Region bereitgestellt werden. Die Pipeline soll dabei zum

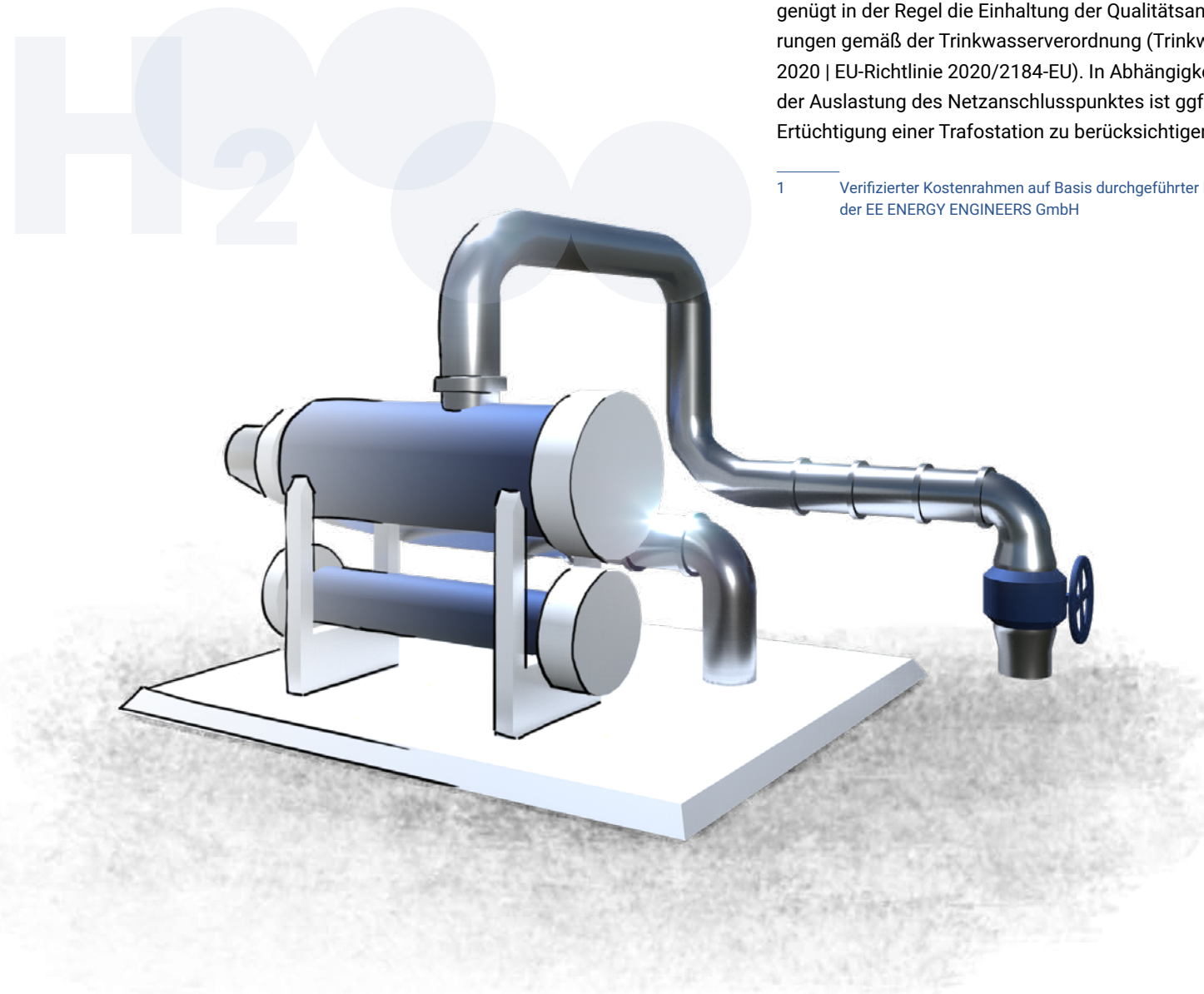
Teil neu gebaut, zum Teil umgestellt werden. Die Umstellung der aktuellen Erdgasleitung zur Wasserstoffleitung für den Leitungsabschnitt in die Gemeinde Perl erfolgt jedoch nur unter der Voraussetzung, dass ein H<sub>2</sub>-Erzeuger oder -Verbraucher in der Gemeinde Perl gegeben und an die H<sub>2</sub>-Pipeline angeschlossen ist. Darüber hinaus verfügt die Gemeinde Perl über ein gut ausgebautes Gasverteilnetz, welches perspektivisch auf Wasserstoff umgestellt werden kann. Es findet derzeit eine Überprüfung bestehender Rohrleitungen bzgl. der H<sub>2</sub>-Readiness statt.

### Regionale Herausforderungen

- Die Nutzung der präferierten Flächen des Elektrolyse-Standortes in Perl-Besch hängt von Genehmigungsverfahren ab.
- Aufbau von ausreichend Wasserstoffnachfrage bzw. -angebot in der Gemeinde Perl, damit es zur Umwidmung der bestehenden Erdgasleitung und der Verlängerung der mosaHYc-Pipeline bis nach Perl kommt.
- Förderzusagen erfolgen oft verspätet, um eine zügige Umsetzung in die Wege zu leiten (hier vor allem IPCEI-Projekt der Creos).

### Lösungsansätze

- Um die Beschleunigung der Genehmigungsverfahren zu forcieren, müssten Wasserstoffprojekte ebenfalls als Projekte „überragenden öffentlichen Interesses“ eingestuft werden.
- Kommunikation des mosaHYc-Projektes bspw. über das HyStarter-Projekt.
- Potenzielle Pipeline-Nutzer sollten sich nach Möglichkeit zusammenschließen, koordinieren und im Konsortium einen Anschlussbedarf der Region an die Pipeline aufzeigen.
- Verbindliche und rechtzeitige Förderzusagen müssen gewährleistet werden.
- Wasserstoff sollte keine verschärften Unbundlungsregeln für Netzbetreiber unterliegen, so dass Wasserstoff eine weitere Sparte für bestehende Netzbetreiber wird.



### Techniekonzept und Umsetzungsstrategie

Elektrolyseanlagen mit einer Leistung zwischen 250 kW und 10 MW werden in der Praxis in einer Containerbauweise zur Verfügung gestellt, sodass die eigentliche Installation einfach zu realisieren ist. Größere Anlagen werden freistehend errichtet. Technologiebedingt sind AEL-Elektrolyseure tendenziell von den Anschaffungskosten günstiger als PEM-Elektrolyseure. Abhängig von der Technologie und der installierten Leistung liegen für größere Anlagen die spezifischen Kosten zwischen 1.500 und 2.500 € pro kW<sup>1</sup>. Dies inkludiert die Kosten für Beratung, Installation, Netz- und Wasseranschluss sowie die benötigte Peripherie. Dabei müssen der Wasser- und der Netzanschluss sowie regulatorische Rahmenbedingungen, Netzentgelte und weitere Aspekte berücksichtigt werden. Stromhauptabnehmer ist der Elektrolyseur, gefolgt von dem leistungsintensiven Verdichter (sofern nötig, abhängig von der folgenden Logistik des H<sub>2</sub>). Bei dem Wasseranschluss genügt in der Regel die Einhaltung der Qualitätsanforderungen gemäß der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2020 | EU-Richtlinie 2020/2184-EU). In Abhängigkeit von der Auslastung des Netzanschlusspunktes ist ggf. die Ertüchtigung einer Trafostation zu berücksichtigen.

<sup>1</sup> Verifizierter Kostenrahmen auf Basis durchgeführter Projekte der EE ENERGY ENGINEERS GmbH

Je nach Anwendungsgebiet kann der Wasserstoff direkt nach der Produktion aus der Elektrolyseanlage verwendet werden oder muss aufgereinigt werden. Die Wasserstoffqualität beträgt nach der Elektrolyse 99,9% (3.0) und kann bspw. direkt in Verbrennungsmotoren (z. B. in üblichen BHKW oder in Fahrzeuge mit Verbrennungsantrieb) oder als Prozessgas für die Industrie genutzt werden. Für Brennstoffzellenanwendungen ist hingegen oft eine Reinheit von 99,999% (5.0) erforderlich, wobei manche Fahrzeughersteller mittlerweile nur noch die Qualität 3.7 einfordern. Um diese Qualität zu erreichen, wird zusätzlich eine Trocknungsanlage benötigt, um den verbleibenden Wasserdampfanteil im Wasserstoff zu entfernen. In der Regel wird diese der Elektrolyseanlage nachgeschaltet. Sofern der Wasserstoff in Bündelflaschen abgefüllt werden soll, bedarf es ebenfalls einer Trocknungsanlage, da die Druckluftflaschen aufgrund von möglicher Korrosion keine Feuchtigkeit vertragen. Gleiches gilt auch für die Speicherung in Stahltanks sowie für Kompressoren.

Für den Anschluss an das Pipelinenetz wird eine Gas-Einspeisestation benötigt. Je nach Hersteller und Elektrolyseurausgangsdruck kann auf einen Kompressor verzichtet werden. Darüber hinaus muss der Elektrolyseur mit der Gas-Einspeisestation per Pipeline verbunden werden. Bei der Umsetzungsdauer einer neu zu errichtenden Pipeline entfällt der dominierende Anteil auf die verschiedenen Genehmigungsverfahren. Hier sind mehrere Jahre einzukalkulieren, je nach Verlegungsstrecke und örtlicher Genehmigungsbehörde kann die Dauer deutlich geringer ausfallen. Für die Umwidmung bestehender Erdgas-Pipelines auf Wasserstoff ist mit ca. drei Jahren zu planen. Die Kosten pro Kilometer Pipeline liegen je nach örtlichen Gegebenheiten (Bebauungsgrad, Tiefbau, Genehmigungsaufwand etc.) zwischen 150 TEUR und 1.000 TEUR<sup>1</sup>. Laut einer Auswertung des Forschungszentrums Jülich<sup>2</sup> betragen die durchschnittlichen Errichtungskosten einer Pipeline 352 TEUR pro Kilometer, ohne Verdichter-, Einspeise- oder Entnahmestation.

<sup>2</sup> FZJ; Comparative Analysis of Infrastructures: Hydrogen Fueling and Electric Charging of Vehicles

## Bau und Betrieb eines Elektrolyseurs in Perl-Besch

Lhyfe plant den Bau und Betrieb eines 10 MW-Elektrolyseurs in Perl-Besch, der bis zu 4000 kg H<sub>2</sub> pro Tag produzieren kann. Je nach Nachfrage und Abnehmer kann das Projekt auch mehrere 10 MW groß werden. Der produzierte grüne Wasserstoff kann per Tube-Trailer vertrieben oder in die angrenzende mosaHYc-Pipeline eingespeist werden. Dank der unterschiedlichen Transportmöglichkeiten von Wasserstoff kann eine Vielzahl von Kunden erreicht werden, womit unterschiedliche Wasserstoffanwendungen in der Gemeinde Perl versorgt werden können. Neben Gasnetzbetreiber zählen die Industrie, Spedition und der ÖPNV zu möglichen Abnehmern des Wasserstoffs. Über die Einspeisung in die mosaHYc-Pipeline kann zusätzlich produzierter Wasserstoff auch überregional zur Verfügung gestellt und vertrieben werden.

### Projektpartner

**Lhyfe GmbH**  
 Pascal Louvet (pascal.louvet@lhyfe.com)  
 Erftstraße 15-17, 50672 Köln



Abbildung 10: Möglicher Elektrolyse-Standort der Firma Lhyfe  
 Quelle: Gemeinde Perl

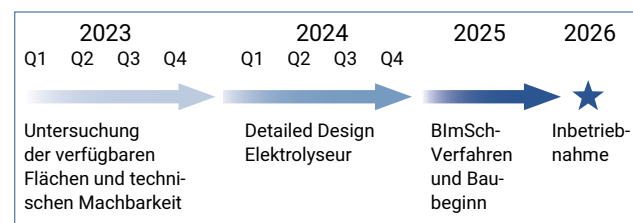
### Vorgehensweise

Derzeit findet eine Machbarkeitsstudie zur Wasserstoffproduktion auf den ausgewählten Flächen in Perl-Besch statt. Dies äußert sich in unterschiedliche Untersuchungen bzgl. Anbindung, Versorgung oder Infrastruktur sowie in eine umfassende Kapazitäts-, Kunden- und Marktanalyse.

Zur Umsetzung des Projektes wird sich mit möglichen Projektpartnern aus den Bereich erneuerbare Energien, Gasverteilnetz, Mobilität und Industrie zusammengetan. Dabei werden mögliche Synergien zwischen unterschiedlichen Projektansätzen erarbeitet.

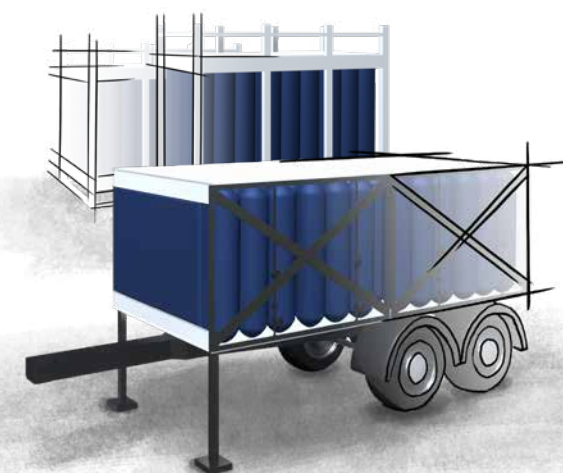
### Zeitplanung

In 2023 finden Machbarkeitsstudien zu verfügbaren Flächen statt um für erfolgsversprechende Flächen 2024 ein detailliertes Design für den Elektrolyse-Standort zu entwickeln. In 2025 folgt das BlmSch-Verfahren sowie der Bau des Elektrolyseurs mit dem Ziel in 2026 mit der Wasserstoffproduktion starten zu können.



### Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **PV-Freiflächenanlage VSE:** Abnahme von EE-Strom zur Erzeugung von grünem Wasserstoff
- **Windenergie WEAG:** Abnahme von EE-Strom zur Erzeugung von grünem Wasserstoff
- **mosaHYc Creos:** Einspeisung von Wasserstoff in die mosaHYc-Pipeline
- **Futtermittelherstellung De Verband:** Bereitstellung von Wasserstoff zur Erstellung von Dampf für die Getreidetrocknung
- **Kläranlage EVS:** Bereitstellung von Sauerstoff für den Klärprozess
- **Logistikzentrum Fixemer:** Bereitstellung von Wasserstoff LKWs und Flurförderfahrzeuge
- **Fuhrparkstandort Voyages Emile Weber:** Bereitstellung von Wasserstoff für Busse
- **ÖPNV Landkreis Merzig-Wadern:** Bereitstellung von Wasserstoff für den ÖPNV
- **Gasverteilnetz energis-Netzgesellschaft:** Bereitstellung von Wasserstoff für die Einspeisung im Gasverteilnetz
- **Quartier Katzenrech IEP u. Fixemer:** Bereitstellung von Wasserstoff für die Versorgung eines Wohnquartiers





## Das Pipelineprojekt „mosaHYc“

mosaHYc (moselle-saar-Hydrogen-conversion) ist ein grenzüberschreitendes Projektvorhaben der Netzbetreiber Creos Deutschland Wasserstoff GmbH und GRTgaz (Frankreich) in der Drei-Länder-Region Saarland (Deutschland) und im Gebiet Lothringens in Frankreich und Luxemburg.

Hier soll ein 100 Kilometer langes Wasserstoff-Netz entstehen. Diese Infrastruktur verbindet Wasserstoffabnehmer und -produzenten, die sich in der Region perfekt ergänzen. So kann sich eine nachhaltige Wasserstoff-Wirtschaft in der Großregion entwickeln.

In dem insgesamt 100 km langen Gasleitungsnetz zwischen Völklingen und Perl im Saarland sowie zwischen Bouzonville und Carling im Département Moselle werden 70 km von Erdgas auf Wasserstoff umgestellt. Rund 30 Kilometer werden als Wasserstoffleitung hinzugebaut. In 2030 werden mehr als 50.000 t Wasserstoff pro Jahr transportiert. Damit könnten 350.000 Autos mit Wasserstoff ein Jahr betankt werden. Das Investitionsvolumen in Deutschland beträgt ca. 85 Mio. €. Längerfristig ebnet das Projekt den Weg, um die Entwicklung eines interregionalen Marktes für Wasserstoff zu beschleunigen.

Durch die Errichtung des mosaHYc-Leitungsnetzes sollen in der Region erste Wasserstoffproduktionskapazitäten

### Projektpartner

**Creos Deutschland Wasserstoff GmbH**



Norman Blaß

(Norman.Blass@creos-net.de)

Santino Schneider

(Santino.Schneider@creos-net.de)

Am Zunderbaum 9, 66424 Homburg

aufgebaut und erste industrielle Prozesse in der regionalen Stahlindustrie auf Wasserstoff umgestellt werden, hin zu einer vollständigen und funktionierenden Wasserstoffwirtschaft entlang der kompletten Wertschöpfungskette. Durch den Einsatz von Wasserstoff können in der Stahlindustrie erhebliche CO<sub>2</sub>-Einsparungen erzielt werden. Zudem wird das mosaHYc Leitungsnetz Produzenten und Verbrauchern einen offenen, diskriminierungsfreien Netzzugang bieten – damit der Nukleus für das H<sub>2</sub>-Netz der Region sein – und auch jenseits des bestehenden Projektumfanges ausbaufähig sein. Dadurch besteht für weitere Netznutzer die Möglichkeit, sich an die Infrastruktur anzuschließen und so der regionalen Wasserstoffwirtschaft zusätzliche Wachstumsimpulse zu geben. Für viele Unternehmen kann hier der durch das mosaHYc-Leitungsnetz verfügbar gemachte Wasserstoff der Schlüssel für eine CO<sub>2</sub>-freie Produktion sein.

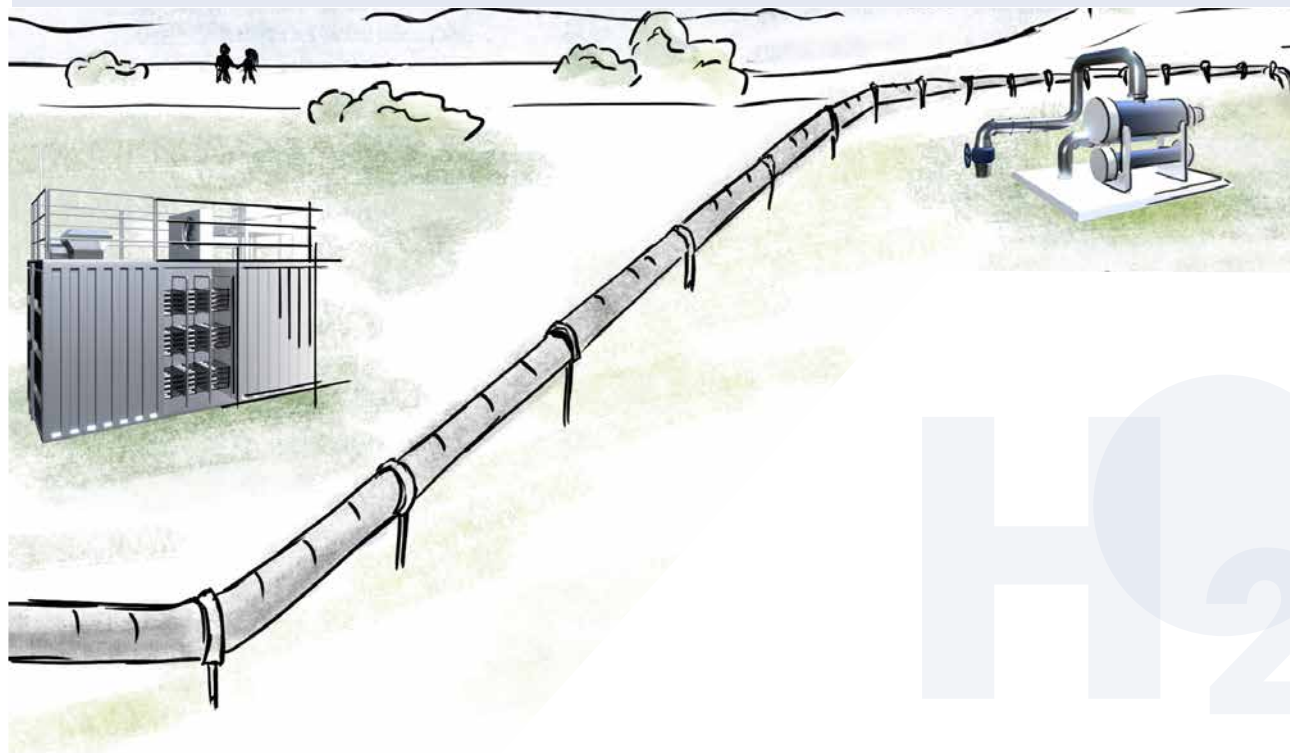


Abbildung 11: Übersicht über den geplanten mosaHYc-Pipelinebau  
Quelle: Creos Deutschland GmbH

### Vorgehensweise

Die Voraussetzungen für eine Umstellung der aktuellen Erdgasleitung von Bouzonville (Frankreich) nach Perl auf den Transport von Wasserstoff sind gegeben. Sobald eine ausreichende Nachfrage an einem Anschluss von Perl an das Wasserstoffnetz mosaHYc besteht, wird die Creos gemeinsam mit ihrem Projektpartner – der GRTgaz – die Umstellung der aktuellen Erdgasleitung auf Wasserstoff vorantreiben.

Der technische Teil des mosaHYc-Projekts wurde auf der deutschen Seite mit der Genehmigung des vorzeitigen Maßnahmenbeginns für das mosaHYc-Projekt am 01.10.2022 durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) der Bundesrepublik Deutschland begonnen. Zu den Fortschritten gehören die ersten

technischen Studien, die Flächennutzungsplanung, die Umweltverträglichkeitsstudien für einen der Leitungsabschnitt „Bouzonville-Dillingen“ sowie weitere technische Untersuchungen für die Umnutzung des Abschnitts „Fürstenhausen-Carling“.

Nächste Schritte: Nach Abschluss der Planungen und Studien und Erhalt der notwendigen Genehmigungen, wird das Ausschreibungsverfahren gestartet, um im Anschluss mit der Errichtung sowie der Umstellung der Leitungsabschnitte beginnen zu können. Ziel ist die Inbetriebnahme des grenzüberschreitenden mosaHYc-Netzes in 2027. Der Zugang zu diesem Netz der öffentlichen Versorgung ist für alle Marktteilnehmer offen.

## Zeitplanung

Aktuell befindet sich das Projekt in der Planungsphase. Eine fortgeschrittene Planungsphase und die finale Investitionsentscheidung nach Erhalt des Förderbescheids sind für Ende 2023 geplant, eine Inbetriebnahme des Netzes in 2027.

## Kooperationsbedarf und Verantwortlichkeiten

mosaHYc wurde von der Europäischen Kommission als IPCEI-Projekt pränotifiziert. Die Investition und der Aufwand für ein derartiges Projekt sind erheblich und können nicht ohne externe Förderung erfolgen. Für den zügigen Start und die ambitionierte Umsetzung bis 2027 müssen die verbindlichen Förderzusagen jetzt erfolgen.

Als Netzbetreiberin ist die Creos in einer dienenden Rolle und kommt dem Bedarf ihrer Kunden nach. Erst wenn bedeutende Ankerkunden einen Wasserstoffbedarf verbindlich formulieren, wird die Creos mit dem Bau eines Wasserstoffnetzes beginnen können. Die saarländische Stahlindustrie ist für die Creos ein solcher bedeutender Ankerkunde. Deshalb braucht nicht nur die Creos, sondern auch die saarländische Stahlindustrie für ihre Förderung klare Rahmenbedingungen, in denen Investitions- und Betriebskosten gleichermaßen berücksichtigt sind – zeitgleich zur Förderung der Creos.

Die Gasnetzbetreiber verfügen über das Personal und Wissen zum Aufbau und sicheren Betrieb von Wasserstoff- und Gasnetzen. Der aktuelle Fachkräftemangel macht es auch auf längere Sicht schlichtweg unmöglich, eine Parallelstruktur für Gas und Wasserstoff mit jeweils eigenem Personal zu unterhalten.

Die Creos kennt ihr Netz, ihre Kunden, ihre Region. Sie kann Bedarfe ermitteln und ihre Infrastruktur sukzessive

so umstellen, dass die Versorgung mit energiereichen Gasen, sei es nun Erdgas, Biomethan oder Wasserstoff, auch während der Transformation gesichert ist. Diese Energieträger müssen gemeinsam gedacht werden. Sowohl auf europäischer als auch auf nationaler Ebene müssen gesetzliche Regelungen festgelegt werden, die es Unternehmen ermöglichen, Gas- und Wasserstoffnetze zu betreiben. Deshalb darf es keine strengen Entflechtungsvorgaben für Wasserstoff geben. Anstatt einer gesellschaftsrechtlichen sollte allein eine buchhalterische Entflechtung in Erwägung gezogen werden.

Die Aufgabe der Creos liegt heute in der Verteilung von Erdgas im Saarland und in Teilen von Rheinland-Pfalz. Diese Rolle wird die Creos auch für den Energieträger Wasserstoff einnehmen.

## Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **Elektrolyse Lhyfe:** Abnahme von Wasserstoff aus dem Elektrolyse-Prozess
- **Futtermittelherstellung De Verband:** Bereitstellung von Wasserstoff zur Erstellung von Dampf für die Getreidetrocknung
- **Logistikzentrum Fixemer:** Bereitstellung von Wasserstoff LKWs und Flurförderfahrzeuge
- **Fuhrparkstandort Voyages Emile Weber:** Bereitstellung von Wasserstoff für Busse
- **ÖPNV Landkreis Merzig-Wadern:** Bereitstellung von Wasserstoff für den ÖPNV
- **Gasverteilnetz energis-Netzgesellschaft:** Bereitstellung von Wasserstoff für die Einspeisung im Gasverteilnetz
- **Quartier Katzenrech IEG u. Fixemer:** Bereitstellung von Wasserstoff für die Versorgung eines Wohnquartiers

## WASSERSTOFFANWENDUNGEN IN DER INDUSTRIE

In der Gemeinde Perl sind wenig Industrieunternehmen angesiedelt, womit die Wasserstoffanwendung in diesen Sektor eher eine Nebenrolle einnimmt. Allerdings konnte in unmittelbarer Nähe der mosaHYc-Pipeline und des möglichen Elektrolyse-Standortes mit einem Futtermittelhersteller ein Industrieunternehmen identifiziert werden, welches die Dekarbonisierung der Prozesse in Angriff nehmen möchte. In industriellen Prozessen kann Wasser-

stoff dabei vor allem als Substitut für Erdgas eingesetzt werden. Dies betrifft vor allem Prozesse, die nicht elektrifizierbar sind oder bei denen der Energieeinsatz so hoch ist, dass die elektrische Leistung nicht vorgehalten werden kann. Zudem besteht die Möglichkeit den bei der Elektrolyse anfallenden Sauerstoff und die Wärme in der nebenstehenden Kläranlage einzusetzen.

### Regionale Herausforderungen

- Die Wirtschaftlichkeit der Investition ist abhängig von Investitionskosten, Förderungen und Zahlungsbereitschaft. Die Kosten und Zahlungsbereitschaft für grünen Wasserstoff sind jedoch noch nicht geklärt.
- Die Speicherung des Wasserstoffes konkurriert kostenmäßig mit Batteriespeichersystemen und der Stromeinspeisung ins öffentliche Netz durch Direktvermarktung.
- Eine sichere und langfristige Wasserstoffversorgung muss gewährleistet sein.
- Die Umstellung und Etablierung einer Wasserstoffinfrastruktur hängt von langwierigen und kostspieligen Genehmigungsverfahren ab.

### Lösungsansätze

- Die Anbindung an der mosaHYc-Pipeline sowie die Wasserstoffbereitstellung über einen örtlichen Elektrolyseur könnten sichere Rahmenbedingung zur Umstellung von Industrieprozesse bereithalten sowie Wasserstoffpreise begünstigen.
- Zukünftige Genehmigungsverfahren sollten mit möglichst geringem Personal- und Zeitaufwand durchführbar sein.

### Externer Unterstützungsbedarf

Die Industrie muss in der Wasserstoffthematik mehr Beachtung finden. Es braucht insbesondere Fördermittel zur Unterstützung. Im Bereich der Fördermittelberatung ist es wichtig zu wissen, über welche Fördermittel Projekte idealerweise unterstützt werden können.

Es besteht externer Unterstützungsbedarf in der Technologieverfügbarkeit, da die ansässige Industrie derzeit keine Möglichkeit hat, die Getreidetrocknung auf Wasserstoff umzustellen. Aus Herstellersicht bestehen zur Dampferzeugung aus Wasserstoff derzeit lediglich erste Pilotprojekte, welche jedoch noch weit vom effizienten Einsatz in der Praxis entfernt sind.

### Technologiekonzept und Umsetzungsstrategie

Energieintensive industrielle Prozesse gehören zu den Hauptverbrauchern von Erdgas. Langfristig wird es erforderlich sein, diese durch Umstellung auf nachhaltige Brennstoffe zu dekarbonisieren. Das stellt Unternehmen aus verschiedenen Branchen sowohl vor wirtschaftliche als auch technische Herausforderungen. Die Wirtschaftlichkeit muss für jedes Einzelsysteme individuell untersucht werden.

Des Weiteren führt die Zumischung von Wasserstoff zum Erdgas zu einer Veränderung der Brenngaseigenschaften und somit zu Änderungen wichtiger Prozessparameter, wie Heizwert und Temperatur (-spitzen). Letztere haben einen Einfluss auf die Bildung von Stickoxiden, welche eine entsprechende Nachbehandlung des Abgases erfordern. Die dafür erforderlichen Einrichtungen sind zur Einhaltung der Grenzwerte nach der technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) in der Regel bereits vorhanden. Nach diversen Studien ist eine Zumischung bei konventionellen Brennern bis zu 30 Vol.-% technisch unproblematisch. Eine entsprechende Bestätigung sollte jedoch vom jeweiligen Brennerhersteller eingeholt werden. Zudem gilt es zu prüfen, ob der Eintrag von Wasserstoff bzw. Wasserdampf Auswirkungen auf die Produktqualität hat.





## Einsatz von Wasserstoff in der Futtermittelherstellung

### Projektpartner

Pro Agri GmbH („DE VERBAND“)

Martin Miesel (m.miesel@de-verband.com)

3, Rue François Krack, L-7737 Colmar-Berg



Abbildung 12: Futtermittelwerk Perl-Besch  
Quelle: Gemeinde Perl

De Verband benötigt in der Futtermittelherstellung durchschnittliche 230.000 kWh Erdgas pro Monat. Dieser wird für die Erstellung von Dampf in der Getreidetrocknung eingesetzt. Langfristig möchte De Verband die Produktionsprozesse vollständig dekarbonisieren und setzt dabei auch auf den Einsatz von Wasserstoff.

### Vorgehensweise

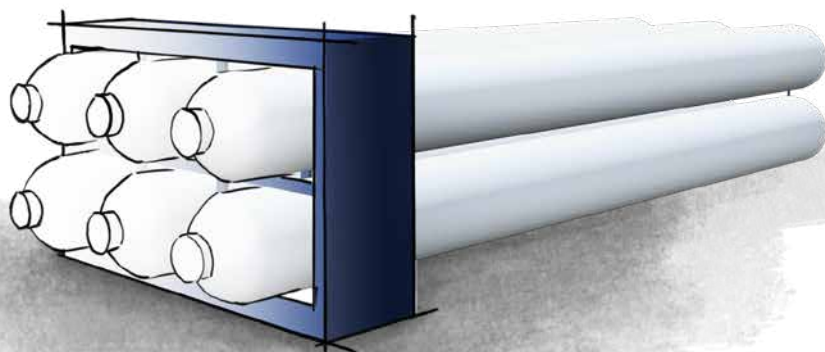
Derzeit besteht auf der technischen Ebene noch keine praxistaugliche Möglichkeit, die Dampferzeugung durch den Einsatz von Wasserstoff zu leisten. Durch die unmittelbare Nähe des Betriebsgeländes zum Elektrolyseur des Unternehmens Lhyfe und zum Zugang zur mosaHYc-Pipeline in Perl-Besch bleibt der Einsatz von Wasserstoff im Produktionsprozess aber nach wie vor ein interessanter Ansatz zur Dekarbonisierung der Produktionsabläufe, weshalb sowohl die technische als auch die lokalen Entwicklungen im Auge behalten werden.

### Zeitplanung

De Verband wird den Markt weiterhin beobachten und bei bestehender Möglichkeit des Einsatzes von Wasserstoff im Futtermittelrocknungsprozess ggf. Machbarkeitsstudien zur Umstellung auf Wasserstoff durchführen. Dabei sollen die Produktionsprozesse zur Futtermittelherstellung zwischen 2027 und 2029 auf Wasserstoff umgestellt werden.

### Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **Elektrolyse Lhyfe:** Abnahme von Wasserstoff aus dem Elektrolyse-Prozess
- **mosaHYc Creos:** Abnahme von Wasserstoff aus der Pipeline



## MOBILITÄT

Die von Perl aus nächstgelegenen Wasserstofftankstellen befinden sich in Saarbrücken (Entfernung ca. 65 km) bzw. in Koblenz (Entfernung ca. 179 km). Auf dem Gebiet des Großherzogtums Luxemburg befindet sich keine Wasserstofftankstelle in Betrieb. Die Errichtung und der Betrieb einer Wasserstofftankstelle im Bereich der AS Perl bzw. AS Perl-Borg würde eine signifikante Erweiterung der Infrastruktur zur Betankung von Brennstoffzellenfahrzeugen bedeuten. In diesem Zusammenhang ist besonders

hervorzuheben, dass die hohe Kaufkraft der Einwohner des Großherzogtums Luxemburg zur Beschaffung von Brennstoffzellenfahrzeugen führen würde, sofern eine Betankung unmittelbar an der Grenze des Großherzogtums Luxemburg möglich wäre. Aufgrund steuerlicher Vorteile beim Benzin/Diesel findet derzeit ein Tanktourismus von Deutschland nach Luxemburg statt. Aufgrund des EE-Ausbaus und der Hyland-Initiative könnte sich das umkehren und die Kaufkraft somit regional gebunden werden.

### Regionale Herausforderungen

- Die Finanzierung für den Aufbau und Betrieb der von Tankstellen sowie die Abnahme an der Tankstelle muss gesichert sein, um eine Verlässlichkeit für potentielle Abnehmer und Betreiber zu gewährleisten.
- Die BZ-Fahrzeugverfügbarkeit stellt aktuell eine Herausforderung für potentielle Anschaffungsinitiativen dar.
- Die Wirtschaftlichkeit der Investitionen in Tankstellen und Fahrzeuge ist abhängig von Investitionskosten, Förderungen und Zahlungsbereitschaft. Die Kosten und Zahlungsbereitschaft für grünen Wasserstoff sind derzeit noch offen.
- Um den Einsatz von Wasserstoff für den Speditionsverkehr bewerten zu können, fehlen derzeit Informationen zu regulatorischen Rahmenbedingungen. Entscheidend für den Wasserstoffeinsatz im Speditionsverkehr ist bspw. die Fragestellung, welcher Besteuerung Wasserstoff als Kraftstoff unterliegen wird.
- Sowohl bei den Rahmenbedingungen als auch in der Fahrzeuganschaffung besteht derzeit noch große Unsicherheit.
- Der Bezug und die Anlieferung des Wasserstoffes müssen langfristig gesichert und zu einem annehmbaren Preis gewährleistet sein.
- Synchronisation grenzüberschreitender Bedarfe und Aktivitäten im Bereich Wasserstoff sowie der interregionalen Netzwerke.

### Lösungsansätze

- Es sollte eine gemeinsame Planung von Tankstellen-aufbau, Mobilitätsanwendungen mit Wasserstoff und regionaler Erzeugung von grünem Wasserstoff stattfinden, welche letztendlich auf eine möglichst hohe Wertschöpfung in der Region einzahlt. Dies setzt die stetige Kommunikation aller Teilnehmenden entlang der Wertschöpfungskette voraus.
- Auftraggeber für Mobilitätsleistungen müssen ihre Anforderungen klar innerhalb der Vertragsbedingungen definieren und entsprechend vergüten.
- Eine Bereitstellung von verschiedenen Fördertöpfen könnte zur Überwindung des Henne-Ei-Problems in der Wasserstoffmobilität beitragen.
- Eine Sicherheit über Kosten und Verfügbarkeit von Fahrzeugen seitens der Hersteller würde ebenfalls zur Lösung des Henne-Ei-Problems beitragen.
- Eine Abstimmung der Länder auf ministerieller Ebene bezüglich der Wasserstoffbedarfe im Mobilitätssektor und weiterer Aktivitäten, koordiniert durch die Wirtschaftsentwicklungsgesellschaften der jeweiligen Länder, Netzwerke der IHK Saar und IHK Pfalz und debelux AHK (Deutsch-Belgisch-Luxemburgische Handelskammer).
- Es bedarf einer umfassenden Fördermittelberatung sowie die generelle Bereitstellung von Fördertöpfen. Darüber hinaus ist die Kommunikation sowie die Präsentation von Best-Practice-Beispielen hilfreich.

Technologiekonzept und Umsetzungsstrategie

Im Schwerlastbereich liegt der Fokus aufgrund des geringeren Rohstoffbedarfs, des niedrigeren Speichergewichts, der längeren Reichweiten sowie der kürzeren Tankdauer eher auf BZ-Lkw statt auf batterieelektrischen Lkw. BZ-Lkw sind in Serienreife jedoch nur von wenigen Herstellern verfügbar, sodass mit langen Lieferzeiten gerechnet werden muss. Eine Erweiterung der Modellauswahl wurde bereits von einigen Herstellern angekündigt bzw. vorgestellt. BZ-Lkw werden überwiegend mit 350 bar betankt. Deutsche Lkw-Hersteller erwägen auch den Einsatz von Wasserstoffverbrennungsmotoren oder bei der Speicherung Flüssigwasserstoff anstelle von gasförmigem Wasserstoff. Letzteres erfordert spezielle Flüssigwasserstofftankstellen.

Im industriellen Einsatz bieten BZ-Gabelstapler eine sinnvolle Alternative zu Benzin- oder Dieselfahrzeugen. Während des Betriebs werden keine Schadstoffe freigesetzt, wodurch sie sich insb. für Lagerhallen und geschlossene Gebäude eignen. Darüber hinaus sinkt auch die Lärmbelastigung der Fahrzeuge deutlich. Im Schichtbetrieb eignen sie sich insb. aufgrund der kurzen Betankungszeiten. Im Vergleich zu batterieelektrischen Gabelstaplern

kann die Ladezeit und somit der Stillstand des Fahrzeugs vermieden oder auf eine platzintensive Batteriewechselstation verzichtet werden. Sofern die Fahrzeuge nicht im Schichtbetrieb eingesetzt werden, empfiehlt sich der Einsatz von batterieelektrischen Gabelstaplern aufgrund des höheren Wirkungsgrads und der günstigeren zu errichtenden Infrastruktur.

Im Pkw-Sektor sind bereits verschiedene Modelle in Serienproduktion verfügbar. Sie sind insb. für Langstrecken geeignet und können in nur wenigen Minuten betankt werden. Als Anwendungsfelder bieten sich insb. Außendienstverkehre sowie betriebliche oder Taxi-Flotten. BZ-Pkw werden mit 700 bar betankt, wobei auch die Betankung an einer 350 bar Zapfsäule möglich ist. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass der Tank mit einem geringeren Druck befüllt und die Reichweite entsprechend reduziert wird. In Deutschland wurden ca. 100 öffentliche Wasserstofftankstellen (HRS) für BZ-Pkw errichtet. Wegen der geringen Nachfrage nach BZ-Pkw wird sich der Fokus des weiteren Tankstellenausbaus auf Nutzfahrzeugtankstellen mit 350 bar, später auch 700 bar und ggf. Flüssigwasserstoff, verschieben. Pkw werden dort auch tanken können.



Grundsätzlich sind für die Standortwahl einer HRS folgende Attribute nach der folgenden Präferenz zu berücksichtigen:

1. Vernetzung und Bündelung von Akteuren an einem Standort zur Sicherung der Nachfrage
2. Grundstück bzgl. Flächenbedarf, Baugenehmigungen und Sicherheitsabstände zu Gebäuden
3. Zugang bzgl. Zufahrtsmöglichkeit der jeweiligen Fahrzeugklassen und ggf. öffentlicher Zugang
4. Wasserstoffverfügbarkeit (Onsite-Produktion, Nähe zu Produktionsstandorten, Pipelineanbindung, Redundanz der Anlieferung) zur Sicherung des Angebots

Eine Standortbewertung sollte die oben genannten Kriterien unter Berücksichtigung der Interessen der jeweiligen Betreiber sowie die Anforderungen der Nutzer beinhalten. Bei der Errichtung einer HRS, sofern sie nicht als eigene Betriebshoftankstelle errichtet wird, werden von einem HRS-Betreiber garantierte Abnahmemengen verlangt. Derzeit liegt die erforderliche Tagesmenge für eine Lkw-HRS bei 1,5 t H<sub>2</sub>. Auch die gängigen Förderprogramme erwarten zur Entscheidungsfindung eine gesicherte Wasserstoffabnahme, weshalb im Vorfeld entsprechende Nachfragepotenziale durch Absichtserklärungen / Letters of Intent (LOIs) mit allen potenziellen Abnehmern zu erfassen sind. Je nach Förderprogramm werden nur öffentliche HRS gefördert (u. a. NIP<sup>3</sup>), aber auch für Betriebshoftankstellen sind Fördergelder beziehbar (u. a. KSNI<sup>4</sup>).

Zur Gewährleistung eines stabilen Betriebs müssen weitere Aspekte mitberücksichtigt werden. Je nach Größe einer

3 <https://www.ptj.de/nip>  
 4 [https://www.balm.bund.de/DE/Foerderprogramme/KlimaschutzundMobilitaet/KSNI/Ksni\\_node.html](https://www.balm.bund.de/DE/Foerderprogramme/KlimaschutzundMobilitaet/KSNI/Ksni_node.html)

Tankstelle und der Verfügbarkeit weiterer Tankstellen in der näheren Umgebung wird ein zusätzlicher Verdichter als Backup empfohlen, es müssen daher in der Regel zwischen 150 und 300 kW elektrische Leistung zusätzlich vorgehalten werden.

HRS können grundsätzlich nachträglich erweitert werden, sofern die HRS ausgebaut oder um eine zweite Druckstufe erweitert werden soll. Sie sind jedoch nicht in allen Anlagenteilen modular ausbaufähig. Hochdruckspeichertanks (400/900 bar) - Kompressoren sowie Kühlaggregate müssen ggf. ersetzt werden. Der Wasserstoffvorratsspeicher (200/300 bar) sowie die Zapfsäule (350/700 bar) können i. d. R. modular erweitert werden. Bei der Speicherdimensionierung sollte der dreifache Tagesbedarf vorgesehen werden, sofern sie nicht per Pipeline angebunden wird. Weitere Informationen zu den Komponenten einer HRS sind dem Anhang zu entnehmen.

Bei dem Bau einer HRS müssen unterschiedliche Genehmigungsverfahren u. a. die Bundes-Immissionsschutzverordnung, Störfallrecht und Baugenehmigung durchlaufen werden, die abhängig sind von Schwellwerten bei der H<sub>2</sub>-Speicherung vor Ort: Ab 3 t greift die 4. BImSchV, ab 5 t die 12. BImSchV. Die BImSchV kommt unabhängig von der Speichermenge auch zur Anwendung, sobald Wasserstoff vor Ort produziert wird. Unter 3 t und ohne Produktion reicht ein Antrag nach Betriebssicherheitsverordnung. Zur Vermeidung von nachträglichen Genehmigungen empfiehlt es sich, direkt die final geplante Ausbaustufe genehmigen zu lassen. Neben diesen bundeseinheitlich geregelten Genehmigungen kommen z. T. landesspezifische und örtliche Richtlinien hinzu, die mit den lokalen Behörden abgestimmt werden müssen.





## Einsatz von Wasserstoff im Logistikzentrum

„Nachhaltigkeit in Bewegung - mit Wasserstoff im Logistikzentrum Perl-Borg“

Die Fixemer Real Estate plant in Perl-Borg ein neues Logistikzentrum, bestehend aus vier Hallen, welche sukzessive aufgebaut werden sollen. Jeder dieser Hallen werden perspektivisch 20 Lkw und 20 Flurförderfahrzeuge zugeordnet. Der Einsatz von Wasserstoff ist für den Antrieb der Fahrzeuge denkbar und soll weiter untersucht werden. Aufgrund des Neubaus der Hallen und der Vermeidung des Aufbaus paralleler Infrastrukturen soll dabei vom Wasserstoffeinsatz für alle Fahrzeuge ausgegangen werden.

Die Flurförderfahrzeuge können in einem Zweischichtbetrieb am Standort arbeiten. Das zulässige Gesamtgewicht der Lkw wird max. 16 t betragen und die Laufzeit der Fahrzeuge wird mit 300 bis 350 km/Tag abgeschätzt. Darüber hinaus wird auf jeder Halle eine PV-Anlage mit ca. 10.000m<sup>2</sup> installiert.

Mithilfe von Batterie- und Pufferspeichern wird überschüssige Solarenergie langfristig verfügbar gemacht. Durch die

### Projektpartner

**Fixemer Real Estate**

Joachim Fixemer (JFixemer@fixemer.com)

Auf dem Elm 2, 66706 Perl-Borg



Abbildung 13: Logistikzentrum Fixemer Logistics in Perl-Borg  
Quelle: Gemeinde Perl

Kombination von EE, effizienter Technologie und einer intelligenten Energiesteuerung soll das neue Logistikzentrum ESG-konform errichtet werden.

### Vorgehensweise

Der Einsatz von Wasserstoff am Logistikzentrum wird grundlegend mittels eines externen Dienstleisters untersucht. Hierzu wird innerhalb einer umfassenden Machbarkeitsstudie neben der technischen Machbarkeit eine Betrachtung der Wirtschaftlichkeit des Wasserstoff-Einsatzes untersucht. Falls die Anwendung von Wasserstoff am Logistikzentrum sinnvoll erscheint, wird der Bau der Hallen im Zeitraum 2024 bis 2026 mit entsprechender Ausstattung geplant.

Ein weiteres Kriterium innerhalb der Anschaffung von BZ-Lkw stellt der Bau einer Tankstelle in der Region dar. Eine Tankstelle könnten in Perl-Borg, in Nähe Autobahn mit entsprechenden Lkw-Stellflächen errichtet werden.



### Zeitplanung

2023 bis 2024 werden Machbarkeitsstudien zur Untersuchung des Einsatzes von Wasserstoff am Logistikzentrum durchgeführt. Der sukzessive Bau von vier Hallen des Logistikzentrums mit ggf. entsprechender Wasserstoffversorgung erfolgt 2024 bis 2026.

### Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

**Elektrolyse Lhyfe:** Abnahme von Wasserstoff aus dem Elektrolyseur



## Einsatz von Wasserstoff am Fuhrparkstandort

#empoweringMobility

In Perl-Besch wird ein Fuhrparkstandort der Voyages Emile Weber Gruppe entstehen, an welchem mittelfristig bis zu 60 Busse abgestellt werden können. Perspektivisch ist die Betankung der Fahrzeuge am Fuhrparkstandort interessant, wobei auch die Betankung mit Wasserstoff in Betracht gezogen wird. Die Umstellung der Flotte auf den Wasserstoffantrieb erfolgt dabei sukzessive. Der Wasserstoff kann über den naheliegenden Elektrolyseur von Lhyfe per Tubetrailer sowie perspektivisch über eine Rohrleitung von Lhyfe oder über eine Rohrleitung des mosaHYc-Wasserstoffnetzes bereitgestellt werden.

Die Fahrzeuge dieser Klasse legen im Jahr im Schnitt 90.000 km zurück bei einem derzeitigen Dieserverbrauch von ca. 29 Liter/100 km.

### Projektpartner:

**Voyages Emile Weber Groupe**

Charel Schmit (charel.schmit@vew.lu)

Jerome Steg (jerome.steg@wemobility.lu)

Z.A. Reckschleed, L-5411 Canach



Abbildung 14: Fuhrparkstandort Busunternehmen Weber-Nies in Perl-Besch; Quelle: Gemeinde Perl

### Vorgehensweise

In einem ersten Schritt werden die Kosten, die Kapazitätsunterschiede sowie das Investitionsvolumen für den Brennstoffzellen- sowie für den batterieelektrischen Antrieb untersucht und verglichen. In einem zweiten Schritt wird der Fuhrparkstandort auf eine mögliche Wasserstoffanwendung hin untersucht. Dazu wird einerseits das Wasserstoffangebot durch die mosaHYc-Pipeline sowie eines möglichen Elektrolyseurs durch Lhyfe betrachtet und andererseits die Möglichkeit der Errichtung einer privaten bzw. halb-öffentlichen Wasserstofftankstelle am Fuhrparkstandort überprüft.

### Zeitplan

2023 wird die Machbarkeit einer Wasserstoffversorgung geprüft. Zunächst soll als erster Schritt und temporäre Lösung eine mobile Tankstelle am Fuhrparkstandort entstehen, um 2025/2026 eine kleine Busflotte mit Wasserstoff zu betanken. 2027 soll dann das Genehmigungsverfahren für eine stationäre Tankstelle starten, welche 2029 in Betrieb genommen werden kann.

### Kooperationsbedarf und Verantwortlichkeiten

Voyages Emile Weber beteiligt sich an der Taskforce H<sub>2</sub> – Luxemburg sowie am deutschen Brennstoffzellenbus-Cluster und ist offen für weitere Kooperationen in Bereich des wasserstoffbetriebenen ÖPNV.

### Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **Elektrolyse Lhyfe:** Abnahme von Wasserstoff aus dem Elektrolyseur
- **mosaHYc-Pipeline:** Abnahme von Wasserstoff aus dem Wasserstoffnetz

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Machbarkeitsstudien, Planung Busflotte & Genehmigungsverfahren mobile HRS	Mobile Wasserstoffversorgung / Inbetriebnahme Tankanlage	Inbetriebnahme Busflotte, Betriebsaufnahme Linienbündel Merzig-Wadern	Genehmigungsverfahren stationäre HRS	Inbetriebnahme stationäre HRS, Rückbau mobile Lösung		

## Moselpark – ehemaliger Zollbahnhof „Energieautarker Gewerbehub Deutschland-Luxemburg“

### Projektpartner

**Bahnlogistik und Service GmbH**

Jörg Michael Fries (jmfries@bahnlog.com)

Am Gleisbahnhof 3, 66459 Kirkel

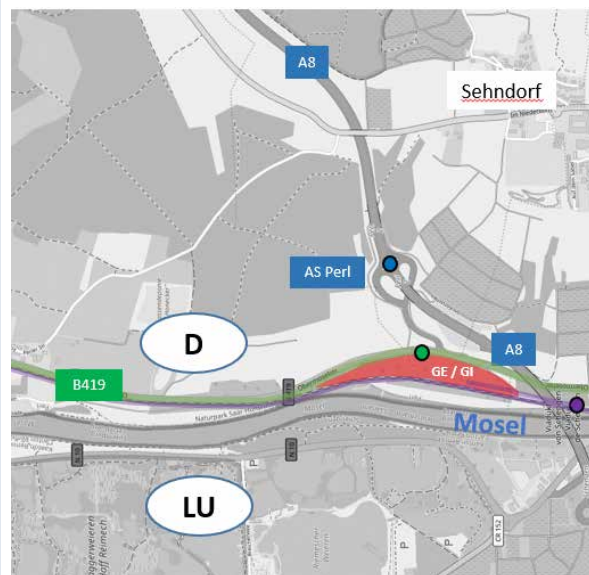


Abbildung 15: Energieautarker Gewerbehub der Bahnlog  
Quelle: Bahnlogistik und Service GmbH

In der Grenzregion Deutschland – Luxemburg – Frankreich besteht im wirtschaftlichen Verflechtungsbereich aufgrund des großen Arbitragegefälles im Immobiliensektor hohe Nachfrage nach nachhaltig ausgerichteten Gewerbestandorten.

Auf einem 8 ha großen Brownfield – ehemaliger Zollbahnhof und Natotanklager – mit Gleisanbindung sowie direkter Anbindung an die Autobahn A8 in Grenznähe zu Luxemburg soll ein energieautarker Gewerbehub entwickelt werden. Mittels Wasserstoffversorgung und in Kombination mit Photovoltaik soll ein Mobilitätshub für grenzüberschreitende Pkw- und Lkw-Logistik sowie ein bimodaler Umschlag Straße-Schiene mit H<sub>2</sub>-getriebener Bahnlogistik entstehen. Parallel dazu werden Gewerbeflächen für H<sub>2</sub>-affine Produktionslogistik bereitgestellt.

### Vorgehensweise

Die private Liegenschaft soll im Zuge einer Kooperationsvereinbarung zwischen Eigentümer / Investor, der Gemeinde Perl und ggf. Dritten wie den örtlichen und regionalen Versorgern entwickelt werden. Die Fläche ist derzeit eisenbahnrechtlich gewidmet. Zur Umsetzung der Projektziele ist die Baurechtschaffung – Erstellung eines Bebauungsplanes – erforderlich. Dazu soll ein städtebaulicher Vertrag gemäß § 11 BauGB zwischen Investor und Gemeinde abgeschlossen werden. Für die Baurechtschaffung ist die Gemeinde Perl verantwortlich, die eisenbahnrechtliche Rahmenbedingungen werden im Entwicklungsprozess vom Eigentümer/Investor gesteuert.

### Zeitplanung

Die Bedarfsanalyse und das Finetuning der Konzeptentwicklung des energieautarken Gewerbehubs soll bis Ende 2023 erfolgen. Eine Baurechtschaffung ist für August 2024 geplant.

### Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

**mosaHYc-Pipeline:** Abnahme von Wasserstoff aus der Pipeline



## WÄRME

In der Gemeinde Perl bestehen sowohl vorhandene Wärmestrukturen als auch Planungen für neuen Wohnraum, die zukünftig jeweils eine nachhaltige Wärmeversorgung benötigen. Als bestehende Wärmestruktur ist vor allem das vorhandene Gasverteilnetz in Perl zu nennen,

welches mit ca. 650 klassischen (Wärme/Heizgas-)kunden und vier Gewerbe- und Industriekunden insgesamt 40 km Rohrleitung umfasst. Mit dem Wohnquartier Katzenrech ist darüber hinaus ein Wohnbauprojekt mit ca. 300 neuen Wohneinheiten geplant.

### Regionale Herausforderungen

- Die Gestaltung der zukünftigen gesicherten Wärmeversorgung stellt im Wärmesektor der Gemeinde Perl eine entscheidende Herausforderung dar.
- Mögliche Netzengpässe im Stromnetz erschweren die Elektrifizierung des Wärmesektors vor allem für die Energieversorgung bestehender Gewerbebetriebe.

### Lösungsansätze

- Die Durchführung einer kommunalen Wärmeplanung könnte erste Antworten für die zukünftige Versorgung der Gemeinde bereithalten.
- Mögliche Engpässe im Stromnetz könnten durch den Einsatz von Wasserstoff im Wärmesektor vermieden werden.

### Externer Unterstützungsbedarf

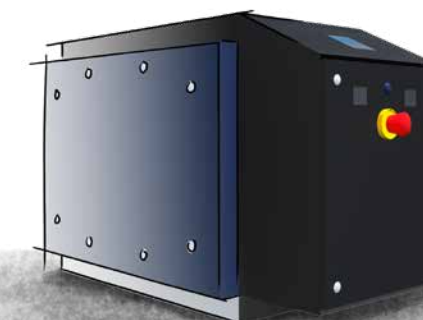
Es besteht vor allem Unterstützungsbedarf bei der Auswahl und Beschaffung von Technologien für die Wasserstoffnutzung im Wärmesektor, sowie bei der Integration dieser Technologien in die bestehende Infrastruktur.

Zudem ist die Bereitstellung von Plattformen und anderen Formaten zum Erfahrungsaustausch und Zusammenarbeit mit bestehenden Projekten und Experten bzgl. dem Wasserstoffeinsatz im Wärmesektor sinnvoll. Bewährte Verfahren und Erfolgsfaktoren könnten identifiziert und übertragen werden.

Weiterer Unterstützungsbedarf besteht bei der Einhaltung und Anpassung von Gesetzen und Vorschriften, die den Einsatz von Wasserstoff im Wärmesektor regeln, sowie bei der Beantragung von Fördermitteln und Genehmigungen.

### Technologiekonzept und Umsetzungsstrategie

Bei Quartierskonzepten sowie in abgelegenen Regionen ohne Netzanschluss kann die Wärmebereitstellung verbrennungsmotorisch im H<sub>2</sub>-BHKW, in einer Brennstoffzelle oder über die Abwärmenutzung des Elektrolyseurs erfolgen. Bei der Produktion von 1 kg H<sub>2</sub> entstehen 16 kWh Abwärme mit einem Temperaturniveau von 50-60 °C. Bei diesem Temperaturniveau muss der Elektrolyseur in der Nähe der Anwendungsstätte errichtet werden. Ggf. wird ein solches System von einem Gaskessel als Backup-System unterstützt. Ein Vorteil der verbrennungsmotorischen Nutzung ist, dass eine Wasserstoffqualität von 3.0 ausreichend und ein Mischgasbetrieb mit Erd- oder Biogas möglich ist, sodass die Versorgungsart sukzessive von Erd- oder Biogas auf Wasserstoff umgestellt werden kann. Brennstoffzellen hingegen sind effizienter sowie in der Regel auf ein bestimmtes Brenngas, wie etwa Wasserstoff ausgelegt und erfordern eine Qualität von 5.0. H<sub>2</sub>-BHKW eignen sich insbesondere für große Wärmebedarfe wie u. a. Gewerbe- und Industriegebieten.





## Umstellung des Gasverteilnetzes der Gemeinde Perl

„Wasserstoff über das bestehende Gasverteilnetz in der Wärmeversorgung einsetzen“

### Projektpartner

**energis-Netzgesellschaft mbH**



Roman Fixemer (roman.fixemer@energis-netzgesellschaft.de)  
Patrick Kerwer (patrick.kerwer@energis-netzgesellschaft.de)  
Raphael Klaus (raphael.klaus@energis-netzgesellschaft.de)  
Heinrich-Böcking-Straße 10-14, 66121 Saarbrücken

Die energis-Netzgesellschaft plant die Umstellung des Gasverteilnetzes in der Gemeinde Perl im Rahmen des Gasnetztransformationsplans (GTP). Der GTP wurde durch Projektteilnehmer des Projekts „H<sub>2</sub>vorOrt“ initiiert, welches drei konkrete Ziele verfolgt: Der Beitrag zur Klimaneutralität durch die Transformation des Gasverteilnetzes, der Einsatz von klimaneutralen Gasen in allen Sektoren und der Erhalt und der Ausbau der regionalen Wertschöpfung. Das Gasverteilnetz der Gemeinde Perl ist in den GTP integriert, welcher das Zielbild der Transformation der Gasinfrastruktur zur Klimaneutralität darstellt. Das Gasverteilnetz umfasst mit ca. 650 klassischen (Wärme/Heizgas-)Kunden und vier Gewerbe- und Industriekunden insgesamt 40 km Rohrleitung.

Im Saarland ist die mosaHYc-Pipeline als Teil des EU H<sub>2</sub>-Backbones geplant. Diese verbindet die H<sub>2</sub>-Produktion und den H<sub>2</sub>-Wärmebedarf im Gasverteilnetz Perl. Der aus der mosaHYc-Pipeline verfügbare Wasserstoff kann in das Verteilnetz eingespeist werden und zum entscheidenden Faktor der Dekarbonisierung des Wärmemarkts und zum Überleben der Gasverteilnetze werden! Aufgrund der 100%-H<sub>2</sub>-Leitung des Projektes „mosaHYc“ ist eine Wasserstoffbereitstellung für die Gemeinde Perl möglich. Die energis-Netzgesellschaft hat bereits eine Machbarkeitsstudie einschließlich Rohrnetzrechnung mit Wasserstoff zur Umstellung des Gasverteilnetzes auf Wasserstoff durchgeführt. Auf Basis derer wurde ein Betriebskonzept für die Beimischung von Wasserstoff in das Gasverteilnetz der Gemeinde Perl/Besch ausgearbeitet:

- Einspeisung von 10 Vol.-% Wasserstoff – zeitnah.
- Einspeisung von 20 Vol.-% Wasserstoff – zeitnah.
- Umwidmung des Gasverteilnetzes auf 100 % Wasserstoff – perspektivisch. (H<sub>2</sub>-Readiness der Gasinfrastruktur)

Somit können künftig die H<sub>2</sub>-Erzeugung in der Region (zentral über mosaHYc und dezentral über Elektrolyseure) mit der H<sub>2</sub>-Anwendung (Gewerbe, Haushalt, Tankstelle, usw.) vernetzt werden.

### Vorgehensweise

Zunächst werden die Gewerbe- und Heizgaskunden auf ihre H<sub>2</sub>-Eignung hin geprüft und ggf. erste Maßnahmen hinsichtlich der Umrüstung getroffen. Die Netzkomponenten werden bereits H<sub>2</sub>-ready gebaut oder auf H<sub>2</sub>-Readiness umgerüstet.

Aus der Machbarkeitsstudie haben sich vor allem folgende, konkrete Handlungsbedarfe ergeben:

1. Fehlende Daten beschaffen und prüfen
2. Netzberechnung und Kapazitätsberechnung der GDRMA durchführen
3. Kundenseitige Datenakquise und Eignungsprüfung
4. Netzkomponenten prüfen oder austauschen
5. Nur noch wasserstoffbeständige Bestandteile verbauen und Auslegung der Komponenten bereits heute für 100 % Wasserstoff
6. Austausch über Pilotprojekt bzw. zeitnahe Wasserstoffeinspeisung beginnen
7. Vorbereitung und Ausführung der Umstellung nach der DVGW G 221 „Leitfaden für die leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit wasserstoffhaltigen Gasen und Wasserstoff“

### Zeitplanung

Die Umstellung des Verteilnetzes hinsichtlich der H<sub>2</sub>-Readiness bis 2030 hängt vor allem auch von den politischen Rahmenbedingungen ab. Erst wenn diese gegeben sind, kann eine verbindliche Aussage zur Zeitplanung getroffen werden. Die technische Realisierbarkeit ist jedoch vorhanden.

### Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region

- **mosaHYc-Pipeline:** Bereitstellung von Wasserstoff für das Gasverteilnetz der Gemeinde Perl
- **Elektrolyse Lhyfe:** Abnahme von Wasserstoff aus dem Elektrolyseur
- **Quartier Katzenrech IEP u. Fixemer:** Bereitstellung von Wasserstoff für die Versorgung eines Wohnquartiers
- **Gemeinde Perl:** Versorgung einer Wasserstoff-Tankstelle über Gasverteilnetz

## Einsatz von Wasserstoff im Wohnquartier Katzenrech

„Nachhaltig, innovativ und zukunftsweisend: Leben im Klimaquartier Katzenrech“

Die Fixemer Real Estate hat die Bereitschaft bekundet, zusammen mit der Gemeinde Perl bzw. der IEP im Bereich „Katzenrech“ in Perl eine großflächige klimaneutrale Wohnbebauung zu entwickeln.

Als wesentliches Merkmal der Initiative besteht die Perspektive, für das ggf. neu entstehende Wohnquartier unter Nutzung der neuen und regenerativen Energieformen eine autarke Energieversorgung auf den Weg zu bringen. In diese könnte auch der Gebäudebestand im Bereich „Sabel“, insbesondere auch die Schwimm- und Sporthalle, das Schengen-Lyzeum und die Seniorengalerie „Moselpark“ Perl, eingebunden werden.

Teil der konzeptionellen Überlegungen zur Energieversorgung ist eine zukunftsfähige Nutzung der Wasserstofftechnik unter Inanspruchnahme der staatlichen Fördermöglichkeiten. Als Musterbeispiel einer ähnlichen Wohnbauentwicklung wurde auf das nahezu klimaneutrale Stadtquartier „Neue Weststadt“ in Esslingen am Neckar hingewiesen.

Herr Fixemer und das von ihm vertretene Unternehmen sowie die Gemeinde Perl und die IEP sind Eigentümer der überwiegenden Anzahl der Grundstücke in dem für die Bebauung in Frage kommenden Bereich. Dieser Bereich beträgt ca. 5 ha und könnte damit Wohnraum für ca. 300 Wohneinheiten bereithalten.

Der Bereich könnte, falls das Projekt zur Umsetzung kommen sollte, um weitere 8 ha in nördlicher Richtung erweitert werden.

### Zeitplanung

Die Zeitplanung des Projekts sieht eine baurechtliche Genehmigung für das Wohnquartier Katzenrech im Jahr 2027 vor. 2028 soll die Planung und Ausschreibung des H<sub>2</sub>-BHKW erfolgen, welches anschließend errichtet wird. Gleichzeitig beginnt die Bauphase des Wohnquartiers. 2030 sind erste Wohneinheiten bereits fertiggestellt und das H<sub>2</sub>-BHKW kann in Betrieb genommen werden. Damit beginnt zunächst die Testphase. Es sollen weitere Optimierungen an dem H<sub>2</sub>-BHKW vorgenommen und der Bauprozesses im Wohnquartier fortgesetzt werden.

### Projektpartner

**Fixemer Group c/o Fixemer Real Estate**

Joachim Fixemer (JFixemer@fixemer.com)  
Auf dem Elm 2, 66706 Perl-Borg



**Infrastrukturentwicklungsgesellschaft Perl mbH & Co. KG (IEP)**

Sonja Pauly (s.pauly@perl-mosel.de)  
Trierer Straße 28, 66706 Perl

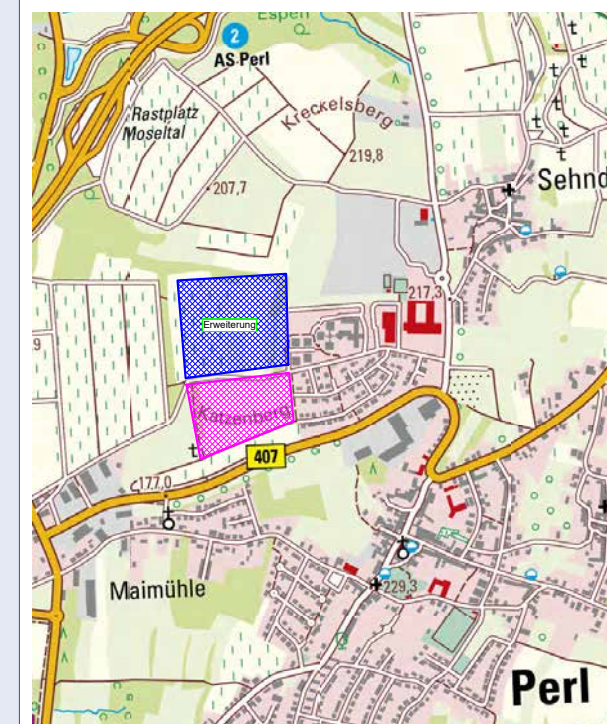
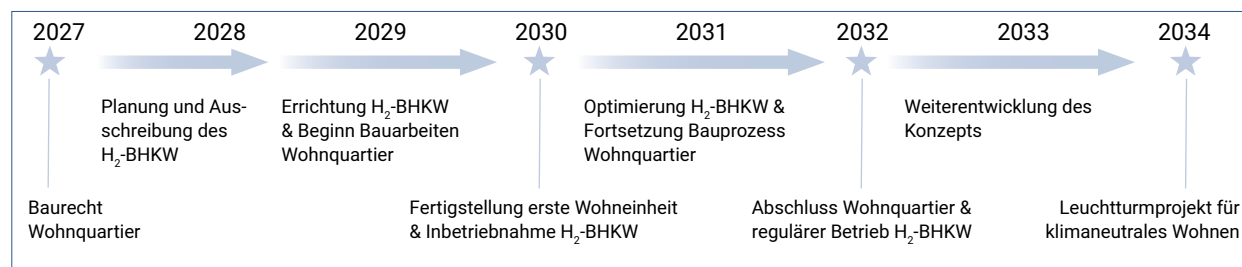


Abbildung 16: Geplantes Wohnquartier Katzenrech in Perl-Sabel  
Quelle: Gemeinde Perl

2032 ist mit dem Abschluss des Baus des Wohnquartiers Katzenrech zu rechnen. Auch die Testphase des H<sub>2</sub>-BHKW endet. Dieses wird regulär in Betrieb genommen. In den darauffolgenden zwei Jahren kann das Konzept weiterentwickelt werden. Beispielsweise ist ebenfalls eine Erweiterung des Wohnquartiers um 8 ha in nördlicher Richtung möglich. Bis 2034 wird sich das Wohnquartiers Katzenrech als Vorzeigeprojekt für klimaneutrales Wohnen und Wasserstofftechnologie in der Region entwickelt haben.



**Kooperationsbedarf und Verantwortlichkeiten**

Es besteht Kooperations- und Unterstützungsbedarf bei

- der Auswahl und Beschaffung von Technologien für die Wasserstoffnutzung.
- der Integration der Technologien in bestehende Infrastrukturen.
- der Einhaltung und Anpassung von Gesetzen und Vorschriften, die den Einsatz von Wasserstoff regeln.
- der Beantragung von Fördermitteln und Genehmigungen.
- der Planung und Gestaltung des Wohnquartiers sowie der Wasserstoffinfrastruktur, einschließlich der Integration von erneuerbaren Energien und energieeffizienten Gebäuden.

**Geplante Vernetzung mit anderen Aktivitäten in der Region**

- **Elektrolyse Lhyfe:** Abnahme von Wasserstoff aus dem Elektrolyseur
- **mosaHYc-Pipeline:** Abnahme von Wasserstoff aus der mosaHYc-Pipeline
- **Gasverteilnetz energis-Netzgesellschaft:** Abnahme von Wasserstoff aus dem Gasverteilnetz



**REGIONALES TECHNOLOGIEKONZEPT**

Das Technologiekonzept bezieht sich bei der Gestaltung auf die von den Akteuren eingereichten Projekte der HyStarter-Region Perl und ist separat zur Analyse des H2Scout zu betrachten. Unterschiede in den Zahlenangaben erklären sich dadurch, dass die Technologiekonzepte projektspezifisch sind, wohingegen sich der H2Scout auf die gesamte Region bezieht. Vorhandene sowie noch benötigte und sinnvolle Akteure für die technologische Umsetzung werden in den jeweiligen Technologiekapiteln aufgeführt.

Aufgrund der eingereichten Projektideen wurde das Konzept sowohl von der Wasserstoffherzeugung als auch der -anwendung aus erarbeitet. Diese umfasst u. a. die Brennstoffzellen-Mobilität sowie die Wärmeversorgung, die Bereitstellung von Prozesswärme zur Trocknung von Futtermitteln als auch die Anbindung an die mosaHYc-Pipeline. Anhand der ermittelten Gesamtbedarfe und dem Erzeugungspotential aus erneuerbaren Energien wurde, inklusive des Bedarfes für die Wärmeversorgung von Perl und Katzenrech von 68,4 t H<sub>2</sub>/a, ein Wasserstoffimportbedarf von ca. 141 t H<sub>2</sub>/a bis zu 805 t H<sub>2</sub>/a ermittelt.

Die einzelnen Projektideen entlang der Wasserstoffwertschöpfungskette, die Bedarfe sowie die jeweiligen Technologien sind im Technologiekonzept für Perl in der Abbildung 17 dargestellt. Im Folgenden werden die einzelnen Schritte der Wertschöpfungskette chronologisch von der Erzeugung über die Distribution bis zum Verbrauch behandelt.

In der HyStarter-Region Perl kann Wasserstoff regional produziert werden. Für die grüne Wasserstoffproduktion wurde die installierte Wind- und PV-Leistung der Gesamtregion betrachtet, um die max. regional produzierbare Wasserstoffmenge zu analysieren. Die hierfür betrachtete Leistung umfasst 27 MWP-Photovoltaik und 41,4 MWP-Windenergie.

Für die Erstellung des Technologiekonzepts wurden zwei unterschiedliche Elektrolyseursysteme für die jeweilige Erzeugungstechnologie für den Standort Perl-Besch konfiguriert. Für die Wasserstoffherzeugung aus Photo-

voltaik wurde der Elektrolyseur auf 1/3 und bei Wind auf 1/2 der installierten Erzeugungsleistung ausgelegt. Hierdurch lassen sich die Volllaststunden des Elektrolyseurs deutlich erhöhen, um u. a. eine Grundauslastung sicher zu stellen. Bei PV-Anlagen kann der Elektrolyseur im Durchschnitt 6 Volllaststunden pro Tag betrieben werden, obwohl PV-Anlagen täglich ca. 3,3 Volllaststunden Strom produzieren. Das liegt an der dreifach größeren Leistung der PV-Anlage, dadurch kann der Elektrolyseur auch bei diffuser Strahlung mit einem hohen Wirkungsgrad betrieben werden. Zur Realisierung der ersten Konfiguration liegt die Elektrolyseurleistung der Windkraftanlagen bei 20 MW und der PV-Anlagen bei 10 MW. Jährlich können mit diesen Systemen zwischen 398 t H<sub>2</sub>/a bis 1.062 t H<sub>2</sub>/a produziert werden. Grundsätzlich eignen sich, aufgrund ihrer Skalierbarkeit und Flexibilität, Polymer-Elektrolyt-Membran (PEM) sowie alkalische (AEL) Elektrolyseure für die Wasserstoffproduktion aus fluktuierenden Energieträgern.

Neben dem produzierten Wasserstoff wird zusätzlich Sauerstoff und Abwärme generiert. Das Temperaturniveau der Abwärme liegt zwischen 55° und 60° Celsius und kann als Grundlastabdeckung für verschiedene Anwendungen in unmittelbarer Umgebung des Elektrolyseurs genutzt werden. Bei der genannten Wasserstoffmenge stünden zwischen 3.185 t O<sub>2</sub>/a bis 8.495 t O<sub>2</sub>/a mit einer Reinheit von über 95% im Jahr zur Verfügung. Sauerstoff kann u. a. zur Ozonierung in Belebungsbecken von Kläranlagen oder nach einer zusätzlichen Aufreinigung für medizinischen Zwecken genutzt werden. Die Verwendung im Klärwerk ist eine attraktive Möglichkeit, da die Kläranlage fußläufig zum Elektrolyseurstandort ist, ggf. könnte auch ein Teil der Abwärme im Klärprozess Verwendung finden.

Zur Wasserstoffproduktion mittels Elektrolyse wird deionisiertes, vollentsalztes Wasser benötigt. Entsprechende Entsalzungsanlagen werden bei der Planung eines Elektrolyseurs berücksichtigt. Für die geplante Wasserstoffmenge in der Region bedarf es 5,2 Mio. bis 18,8 Mio. Liter Wasser.

Der primäre Wasserstoffeinsatz ist an zwei Standorten geplant. Dies sind zum einen der Futtermittelbetrieb sowie der ÖPNV-Betriebshof in der näheren Umgebung des Elektro-



lyseurs und zum anderen der Logistikbetrieb in Borg. Ein Teil des Wasserstoffes kann somit direkt vor Ort gespeichert und genutzt werden. Die Versorgung des Logistikbetriebes soll aufgrund der sukzessiven Erweiterung der Hallen vorerst per Trailer erfolgen. Diese Option besteht auch für den ÖPNV-Betreiber.

Eine weitere Besonderheit der Region ist die Nähe des Elektrolyseurstandortes zur mosaHYc-Pipeline, welche das Erzeugungsdefizit durch Wasserstoffimport ausgleichen kann. Zudem kann sie als Versorgungs-Backup und Zwischenspeicher für temporäre Überschüsse fungieren.

Im Mobilitätssektor liegt der Fokus auf Schwerlast- und Flurförderzeuge sowie Busse. Es sind zwei Wasserstofftankstellen (HRS) geplant. Eine soll in unmittelbarer Nähe zum Elektrolyseur beim ÖPNV-Betreiber Weber-Nies Besch sowie eine für den Logistikbetrieb Fixemer im 7 km entfernten Borg errichtet werden. Die Betriebshoftankstelle soll die Fuhrparks für vier zu errichtende Betriebshallen bedienen. Der Wasserstoffbedarf für die vorhandenen Mobilitätsanwendungen liegt in Perl bei 2,9 t pro Tag, wodurch der Standort gute technische, finanzielle, regulatorische sowie förderrelevante Voraussetzung bietet.

Langfristig ist auch die Wärmeversorgung von Perl sowie im speziellen des neu zu errichtenden Quartiers „Katzenrech“ mittels Wasserstoffs geplant. In Bestandgebäuden kann ggf. die Umrüstung der Gasthermen ausreichend sein, um Wasserstoff als Brenngas zu verwenden. Dies ist jedoch stark von der vorhandenen Infrastruktur abhängig. Für die Wärmemenge in der Region für Gewerbe und Heizwärme entsteht ein Wasserstoffbedarf von ca. 151,2 t H<sub>2</sub>/a,

sofern eine Nutzung der Abwärme des Elektrolyseurs nicht möglich ist.

Je nach Temperaturniveau und Gebäudeart eignet sich die Wärmeversorgung mit Strom über eine Wärmepumpe aufgrund des höheren Wirkungsgrads. Sofern das Temperaturniveau nicht ausreicht oder der Elektrolyseur sich an einem anderen Standort befindet, kann ein H<sub>2</sub>-BHKW oder ein stationäres wärmegeführtes BZ-System eingesetzt werden.

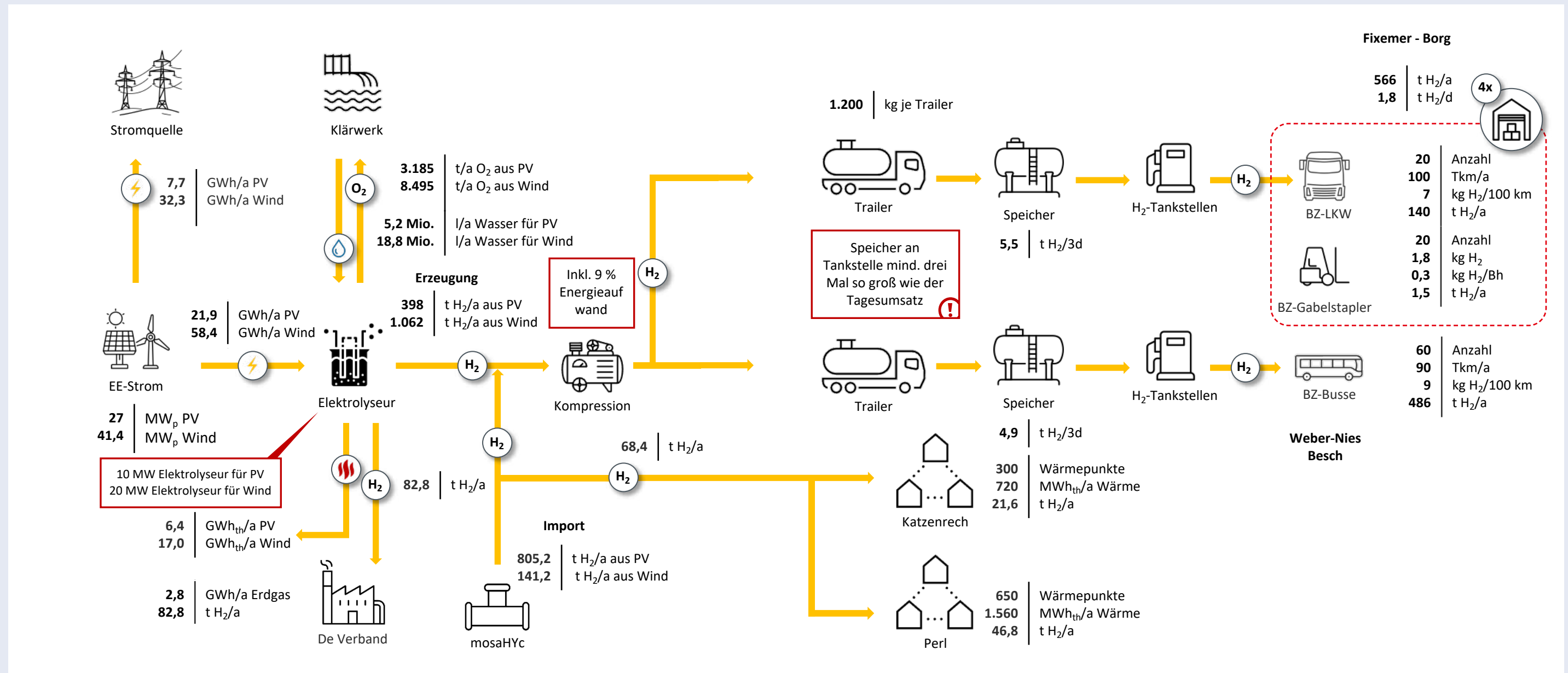


Abbildung 17: Technologiekonzept HyStarter Region Gemeinde Perl © BMDV / EE ENERGY ENGINEERS GmbH

## KOMMUNIKATION UND NETZWERKARBEIT

### Ergebnistransfer SH<sub>2</sub>AMROCK – IRELAND'S EMERALD HYDROGEN VALLEY

Europäisches Netzwerk im Rahmen des Clean Hydrogen Partnership Programms unter der Kategorie „Hydrogen Valleys – small scale“

SH<sub>2</sub>AMROCK ist Irlands erstes Hydrogen Valley, angesiedelt in Galway. Geplant sind ein Elektrolyseur, ein Speicher, eine HRS, Lieferung per Tubetrailer, der Bau einer Pipeline und die Verbindung zu einem 38kV Netz. Dabei werden sowohl lokale Partner, als auch der öffentliche Sektor in die Planung integriert. Somit eignet sich das Projekt perfekt für einen Erfahrungsaustausch und mögliche neue Partnerschaften.

Die geplante Beteiligung der IZES gGmbH bezieht sich auf den möglichen Transfer der im Projekt SH<sub>2</sub>AMROCK erzielten wissenschaftlichen und technischen Ergebnisse in die Großregion. Die aus der Entwicklung eines solch großen und einzigartigen Projekts gewonnenen Erkenntnisse stellen wertvolle Informationen dar, von denen die Großregion

#### Projektpartner

##### IZES gGmbH

Dr. Bodo Groß (groß@izes.de)

Altenkesseler Straße 17, 66115 Saarbrücken



und andere interessierte Regionen in Deutschland lernen und profitieren können. In diesem Sinne besteht das Ziel der Beteiligung von IZES darin, die Möglichkeiten auszuloten, die Ergebnisse von SH<sub>2</sub>AMROCK in einem ähnlichen Maßstab für die Entwicklungen in der Großregion, insbesondere durch die Einbeziehung saarländischer Akteure zu nutzen. Das Bundesland Saarland als HyExpert-Region steht dabei im Zentrum solcher Entwicklungen. Die HyStarter Gemeinde Perl unterstützt das Vorhaben mittels eines entsprechenden LOI's.

#### Vorgehensweise

IZES nimmt jährlich an zahlreichen Veranstaltungen teil, die von nationalen, regionalen, öffentlichen und privaten Sektoren gesponsert werden, deren Interessen mit denen des Hydrogen-Valley-Konsortiums übereinstimmen könnten, deren Wissen über die potentiellen Partner aber möglicherweise noch begrenzt ist. Der Aufbau eines Netzwerks zwischen den Mitgliedern des SH<sub>2</sub>AMROCK-Konsortiums und regionalen Institutionen, insbesondere der Gemeinde Perl, ist dabei ein Nährboden für neue Ideen, Projekte und Partnerschaften, die das Potential haben, die Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft im Dreiländereck zu stärken und weiter voranzutreiben.

Zusätzlich soll eine zeitgleiche Vernetzung mit dem Projekt HALLIE stattfinden. Dieses ist ein europäisches Doktoranden-Netzwerk im Rahmen des MSCA-Programms (Programm zur Doktoranden- und Postdoktorandenausbildung) mit Fokus auf Wasserstoffanwendungen. HALLIE soll dazu genutzt werden die Aktivitäten in Perl strukturiert weiterzuführen und dabei die Ergebnisse/Erkenntnisse anderer Regionen mit einzubringen.

Geplant ist eine Projektlaufzeit von 60 Monaten. Starten soll das Projekt am 01. August 2023.





Die Gemeinde Perl hat im Rahmen des HyStarter-Projekts verschiedene Kooperationen im Bereich Wasserstoff initiiert und angereizt. Diese haben sich während des Projekts weiterentwickelt und konkretisiert. Aus den einzelnen HyStarter-Projektansätzen und den bestehenden Kooperationsangeboten hat sich der hohe Bedarf an Wasserstoff für die Industrie und Mobilität verdeutlicht. Folgend sollen zwei Kooperationsansätze der Region vorgestellt werden. Zudem wurden während der Strategiedialoge konkrete Wünsche an die Politik geäußert, welche hier ebenfalls dargestellt werden.

## Kooperationsangebote der Region

### Kooperation Umstellung des ÖPNV

Um die Klimaziele im Verkehrssektor zu erreichen, ist nachhaltige Mobilität von zentraler Bedeutung. Dazu gehört auch, dass bestehende Verkehre im ÖPNV auf saubere und emissionsfreie Antriebe umgestellt werden. Die europäische Clean Vehicles Directive (CVD) bzw. das Saubere-Fahrzeuge-Beschaffungs-Gesetz auf nationaler Ebene machen hierzu konkrete Vorgaben. Das saarländische Ministerium für Umwelt, Klima, Mobilität, Agrar und Verbraucherschutz steht mit den Aufgabenträgern und Verkehrsunternehmen im ÖPNV in engem Austausch in der Frage, wie die Antriebswende gelingen kann. Hierbei spielt standortbedingt auch das Thema Wasserstoff eine Rolle. Im Rahmen der Richtlinie Nachhaltige Mobilität im Saarland (NMOB) alternative Antriebe fungiert das Land

zudem als Fördermittelgeber bei der Umstellung des ÖPNVs auf emissionsfreie Antriebsformen.

Vor dem Hintergrund der CVD hat sich auch der Landkreis Merzig-Wadern auf den Weg zur nachhaltigen Mobilität im öffentlichen Verkehr gemacht. Ein wesentlicher Bestandteil dieser Strategie ist die Umstellung des öffentlichen Verkehrs auf saubere Antriebe, möglicherweise auch durch Wasserstoff.

### Einsatz von Sauerstoff im Prozess der Kläranlage der EVS

Im April 2010 wurde die grenzüberschreitende Kläranlage Perl-Besch, die die Abwässer der luxemburgischen Gemeinden Remich, Wellenstein und Schengen sowie von fünf Ortsteilen der saarländischen Gemeinde Perl (Nennig, Besch, Sehndorf, Oberperl und Perl) reinigt, in Betrieb genommen. Der Standort der Kläranlage liegt zentral im Einzugsgebiet Deutschland-Luxemburg, nördlich der Ortschaft Besch, in einem Industriegebiet in direkter Nachbarschaft zu einem geplanten Elektrolyse-Standort. Der anfallende Sauerstoff aus der H<sub>2</sub>-Produktion könnte im Klärprozess eingesetzt werden, beispielsweise zur Belüftung der Abwasserreinigung oder als ein Ausgangsstoff in einer spezifisch angepassten Hochlastreinigung. Ebenfalls ist hier die Abwärmenutzung des Elektrolyseurs zur Trocknung des Klärschlammes oder zur Klärschlamm-erwärmung zur Beschleunigung der biologischen Prozesse möglich. Erste Gespräche hierzu haben bereits stattgefunden und die technische und wirtschaftliche Anwendung des Sauerstoffes und der Abwärme im Klärprozess wird derzeit überprüft.

## Wünsche an die Politik

Ein unterstützender Regulierungsrahmen ist unerlässlich, um ein stabiles und vorhersehbares Regulierungsumfeld zu schaffen und somit private Investitionen und Innovationen im Wasserstoffsektor zu fördern. Unternehmen brauchen Planungssicherheit. Daher ist ein klares und nachhaltiges Bekenntnis der Politik auf allen Ebenen für Wasserstoff gewünscht. Aktuell gelten die finanziellen Rahmenbedingungen für Wasserstoffprojekte lediglich bis zum 31.12.2027. Die überwiegende Anzahl an Wasserstoffprojekten wird jedoch erst 2026/2027 in Betrieb genommen werden. Nur verlässliche und langfristige Rahmenbedingungen zur Refinanzierung werden einen Anreiz für Investitionsentscheidungen in Wasserstoffinfrastruktur schaffen.

Um die Integration von Wasserstoff in das Energiesystem bedarfsgerecht zu gestalten ist ein Monitoring des Stromnetzes in Echtzeit zu gewährleisten sowie der rechtliche Rahmen dieses Smart Grids erforderlich. Dies wird dazu beitragen, die Nutzung erneuerbarer Energien zu optimieren und die Energiekosten für Verbraucher zu senken. Zudem sollte die Integration von Wasserstoff durch eine Anpassung des Marktdesigns hin unterstützt werden. Dazu gehört die Schaffung von Marktanreizen für den Einsatz von Wasserstoff in verschiedenen Sektoren und die Förderung der Entwicklung eines Wasserstoffmarktes.

Generell wird die Vereinfachung von Genehmigungsverfahren als notwendig gesehen, um den Zeit- und Kostenaufwand für die Umsetzung von EE- und Wasserstoffprojekten zu reduzieren. Angesichts des notwendigen Wasserstoffimports via Pipeline werden bspw. beschleunigte Genehmigungsverfahren für die Umstellung und den Bau von Trassen gefordert. Zudem sollte die Kommunikation zwischen den Anlaufstellen im Bereich der Genehmigungsverfahren effizienter gestaltet werden, um so einen schnelleren Durchlauf der Genehmigungen zu generieren und den Aufbau der Wasserstoffinfrastruktur zu beschleunigen.

Bestehende Gasnetzinfrastrukturen sollten für die Transformation genutzt werden. Die Umstellung vorhandener Gasleitungen spart Material und Zeit, da die Umstellung der bestehenden Infrastruktur finanziell günstiger ist als ein kompletter Neubau. Sie erlaubt einen fließenden Wechsel: Infrastruktur für Gas kann Stück für Stück bedarfsgerecht auf Wasserstoff und Grüne Gase umgestellt, bzw. durch neue Leitungen ergänzt werden. Die Nutzung dieser bestehenden Trassen schont nicht nur die Umwelt, sie verkürzt vor allem das Zeitfenster für den Wasserstoffhochlauf, da auf zeitlich aufwändige Genehmigungsverfahren für neue Trassen verzichtet werden kann und auch die entsprechenden Leitungs- und Wegerechte bereits vorhanden sind.

Für die Erzeugung grünen Wasserstoffs sind weiterhin ambitioniertere Ausbauziele für erneuerbare Energien in der Gemeinde Perl nötig, womit die Unterstützung von Zielabweichungsverfahren für den Bau von EE-Anlagen auf landwirtschaftlichen Vorrangflächen sinnvoll ist. Zwar wird voraussichtlich auch der Import von Wasserstoff via Pipeline notwendig sein, dennoch sollte ein großer Teil des Wasserstoffs vor Ort erzeugt werden. Nur so lassen sich Lieferketten kurzhalten und langfristige Partnerschaften eingehen. Durch eine Übertragung der Verantwortung auf überregionale Projekte, in Verbindung mit der Versorgung über Pipelines, bleibt dagegen die Abhängigkeit zu internationalem Wettbewerb und Weltmarktpreisen.

Schließlich soll die Förderung der Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft fokussiert werden. Dazu gehören die Finanzierung von Forschung und Entwicklung, Infrastrukturentwicklung sowie Aufklärungs- und Sensibilisierungskampagnen. Darüber hinaus sollte eine Reihe von Fördermöglichkeiten zur Verfügung stehen, um verschiedene Arten von Wasserstoffprojekten zu unterstützen, darunter nicht-mobile Anwendungen und alternative Verfahren zur Wasserstoffproduktion. Die Beantragung von Fördermitteln sollte zudem im Allgemeinen vereinfacht 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>a</b>	Jahr
<b>AS</b>	Autobahn-Anschlussstelle
<b>BHKW</b>	Blockheizkraftwerk
<b>BMWK</b>	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
<b>BMDV</b>	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
<b>BZ</b>	Brennstoffzelle
<b>BZ-BHKW</b>	Blockheizkraftwerk auf Basis der Brennstoffzellentechnologie
<b>CAPEX</b>	eng. für capital expenditure = Investitionskosten
<b>CVD</b>	Clean Vehicle Directive, EU-Richtlinie über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge
<b>CO<sub>2</sub></b>	Kohlenstoffdioxid
<b>FNB</b>	Fernleitungsnetzbetreiber
<b>GTP</b>	Gasnetztransformationsplan
<b>h</b>	Stunde
<b>ha</b>	Hektar
<b>H<sub>2</sub></b>	Wasserstoff
<b>HRS</b>	Hydrogen Refuelling Station, Wasserstofftankstelle
<b>IEP</b>	Infrastrukturentwicklungsgesellschaft Perl mbh & Co. KG
<b>IZES</b>	Institut für Zukunftsenergie- und Stoffstromsysteme gGmbH
<b>kg</b>	Kilogramm
<b>kW</b>	Kilowatt
<b>kWh</b>	Kilowattstunde
<b>kWp</b>	Kilowatt peak
<b>lfdm</b>	Laufender Meter
<b>Lkw</b>	Lastkraftwagen
<b>LOI</b>	Letter of intent = Absichtserklärungen
<b>m<sup>3</sup></b>	Kubikmeter
<b>MW</b>	Megawatt
<b>MWel</b>	Megawatt elektrisch
<b>MWh</b>	Megawattstunde
<b>MWp</b>	Megawatt peak
<b>NOW GmbH</b>	Nationale Organisation Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie
<b>OPEX</b>	eng. für operational expenditure = Betriebskosten
<b>ÖPNV</b>	Öffentlicher Personennahverkehr
<b>PEM</b>	eng. für polymer electrolyt fuel cell = Polymerelektrolytbrennstoffzelle
<b>Pkw</b>	Personenkraftwagen
<b>PV</b>	Photovoltaik
<b>PV-FFA</b>	Photovoltaik-Freiflächenanlage
<b>RL-NMOB</b>	Richtlinien zur nachhaltigen Mobilität
<b>t</b>	Tonne
<b>TA Luft</b>	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
<b>THG</b>	Treibhausgase
<b>WEA</b>	Windenergieanlagen





Gemeinde  
Perl

H2O