

HyExperts – „H2Ostwürttemberg“

Abschlussbericht



Maßnahme: Erstellung eines umsetzungsfähigen Gesamtkonzeptes für das Verbundvorhaben „H2Ostwürttemberg“

Laufzeit: 1. Juli 2022 bis 31. Oktober 2023

H2Ostwürttemberg

Zukunft gestalten mit Wasserstoff

Abschlussbericht des HyExperts-Projekts

des Ostalbkreises,

des Landkreises Heidenheim,

der Stadt Schwäbisch Gmünd

Oktober 2023

Im Auftrag von:



Landratsamt Ostalbkreis
Stuttgarter Straße 41, 73430 Aalen



Landratsamt Heidenheim
Felsenstraße 36, 89518 Heidenheim



Stadt Schwäbisch Gmünd
Marktplatz 1, 73525 Schwäbisch Gmünd

Erstellt durch:



EurA AG

Das Projekt „H2Ostwürttemberg“ wird im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP 2) mit insgesamt 400.000 Euro durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr gefördert. Die Förderrichtlinie wird von der NOW GmbH koordiniert und durch den Projektträger Jülich (PtJ) umgesetzt.



Inhalt

1. Projektübersicht	5
2. Projektmanagement & Öffentlichkeitsarbeit	7
3. Wissensaufbau Innovation und Akteursnetzwerk.....	8
3.1. Technische und regulatorische Grundlagen.....	9
3.2. Total Cost of Ownership (TCO) und Skalierungspotenziale bei FC-Trucks	13
4. Potenzialanalyse und Datenerhebung	16
4.1. Ablauf der Datenerhebung.....	16
4.2. Zielperspektive – Plausibilität - Zusammenfassung	24
5. Auswertung der Einzelkonzepte und (AP5) Planung konkreter Umsetzung.....	27
5.1. Ankerprojekt Ellwangen Südstadt	27
5.2. Ankerprojekt Technologiepark H ₂ -Aspen – Schwäbisch Gmünd.....	31
5.3. Ankerprojekt Logistik-Netzwerk Heidenheim	35
6. SEL und Anbindung der Ankerprojekte „T-Lösung“	39
6.1. Die Süddeutsche Erdgasleitung (SEL)	39
6.2. Konzept zur leitungsgebundenen H ₂ -Versorgung der Region Ostwürttemberg.....	41
6.3. Zielbild des Grobkonzepts – Die „T-Lösung“	42
6.4. Detailbetrachtung der Abschnitte des Grobkonzepts „T-Lösung“	45
6.5. Regulatorische Rahmenbedingungen	58
6.6. Ausblick – möglicher Umsetzungszeitraum.....	60
6.7. Zusammenfassung Vorteile „T-Lösung“	61
7. Gesamtkonzept / Handlungsempfehlungen	63
7.1. Anforderungen und Ziele für die HyPerformer Beantragung	63
7.2. Handlungsempfehlungen	63

Zusammenfassung

Im Rahmen des HyExpert Projektes „H2Ostwürttemberg“ wurde ein entscheidender Schritt in Richtung der Entwicklung und Vernetzung innovativer Technologien und Akteursnetzwerk in Ostwürttemberg unternommen, um einen nachhaltigen und zukunftsorientierten Wirtschaftsraum zu schaffen. Durch die Fokussierung auf die Anbindung und Präzisierung der Ankerprojekte Technologiepark H2-Aspen, Ellwangen Südstadt und das Logistiknetzwerk Heidenheim wurde eine Basis für die regionale Entwicklung gelegt. Die durchgeführte Potenzialanalyse des Wasserstoffbedarfs und die Entwurfsplanung einer Pipeline-Infrastruktur sind beispielhaft für die strategische Herangehensweise, um Ostwürttemberg als wichtigen Wirtschaftsraum zu stärken.

Die innovative „T-Lösung“, die eine effiziente Anbindung an die Süddeutsche Erdgasleitung ermöglicht, markiert dabei einen Meilenstein in der Vernetzung der Region und stellt eine Premiere für Industriegebiete in Europa dar.

Die technischen und regulatorischen Grundlagen, insbesondere die EU-Verordnung 2019/1242 und deren Anpassung 2023, bilden das Fundament für die Transformation hin zu Zero-Emission-Fahrzeugen im Verkehrssektor. Die Förderung von Zero-Emission-Fahrzeugen durch die EU-Kommission, gekoppelt mit finanziellen Anreizen und Strafen, unterstreicht die Bedeutung und das Engagement für eine nachhaltige Mobilität. Dennoch werden Herausforderungen wie die fehlende Technologieoffenheit und Ungleichbehandlungen in der Förderung in Deutschland kritisch betrachtet.

Es ist erforderlich, dass politische Akteure auf kommunaler, Landes- und Bundesebene eine dynamische Förderstruktur für emissionsfreie Fahrzeuge etablieren, die eine anfänglich angemessene Unterstützung bietet und diese dann jährlich reduziert. Dies soll Fahrzeughersteller dazu anhalten, kontinuierlich an der Kostensenkung zu arbeiten und so die Marktfähigkeit emissionsfreier Fahrzeuge zu steigern.

Verschiedene Antriebsoptionen für Zero-Emission-Lkw, wie batterieelektrische Fahrzeuge, Wasserstoff-Brennstoffzellen-Lkw und der Einsatz von eFuels und Biokraftstoffen, zeigen das breite Spektrum an Möglichkeiten zur Dekarbonisierung des Verkehrssektors auf. Die Entwicklung und Förderung dieser Technologien, einschließlich der Berücksichtigung von Reichweite, Tankzeiten und Wirtschaftlichkeit, sind entscheidend für die erfolgreiche Umsetzung einer CO₂-neutralen Mobilität.

Die Dekarbonisierung des Verkehrssektors erfordert eine integrierte Strategie, die technologische Innovationen, finanzielle Anreize und angepasste regulatorische Rahmenbedingungen umfasst. Die Anerkennung der Vielfalt von Zero-Emission-Technologien und eine gleichberechtigte Förderung sind essenziell, um die Emissionsziele zu erreichen und die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Fahrzeugindustrie zu stärken. Die umfassende Umsetzung dieser Strategie wird nicht nur zu einer signifikanten Reduktion der Treibhausgasemissionen beitragen, sondern auch die Grundlage für eine nachhaltige und wettbewerbsfähige Mobilität der Zukunft legen.

Abschließend wird deutlich, dass die vorgeschlagenen Projekte essenziell für die Leistungsfähigkeit und Wettbewerbsfähigkeit sowohl der Wirtschaft als auch der Energieversorgung sind. Insbesondere wird die Sektorenkopplung – das integrierte Zusammenspiel der Strom-, Wärme- und Gasnetze – in Zukunft entscheidend für die Transformation der Wirtschaft sein.

1. Projektübersicht

Die Region Ostwürttemberg steht vor der Herausforderung, den Wandel in der Mobilitätsbranche hin zu emissionsfreien und nachhaltigeren Antriebsformen aktiv zu gestalten. Das Projekt H2Ostwürttemberg zielt darauf ab, diesen Wandel positiv zu beeinflussen, um die Region als einen innovativen „Raum der Talente und Patente“ zu stärken. Durch die Förderung der Vernetzung lokaler Akteure und die Unterstützung von Innovationen, insbesondere im Bereich der Wasserstofftechnologien, sollen die Grundlagen für eine zukunftsfähige Entwicklung geschaffen werden. Hierzu gehören die Realisierung erster Wasserstoffprojekte zur Demonstration der Technologie in der Region – vom Wasserstoff- Technologiepark in Schwäbisch Gmünd über nachhaltige Wärmeversorgungskonzepte in der Südstadt von Ellwangen bis hin zu einem Logistiknetzwerk für Wasserstoff-Nutzfahrzeuge in Heidenheim. Diese wegweisenden Projekte dienen nicht nur als solide Fundamente für den Aufbau einer robusten lokalen Wasserstoffwirtschaft, sondern fungieren auch als Katalysatoren für die Schaffung und Erhaltung von Arbeitsplätzen. Durch die Förderung von Synergien und die Schaffung einer überregionalen Vernetzung mittels Wasserstoff-Pipelines, legt „H2Ostwürttemberg“ den Grundstein für vielfältige Wertschöpfungsketten, die der Region zu einer langfristigen, nachhaltigen und sicheren Energiezukunft verhelfen.

Das Projekt orientierte sich an einem Plan, der verschiedene Arbeitspakete (AP) und Meilensteine (MS) umfasste. Die Bearbeitung dieser Arbeitspakete richtete sich nach den im Folgenden zusammengefassten Zielstellungen des Auftraggebers. Die Zuordnung der Arbeitspakete zu den Zielstellungen haben wir wie folgt vorgenommen.

1. **Transformation der Mobilität:** Unterstützung des Wandels zu emissionsfreien und nachhaltigeren Antriebsformen in der Region Ostwürttemberg.
 - Direkt verbunden mit AP 3 (Auswertung der Einzelkonzepte), AP 4 (Entwicklung Gesamtkonzept & ökologische Analyse), und AP 5 (Planung konkreter Umsetzungen).
2. **Zukunftsfähigkeit der Region:** Stärkung der Region als „Raum der Talente und Patente“ durch aktive Mitgestaltung des Wandels.
 - Basis ist das AP 2 (Datenerhebung und Potentialanalyse).
 - Eng verbunden mit AP 1 (Wissensaufbau Innovation & Akteursnetzwerk) und AP 4 (Entwicklung Gesamtkonzept & ökologische Analyse).
3. **Vernetzung und Innovationsförderung:** Förderung der Zusammenarbeit zwischen Akteuren und der Innovationskraft in der Region, mit einem Fokus auf Wasserstofftechnologie.
 - Primär durch AP 1 (Wissensaufbau Innovation & Akteursnetzwerk) adressiert.
4. **Demonstration von Wasserstoffprojekten:** Realisierung erster Projekte zur Demonstration der Verlässlichkeit, Sicherheit, und Zukunftsfähigkeit der Wasserstofftechnologie.
 - Spezifisch durch AP 3 (Auswertung der Einzelkonzepte der Ankerprojekte) und AP 5 (Planung konkreter Umsetzungen).
 - Schwerpunkt gesetzt durch AP 4.1 - Verbindung der Ankerprojekte durch die T – Pipeline mit Anbindung an die SEL

5. **Technologietransfer und Know-how-Ausbau:** Zusammenführung bestehender Ansätze und Projektideen zum Thema Wasserstoff zur Förderung des Technologietransfers und der Vernetzung.
 - Vor allem in AP 1 (Wissensaufbau Innovation & Akteursnetzwerk) und AP 2 (Datenerhebung & Potentialanalyse).
6. **Förderung von Innovationen und Qualifikationen:** Anregung von Innovationen und Entwicklung neuer Studiengänge sowie Weiterbildungsprogramme im Bereich Wasserstofftechnologie.
 - Zentral in AP 1 (Wissensaufbau Innovation & Akteursnetzwerk) behandelt.
7. **Erstellung eines umsetzungsfähigen Gesamtkonzepts:** Entwicklung eines Konzepts, das als Basis für eine lokale Wasserstoffwirtschaft und erste Mobilitätsanwendungen mit Wasserstoff dient. Durch das Zusammenführen der Ankerprojekte und das Ausnutzen gemeinsamer Vorteile wollen wir eine solide Basis schaffen, um einen erfolgreich „HyPerformer“ Antrag im „HyLand“-Programm stellen zu können.
 - Hauptfokus von AP 4 (Entwicklung Gesamtkonzept & ökologische Analyse) und AP 5 (Planung konkreter Umsetzungen).
8. **Adressierung spezifischer Fragestellungen:** Bearbeitung von spezifischen Herausforderungen und Fragen, die sich aus den einzelnen Ankerprojekten ergeben, um die Machbarkeit und wirtschaftliche Umsetzbarkeit zu evaluieren.
 - Durch AP 3 (Auswertung der Einzelkonzepte) und AP 4 (Entwicklung Gesamtkonzept & ökologische Analyse) erfasst.
9. **Entwicklung und Ausbildung im Bereich Innovation:** Anstoßen von Innovationen im Bereich Wasserstoff und Entwicklung von Qualifikationsangeboten für Fachkräfte.
 - Konzentriert sich auf AP 1 (Wissensaufbau Innovation & Akteursnetzwerk).

Diese Zuordnung zeigt, wie jedes Ziel durch spezifische Arbeitspakete unterstützt und vorangebracht wurde, um das umfassende Projekt „H2Ostwürttemberg“ erfolgreich umzusetzen.

2. Projektmanagement & Öffentlichkeitsarbeit

Die Projektdurchführung folgte im Wesentlichen den Arbeitspaketen (AP) und Meilensteinen (MS). Auf Grund der Dringlichkeit war der erste Schwerpunkt der Arbeit bis Mitte Januar im Jahr 2023 die Potenzialanalyse im AP2 mit der Zielstellung die energetische Zukunftsfähigkeit der Region in den Vordergrund zu stellen und um der terranets bw GmbH, als zukünftigem Betreiber der Süddeutschen Erdgasleitung (SEL), einen entsprechenden Bedarf, als Begründung für die Realisierung der SEL, aus der Region zu melden. Der zweite Schwerpunkt der Arbeit im AP 4.1. war die Konzeptionierung einer H₂ - Pipeline Verbindung mit den Gasnetzbetreibern der Region, woraus ein Leitungskonzept mit dem Arbeitsnamen "Wasserstoff T-Pipeline" oder "T-Lösung" entstand. Der dritte Schwerpunkt war der AP 3, die Erarbeitung und Weiterentwicklung der drei Teilprojekte in Verbindung mit den privatwirtschaftlichen Initiativen der Region.

AP* / MS**	Beschreibung	Q3 / 22	Q4/22	Q1/23	Q2/23	Q3/23
AP 0	Projektmanagement und Öffentlichkeitsarbeit			✓		
MS 1	Projektstartmeeting (Kick-Off)	1 27.7.22		✓		
AP 1	Wissensaufbau Innovation & Akteursnetzwerk			✓		
AP 2	Datenerhebung und Potentialanalyse			✓		
MS 2	Abschluss Datenerhebung				2	
AP 3	Auswertung der Einzelkonzepte			✓		
MS 3	Abschluss Auswertung Einzelkonzepte					3
AP 4	Entwicklung Gesamtkonzept ökologische Analyse					✓
MS 4	Abschluss Gesamtkonzept					4
AP 5	Planung konkreter Umsetzungen					✓
AP 6	Rechtliche und fachliche Beratung					✓
AP 7	Maßnahmenkatalog und Umsetzungsfahrplan					✓
MS 5	Abschluss liegt vor					5

Abbildung 1: Projektplan

In der nachfolgenden Tabelle 2 ist der Gesamtüberblick über die Leistungen im Projekt dargestellt. In der Gesamtplanung der Angebotsgrundlage waren 375 Beratertage über 7 Arbeitspakete geplant. Im AP 1, Wissensaufbau Innovation & Akteursnetzwerk, wurden zugunsten der Datenerhebung und Potenzialanalyse Beratertage eingespart. Im Arbeitspaket 4.1, Vernetzung durch bestehende und neue Pipeline, wurde auf Grund der Brisanz der Umsetzung der SEL durch die terranets bw GmbH in Verbindung mit den Teilnetzen der regionalen Gas-Netzbetreiber, ein deutlicher Schwerpunkt gesetzt. Durch die nicht benötigten Zeiten für die rechtliche Beratung konnte der Mehraufwand kompensiert werden. In Summe wurde die Planung um nur 13 Beratertage während der Projektlaufzeit überschritten.

AP* / MS**	Beschreibung	(Plan) Euro in BT	erf. in BT	Konzepte in BT	(Soll) Gesamt BT	(Ist) Gesamt BT	Abweichung
AP 0	Projektmanagement und Öffentlichkeitsarbeit	45	0	0	45	50	5
MS 1	Projektstartmeeting (Kick-Off)						
AP 1	Wissensaufbau Innovation & Akteursnetzwerk	45	5	0	50	25	-25
AP 2	Datenerhebung und Potentialanalyse AA	45	0	0	45	55	10
MS 2	Abschluss Datenerhebung						
AP 3	Auswertung der Einzelkonzepte	35	15	0	50	58	8
MS 3	Abschluss Auswertung Einzelkonzepte						
AP 4	Entwicklung Gesamtkonzept ökologische Analyse	40	25	0	65	77	12
MS 4	Abschluss Gesamtkonzept						
AP 5	Planung konkreter Umsetzungen	55	0	0	55	60	5
AP 6	Rechtliche und fachliche Beratung	5	0	30	35	25	-10
AP 7	Maßnahmenkatalog und Umsetzungsfahrplan	30	0	0	30	35	5
MS 5	Abschluss liegt vor						
	Abschlussbericht / Korrektur / Abschlusspräsentation					3	3
		300	45	30	375	388	13

Abbildung 2: Übersicht der geleisteten Beratertage Soll / Ist Vergleich

Die Öffentlichkeitsarbeit im Projekt fand im Rahmen von mehreren Veranstaltungen statt.

In Abstimmung mit der Wirtschaftsförderungsgesellschaft mbH der Region Ostwürttemberg (WiRO) wurde ihre Webseite um den Bereich Wasserstoff ergänzt (Kompetenzfeld Wasserstoff - Wirtschaftsförderungsgesellschaft Ostwürttemberg).

3. Wissensaufbau Innovation und Akteursnetzwerk

Das Arbeitspaket fokussierte die Anbindung und Präzisierung der Ankerprojekte Technologiepark H2-Aspen, Ellwangen Südstadt und das Logistik Netzwerk Heidenheim. Die erste Projektphase bis Mitte Januar 2023 konzentrierte sich auf die Potenzialanalyse für den regionalen zukünftigen Wasserstoffbedarf. Dies wurde durch die Ankündigung der terranets bw GmbH motiviert, die einen Pipelinebau von Esslingen nach Bissingen nur bei nachweislich hohem Bedarf realisiert.

Als Ergebnis entstand ein Plan, der ein in West-Ost Richtung liegendes "T" bildet, welches die Anker- und Leuchtturm-Projekte der Region verbindet, die Stadt Aalen integriert und eine schnelle Anbindung an die Süddeutsche Erdgasleitung ermöglicht. Diese "T-Lösung" stärkt Ostwürttemberg als wichtigen Wirtschaftsraum innerhalb der Region Mittlere-Alb Donau-Ostwürttemberg durch die Vernetzung via Pipeline, was eine Premiere für Industriegebiete in Europa darstellt.

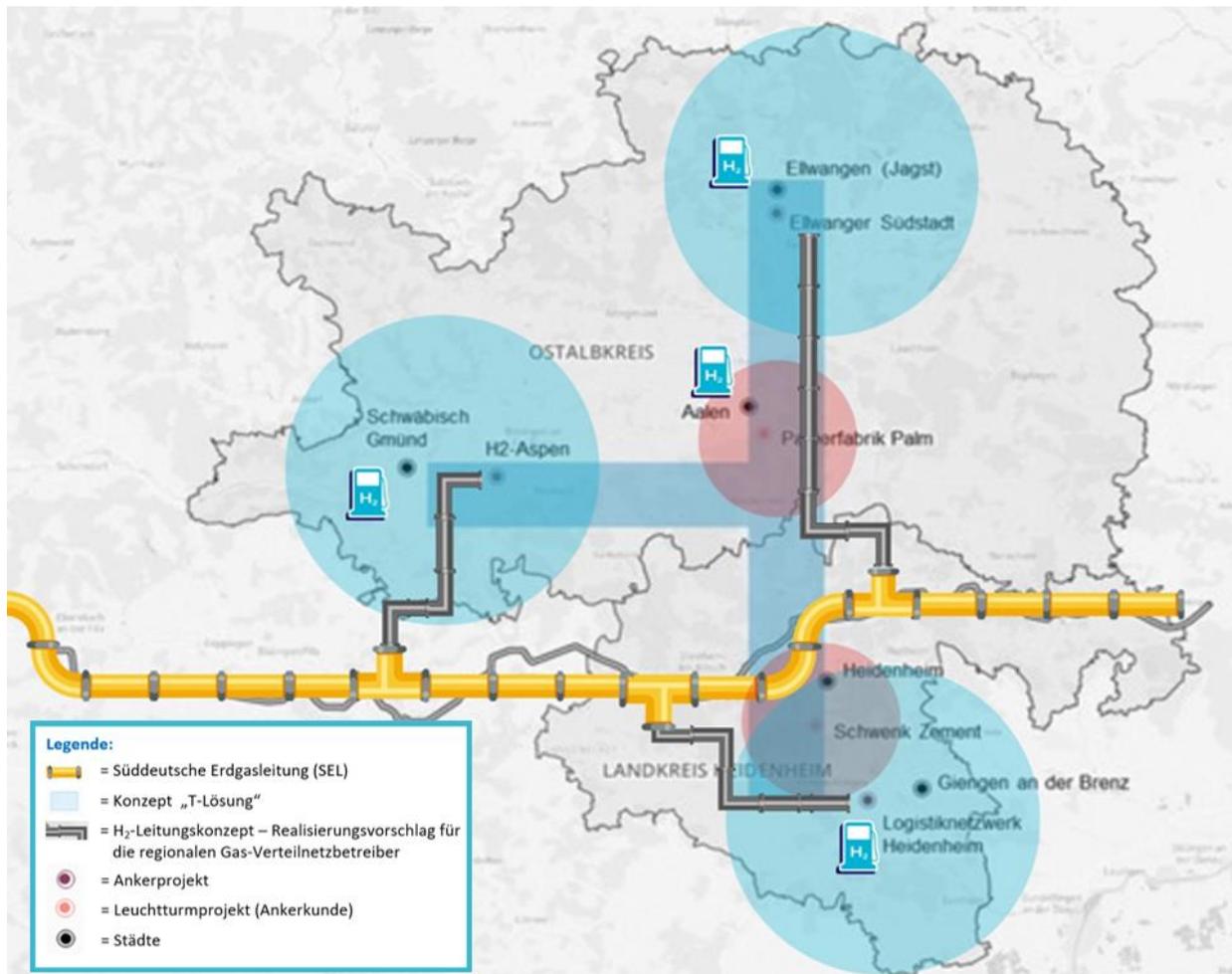


Abbildung 3: Vorgeschlagene "T-Lösung" der regionalen Gas-Verteilnetzbetreiber

3.1. Technische und regulatorische Grundlagen

3.1.1. Zero-Emission Fahrzeuge und Klimaschutz im Verkehrssektor

Im Mittelpunkt des HyExperts-Projektes steht ein innovatives Konzept zur Dekarbonisierung des Güter- und Personenverkehrs mittels Wasserstofftechnologie. Im Rahmen des Projektes wurde eine umfassende Analyse durchgeführt, um die verfügbaren Möglichkeiten zur Implementierung dieser Technologie zu evaluieren. Ferner wurden die optimalen Einsatzszenarien für wasserstoffbetriebene Lastkraftwagen identifiziert.

Die Reduktion von Treibhausgasemissionen in Deutschland erfordert einen Wechsel der Antriebstechnologie zu emissionsfreien Nutzfahrzeugen (Zero- and Low-Emission Vehicles, ZLEV), wie in der EU-Verordnung 2019/1242 und deren Anpassung 2023 festgelegt. Diese Verordnung bestimmt, dass schwere Nutzfahrzeuge als ZLEV gelten, wenn ihre Emissionen 1 g CO₂ pro kWh oder weniger betragen, und legt damit die Basis für eine umweltfreundlichere Fahrzeugflotte in Europa.

Die EU-Kommission setzt auf CO₂-Emissionsziele, Anreizsysteme und finanzielle Strafen zur Förderung von ZLEV. Ab 2025 müssen Lkw-Hersteller spezifische CO₂-Reduktionsziele erreichen, und ein Gutschriftsystem belohnt die Überschreitung einer 2%-Benchmark an ZLEV in der Flotte. Nichterfüllung zieht ab 2025 finanzielle Strafen nach sich.

Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) unterstützt durch das Gesamtkonzept klimafreundliche Nutzfahrzeuge und das HyExpert-Projekt "H2Ostwürttemberg" die Transformation des Verkehrssektors. Ziel des BMDV ist es, bis 2030 ein Drittel der Fahrleistung im schweren Straßengüterverkehr elektrisch oder auf Basis strombasierter Kraftstoffe zu erreichen. Die Notwendigkeit der Förderung alternativer Antriebe wird durch den Dreiklang aus Fahrzeugförderung, regulatorischen Rahmen und Infrastrukturaufbau unterstrichen. Ohne entsprechende Unterstützung sind die höheren TCO (Total Cost of Ownership) von E-Trucks und Wasserstofftrucks im Vergleich zu Diesel-Lkw eine wirtschaftliche Herausforderung.

Der Fortschrittsbericht 2022 zum Gesamtkonzept klimafreundliche Nutzfahrzeuge¹ verdeutlicht, dass Zuschüsse die Investitionsmehrausgaben bei alternativen Antrieben verringern und somit entscheidend für den Markthochlauf sind. Ein Beispiel zeigt, dass die Mauterhöhung allein nicht ausreicht, um die Mehrkosten für E-Trucks zu kompensieren. Mit Förderung können jedoch die Mehrkosten für "grüne" Technologie signifikant reduziert werden, was für Spediteure, die Kunden mit Transformationsziel bedienen, akzeptabel sein kann.

3.1.2. Fehlende Technologieoffenheit und Gleichbehandlung

Der Fortschrittsbericht zum Gesamtkonzept klimafreundliche Nutzfahrzeuge hebt die Bedeutung der Technologieoffenheit hervor, identifiziert jedoch zwei wesentliche Bereiche, in denen diese noch nicht vollständig umgesetzt ist, was die Einführung von Zero-Emission-Fahrzeugen behindern kann.

Erstens wird kritisiert, dass die Klimaschonende Nutzfahrzeuge und Infrastruktur -Förderung (KsNI) selektiv ist und sich ausschließlich auf vollelektrische Lkw, Wasserstoff-Brennstoffzellen-Lkw, Hybrid-Oberleitungs-Lkw und von außen aufladbaren Hybridfahrzeugen konzentriert, während Lkw mit Wasserstoff-Verbrennungsmotor ausgeschlossen sind. Trotz der Tatsache, dass Wasserstoff-Verbrenner-Fahrzeuge die Kriterien für Zero-Emission-Fahrzeuge erfüllen können.

Zweitens besteht eine ungleiche Besteuerung von Wasserstoff für Brennstoffzellen-Lkw (steuerbefreit) im Vergleich zu Wasserstoff für Lkw mit Verbrennungsmotor (besteuert), was die Nutzung letzterer weniger attraktiv macht. Diese Differenzierung und die Auswirkungen der Haushaltslage, die möglicherweise keine Budgets für weitere Förderungen im Jahr 2024 und darüber hinaus vorsieht, wurden bei einem Treffen mit dem BMDV diskutiert.

3.1.3. Antriebsoptionen für Zero-Emission Lkw

Die Europäische Union verfolgt grundsätzlich einen technologieoffenen Ansatz, solange die Fahrzeuge langfristig den Anforderungen an Zero-Emission entsprechen. Um diese Vorgaben zu erfüllen, beschreiten Fahrzeughersteller weltweit verschiedene Wege. Die nachstehende Abbildung veranschaulicht die vier wichtigsten Technologiepfade für Antriebsoptionen.

¹ [Fortschrittsbericht zum Gesamtkonzept klimafreundliche Nutzfahrzeuge \(bund.de\)](#)

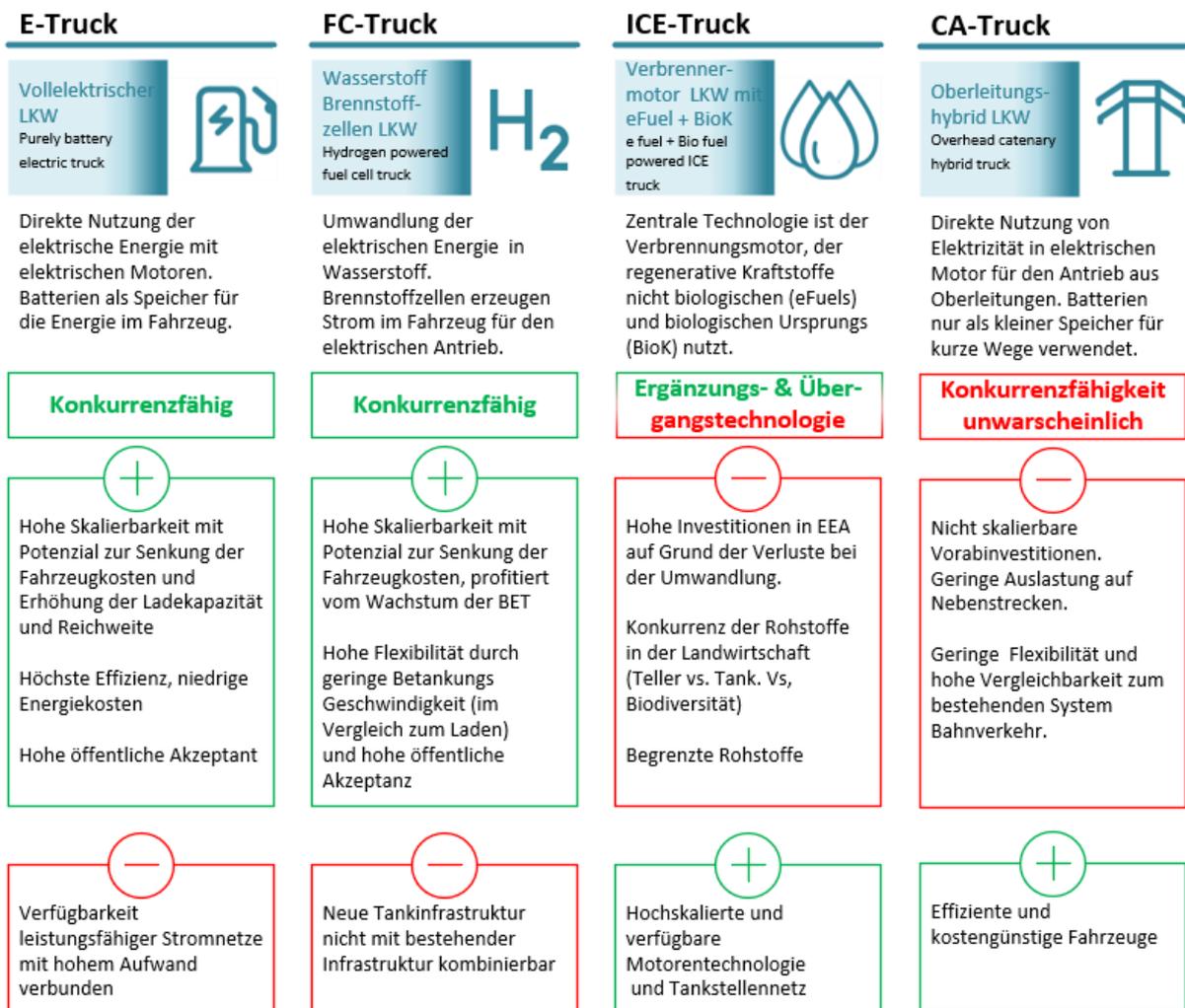


Abbildung 4: Alternative Antriebsoptionen für Lkw: typische Merkmale und Bewertung

3.1.4. Antriebsoption – Voll - oder batterieelektrische Lkw (Purely battery electric truck) – E-Truck

Auch mit der wichtigen Technologieoffenheit ist heute absehbar, dass vollelektrische Lkw zunehmend an Bedeutung erlangen und sicher den höchsten Marktanteil in Europa haben werden. Aber auch diese Fahrzeuge stehen heute vor Herausforderungen wie hohen Kosten im Vergleich zu konventionellen Lkw und einer noch unzureichenden Infrastruktur. Dennoch wird erwartet, dass Skaleneffekte und Infrastrukturausbau die Nachteile überwinden werden. Die Hauptvorteile der E-Lkw sind die hohe Effizienz der Energienutzung, eine geringe Systemkomplexität und damit gute Voraussetzungen für die Skalierbarkeit sowie geringe Betriebskosten. Ein spezifischer Nachteil von E-Lkw ist die reduzierte Nutzlast aufgrund des Batteriegewichts, was besonders bei Langstrecken Anwendungen (Long-haul) mit voller Beladung von Nachteil ist. Zudem erfordern lange Ladezeiten und / oder die Abhängigkeit von Schnellladestationen eine sorgfältige Planung und reduzieren die Flexibilität. Die Verfügbarkeit von Schnellladesystemen variiert stark, besonders in dünn besiedelten Gebieten, und die Kosten für Schnellladen und die dafür notwendige Zeit können die Betriebskosten erheblich erhöhen. Der Einsatz von E-Trucks im Langstreckenverkehr wird durch diese Faktoren erschwert, obwohl sie ein großes Potenzial für die Dekarbonisierung und Kostenreduktion bieten. Die aktuelle Netzinfrastruktur und die begrenzten Kapazitäten für hohe Anschlussleistungen stellen zusätzliche Hindernisse dar.

3.1.5. Antriebsoption – Wasserstoff Brennstoffzellen Lkw (Hydrogen powered fuel cell truck) – FC Truck

Die Entwicklung von Lkw mit Brennstoffzellen und Wasserstoff (FC-Trucks) durch deutsche Fahrzeughersteller (Original Equipment Manufacturers, OEM) liegt etwa 5 Jahre hinter den vollelektrischen Lkw (E-Trucks). Während E-Trucks bereits 2022/2023 auf den Markt kamen, wird die Markteinführung von FC-Trucks (Serienfahrzeuge der deutschen OEM's) erst zwischen 2027 und 2029 erwartet. Trotz dieser Verzögerung sind bereits Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieb verfügbar, angeführt von Unternehmen wie Hyundai aus Südkorea, FAUN Umwelttechnik GmbH & Co. KG (FAUN) mit ENGINIUS GmbH in Deutschland, sowie PAUL NUTZFAHRZEUGE GMBH und Quantron AG. Die IVECO Group Company plant, Fahrzeuge basierend auf einer Entwicklung der Firma Nikola, mit Wasserstoff-Brennstoffzellentechnologie im Jahr 2024 als Vorserienfahrzeuge anzubieten. Große OEMs wie Daimler Truck, MAN Truck & Bus und Volvo testen ebenfalls FC-Trucks in Vorserien bei ausgewählten Nutzern.

Wasserstoff als Energieträger für Fahrzeuge mit Brennstoffzellensystemen (FC-Truck) und Wasserstoffverbrennungsmotoren (ICE-Truck):

Im folgenden Abschnitt vermischen sich die Antriebsoptionen FC-Truck mit ICE-Truck (Internal Combustion Engine, ICE) durch die gemeinsame Verwendung von Wasserstoff als Energieträger. In diesem Abschnitt soll erklärt werden, warum trotz eines gemeinsamen Energieträgers zwei Antriebsoptionen sinnvoll sein können.

Der Wirkungsgrad der Brennstoffzellensysteme ist besser als der von Verbrennungsmotoren. Nach einer Studie des Fraunhofer ISI² ist für Brennstoffzellensysteme in mobilen Anwendungen ein Wirkungsgrad von 59% langfristig zu erwarten.

Ein komplettes Brennstoffzellensystem setzt sich aus verschiedenen Systemen zusammen. Neben dem eigentlichen Brennstoffzellenmodul (Stack, Zellstapel) besteht ein Brennstoffzellensystem aus Systemen zur Brenngaserzeugung, Luftversorgung, Kühlung und Steuerung. Bei einem mobilen System muss der Energieträger Wasserstoff in Tanks mitgeführt werden. Der aus der Brennstoffzelle kommende Gleichstrom wird schließlich durch einen Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt und dem elektrischen Verbraucher (E-Motor, Leitungsnetz) zugeführt³. Real liegt der Wirkungsgrad heute bei ca. 46% bis 48%.

Wasserstoff kann ebenfalls emissionsfrei in Verbrennungsmotoren (Internal Combustion Engine, ICE) eingesetzt werden. Derzeit beträgt der Wirkungsgrad von Lkw-Motoren etwa 46%. Unter Berücksichtigung eines Getriebewirkungsgrades von ungefähr 0,96 ergibt sich ein Gesamtwirkungsgrad für Diesel-Motoren inklusive Getriebe von circa 44%. Diese Überlegung lässt sich auch auf Wasserstoffgas-Motoren anwenden.

Abhängig vom Einsatzbereich haben beide Systeme (ICE und FC) Vor- und Nachteile. Bezogen auf Ausstoß an Emissionen sind sie praktisch gleichwertig.

Reichweite und Tankzeit von Wasserstoff-Lkw:

Die Reichweite von Wasserstoff-Lkw hängt maßgeblich von der Menge des speicherbaren Wasserstoffs ab.

Die Tankzeit für Wasserstoff-Fahrzeuge ist durch verschiedene Normen und Protokolle geregelt, wobei ein 54 kg fassender H₂-Tank in etwa 7,5 Minuten befüllt werden kann. Diese schnelle Betankung sowie

² Fraunhofer ISI, FH IML; Teilstudie „Brennstoffzellen-Lkw: kritische Entwicklungshemmnisse, Forschungsbedarf und Marktpotential, 2017

³ <https://www.energieagentur.nrw/brennstoffzelle/brennstoffzelle-wasserstoff-elektromobilitaet/wirkungsgrad>

die hohe Reichweite und vergleichbare Zuladung zu Dieselfahrzeugen machen Wasserstoff zu einem vielversprechenden Energieträger für den Fernverkehr.

3.1.6. Antriebsoption - Verbrennungsmotor (Internal Combustion Engine) Lkw mit eFuel's + Biokraftstoffen -ICE-Truck

Der Verbrennungsmotor, als Herzstück des Antriebs, ermöglicht die Umwandlung chemischer Energie aus Kraftstoffen direkt in Bewegungsenergie. Der Vorteil dieser Technologie liegt in der weitgehenden Nutzung bestehender Fahrzeugkomponenten, wenn der Kraftstoffspeicher sowie Einspritz- und Zündsysteme angepasst werden.

eFuels sind synthetisch hergestellte Kraftstoffe, produziert aus erneuerbarem Strom sowie Wasser und CO₂ oder Stickstoff. Sie gelten als "Renewable Fuels of Non-Biological Origin" (RFNBO), also erneuerbare, nicht biologisch basierte Kraftstoffe. Hierbei nimmt Wasserstoff eine Sonderrolle ein, da er sowohl direkt als Kraftstoff als auch als Ausgangsstoff für andere eFuels dient. Ein kritischer Aspekt von eFuels ist der energetische Wirkungsgrad von der Quelle bis zum Rad. Die Umwandlung von Strom in Wasserstoff und eventuell weiter in eFuels ist mit hohen Energieverlusten verbunden. Trotzdem ermöglicht die kürzlich erfolgte Anpassung der 37. BImSchV eine breitere Nutzung von eFuels und innovativen Biokraftstoffen, sofern sie signifikant CO₂-Emissionen reduzieren.

Biokraftstoffe begrenzt durch die Verfügbarkeit von Ausgangsstoffen spielen ebenfalls eine Rolle in der Dekarbonisierung des Verkehrs. Die Nutzung von Reststoffen aus der Landwirtschaft bietet zusätzliches Potenzial, ist jedoch mengenmäßig beschränkt.

3.1.7. Antriebsoption - Oberleitungshybrid Lkw (Overhead catenary hybrid truck) - CA-Truck

Oberleitungshybrid Lkw kombinieren die Vorteile des elektrischen Antriebs mit der Flexibilität konventioneller Fahrzeuge. Durch den Einsatz von Oberleitungen können diese Lkw während der Fahrt elektrisch betrieben und gleichzeitig ihre Batterien geladen werden. Die Implementierung der Oberleitungstechnologie erfordert umfangreiche Investitionen in die Infrastruktur und stellt hohe Anforderungen an die elektrische und mechanische Sicherheit. Trotz potenzieller Vorteile sind die hohen Kosten für die Infrastruktur eine wesentliche Hürde für die breite Umsetzung dieser Technologie.

3.2. Total Cost of Ownership (TCO) und Skalierungspotenziale bei FC-Trucks

Ein Vergleich der Gesamtbetriebskosten zeigt, dass neue Technologien wie Wasserstoff- und Elektro-Lkw ohne staatliche Unterstützung derzeit nicht mit Diesel-Lkw konkurrieren können. Förderungen für Fahrzeuge und eine strategische Politik zur Entwicklung einer Wasserstoffinfrastruktur können jedoch die Wirtschaftlichkeit erheblich verbessern. Nachfolgende Tabellen zeigen Annahmen für eine vergleichende TCO-Analyse für einen Diesel-Lkw, einen H2-Lkw und einen E-Lkw, wobei eine Förderung der Zero-Emission-Fahrzeuge von 80% der Mehrkosten angenommen wird.

Tabelle 1: Basisdaten TCO-Vergleich - Kosten der Fahrzeuge

Basisdaten Kosten	ICT-Truck	H2-Truck	E-Truck
LKW Preis	115.000,00 €	365.000,00 €	390.000,00 €
Aktuelle Förderung	0%	80%	80%
Förderung	- €	200.000,00 €	220.000,00 €
Netto Invest incl. Förderung	115.000,00 €	165.000,00 €	170.000,00 €
Zins	4,00%	4,00%	4,00%
AfA (5 Jahre auf 30%)	16.100,00 €	23.100,00 €	23.800,00 €
Kosten (Jahr)	41.514,80 €	59.564,71 €	61.369,70 €

Mit einer Förderung von 80% der Mehrkosten im Vergleich zu einem Diesel-Lkw sind die Zero-Emission-Fahrzeuge in der Anschaffung und Finanzierung heute ca. 45% teurer als vergleichbare Diesel-Lkw. Für die laufenden Kosten wurden folgende Annahmen getroffen:

Tabelle 2: Basisdaten TCO-Vergleich - Einsatzszenario und Treibstoffkosten

Grundlage für Vergleich FC-Truck v. E-Truck. vs. ICT-Truck			
Angaben der Spediteure		Ist Zustand	
Dieserverbrauch		26,00	l/100 km
Ø Fahrleistung Tag		500	km
Einsatztage / Jahr		250	d
Ø Betriebsstunden / Tag		9	h/d
Ø Betriebsstunden / Jahr		2250	
Laufleistung Ø (Jahr)		125.000	km/a
Davon Mautpflicht in %		70%	%
Mautkosten	E VI/ >18t 4A	0,324	€/km
Gesamtlaufzeit ICT Truck		5	Jahre
Gesamtlaufzeit FC		5	Jahre
Gesamtlaufzeit E Truck		5	Jahre
Eingabefelder			

Angaben Kraftstoffpreis (netto)			
Dieselpreis	ab 2025	1,34	€/l
Dieselpreis	ab 2030	1,40	€/l
Dieselpreis	ab 2035	1,50	€/l
Dieselpreis	ab 2050	1,75	€/l
Ad-Blue Preis		1,50	€/l
Preis H2	ab 2025	8,19	€/kg
Preis H2	ab 2030	6,45	€/kg
Preis H2	ab 2035	6,10	€/kg
Preis H2	ab 2050	4,70	€/kg
Preis 75 kW Industriestrom / kWh		0,18	€/kWh
Preis 150 kW Ladestrom / kWh		0,48	€/kWh
Preis 300 kW Ladestrom / kWh		0,75	€/kWh
Preis 1 MW kW Ladestrom / kWh		0,95	€/kWh

Durch Mautgebühren und die Entwicklung der Treibstoffkosten ergeben sich folgende mögliche Kosten pro Kilometer. Die Tabelle zeigt, dass Zero-Emission-Fahrzeuge bezogen auf die Kosten pro Kilometer (ohne Personalkosten) im Zeitraum zwischen den Jahren 2025 und 2030 wettbewerbsfähig eingesetzt werden können.

Tabelle 3: Zusammenfassung TCO pro km für drei Antriebstechnologien

		ICT-Truck		H2-Truck		E-Truck	
				MK		MK	
TCO / km	Ohne Tankzeit						
	ab 2025	1,01 €		1,37 €	35%	1,20 €	18%
	ab 2030	1,03 €		1,21 €	18%	1,20 €	17%
	ab 2035	1,05 €		1,18 €	12%	1,20 €	14%
	ab 2050	1,12 €		1,06 €	-6%	1,20 €	7%
TCO / km	Mit Tankzeit						
	ab 2025	1,01 €		1,36 €	35%	1,97 €	95%
	ab 2030	1,03 €		1,21 €	18%	1,97 €	92%
	ab 2035	1,05 €		1,18 €	12%	1,97 €	87%
	ab 2050	1,12 €		1,05 €	-6%	1,97 €	76%

MK=Mehrkosten in %

Wettbewerbsfähig bedeutet, dass die Kunden der Spediteure ab dem Jahr 2025 bereit und auch willens sind, ca. 30% Mehrkosten für einen emissionsfreien Transport zu bezahlen. Die Betrachtung zeigt aber auch, dass die Hersteller in den nächsten Jahren die Kosten für die neuen Technologien soweit reduzieren müssen, dass die Anschaffungs- und Finanzierungskosten maximal 45% über denen konventioneller Diesel-Lkw liegen. Tabelle 3 zeigt auch deutlich, wo der Vorteil der Wasserstoff-Lkw gegenüber den batterieelektrischen Lkw liegt. Sobald die Reichweite eines E-Trucks ein Nachladen während der Arbeitszeit erfordert, steigen die Kosten pro gefahrene Kilometer deutlich an.

Die hohen Anschaffungskosten für Wasserstoff- und batterieelektrische Lkw stellen aktuell eine große Herausforderung dar. Im Vergleich zu Diesel-Lkw sind sie ohne Förderung nicht wirtschaftlich einsetzbar. Langfristig (ab dem Jahr 2035) wird jedoch eine Kostenparität bei den TCO erwartet. Angepasste

staatliche Fördermaßnahmen und technologische Weiterentwicklungen sind aber flankierend notwendig.



Abbildung 5: IVECO FC Truck; 400 kW, 700bar und 70 kg H2 Tankvermögen

MAN TRUCK & BUS SE

MAN LKW MIT H₂-VERBRENNUNGSMOTOR

Profil



- 520PS / 2600Nm max. (voll Fernverkehrs-tauglich)
- 9kg/100km Verbrauch / ~600km Reichweite
45% Wirkungsgrad im Bestpunkt
- Gleiche Nutzlast wie ein Diesel-LKW
- Klassifiziert als ZEV in der EU (<1g CO₂/kWh)
NO_x-Emissionen unter Euro VII Grenzwerten
- 700bar Wasserstoff-Tanksystem / 56kg Tankkapazität
Kurze Tankzeit <15min
- ~90% Gleichteile zum Diesel-LKW
- Früher Markteintritt ab 2025 möglich

Aktuelle Rahmenbedingungen			
Volle Anerkennung als Zero Emission Technologie ✓	Befreiung von der LKW-Maut ✓	Energiesteuer ✗	KSNi Förderung ✗

Beseitigung aller Benachteiligungen notwendig, durch

- Steuerliche Gleichbehandlung wie Brennstoffzellen-Lkw sowie befristete Befreiung von der Energiesteuer
- Aufnahme in die KSNi-Förderrichtlinie

Abbildung 6: Sattelzugmaschine mit Wasserstoffverbrennungsmotor der Firma MAN Truck & Bus SE

4. Potenzialanalyse und Datenerhebung

4.1. Ablauf der Datenerhebung

Die Potenzialanalyse als Schwerpunktthema hat bei Projektbeginn an Bedeutung gewonnen, weil die Realisierung der SEL (siehe Kapitel 6) noch vom Nachweis eines ausreichenden Bedarfes an Wasserstoff abhing.

Basis für die Potenzialanalyse in der Region Ostwürttemberg war eine Online-Umfrage von ca. 310 Kontakten, die vier Arbeitsgruppen zugeordnet wurden.

- AG 1: Arbeitsgruppe 1 - Nutzfahrzeuge (inkl. ÖPNV, Stadtbetriebe und Abfallwirtschaft)
- AG 2: Arbeitsgruppe 2 - Betreiber von Erneuerbare Energien (EE) - Anlagen und Netzbetreiber
- AG 3: Arbeitsgruppe 3 - Wasserstoffverbraucher (stoffliche und energetische Nutzung)
- AG 4: Arbeitsgruppe 4 - Hersteller von Komponenten und Systemen für die Wasserstoffindustrie

Zu jeder Arbeitsgruppe wurde mit Microsoft Forms eine Webseite erstellt (siehe Link der Arbeitsgruppen), die über eine Erklärung zum Inhalt und zur Datenschutz-Grundverordnung zu einer Bedarfsanalyse überleitet.

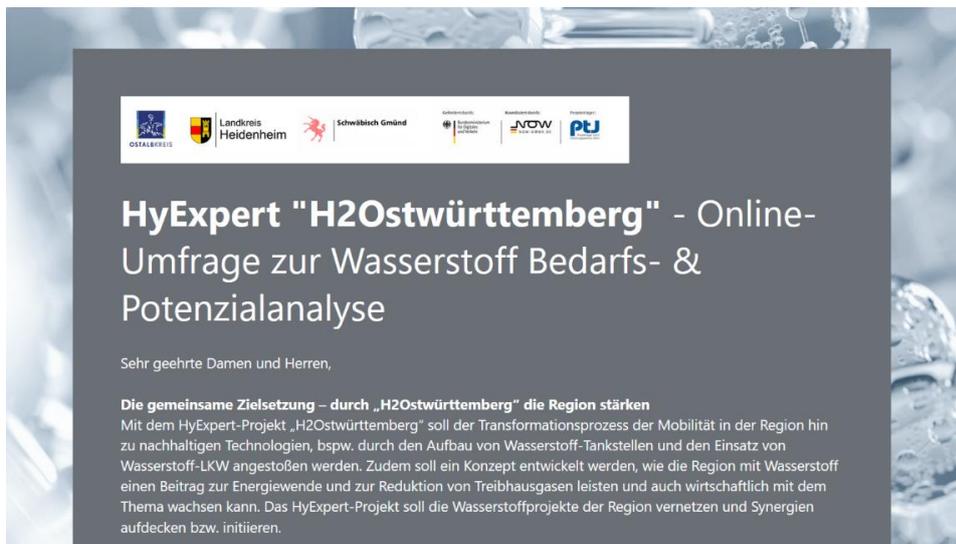


Abbildung 7 Website zur Onlineumfrage zur Wasserstoff Bedarfs- und Potenzialanalyse

Die Resonanz auf die automatisierte Umfrage war nicht zufriedenstellend. Von 310 befragten Unternehmen haben nur 22 Unternehmen auf die Onlinebefragung geantwortet. Das entspricht einer Rücklaufquote von 7%. In Folge wurde die persönliche Befragung vor Ort oder per Telefon intensiviert. Dazu wurde den Befragten die Zielstellung für die Potenzialanalyse erläutert. Mit den Unternehmen wurde über die Verwendung von Strom, Gas und Wärme im Unternehmen gesprochen.

Telefonisch oder vor Ort wurde erklärt, welcher dieser Bedarfe zukünftig durch Wasserstoff abgedeckt werden könnte. Anschließend wurde entweder telefonisch oder per E-Mail der Energieverbrauch des letzten Jahres berechnet und daraus dann der Wasserstoffbedarf abgeleitet. Von 33 Unternehmen wurden aussagekräftige Zahlen ermittelt; weiterhin von sechs Gasnetzbetreibern (Stadtwerke). Insgesamt wurden mit 86 Unternehmen telefonische und persönliche Gespräche geführt.

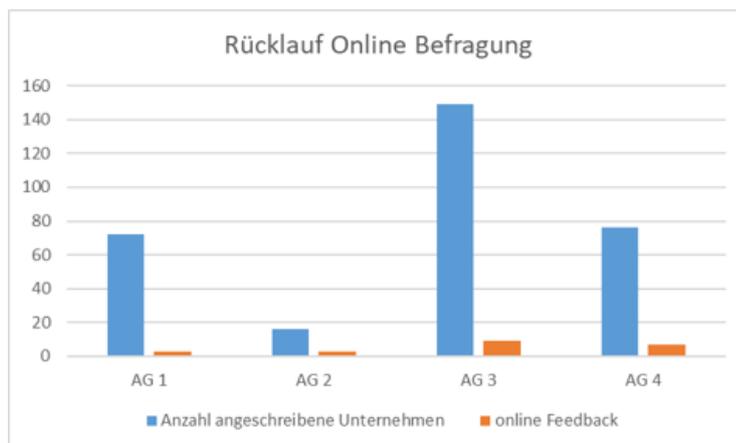


Abbildung 8 Rücklauf der Onlinebefragung

	Berechneter Bedarf an Wasserstoff	
Großverbraucher Gas Palm, Schwenk, Munksjö, Voith	97.244	t/a
Industrieunternehmen Gas/Öl Ersatz	8.918	t/a
Industrieunternehmen Strom Ersatz	10.509	t/a
große Speditionen Diesel Ersatz (7 Unternehmen)	6.096	t/a
minimaler Gesamtbedarf	122.767	t/a

Tabelle 4: Potenzial Wasserstoffbedarf der abgefragten Unternehmen

Zu erkennen ist ein deutlicher Mehrbedarf der Großverbraucher (siehe Abbildung 9) der Region. Die meisten befragten Unternehmen haben einen Verbrauch von unter einem Prozent des Bedarfes der Großverbraucher-Gruppe.

Aufgrund des geringen Verbrauchsanteils von unter einem Prozent bei der Mehrheit der Unternehmen erschien eine weitere Umfrage unter diesen Betrieben als nicht sinnvoll. Es wurde davon ausgegangen, dass auch zusätzliche Firmen unter diese Grenze fallen würden. Angesichts der Tatsache, dass selbst der geringe Verbrauch von über tausend Unternehmen insgesamt einen erheblichen Bedarf darstellen kann, hat sich der Auftragnehmer auf plausible Schlüsse und externe Studien gestützt.

Verteilung Potenzial H2 Verbrauch

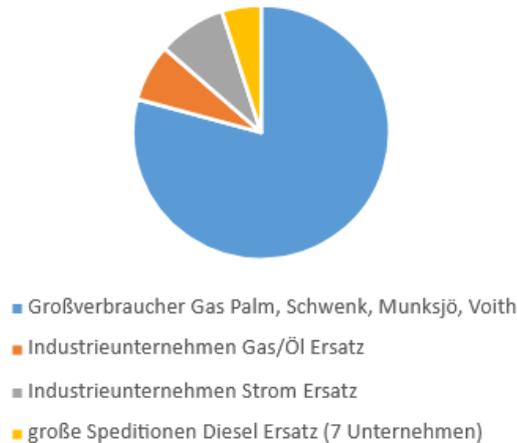


Abbildung 9 Verteilung der Potenziale der abgefragten Verbraucher

Um die Bedarfsermittlung bei Unternehmen effektiver zu gestalten und eine realistische Perspektive für die Substitution von Erdgas und Heizöl sowie die Nutzung von Wasserstoff im Schwerlaststraßenverkehr zu bieten, mussten die Bedarfsschätzungen für nicht befragte Unternehmen auf realistischen Einschätzungen basieren. Diese zielführende Perspektive stützt sich auf plausible Annahmen und relevante Studien, um die Glaubwürdigkeit der Schlussfolgerungen zur Energieumstellung in der Wirtschaft zu gewährleisten.

4.1.1. H₂-Bedarf der nicht abgefragten Industrie und aus den Haushalten und Gewerbe

Der Gasverbrauch der Gasverteil-Netzbetreiber ist statistisch über das gesamte Bundesgebiet vergleichbar. Großverbraucher wie im Befragungsgebiet fallen nicht immer in diese Statistik, weil diese wie Kraftwerke typischerweise nicht durch Stadtwerke sondern direkt durch die Fernleitungsnetzbetreiber versorgt werden.

Erdgasabsatz nach Kundengruppen 2021



Abbildung 10 Erdgasabsatz der Gasnetzbetreiber nach Kundengruppen

Laut dem Branchenverband der deutschen Gaswirtschaft - Zukunft Gas⁴ teilt sich der Verbrauch des Erdgases entsprechend Abbildung 10 auf. Da Wasserstoffgas in der Anwendung, nach Umstellung der Anlagen, vergleichbar zu Erdgas eingesetzt werden kann, kann davon ausgegangen werden, dass sich

⁴ <https://gas.info/fileadmin/Public/PDF-Download/Faktenblatt-Erdgas.pdf>

ein Verbrauchsverhältnis wie in Abbildung 10 auch für Wasserstoff ergibt. Entsprechend wurde aus dem gemeldeten Gasverbrauch der Gas-Netzbetreiber (Stadtwerke) ein äquivalenter Bedarf von Wasserstoff abgeleitet.

Netzbetreiber	Gasverbräuche 2021 in MWh	H2 (t / a)
EnBW ODR (OAK)	472. 511	14. 063
EnBW ODR (HDH)	301. 894	8. 985
SW El l wangen	215. 042	6. 400
SW Aal en	900. 000	26. 786
SW Gründ	630. 700	18. 771
SW G engen	240. 000	7. 143
SW Oberkochen	210. 000	6. 250
SW Hei denhei m	262. 459	7. 811
	3. 232. 606	96. 209
Davon Bedarf der Unternehmen aus Abfrage (ohne Großverbraucher und Diesel)	652. 747	19. 427
Menge an Erdgas welches nicht durch die Befragung erfasst ist	2. 579. 859	76. 782
ca. 1/3 des Erdgases aus der Gesamtbilanz geht in die Industrie	859. 953	25. 594
ca. 2/3 für Haushalte, Gewerbe, Strom etc	1. 719. 906	51. 188
20% Beimischung von H2 in Erdgas für Haushalte und Gewerbe und Stromerzeugung	343. 981	10. 238
Lieferung Terranets bw an Großverbraucher	3. 225. 600	96. 000
Gesamtbedarf an Erdgas Landkreis Ostalbkreis + HDH	6. 458. 206	192. 209



Abbildung 11: Abschätzung der Potenziale nicht befragter Unternehmen

Berücksichtigt man nun die anhand der typischen Verteilung ermittelten Bedarfe, ergibt sich ein zusätzlicher Bedarf nicht befragter Industrieunternehmen in Höhe von 25.595 t/a und der 20% Beimischung von H₂ in das Erdgas für Haushalte und Gewerbe in Höhe von 10.238 t/a entsprechend Abbildung 11. Beimischung wurde angenommen, weil diese bis 2035 auch ohne spezielle Maßnahmen zur Qualifizierung des Leitungsnetzes möglich ist. Ab dem Jahr 2040, wenn die terranets bw GmbH ausschließlich Wasserstoff an die Stadtwerke abgibt, wird auf 100% umgestellt. Allerdings werden auch Anwendungen durch Biogas als auch durch Wärmepumpen ersetzt. Wir gehen davon aus, dass die 20% Annahme die schlechteste mögliche Annahme ist.

4.1.2. Wasserstoffbedarf weiterer Speditionen und Tankstellen

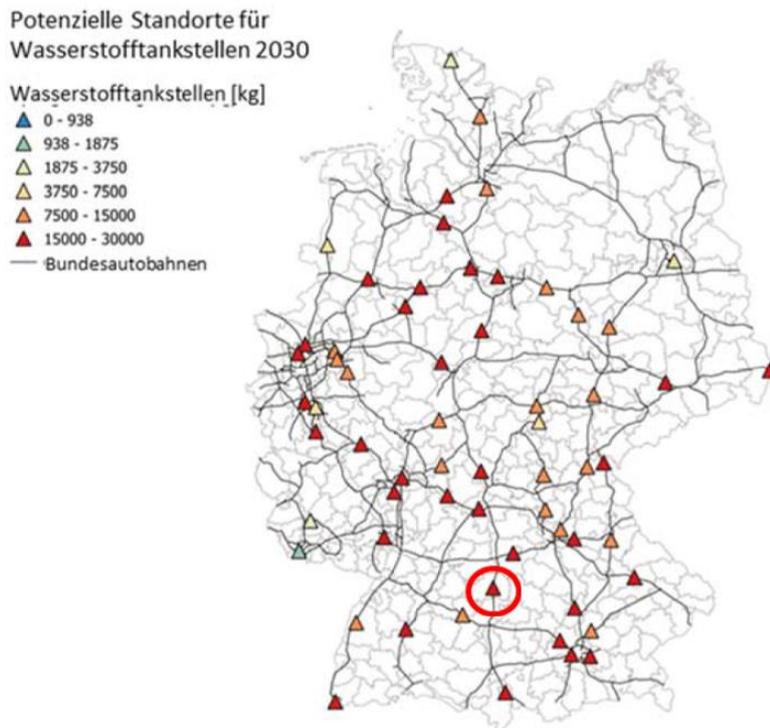


Abbildung 12 Szenario 2030 zum potenziellen Wasserstofftankstellenaufbau mit Wasserstoffnachfrage pro Tag in Deutschland

Entlang der A7 und der Bundesstraßen der Region ist neben den sieben befragten großen Speditionen mit weiterem Schwerlastverkehr zu rechnen. Der daraus resultierende weitere Bedarf wurde ermittelt. Die Datengrundlage lieferte eine Erhebung des Fraunhofer ISI⁵ die den Bedarf von Wasserstoff-Tankstellen ermittelt hat.

Im rot umrandeten Bereich wird nach verschiedenen Modellen bereits für das Jahr 2030 im Autobahn-Abschnitt A7 ein Bedarf von ca. 30.000 kg Wasserstoff pro Tag berechnet. Daraus ergibt sich ein Jahresbedarf von ca. 11.000 t Wasserstoff. Zu beachten ist, dass Wasserstofftankstellen bei Markteinführung eine geringe Leistungsfähigkeit besitzen, da vorerst wenige Wasserstoff-betriebene Lkw im Markt verfügbar sind. Solche XS-Tankstellen begrenzen die kleinste noch wirtschaftliche Größe und können am Tag ca. 20 Nutzfahrzeuge versorgen. Zukünftige Tankstelle haben nach Tabelle 5 das Potenzial zur Versorgung mit bis zu 600 Fahrzeugen pro Tag. Auf Grund der notwendigen Technik skalieren die Kosten für die Vertankung sehr gut. Typische Tankstellen werden mit vier oder acht Dispensern arbeiten. Damit sind an hochfrequentierten Autobahnabschnitten zwei bis drei Tankstellen notwendig, die eine Pipeline-Anbindung haben sollten.

⁵ Prof. Dr. Martin Wietschel; Leiter des Competence Centers Energietechnologien und Energiesysteme am Fraunhofer ISI (Institut für System- und Innovationsforschung); <https://www.isi.fraunhofer.de/de/presse/2020/presseinfo-18-wasserstoff-tankstellen-brennstoffzellen-lkw.html>

Parameter	Einheit	XS	S	M	L	XL	XXL
Fahrzeuge	Lkw/Tag	19	31	75	150	300	600
H ₂ -Nachfrage	kg H ₂ /Tag	938	1.875	3.750	7.500	15.000	30.000
Anzahl Auslässe	#	1	2	2	4	8	16
Kapazität Niederdrucktank	kg H ₂	938	1.875	3.750	7.500	15.000	30.000
Kapazität Hochdrucktank	kg H ₂	114	228	455	900	1.821	3.642
Verdichter	kg H ₂ /h	114	228	455	900	1.821	3.642
Fläche	m ²	290	565	1.190	2.725	6.330	13.470
Investitionen	T€	2.133	3.742	7.154	14.303	27.885	55.265

Tabelle 5 Techno-ökonomische Eckdaten für Wasserstofftankstellen im Jahr6

4.1.3. Ersatzbedarf Mineral- und Heizöl:

Betrachtet man den deutschlandweiten Primärenergiebedarf⁷ in seiner Gesamtheit, kann davon ausgegangen werden, dass im Verhältnis, in dem Wasserstoff Erdgas ersetzt, Wasserstoff auch Mineral- und Heizöl ersetzen wird. Zusammen ergeben diese Gruppen einen regionalen Gesamtbedarf von **30.483 t/**.

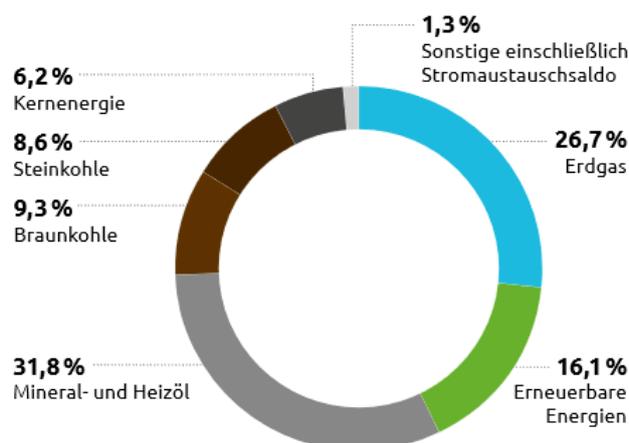


Abbildung 13 Struktur des Primärenergieverbrauches in Deutschland

⁶ Prof. Dr. Martin Wietschel; Leiter des Competence Centers Energietechnologien und Energiesysteme am Fraunhofer ISI (Institut für System- und Innovationsforschung); <https://www.isi.fraunhofer.de/de/presse/2020/presseinfo-18-wasserstoff-tankstellen-brennstoffzellen-lkw.html>

⁷ <https://gas.info/fileadmin/Public/PDF-Download/Faktenblatt-Erdgas.pdf> AGEB AG Energiebilanzen e.V. 2021 (https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2022/01/quartalsbericht_q4_2021.pdf)

	Berechneter Bedarf an Wasserstoff	
Großverbraucher Gas Palm, Schwenk, Munksjö, Voith	97.244	t/a
Industrieunternehmen Gas/Öl Ersatz	8.918	t/a
Industrieunternehmen Strom Ersatz	10.509	t/a
große Speditionen Diesel Ersatz (7 Unternehmen)	6.096	t/a
minimaler Gesamtbedarf	122.767	t/a
weitere Speditionen und Tankstellen	11.000	t/a
Bedarf der nicht abgefragten Industrie aus Erdgasbedarf	25.594	t/a
Ersatzbedarf für Heiz und Mineralöl	30.483	t/a
20% Beimischung von H2 in Erdgas für Haushalte; Gewerbe	10.238	t/a
Gesamtbedarf	200.081	t/a

Tabelle 6 abgefragtes und berechnetes Potenzial Wasserstoffbedarf in der Region

Der Gesamtbedarf der Region Ostwürttemberg auf Basis des heutigen Energieverbrauchs kann auf ca. 200.000 t/a geschätzt werden. Mit einem angenommenen Wirtschaftswachstum von 1,5% in der Region ist 2030 ein Bedarf von 215.000t/a sehr realistisch.

Der Bedarf der nicht abgefragten Industrie verteilt sich auf über 2.000 Unternehmen. Absichtserklärungen von diesen sind nicht zu erwarten.

Der zusätzliche Bedarf für den Verkehr mit ca. 11.000 t/a bezieht sich lediglich auf den Bedarf an der A7 und ist konservativ geschätzt.

Eine Steigerung von 7% bis 2030 kann auch hier angenommen werden, da das Fraunhofer ISI⁸ in einem Zielszenario für die Berechnung der notwendigen Tankstellen von einem gleichbleibend steigenden Bedarf ausgegangen ist. Trotz aller Bemühungen, den Verkehr zu reduzieren bzw. auf die Bahn zu verlagern, ist bei einem weiteren Wirtschaftswachstum auch mit einem steigenden Anstieg des Güterverkehrs auf der Straße zu rechnen.

⁸ Prof. Dr. Martin Wietschel; Leiter des Competence Centers Energietechnologien und Energiesysteme am Fraunhofer ISI (Institut für System- und Innovationsforschung); <https://www.isi.fraunhofer.de/de/presse/2020/presseinfo-18-wasserstoff-tankstellen-brennstoffzellen-lkw.html>

Verteilung abgefragter und berechneter Bedarf an Wasserstoff

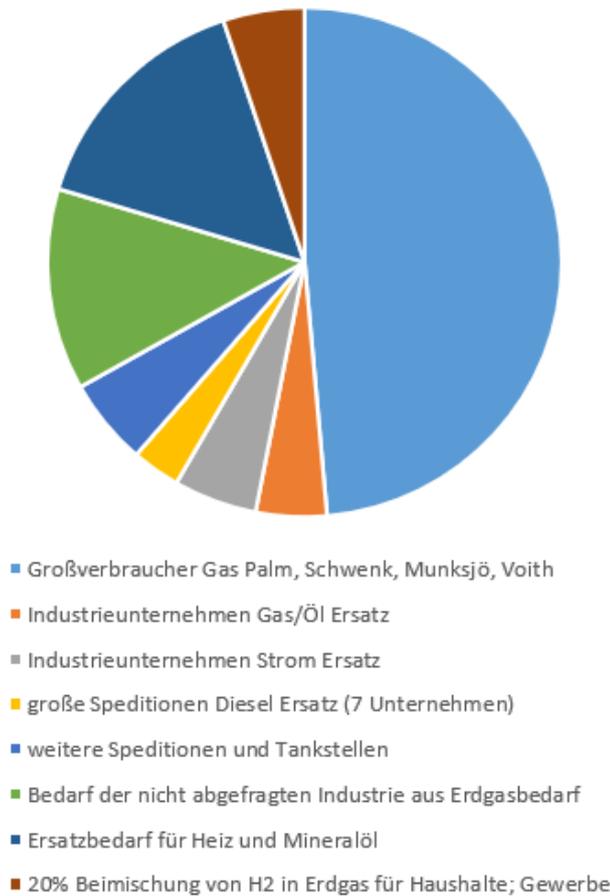


Abbildung 14 Verteilung des abgefragten und berechneten Bedarfs an Wasserstoff in der Region

Eine Agentur ⁹ hat die Verteilung des Gasverbrauches über alle deutschen Stadtwerke dargestellt. Es wird davon ausgegangen, dass Ostwürttemberg industriell stark im Vergleich zum bundesdeutschen Durchschnitt ist und der Anteil der Industrie in dieser Region steigt. In Summe kann man dann davon ausgehen, dass die angenommenen 215.000 t/a auch überschritten werden können.

Die Daten zur Bedarfsabfrage wurden der terranets bw GmbH im Februar 2023 übermittelt.

Es wird bereits in wenigen Jahren einen H₂-Bedarf geben, der erheblich über den (zukünftigen) Produktionskapazitäten (Elektrolyse unter Nutzung von EE-Strom) liegen wird, zumal der Ausbau/Zubau neuer EE-Anlagen (Wind, Photovoltaik) bekanntermaßen langsam verläuft und mit vielen Hürden verbunden ist. Aktuell kann der Bedarf von ca. 215.000 t H₂/a geschätzt nur zu weniger als 7 % in der Region grün erzeugt werden. Der geschätzte Bedarf entspricht einer Energiemenge von ca. 6,6 TWh (Heizwert), die in Form von Wasserstoff in der Region Ostwürttemberg benötigt wird.

⁹ <https://gas.info/fileadmin/Public/PDF-Download/Faktenblatt-Erdgas.pdf>

4.2. Zielperspektive – Plausibilität - Zusammenfassung

Bei der regionalen Bedarfsabfrage für Ostwürttemberg wurden folgende Prämissen gesetzt und befragten Unternehmen kommuniziert, die bei der Ermittlung des konkreten Wasserstoff-Bedarfs berücksichtigt wurden:

- Der Wasserstoff wird ab 2030 in der Region über die SEL verfügbar sein (siehe Kapitel 6)
- Der Wasserstoff wird in ausreichender Menge aus europäischen und außereuropäischen Quellen verfügbar sein und er wird neben grünem Wasserstoff auch blauen, d.h. dekarbonisierten, Wasserstoff enthalten.
- Beim Angebot wird es einen deutlich stärkeren Wettbewerb als auf dem Gasmarkt geben und die Wasserstoffpreise werden sich langfristig bei 12 Eurocent pro kWh einpendeln.¹⁰
- Die heute erdgasverbrauchenden Anlagen in den Unternehmen können im Rahmen der Modernisierung bis 2030 auf Wasserstoff-Ready-Geräte umgestellt werden.
- Das Stromnetz wird weiter ausgebaut, aber die zusätzlichen Strombedarfe für PKW und Wärmepumpen werden den Ausbau des Stromnetzes stark beanspruchen, d.h. die Umstellung von Prozessen, die aktuell erdgasbasiert sind, sind typischerweise mit starken Investitionen in Umspannwerke und regionale Verteilnetze verbunden.
- Wasserstoff-Lkw werden ab 2024 verfügbar und können im Zusammenhang mit der KSNI-Fahrzeugförderung und der Mautveränderung ab 2024 vergleichsweise wirtschaftlich eingesetzt werden. Unter Beachtung der KSNI-Förderung und einer 8 Cent Maut-Minderung für Zero-Emission-Fahrzeuge erhöhen sich die Transportkosten um ca. 20% bis 30%. Diese Kostenerhöhung wird durch Unternehmen mit Dekarbonisierungs-Zielen bis 2030 bezahlt.
- Es wurde kein Zieljahr für die (vollständige) Umstellung auf Wasserstoff-Nutzung gesetzt. Da die Großverbraucher aber sehr anspruchsvolle Ziele für die Transformation haben, würde der Bedarf im Rahmen der Verfügbarkeit ab 2030 zu mindestens 50% entstehen.

Der zukünftige Bedarf an "grünem" Wasserstoff wird sich, auf Grund der kleinen regionalen Kapazität, absehbar nur durch H₂-Importe in die Region Ostwürttemberg abdecken lassen. Hierzu hat das Unternehmen terranets bw GmbH bereits im Jahr 2021 eine Bedarfsabfrage gestartet, die im November 2023 wiederholt wurde und bereits abgeschlossen ist. Die Bedarfsabfrage der Region Ostwürttemberg hat hier als Vorbild gedient.

Diese Bedarfsabfrage für das gesamte Bundesland ermittelte einen Bedarf entsprechend nachfolgender Grafik.

¹⁰ Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (www.h2-dvgw.de) Studie: Was kostet der Wasserstoff der Zukunft

Hochrechnung des Bedarfs in der Industrie

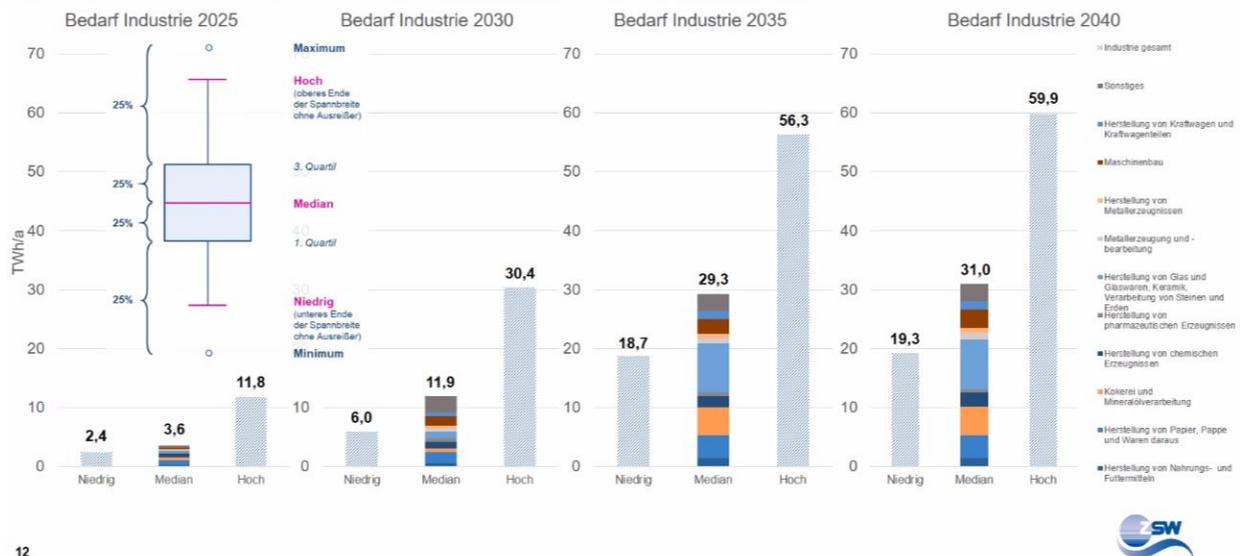


Abbildung 15: Ermittlung Wasserstoffbedarf für Baden-Württemberg im Auftrag des Umweltministeriums und ausgewertet durch das ZSW in Ulm

Der im Projekt für Ostwürttemberg ermittelte Bedarf von ca. 6,6 TWh entspricht ca. 21% des mittleren Bedarfes von 31 TWh in Baden-Württemberg und ca. 15% der hohen Hochrechnung von 59,9 TWh. Geht man davon aus, dass durch die Großverbraucher der Region das Verhältnis am Energiebedarf statistisch nach oben verschoben wird, erscheint der ermittelte Bedarf für Ostwürttemberg im Verhältnis zum Ergebnis der Studie für das Umweltministerium Baden-Württemberg realistisch.

Die Potenzialanalyse, in der für das Projekt "H2Ostwürttemberg" relevanten Region Ostwürttemberg, startete insbesondere zur Ermittlung der H₂-Bedarfe, die eine Umstellung bzw. Verlängerung der SEL für 100 % Wasserstoff sinnvoll erscheinen lassen.

Allerdings soll die SEL bis hinein nach Bayern geführt werden, wo in der Verlängerung weitere Großabnehmer für grünen Wasserstoff ihren Sitz haben. Der Nutzen bzgl. einer Umstellung bzw. Erweiterung der SEL auf 100 % grünen Wasserstoff ist daher nicht ausschließlich an die Bedarfe in der Region Ostwürttemberg gebunden. Nichtsdestotrotz wäre jedoch die Umstellung des geplanten Abschnitts auf 100 % Wasserstoff von essenzieller Bedeutung für die Unternehmen und Einrichtungen in der Region Ostwürttemberg.

Weiterhin gilt die getroffene Annahme aus dem Angebot zur Projektdurchführung, dass die Ankerprojekte und die Region sich nur durch ein entsprechend ausgebautes System an Pipelines entwickeln können, die den Import und die Verteilung ermöglichen.

Abschließend ist hervorzuheben, dass die im Rahmen des "H2Ostwürttemberg"-Projektes durchgeführte Bedarfserhebung auf Landesebene positiv aufgefallen ist. Es erfolgte im Rahmen des HyExperts-Regeltermins eine Abstimmung mit einem Vertreter des Umweltministeriums, in welchem die Vorgehensweise bei der Bedarfserhebung vorgestellt wurde. Auf Einladung des Landes Baden-Württemberg wurde im Workshop „Fachdialog Wasserstoffinfrastruktur“ des Strategiedialogs Automobilwirtschaft teilgenommen und die Erfahrungswerte zur Bedarfserhebung aus Ostwürttemberg mit Experten geteilt.

Das AP2, Datenerhebung und Potenzialanalyse, hat innerhalb des Gesamtprojektes eine unerwartete Ausweitung erfahren, da diese Datenerhebung ein wichtiger Bestandteil zur Argumentation der Notwendigkeit der SEL wurde. Langfristig ist, wie oben zusammengefasst, die Transformation der Region nur durch eine gesicherte Energieversorgung über dekarbonisierten Wasserstoff möglich.

Im Ergebnis kann zusammengefasst werden, dass die Potenzialanalyse im Projekt zu einem wesentlichen Baustein für die Integration der SEL in das deutsche Wasserstoffkernnetz wurde.

In der Anlage "Heatmap Wasserstoff Ostwürttemberg" ist die Verteilung der Bedarfe über die Ankerprojekte dargestellt. Die Datenerhebung und ihre Ergebnisse wurden öffentlich präsentiert.

5. Auswertung der Einzelkonzepte und (AP5) Planung konkreter Umsetzung

5.1. Ankerprojekt Ellwangen Südstadt

Das Ankerprojekt Ellwangen hatte in den Monaten September und Oktober 2022 die höchste Priorität. Mit den Fachabteilungen der Stadtwerke Ellwangen, wurde ein Wärmekonzept für die Stadt Ellwangen erarbeitet, welches unter Berücksichtigung verschiedener Energieerzeugungsanlagen zu einer deutlichen Reduzierung der CO₂-Emissionen führen wird.

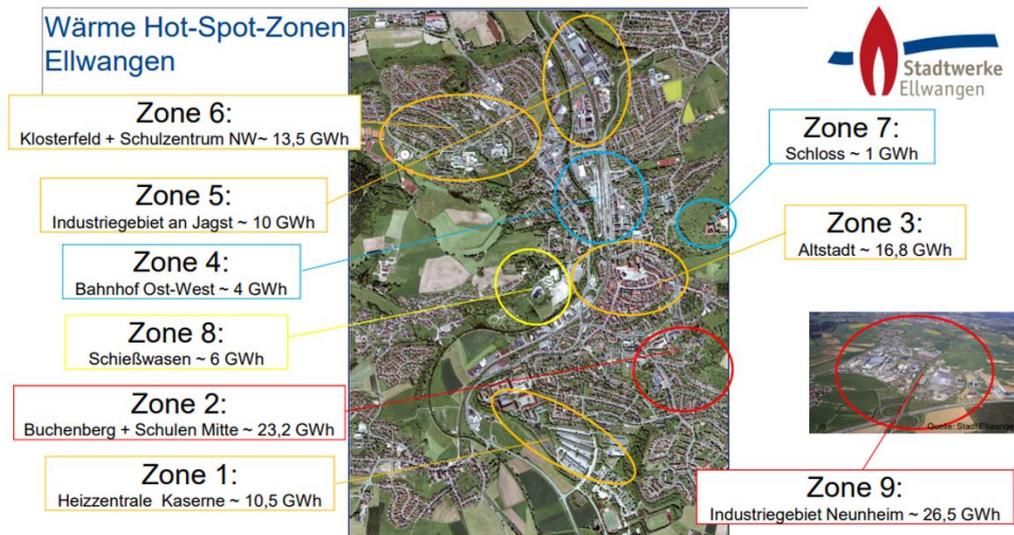


Abbildung 16: WärmEZonen der Stadt Ellwangen

5.1.1. Wärmezone 1 - Kern des neuen Wärmekonzepts

Die Wärmezone 1, gelegen in der Umgebung einer ehemaligen Kaserne und des Neubaugebiets Südstadt, umfasst ein saniertes Heizwerk mit einem stillgelegten Kohlebunker, der nun als Lager für Anlagenteile genutzt wird. Ein Hackschnitzelkraftwerk zur Spitzenlastabdeckung und thermische Phasenwechselspeicher für latente Wärme sind Teil der ersten Ausbaustufe. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Implementierung einer ****Elektrolyseanlage zur Wasserstoffproduktion****, die nicht nur eine H₂-Tankstelle mit Speicher umfasst, sondern auch Synergien zur HyExperts-Region Ostwürttemberg bietet. Fahrzeuge der Gesellschaft im Ostalbkreis für Abfallbewirtschaftung mbH (GOA) könnten hierdurch mit Wasserstoff betankt werden, was die THG-Emissionen im Rahmen der CVD deutlich reduziert.

Die Abwärme der Elektrolyseanlage soll für die Niedertemperatur-Wärmetrasse genutzt werden, während das bestehende BHKW mit Erdgas, Mischgas oder reinem Wasserstoff betrieben werden kann. Insbesondere alte Gebäude in der Zone und in Zone 3, die Sanierungsbedarfe aufweisen, werden über ein separates Wärmenetz mit höherer Vorlauftemperatur versorgt, während das Neubaugebiet Südstadt eine Versorgung über ein Niedertemperatur-Nahwärmenetz erhält.

Das langfristige Ziel ist die Schaffung eines klimaneutralen Energiewendekraftwerks sowie eines Wohngebiets in der Südstadt mit einer CO₂-neutralen Wärme- und Stromversorgung. Durch die kaskadierte Nutzung von Wärme in separaten Netzen, die intelligent miteinander gekoppelt werden, soll eine effiziente Energieverteilung erreicht werden. Die Integration von PV und Solarthermie auf dem Dach des Energiewendekraftwerks, kombiniert mit einem großvolumigen Wärmespeicher, ermöglicht

die Nutzung temporärer Überschussenergie und trägt zu einer stabilen und nachhaltigen Energieversorgung bei.

5.1.2. Anbindung der Elektrolyse im Energiewendkraftwerk über eine Pipeline

Speicherkosten sind im Bereich der Wasserstoffnutzung von hoher Bedeutung und entscheiden maßgeblich über die Wirtschaftlichkeit von Projekten.

Wir gehen in unserem Gesamtkonzept davon aus, dass die Stadt Ellwangen im Jahr 2030 über die geplante „T-Lösung“ an die SEL angebunden wird. Bis dahin soll die geplante Kapazität von ca. 560 kg H₂/d aus einer 1,25 MW-Elektrolyseeinheit über die Leitung auf einem 16 bar-Niveau direkt an die Tankstelle in der Max-Eyth-Straße geliefert werden.

Nachfolgende Abbildung zeigt den Verlauf der Leitung.

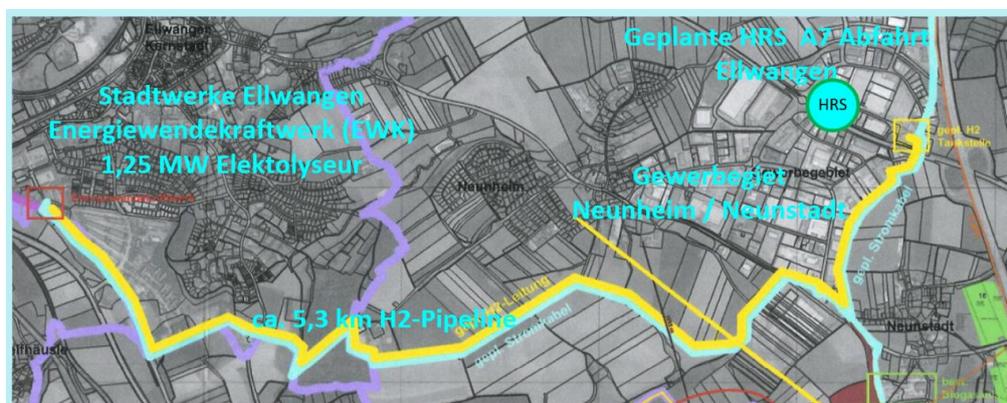


Abbildung 17: geplanter Verlauf der Pipeline von der Energiezentrale SWE in der Reinhardstraße zur Tankstelle Max-Eyth-Straße

Wie oben beschrieben, wird in der Heizzentrale (Reinhardstraße) eine 7,5 MW-Elektrolyse geplant. Der dort produzierte Wasserstoff (aus der ersten Stufe mit 1,25 MW) soll perspektivisch leitungsgebunden der H₂-Tankstelle im Industriegebiet Ellwangen zur Verfügung gestellt werden.

5.1.3. Wasserstoff-Tankstelle Ellwangen 1

Eine Hauptzielstellung des HyPerformer „H2Ostwürttemberg“-Antrages, ist die Dekarbonisierung des Güterverkehrs, die kurzfristig umgesetzt werden soll. Gleichzeitig ist die Nutzung von Wasserstoff in Wasserstoff-angetriebenen Fahrzeugen ein Geschäftsmodell, welches heute schon tragfähig ist, sobald Fahrzeuge zur Verfügung stehen. Zur wirtschaftlichen Nutzung des Wasserstoffs für den Nutzfahrzeugsektor ist also ein guter Standort für eine Tankstelle notwendig. Am Standort Max-Eyth-Straße 1 betreibt das Unternehmen EG Deutschland GmbH eine Tankstelle unter dem Markennamen ESSO. Im Rahmen der Standortentwicklung wurde mit der EG Deutschland GmbH¹¹ bezüglich einer Weiterentwicklung hin zu einer Wasserstofftankstelle gesprochen und die sehr gute Anbindung an einen Erzeugerstandort und eine regionale und überregionale Wasserstoffpipeline erläutert. Da die EG-Group kein Know-how im Bereich Wasserstoff besitzt, ist sie eine Kooperation mit dem Unternehmen H2 MOBILITY Deutschland GmbH & Co. KG¹², dem Marktführer im Betrieb von PKW-Wasserstofftankstellen, eingegangen. Der Standort ist langfristig für eine Lieferfähigkeit von 6 t H₂/d geeignet. Die Erstinstallation sieht eine technische Anlage in der Größe L (2t H₂/d) zur Betankung von Lkw und PKW vor.

¹¹ EG Deutschland GmbH, Ludwig-Erhard-Str. 22, 20459 Hamburg; Ansprechpartner Heiko Thieme

¹² H2 MOBILITY Deutschland GmbH & Co. KG, EUREF-Campus 10-11, 10829 Berlin, Ansprechpartner Falk Schulte-Wintrop



Abbildung 18: Lage Autohof Ellwangen

5.1.4. Wasserstoff-Tankstelle Ellwangen 2

In Ellwangen arbeitet die Firma Kling Energie GmbH. Diese betreibt in der Wilhelm-Maybach-Straße 2, 73479 Ellwangen (Jagst) eine Tankstelle für konventionelle Treibstoffe und eFuels (HVO-Diesel). Der Eigentümer Herr Kling hat durch das Unternehmen Kling Mineralöl & Brennstoffe GmbH Jahrzehnte Erfahrung im Bereich des Brennstoffhandels.



Abbildung 19: Lage der in Planung befindlichen HRS-Tankstelle der Firma Kling Energie GmbH in der Max-Eyth-Straße 44, 73479 Ellwangen (Jagst)

Die hier geplante HRS in der Max-Eyth-Straße 44, 73479 Ellwangen (Jagst) soll die Größe S erhalten. Das entspricht einer Tagesleistung von ca. 1875 (2000) kg/d.

5.1.5. Umsetzung der Clean Vehicle Directive - Abfallsammelfahrzeuge

Das Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie (EU) 2019/1161 vom 20. Juni 2019 zur Änderung der Richtlinie 2009/33/EG über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge sowie zur Änderung vergaberechtlicher Vorschriften (Clean Vehicles Directive, kurz CVD) wurde am 14. Juni 2021 im Bundesgesetzblatt veröffentlicht.

Mit dem Gesetz werden bei der öffentlichen Auftragsvergabe erstmals verbindliche Mindestziele für emissionsarme und -freie Pkw sowie leichte und schwere Nutzfahrzeuge, insbesondere für Busse im ÖPNV vorgegeben. Die Vorgaben gelten seit dem 2. August 2021 und verpflichten die öffentliche Hand sowie für einzelne Dienstleitungen auch eine Auswahl bestimmter privatrechtlich organisierter Akteure (z.B. Post- und Paketdienste, Stadtreinigung) dazu, dass ein Teil der angeschafften Fahrzeuge zukünftig emissionsarm oder -frei sein muss.

Die Fahrzeuge, die zur Beseitigung von Siedlungsabfällen eingesetzt werden, fallen ebenso unter die CVD. Die Nutzung von Wasserstoff in diesen Fahrzeugen unterliegt ausgezeichneten Bedingungen. Die Total Cost of Ownership (TCO)-Betrachtung fällt für diese Fahrzeuge aus, wenn sie gefördert werden (siehe Kapitel 3.2).

In den Handlungsempfehlungen wird vorgeschlagen, dass mit dem Unternehmen GOA - Gesellschaft im Ostalbkreis für Abfallbewirtschaftung mbH Gespräche zur detaillierten Bestimmung der TCO im Vergleich zu den bestehenden Dieselfahrzeugen geführt werden sollten.

Das Ankerprojekt Ellwangen-Südstadt trägt durch die Substitution von Erdgas und die Nutzung regenerativer Energiequellen maßgeblich zur Reduktion von Treibhausgasemissionen bei. Die geplante Elektrolyseanlage und die Nutzung von Wasserstoff in verschiedenen Anwendungen unterstreichen die strategische Bedeutung des Projekts für die lokale und regionale Energiewende. Die Anbindung an ein überregionales Wasserstoffnetz bietet zudem Potenzial für die Versorgung weiterer Abnehmer und unterstreicht die Vorbildfunktion Ellwangens im Bereich der nachhaltigen Energieversorgung. Zwei Standorte für die Betankung von Wasserstoff Lkw decken den Bedarf der Stadt Ellwangen über die nächsten 10 Jahre.

5.2. Ankerprojekt Technologiepark H₂-Aspen – Schwäbisch Gmünd

Das Ankerprojekt Technologiepark H₂-Aspen ist Bestandteil der "Modellregion Grüner Wasserstoff", einer von zwei Modellregionen "Grüner Wasserstoff in Baden-Württemberg". Die "Modellregion Grüner Wasserstoff" umfasst die Region Mittlere Alb-Donau-Ostwürttemberg mit den Landkreisen Reutlingen, Tübingen, Alb-Donau-Kreis, Ostalbkreis und Heidenheim sowie die Städte Ulm, Schwäbisch Gmünd und Giengen.

Das Pilot- oder Ankerprojekt Technologiepark H₂-Aspen (*Abbildung 20*) als ein neuer nachhaltiger Wasserstoff Industrie- und Technologiepark liegt östlich des Industriegebietes Gügling. Der Spatenstich für den Bau eines 10-MW-Elektrolyseurs durch die Firma Lhyfe in Schwäbisch Gmünd im Industriegebiet Gügling wurde am 12. Oktober 2023 durchgeführt. Im Jahr 2024 soll die Produktion von grünem Wasserstoff für die Region beginnen.



Abbildung 20: Lage des Wasserstoff-Technologieparks H₂-Aspen¹³ mit ca. 42 ha im 1. Bauabschnitt und der Gewerbepark Gügling und Gügling Nord (grün umrandet)

Im Gewerbepark Gügling entsteht mit dem neuen Technologiepark H₂-Aspen ein auf Wasserstoff ausgerichtetes Industrie- und Logistikgebiet, in dem die komplette Wertschöpfungskette für Wasserstoff umgesetzt wird. Mit der Zielstellung der Errichtung eines klimafreundlichen Energieparks ist die Region technologischer Vorreiter.

Durch die EurA AG wurde der Fa. Lhyfe Schwäbisch Gmünd GmbH die heutige Firma Mint Hydrogen Germany GmbH (früher JET H₂ Energy) am 19. Dezember 2022 als erfahrener Betreiber für Tankstellen vorgestellt. Am Wasserstoff- Info-Tag, am 24. Januar 2023 in Schwäbisch Gmünd, wurde die Fa. JET H₂ Energy als Partner für die Tankstelle am Standort Gügling bekannt gegeben.

¹³ Quelle: Präsentation der Stadt Schwäbisch Gmünd zum Projekt Aspen

5.2.1. H₂-Erzeugung und Tankstelle am Lhyfe-Standort im Gewerbepark Gügling

Der Standort der Elektrolyse und der Tankstelle liegen zusammen im Gewerbepark Gügling, unweit des neu geplanten Wasserstofftechnologieparks H₂-Aspen. Die JET H2 Energy verfolgt beim Ausbau des Wasserstofftankstellennetzes einen Clustergedanken. Innerhalb der Cluster gibt es mehrere Tankstellen, eine Erzeugungsanlage und langfristig immer eine Leitungs-anbindung. Ein Cluster wird in Schwäbisch Gmünd mit dem Zentrum im Gewerbepark Gügling entstehen. Entlang des Industriegebietes verläuft eine Erdgas-Hochdruckleitung. Durch die Stadtwerke Schwäbisch Gmünd ist bestätigt, dass entlang der bestehenden Erdgasstrasse eine neue Wasserstoffleitung vom Standort der Tankstelle und der Elektrolyse (südlich der Grundstücksgrenze) verlegt werden kann. Der Endpunkt der Erdgasleitung befindet sich beim Netzknotenpunkt (NKP) der Stadtwerke Schwäbisch Gmünd und der terranets bw GmbH in der Güglingstraße 116. Dieser liegt in unmittelbarer Nähe zur geplanten Fläche des Ankerprojekts H₂-Aspen, um dieses an das leitungsgebundene H₂-Versorgungskonzept anzuschließen.

Das bedeutet, die Tankstelle kann sowohl durch die Elektrolyse der Firma Lhyfe versorgt werden als auch durch die Netzanbindung über einen ca. 1,2 km langen Leitungsabschnitt vom NKP.

Die Betankung von Nutzfahrzeugen und PKWs ist grundsätzlich möglich. Es handelt sich um eine öffentliche Tankstelle, die rund um die Uhr zugänglich sein wird; mit einem offenen Zahlssystem für Kredit- sowie Tank- und Servicekarten.

Mittelfristig sind im Stadtgebiet von Schwäbisch Gmünd mehrere Wasserstofftankstellen notwendig. Im Moment sind 19 Tankstellen für Lkw in der Region und mindestens eine Betriebshoftankstelle im Einsatz. Für die Zukunft sind voraussichtlich mindestens zwei Tankstellen zusätzlich zur Tankstelle im Gewerbepark Gügling notwendig.



Abbildung 21: Lage der TOTAL Tankstelle

In der Stadt Schwäbisch Gmünd gibt es eine TOTAL Energy Tankstelle an der B29 am westlichen Ausgang der Stadt, kurz vor der Unterquerung der B29 (Stuttgarter Straße) unter der Eutighofer Straße. An dieser Tankstelle wurde mit der Baugenehmigung ein perspektivischer Ausbau zu einer Wasserstofftankstelle vorgesehen. Das wurde in einem Gespräch mit der TOTAL-Zentrale bestätigt. Im Moment würde die TOTAL jedoch bevorzugt Autobahn-Tankstellen für Wasserstoff

qualifizieren. Die TOTAL-Zentrale in Berlin hat den Standort geprüft und sich auf Grund der Wettbewerbssituation und der Lage abseits der Autobahn gegen den Standort entschieden. Dass die Lage an der B29 als Einfallstor in die Region Stuttgart sehr gut ist, hat eine Fahrzeugzählung ergeben. Am Verteiler West, direkt an der Tankstelle, wurden im Jahr 2019 über 2.600 Schwerverkehrsfahrzeuge gezählt¹⁴.

Für die Entwicklung einer gut erreichbaren Tankinfrastruktur wäre demzufolge an der B29 noch eine Tankstation wichtig.

¹⁴ <https://www.svz-bw.de/verkehrszaehlung>

5.2.2. Windkraftanlagen und netzdienliche Elektrolyse:

Windkraftanlagen sind in dieser Region an einigen Standorten gut einsetzbar. Im Moment wird dafür das Gebiet Rechberger Buch favorisiert, da es in der Gemarkung Schwäbisch Gmünd liegt und einen hohen Ertrag erwarten lässt.

Parallel zu den Standortverhandlungen sollte ein möglicher Trassenverlauf (Strom) bestimmt werden. Für den Anschluss großer Elektrolyseanlagen kann auch eine direkte Verbindung zwischen der WKA und der Elektrolyse sinnvoll sein, wenn das umliegende Stromnetz überlastet ist. Die direkte Einbeziehung der WKA-Betreiber in die H₂-Erzeugung ist zu empfehlen, damit der Strom im Geschäftsmodell der regionalen Wasserstoffherzeugung genutzt werden kann.

Im Rahmen der Erzeugung von grünem Wasserstoff kann eine Anbindung einer Elektrolyse in der Größe von 20 MW mit einer netzdienlichen Funktion wichtig sein.

Direkt am Windpark verläuft eine Stromtrasse der Netze ODR GmbH. Die Stadtwerke Schwäbisch Gmünd haben vom Technologiepark H₂-Aspen in Richtung Nordosten einen 20 kV-Netzpunkt, der für eine netzdienliche Elektrolyse geeignet wäre.

Wir empfehlen, am Netzknotenpunkt (NKP) der Stadtwerke Schwäbisch Gmünd und der terranets bw GmbH in der Güglingstraße 116, einen Teil des Wasserstoff Technologieparks H₂-Aspen für einen netzdienlichen Elektrolyse-Standort freizugeben. Der Standort hätte folgende Vorteile:

1. Am NKP sind wesentliche Teile der technisch notwendigen Systeme für eine Einspeisung schon vorhanden. Platz und Zugänglichkeit sind gegeben.
2. Durch die Verbindung zum Lhyfe-Standort kann die Abgabe von benötigtem Wasserstoff über Trailer dorthin organisiert werden.
3. Durch die Integration des Standortes in die geplante T-Pipeline kann der Elektrolyseur langfristig flexibel liefern.
4. Durch die Pipeline kann der Elektrolyseur eine hohe Speicherkapazität nutzen und flexibel produzieren.
5. Die Unternehmen, die sich am Standort H₂-Aspen ansiedeln, haben direkten Zugriff auf grünen Wasserstoff.
6. Die Versorgung des Gewerbegebietes Gügling und H₂-Aspen wäre durch die dann insgesamt 30 MW gut gesichert.
7. Die Anbindung beider Gewerbegebiete an ein kaltes Nahwärmenetz mit Nutzung der Elektrolyse-Abwärme wäre, wie im Projekt Ellwangen Südstadt, sehr interessant.



Abbildung 22: Lage der vorgeschlagenen Elektrolyse-Anlage im Gewerbepark H2-Aspen

Da eine Umsetzung bzw. Beantragung des HyPerformer-Projektes nicht vor Anfang des Jahres 2025 zu erwarten ist, schlagen wir vor, die Anbindung des Windparks, sobald der Betreiber feststeht, gemeinsam mit der EnBW ODR und den Stadtwerken Schwäbisch Gmünd zu besprechen.

Für die weitere Arbeit empfehlen wir:

1. In Zusammenarbeit mit dem Windparkbetreiber, den Stromnetzbetreibern und dem Betreiber der Elektrolyse sollte mit (zu gegebenem Zeitpunkt vorhandenen) Winddaten und den Netzdaten die optimale Anbindung an das Stromnetz für die netzdienliche Elektrolyse ermittelt werden.
2. Der NKP der Stadtwerke Schwäbisch Gmünd und der terranets bw GmbH in der Güglingstraße 116 sollte für die Elektrolyse gesichert werden.
3. Es sollte ein Betreiber für die Elektrolyse gesucht und festgelegt werden. Als Elektrolysebetreiber kommt nach einem ersten Gespräch auch die Firma Lhyfe in Frage, da die Produktionskapazität der jetzigen 10 MW-Anlage bereits verkauft ist. Mit Hilfe einer passenden Ausschreibung würde sich vermutlich im nächsten Jahr ein Betreiber finden, für den Fall, dass die Firma Lhyfe als Betreiber nicht in Frage kommen sollte.
4. Im Energiepark Wunsiedel in Bayern arbeitet ein Elektrolyseur der Firma Siemens. Dieser hat jetzt eine Größe von 8,75 MW und soll auf 20 MW ausgebaut werden. Ggf. lässt sich mit diesem Standort ein Erfahrungsaustausch organisieren.
5. Der Elektrolyseurbetreiber sollte in die Wärmeplanung der Stadt Gmünd einbezogen werden.

Mit 20 MW, der Pipeline, dem Technologiepark H₂-Aspen und einem gebündelten Konzept, kann sich das Projekt auch am Innovation Fund Call der EU beteiligen. (https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_5982). So kann der Hersteller von Wasserstoff mit dem Abnehmer Verträge aushandeln, in deren Rahmen die Lücke zwischen Angebot und Nachfrage bis 4,50 €/kg H₂ durch den Innovation Fund geschlossen wird. Voraussetzung dafür ist eine Projektreife, die bis zum Frühjahr 2025 erreicht werden kann. Eine Investitionsförderung durch eine andere Quelle, wie den HyPerformer ist nicht ausgeschlossen, da dadurch lediglich der Abstand zwischen Angebot und Nachfrage kleiner würde.

In einer Studie¹⁵ des Reiner LEMOINE INSTITUT wurde betont, dass kleine Elektrolysesysteme (5 MW - 20 MW, je nach Standort) sehr gute netzdienliche Leistungen übernehmen können. Die dezentrale Nutzung dieser Anlagen in Kombination mit Wärmenetzen verbessert die wirtschaftliche Bilanz der Anlagen.

5.3. Ankerprojekt Logistik-Netzwerk Heidenheim

Das Logistik-Netzwerk Heidenheim wurde in der Projektbeschreibung für das HyExperts-Projekt inhaltlich beschrieben, aber räumlich nicht festgelegt. Im Landkreis Heidenheim befindet sich im Moment das größte Potential für die industrielle sowie verkehrstechnische Nutzung von Wasserstoff. Die anliegende Heatmap (Abbildung 23: Heatmap Landkreis Heidenheim) zeigt den Schwerpunkt für die Wasserstoffnutzung bei den Firmen im Landkreis Heidenheim.

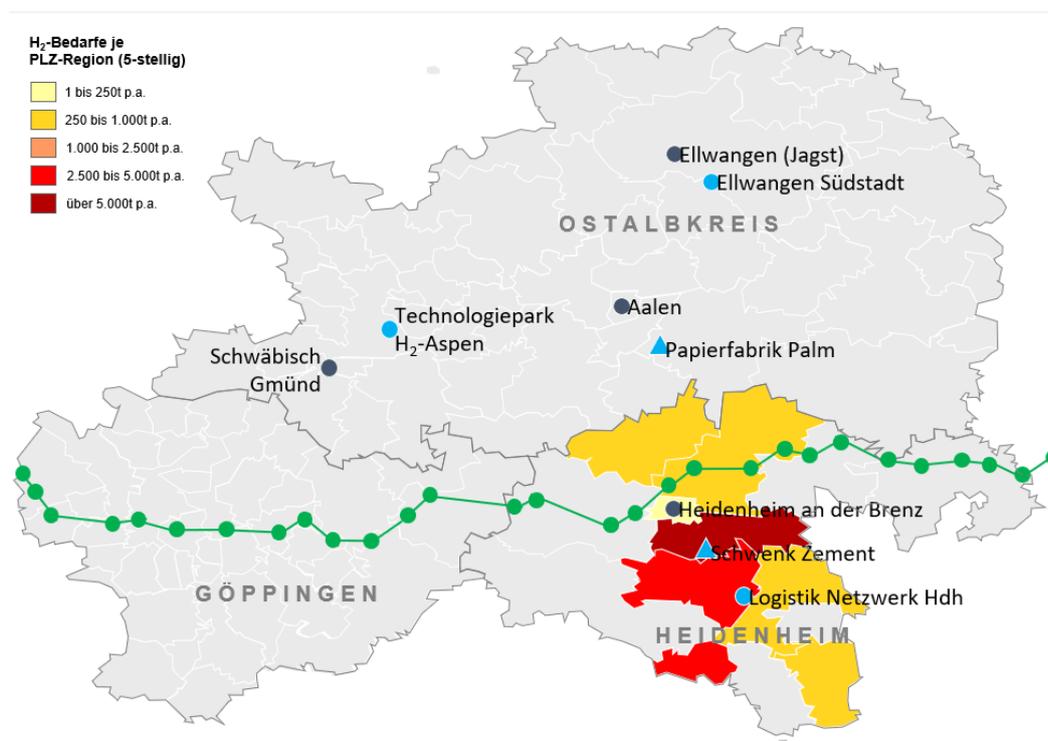


Abbildung 23: Heatmap Landkreis Heidenheim

5.3.1. Wasserstofftankstelle Giengen

Auf der Gemarkung der Stadt Giengen an der Brenz hat die Mint Hydrogen Germany GmbH (früher JET H2 Energy Germany GmbH) folgerichtig einen Standort ausgewählt, an dem eine Wasserstofftankstelle errichtet wird. Diese Tankstelle wird planmäßig auch ohne Förderung gebaut. Die Mint Hydrogen Germany GmbH wird jedoch nach Möglichkeit Förderprogramme nutzen.

¹⁵ https://reiner-lemoine-institut.de/wp-content/uploads/2022/03/2022-03-10_Abschlussbericht_Netzdienliche_Wasserstoffherzeugung.pdf

Die Tankstelle der JET mit der Wasserstofftankstelle der Mint Hydrogen Germany GmbH hat folgende Ausprägungen:

- Standort: Giengen an der Bundesautobahn A7 – Kreuzung Bundesstraße 492
- Geplante Druckstufen 350 bar und 700 bar; Dispenser: je ein Auslass (350 bar heavy duty, 700 bar light duty)
- Geplante Abgabeleistung pro Tag und Stunde: bis zu 1.000 kg/d und bis zu 4 Lkw-Vollbetankungen (30 kg) bei 350 bar pro Stunde technisch möglich
- Wasserstoffversorgung: grüner Wasserstoff; mittelfristig ggf. ebenfalls über die Lhyfe-Erzeugungsanlage in Schwäbisch Gmünd
- Weitere Energieträger wie Kraftstoff oder Strom: konventionelle Kraftstoffe und Ladeinfrastruktur (Betreiber JET Tankstellen Deutschland GmbH)
- Abschätzung der Fläche: 1.775 m²

Die Betankung von Nutzfahrzeugen und PKWs ist grundsätzlich möglich. Es handelt sich um eine öffentliche Tankstelle, die rund um die Uhr zugänglich sein wird; mit einem offenen Zahlssystem für Kredit- sowie Tank- und Servicekarten.

Aufgrund der ansässigen Speditionen, dem laufenden Tankstellenprojekt und der Lage zu wichtigen Unternehmen ist das ausgewählte Gebiet ideal als Grundlage für den HyPerformer-Antrag geeignet.

Vorteilhaft an dem Standort ist die Entfernung zu einem Zementwerk in der Nähe, an dem sich sehr gut ein Wasserstoffgas-Übergabepunkt einrichten lässt, wenn das Zementwerk im Jahr 2030 (+/-2 Jahre) an die SEL angeschlossen wird.

Vorteilhaft ist die Lage an der A7 und B19/B492 mit einem sehr hohen Verkehrsaufkommen.

5.3.2. Wasserstoffhub

Der potenzielle Wasserstoffbedarf geht weit über die Kapazität der geplanten Tankstellen in Giengen, Schwäbisch Gmünd und Ellwangen hinaus.

Die Region benötigt für die Entwicklung der Tankstelleninfrastruktur eine leistungsfähige „Quelle“ für grünen Wasserstoff. Aus der Region heraus kann der Bedarf nicht realisiert werden. Das bedeutet, Wasserstoff wird in Zukunft in großen Mengen von außerhalb der Region Ostwürttemberg kommen müssen.

Lösungsansatz:

- Die SEL kann Wasserstoff aus anderen Regionen bündeln. Im Logistik-Netzwerk Heidenheim kann der von Tankstellen benötigte grüne Wasserstoff ohne Pipelineanschluss in der Region ausgekoppelt werden.
- Eine leistungsfähige Aufbereitungsanlage für > 10.000 kg/d kann Trailer mit unterschiedlichen Druckstufen für die Region befüllen.
- Vom Standort aus könnte ein Radius von 50 bis 100 km mit Trailer-Wasserstoff (< 2000 kg/d) versorgt werden, bis sich die Standorte über eine eigene Pipeline- Anbindung versorgen können.

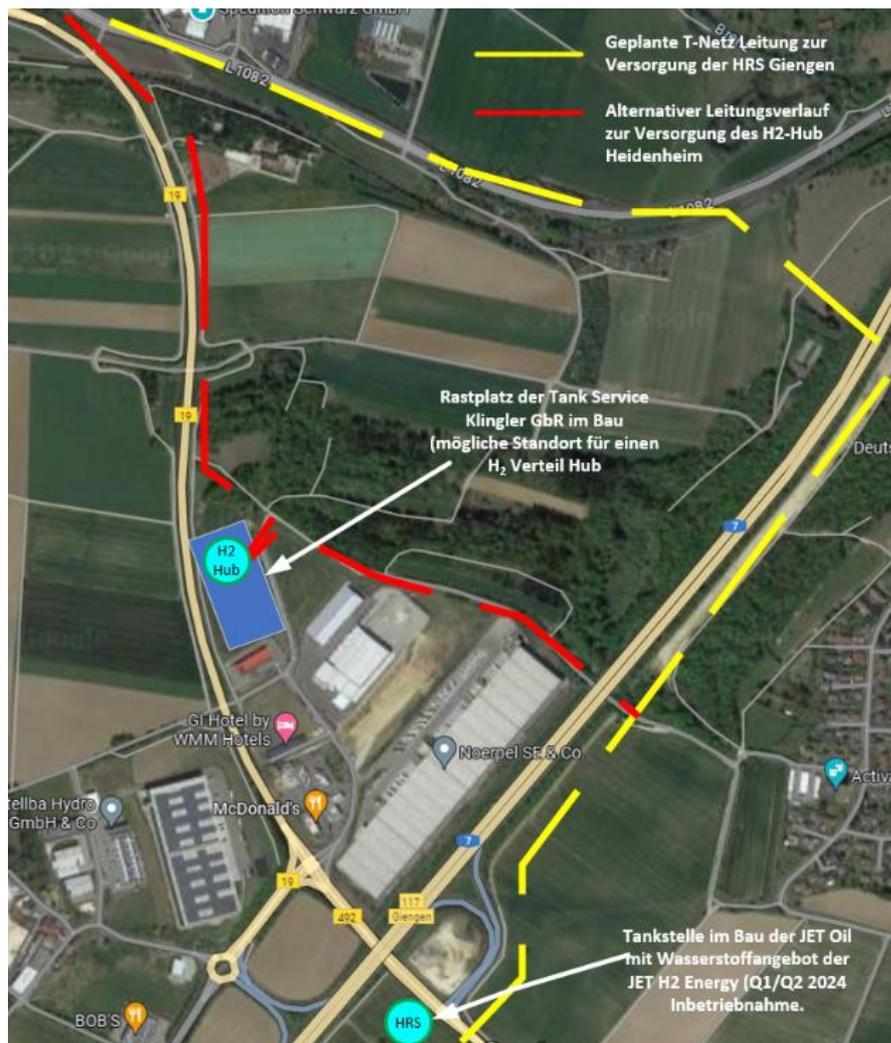


Abbildung 24: geplanter und alternativer Leitungsverlauf über den H₂-Hub - blau gekennzeichnet ist der Rastplatz

Für einen möglichen H₂-Hub wurde ein Standort ausgewählt, der im Eigentum eines Familienunternehmens aus Heidenheim ist.

Das in Abbildung 24 blau gekennzeichnete Grundstück hat einen Bebauungsplan für einen Rastplatz zwischen der Straße „Am Bühlfeld“ und der B19 nördlich des DHL Deutsche Post Verteilzentrums. Der Bau des Rastplatzes hat begonnen. Bisher ist der nördliche Teil des Grundstückes nicht für den Rastplatz vorgesehen. Es besteht die potentielle Bereitschaft die Fläche an einen Betreiber zu verpachten.

Die Lage ist interessant, da sie sich in unmittelbarer Nähe zur möglichen Verbindungspipeline von der SEL nach Giengen befindet. Im Kapitel 6.4.1 ist der Verlauf der Pipeline (Leitungsabschnitt B (LB): Zementwerk – Ankerprojekt Logistiknetzwerk Heidenheim) aufgezeigt. In der Abbildung 24 ist dieser mögliche Verlauf der Pipeline gelb gekennzeichnet. Die rote Linie zeigt eine alternative Führung, durch die das Grundstück auf Höhe des Wendeplatzes, am Ende der Straße „Am Bühlfeld“, einen direkten Zugang zu einer H₂-Pipeline erhalten würde.

Das Familienunternehmen aus Heidenheim hat mittelfristig potentielles Interesse an einem solchen Wasserstoff-Hub gezeigt. Die Idee setzt das Geschäftsmodell des Energiehandels fort und besteht darin, dass am Hub große Mengen H₂ aus der Pipeline in Trailer verladen werden. Diese werden anschließend in der Region zu Abnehmern gebracht, die noch nicht ausreichend Wasserstoff für einen eigenen

Pipeline-Anschluss benötigen (>> 2000 t/d notwendig), oder die auf Grund ihrer Lage nie einen Pipeline-Anschluss erhalten können.

Ein sinnvoller Transportradius für Wasserstoff in Trailern oder Wechselbrücken sollte einen Radius von 100 km nicht überschreiten.

Anforderungen an Platz und Technik:

Im Industriegebiet ist für eine Wasserstoff-Abfüllanlage bis zu 20 t H₂ pro Tag und eine Wasserstoff-Tankstelle für den Schwerverkehr bis zu 2t H₂ pro Tag (700 bar, vorgekühlt) eine Fläche von insgesamt 5000 m² notwendig. Eine elektrische Anschlussleistung von insgesamt 3.5 MW ist vorzusehen ("worst case"-Szenario).

Darüber hinaus sind Wasser- und Abwasseranschlüsse für Personalarbeitsplätze sowie Kundentoiletten (Tankstelle) vorzusehen.

Durch die Skalierung der Technik für die Gasreinigung kann der Reinigungsaufwand auf ca. 15 Cent/kg reduziert werden. In Verbindung mit dem Pipeline-Transport, der ab ca. 2000 kg/d ca. 69 Cent/kg kostet, kann der Aufwand für Transport und Aufreinigung auf unter 85 Cent/kg reduziert werden. Mit Verteilung im Radius von 50 km kann die Dienstleistung für unter 1,90€ pro kg angeboten werden. Zuzüglich der Kosten des Wasserstoffes aus der Pipeline von ca. 4,50 €/kg kann der Wasserstoff im Jahr 2030 voraussichtlich für ca. 6,45 €/kg aus der Pipeline angeboten werden.

Ein günstiger Zeitpunkt für die Inbetriebnahme des Hubs ist das Jahr 2030 +/- 2 Jahre, da ab dann die SEL die Leuchtturmprojekte mit Wasserstoff versorgen soll. Wenn das HyPerformer-Projekt vier Jahre läuft und im Jahr 2026 beginnt, kann die Inbetriebnahme des Wasserstoff-Hubs gemeinsam mit der der SEL erfolgen.

Der Hub beinhaltet die Technik, um Wasserstoff der Leitung zu entnehmen, zu reinigen und ihn zu komprimieren. Er schließt die Vertankung nicht mit ein.

6. SEL und Anbindung der Ankerprojekte „T-Lösung“

Ein zentraler Punkt des Projekts „H2Ostwürttemberg“ und Kernelement für die Beantragung des HyPerformer, ist die Konzeption einer leitungsgebundenen Versorgung der Ankerprojekte und Ankerkunden sowie der Wirtschaft der Region Ostwürttemberg mit grünem Wasserstoff. Das Konzept wird dabei im Wesentlichen durch zwei parallele Module definiert:

- Etablierung der leitungsgebundenen Verteilung von Wasserstoff in der Region über eine „T-Lösung“
- Anbindung an die Süddeutsche Erdgasleitung (SEL)

Im Folgenden soll der aktuelle Stand aufgezeigt werden sowie die nächsten Schritte zur Weiterführung und Detaillierung des Konzepts.

6.1. Die Süddeutsche Erdgasleitung (SEL)

Die SEL ist wesentlicher Bestandteil des Umbaus der Energieinfrastruktur in Baden-Württemberg.

Die SEL soll zunächst die Erdgas-Versorgung sicherstellen und perspektivisch Wasserstoff transportieren. Betreiber der SEL ist der Transportnetzbetreiber terranets bw GmbH. Der Trassenverlauf ist in Abschnitte aufgeteilt, wobei der Leitungsabschnitt von Esslingen a. N. über Göppingen, Geislingen a. N. Steige und Heidenheim a. d. Brenz bis nach Bissingen (Bayern) die Versorgung der Region Ostwürttemberg entsprechend Abbildung 25 sicherstellen soll.



Abbildung 25 Leitungsabschnitt von Esslingen a.N. bis Bissingen ¹⁶

Der Anschluss an die SEL ist Grundvoraussetzung für die Skalierung der Wasserstoffwirtschaft in Ostwürttemberg.

Am 7. November 2023 wurde durch das ZSW Ulm unter Leitung des Auftraggebers e-Mobil BW in einer öffentlichen Veranstaltung der Bedarf des Landes dargestellt. In diese Ergebnisse sind die Daten der Region Ostwürttemberg als ein Teil der Potentialanalyse und Datenerhebung aus dem Projekt „H2Ostwürttemberg“ (siehe Kapitel 4) eingeflossen.

¹⁶ <https://www.terranets-sel.de/trassenverlauf-sel/abschnitt-esslingen-a-n-bissingen>

Auf Grund des durch die terranets bw GmbH ermittelten Bedarfes wurde ein Neubauabschnitt der SEL als einer von wenigen Neubauabschnitten in das Wasserstoffkernnetz Deutschland aufgenommen. Damit wurde die Projektrealisierung für das Land Baden-Württemberg sichergestellt.

Mit der SEL wird so perspektivisch der Anschluss der Region Ostwürttemberg an das FNB-H₂-Netz und an das European Hydrogen Backbone (EHB) ermöglicht, über den überregional und international Wasserstoff zu den Verteilnetzen transportiert wird. Aktuell wird erwartet, dass Baden-Württemberg ab 2030 an den europäischen Wasserstoffmarkt angebunden wird.

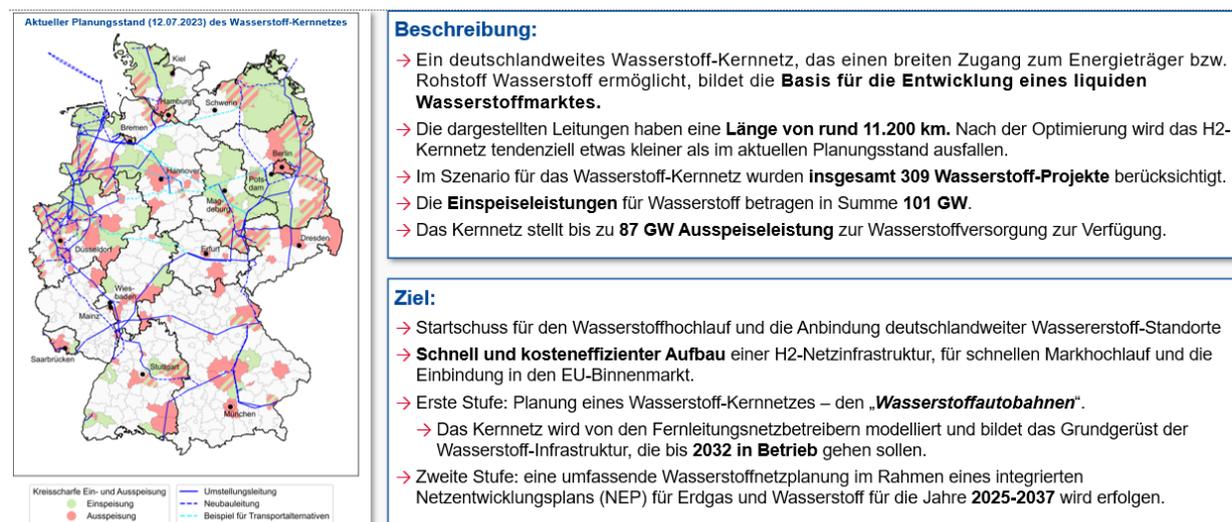


Abbildung 26 Zusammenfassung Wasserstoffkernnetz Deutschland

Der Deutsche Bundestag hat die ersten Regelungen für den Aufbau des Leitungsnetzes für Wasserstoff (Wasserstoffkernnetz) am 10. November 2023 verabschiedet. Diese Regelungen sind ein wesentlicher Bestandteil der Reform des Energie-Wirtschaftsgesetzes und zielen darauf ab, wichtige Verbindungen zwischen Häfen, Kraftwerken, Speichern und Industriezentren zu schaffen¹⁷.

Das deutsche Wasserstoffkernnetz ist die Grundlage für die Skalierung der Wasserstoffwirtschaft im gesamten Land. Für die Entwicklung der Ankerprojekte erfolgt der Aufbau jedoch zu spät, wenn von einem Projektbeginn für den HyPerformer “H₂Ostwürttemberg” im Jahr 2025 (unter Vorbehalt der Verfügbarkeit der Bundesmittel und einem erfolgreichen Antrag) ausgegangen wird.

Die nun sichere Perspektive für die SEL und die europäische Übereinkunft zum Ausbau der Wasserstoffwirtschaft inklusive des europäischen Wasserstoff-Backbone¹⁸ ist die Grundlage für die kommenden Aktivitäten zum Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft in Ostwürttemberg.

Darüber hinaus sollen die drei Ankerprojekte und die Leuchtturmprojekte (siehe Kapitel 5) über ein regionales Leitungsnetz „T-Lösung“ miteinander verbunden werden.

¹⁷ <https://www.plattform-h2bw.de/service/aktuelle-meldungen/meldungen-detail/gesetzentwurf-zur-schaffung-eines-wasserstoff-kernnetzes-beschlossen>

¹⁸ <https://www.dvgw.de/medien/dvgw/verein/energiewende/h2-wochen-lunch-and-learn-h2-backbone-transportnetzbetreiber-huewener-oge.pdf>

6.2. Konzept zur leitungsgebundenen H₂-Versorgung der Region Ostwürttemberg

Auf Basis der im Rahmen des HyExpert-Projekts „H₂Ostwürttemberg“ ermittelten Wasserstoffbedarfe wurde ein initiales Grobkonzept für die leitungsgebundene H₂-Versorgung der Region Ostwürttemberg entwickelt. Mit diesem Grobkonzept kann die Grundlage für die leitungsgebundene Versorgung der Region gelegt und damit ein wichtiger Beitrag zur H₂-Marktaktivierung geleistet werden.

Die Entwicklung des leitungsgebundenen H₂-Versorgungskonzepts orientierte sich an folgenden grundlegenden Prämissen:

- **Initialregion etablieren:** Die regionalen Anker- und Leuchtturmprojekte bilden die Eckpunkte des leitungsgebundenen H₂-Versorgungskonzepts. Sie sollen als Nukleus der Wasserstoffwirtschaft in Ostwürttemberg dienen.
- **Erweiterung ermöglichen:** Das Grobkonzept soll erweiterbar sein und perspektivisch weiteren Akteuren, sowohl auf der Erzeuger- als auch auf der Abnehmerseite, den Anschluss ermöglichen.
- **Skalierung sicherstellen:** Zudem soll das Grobkonzept die Skalierung des Markthochlaufs ermöglichen. Mit der Anbindung an die SEL bzw. das deutsche Wasserstoffkernnetz soll die Versorgung von H₂-Abnehmern mit großen H₂-Mengen ermöglicht werden.

Die konkreten Aktivitäten umfassten:

- **Erstellung Grobkonzept:** Erstellung eines Grobkonzepts zur leitungsgebundenen H₂-Versorgung der Städte Ellwangen, Aalen, Heidenheim, Schwäbisch Gmünd und Giengen sowie der Anker- und Leuchtturmprojekte
- **Gemeinsame Ausarbeitung:** Evaluierung der Umstellungs- bzw. Neubauoptionen entlang der möglichen Routenverläufe des Grobkonzepts in Workshops und bilateralen Gesprächen mit sämtlichen Projektbeteiligten
- **Dimensionierung und Kostenabschätzung:** Dimensionierung der neuzubauenden Leitungsabschnitte auf Basis der im Projekt ermittelten H₂-Bedarfe pro Abschnitt und Erstellung einer annahmebasierten Kostenabschätzung.

In den folgenden Kapiteln des Berichts wird das leitungsgebundene H₂-Versorgungskonzept im Detail betrachtet. Die Abschnitte Heidenheim/Giengen, Aalen, Ellwangen und Schwäbisch Gmünd werden in separaten Kapiteln beschrieben. Die detaillierte Betrachtung umfasst dabei eine Visualisierung und Beschreibung des Routenverlaufs sowie eine Kostenschätzung. Dem Bericht zugrundeliegenden Annahmen werden erläutert.

6.2.1. Vorgehensweise

Die Konzipierung und Detaillierung des Grobkonzepts der leitungsgebundenen H₂-Versorgung erfolgte in Zusammenarbeit mit regionalen Verteilnetzbetreibern, den Auftraggebern und der IHK Ostwürttemberg.

Zunächst wurde eine Routenplanung erstellt, die alle Zwangspunkte (Anker- und Leuchtturmprojekte) zu einem integrierten Netzwerk, der „T-Lösung“, zusammenfasst. Als Nukleus des entwickelten Zielbilds „T-Lösung“ diente dabei die SEL. Auf Basis des Entwurfs der „T-Lösung“ wurden gemeinsam mit den Projektbeteiligten Workshops und bilaterale Gespräche geführt, um das Grobkonzept weiterzuentwickeln und lokale Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Durch den intensiven Austausch mit den Projektbeteiligten konnte erreicht werden, dass ein Großteil des geplanten Leitungsnetzes entlang bestehender Trassen geplant und mögliche umstellbare Leitungen identifiziert werden konnten. Zudem wurde gemeinsam bewertet, ob die für die Umstellung auf Wasserstoff identifizierten Leitungen, die entsprechenden H₂-Bedarfe kapazitativ abbilden können.

6.3. Zielbild des Grobkonzepts – Die „T-Lösung“

Das Zielbild „T-Lösung“ beschreibt den Anspruch des Projekts an das leitungsgebundene H₂-Versorgungskonzept. Das Grobkonzept soll die H₂-Initialregion in Ostwürttemberg sowie die Skalierung der H₂-Wirtschaft ermöglichen. Dabei integriert die „T-Lösung“ alle Anker- und Leuchtturmprojekte sowie die Städte Aalen, Ellwangen, Giengen, Heidenheim und Schwäbisch Gmünd. An diesem Anspruch orientiert sich die detailliertere Entwicklung des Routenverlaufs des Grobkonzepts.

Der Begriff „T-Lösung“ leitet sich aus der visualisierten Vernetzung der Cluster Aalen, Ellwangen, Heidenheim und Schwäbisch Gmünd ab. Das dadurch entstehende „T“ ist Namensgeber für das Zielbild (siehe Abbildung 27). Im Laufe der iterativen Weiterentwicklung der „T-Lösung“ wurde ein alternativer Routenverlauf für die Anbindung von Schwäbisch Gmünd an die SEL präferiert. Trotz der Unterbrechung des ursprünglichen „T“ wird der sich im Projekt verfestigte Name „T-Lösung“ beibehalten.

Die detaillierte Betrachtung der Abschnitte der „T-Lösung“ beinhaltet jeweils den geplanten Verlauf des Leitungsnetzes sowie Eckdaten zur Route, Leitungsauslegung und Investitionskosten. Die hierfür geltenden Rahmenbedingungen und Annahmen werden im Folgenden aufgezeigt.

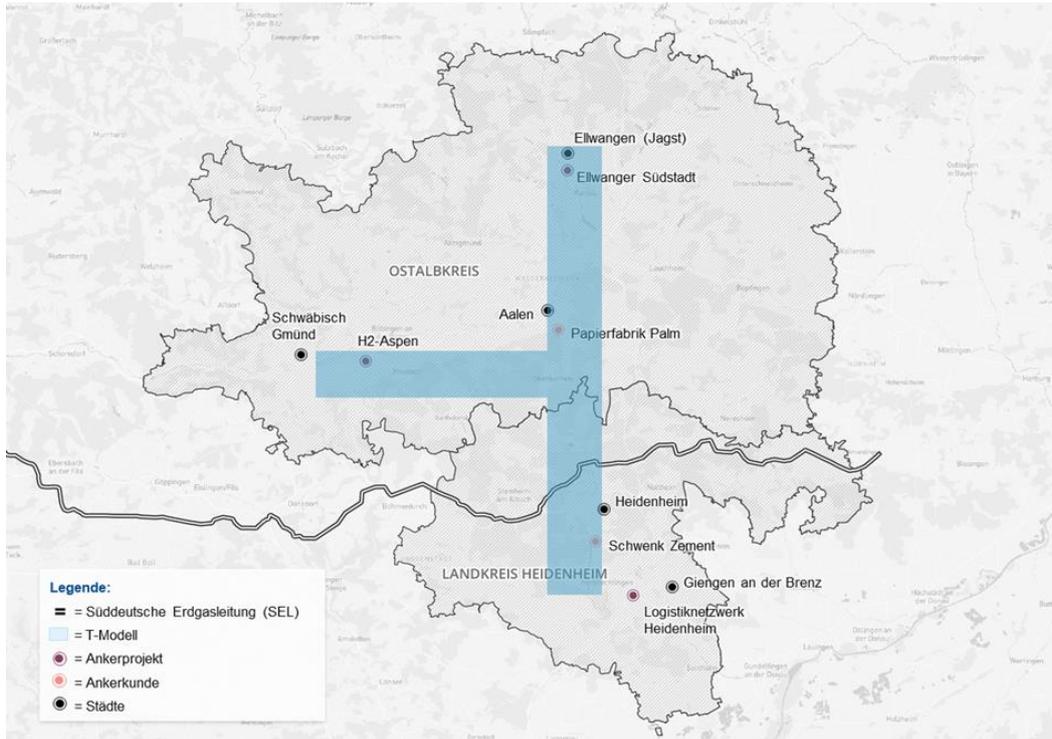


Abbildung 27 Zielbild "T-Lösung"

6.3.1. Routenplanung:

Route: Die abgeleiteten Routen stellen eine erste, nicht verbindliche Veranschaulichung dar. Für eine konkrete Trassierung sind die erforderlichen Kartierungen und Gutachten zu erstellen sowie die relevanten Planungs- und Genehmigungsverfahren zu durchlaufen.

Raumwiderstandsanalyse: Im Rahmen der Trassierung innerhalb dieses Berichts erfolgt keine detaillierte Raumwiderstandsanalyse. Offensichtliche Bereiche erhöhter Raumwiderstände (Naturschutzgebiete, Wasserschutz-Gebiete) werden kommentiert und nach Möglichkeit gemieden.

Querungen: Innerhalb verschiedener Kategorien (Straßen, Gewässer und Bahnlinien) wurde die Anzahl der Querungen entlang der Leitungsnetz-Route ermittelt. Querungen bedeuten häufig einen bautechnischen und somit auch wirtschaftlich höheren Aufwand als eine Verlegung in freier Feldflur.

Infrastrukturbündelung: Bei den Planungen der Route wird die Parallellage zu bestehenden Hochdruck-Erdgasleitungen sowie linearer Infrastruktur (bspw. Straßen) vorzugsweise gewählt. Dabei handelt es sich um das planerisch anerkannte Bündelungsprinzip. Ein hoher Anteil an Parallellage wird dabei als vorteilhafter bewertet.

H₂-Verteilung: Die Routenplanung berücksichtigt den Anschluss der im HyExperts-Projekt identifizieren potenziellen H₂-Großabnehmer. Die geplante Route orientiert sich an den Zwangspunkten des Projekts.

6.3.2. Leistungsauslegung:

Leitungsdimensionierung: Die Dimensionierung der Leitungen der definierten Routen ist eine erste Abschätzung unter der Annahme gerichteter Flüsse ausgehend von der SEL hin zu den identifizierten H₂-Bedarfsclustern in Aalen, Ellwangen, Giengen, Heidenheim und Schwäbisch Gmünd. Für die Leitungsabschnitte wurden die kleinsten möglichen Durchmesser berechnet, mit denen die H₂-Bedarfe der Cluster bedient werden können. Für eine valide Planung sind netzhydraulische Berechnungen der erforderlichen Leitungen, Gas-Druck-Regel-Mess-Anlagen auf Basis qualifizierter Wasserstoffmengen, -lastprofile und resultierender -flüsse erforderlich.

6.3.3. Berechnungslogik:

- **Bedarfsprofile:** Für die Dimensionierung der Leitungen lagen keine Bedarfsprofile der potenziellen H₂-Abnehmer vor. Für die Dimensionierung des Leitungsnetzes wurden entsprechend gleichmäßige/geglättete Bedarfe unterstellt. Dabei wurden bei allen H₂-Mengen 250 Arbeitstage und 12 Arbeitsstunden angenommen.
- **Strömungsgeschwindigkeit:** Die maximale Strömungsgeschwindigkeit in den Leitungen wird mit einem Höchstwert von 25 m/s berücksichtigt.
- **Druckstufe:** Die Druckstufe der Leitungen wurde auf 30 bar festgelegt.
- **H₂-Mengen:** Die berücksichtigten Wasserstoffmengen (Ein- und Auspeisung) spiegeln lediglich den Informationsstand aus der Perspektive des HyExperts Projekts wider. Für eine konkrete Planung der regionalen Infrastrukturen sind die im Rahmen des Projekts ermittelten Wasserstoffmengen insbesondere hinsichtlich ihrer Lastgänge, Druckstufen und erforderlichen Qualitäten weiter zu charakterisieren.
- **Umrechnung der H₂-Bedarfe:** Für die Berechnung des Gesamtbedarfs an Wasserstoff in Ostwürttemberg wurden neben den bestätigten H₂-Bedarfen (Industrie, Speditionen) zusätzliche Bedarfe in folgenden Bereichen abgeleitet:
 - weitere Speditionen und Tankstellen
 - Bedarfe nicht abgefragter Industrie aus Erdgasbedarf
 - Ersatzbedarf für Heiz- und Mineralöl
 - Beimischung von H₂ in das Erdgasnetz in einer Höhe von 20 % für Haushalte und Gewerbe

Diese Bedarfe wurden auf die im Projekt beteiligten Stadtwerke aufgeteilt. Hierfür wurde der prozentuale Anteil der Gasverbräuche im Jahr 2021 als Verteilungsschlüssel herangezogen.

6.3.4. Investitionskosten:

Die berechneten Kosten bieten eine initiale Abschätzung und basieren auf aktuellen Erfahrungswerten. Eine detaillierte Kostenbetrachtung, basierend auf einer detaillierten lokalen Routenplanung wurde nicht durchgeführt. Entsprechend wurden bspw. keine Umweltstudien oder detaillierte Trassenplanungen berücksichtigt.

Bestimmt wurden Investitionskosten (CAPEX, englisch: Capital Expenditures), Betriebskosten (OPEX, englisch: Operational Expenditures) sowie die hieraus resultierenden jährlichen Gesamtkosten für einen Leistungsbau.

Investitionskosten: Für die Bestimmung der Investitionskosten für den Leitungsbau wurden spezifische Kosten von 1.600 €/m im minimalen Szenario sowie 2.200 €/m im maximalen Szenario angenommen. Diese Werte basieren auf Erfahrungen im Bau von Erdgasleitungen und beinhalten Planung, Genehmigung, Material und Bau der Pipeline. Zu berücksichtigen ist, dass Kosten für einen Leitungsbau stark abhängig von der zukünftigen Preisentwicklung von Dienstleitungen, Material sowie der Bauzeit eines Projektes sind. Kosten für eine Umstellung der Leitung von Erdgas auf Wasserstoff wurden mit 250 €/m beziffert.

Annuität: Für die Bestimmung der jährlichen wiederkehrenden Kosten für eine Investition wurde die Annuitätenmethode gewählt. Eine Annuität beschreibt eine periodisch gleichbleibende Zahlung für eine Investition, unter Berücksichtigung der gewichteten durchschnittlichen Kapitalkosten (WACC, englisch: Weighted Cost of Capital) und der Laufzeit. Angenommen wurde ein WACC von 8 % sowie eine Laufzeit von 50 Jahren. Folgende Formel wurde zur Berechnung verwendet:

$$A = K_0 \times \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \text{ Mit: } A = \text{Annuität}; K_0 = \text{Investition}; i = \text{WACC}; n = \text{Laufzeit}$$

Betriebskosten: Die jährlichen OPEX basieren auf einem branchenüblichen Prozentsatz der CAPEX. Angenommen wurden 2 % der CAPEX.

Die Annuität zusammen mit den jährlichen Betriebskosten ergeben die gesamten jährlichen Kosten der Investition.

6.4. Detailbetrachtung der Abschnitte des Grobkonzepts „T-Lösung“

Dieses Kapitel dient der Beschreibung der Abschnitte der „T-Lösung“. Nachfolgende Abbildung 28 zeigt den konkreten Routenverlauf des geplanten Leitungsnetzes auf. Die Abschnitte werden im Rahmen der jeweiligen Kapitel in Leitungsabschnitte unterteilt, um eine detailliertere Analyse zu ermöglichen.

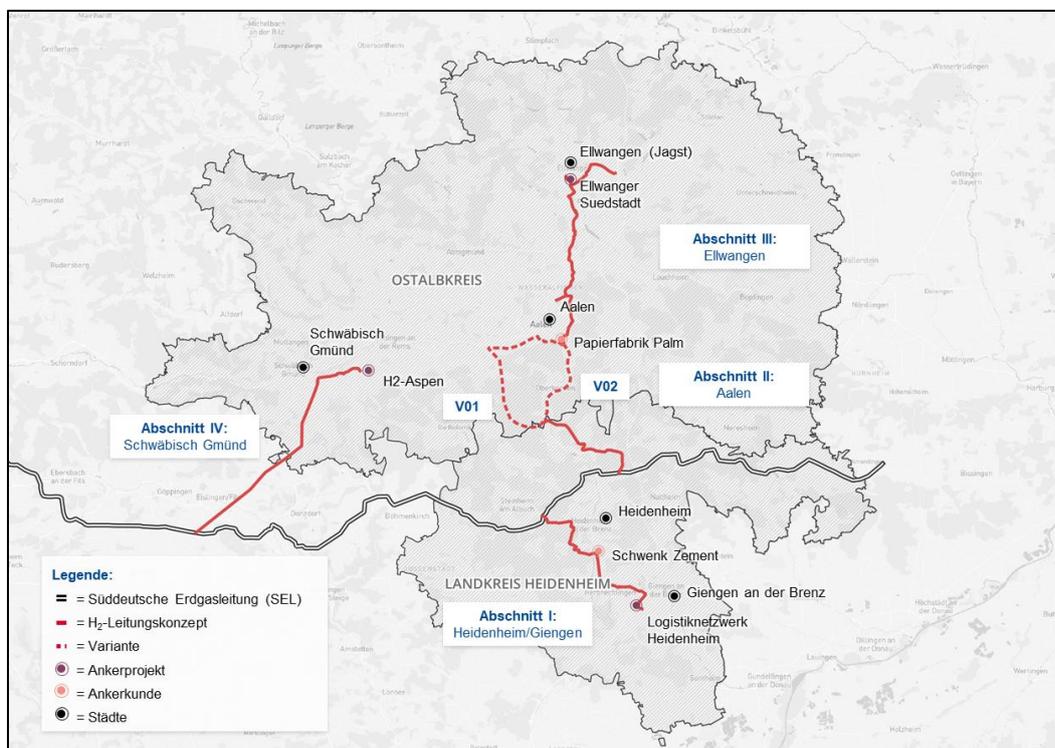


Abbildung 28 Übersicht leitungsgebundenes H2-Versorgungskonzept

6.4.1. Abschnitt I: Heidenheim / Giengen

Die definierte Route im Abschnitt Heidenheim/Giengen umfasst zwei Leitungsabschnitte, die nachfolgend separat beleuchtet werden. Die Routenplanung berücksichtigte dabei die Zwangspunkte Zementwerk Heidenheim und das Ankerprojekt Logistiknetzwerk Heidenheim. Die Planung des Verteilnetzes über weitere H₂-Abnehmer in Heidenheim und Giengen erfolgte nicht.

Zielsetzung war es, einen möglichst kurzen Routenverlauf zu definieren, der entlang der bestehen Trassen verläuft und die anspruchsvolle Topografie von Heidenheim berücksichtigt. Die wesentlichen Eigenschaften und topografischen Gegebenheiten wurden im Rahmen des Grobkonzepts berücksichtigt. Diese sind jedoch in einem detaillierten Trassenplan gesondert zu betrachten.

Die betrachteten Leitungsabschnitte sind folgende:

- Leitungsabschnitt A (L_A): Stichleitung SEL – Zementwerk Heidenheim
- Leitungsabschnitt B (L_B): Zementwerk Heidenheim – Ankerprojekt Logistiknetzwerk Heidenheim

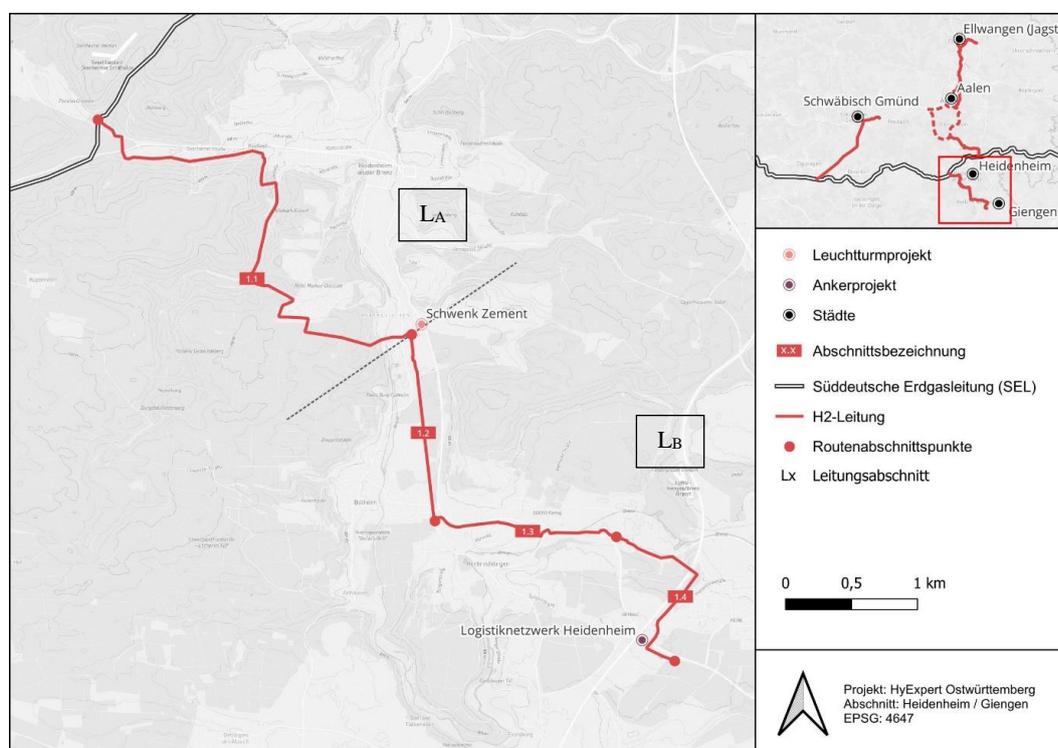


Abbildung 29 Verlauf Leitungsabschnitte im Abschnitt I Heidenheim/Giengen

Leitungsabschnitt A (L_A): Stichleitung SEL – Zementwerk Heidenheim

Der Verlauf des Routenabschnitts Heidenheim/Giengen orientiert sich zunächst an einer bestehenden Trasse der Stadtwerke Heidenheim und kreuzt die Bundesstraße 466, bevor die Bebauung beginnt („Öschentalweg“). Um einen Verlauf durch besiedeltes Gebiet möglichst zu vermeiden, wird die Route südlich des Industrie- und Gewerbegebiets im Grünstreifen der „Stubentalstraße“ geplant.

Um möglichst wenig bebaute Fläche zu queren, die Kernstadt oder die Anlagen des Schlosses Hellenstein zu vermeiden, wurde die Route auf Höhe des städtischen „Hochbergweg Kindergartens“ durch das Ugental und südlich um Mergelsteten geplant. Dieser Abschnitt ist von Feldern und Wald geprägt. Da im Leitungsabschnitt A etwa 83 % (~7,1 km) der Route nicht entlang einer bestehenden Trasse verlaufen, wurde diese entlang von Feld- und Waldwegen geplant, um einen Baumeinschlag bestmöglich zu

vermeiden. Kurz vor dem Endpunkt des Leitungsabschnitts ist zudem der Fluss Brenz sowie bebaute Fläche zu queren.

Leitungsabschnitt B (L_B): Zementwerk Heidenheim– Ankerprojekt Logistiknetzwerk Heidenheim

Der definierte Start- und Endpunkt des Leitungsabschnitts ist das Zementwerk Heidenheim und das Ankerprojekt Logistiknetzwerk Heidenheim.

Darüber hinaus wurde eine kostenneutrale Variante betrachtet, die die H₂-Versorgung des in Kapitel 5.3.2. vorgeschlagenen H₂-Verteil-Hub in der Strasse „Am Bühlfeld“ berücksichtigt, wenn dieser, wie vorgeschlagen, realisiert wird.

Der geplante Verlauf des Leitungsabschnitts (L_B) erstreckt sich über 8,8 km (8,5 km über die Strasse „Am Bühlfeld“). Dabei ist für den gesamten Leitungsabschnitt, in beiden Varianten, ein Neubau der Leitungen vorgesehen. Die Variante über die Strasse „Am Bühlfeld“ ist in

Ausgehend vom Zementwerk Heidenheim folgt die Route dem bestehenden Trassenverlauf der Stadtwerke Heidenheim entlang der Bahnlinie (1.2) bis nach Herbrechtingen in die „Herbrechtinger Straße 116“ zum NKP zu den Stadtwerken Herbrechtingen. Für den besagten Leitungsabschnitt liegt eine Totleitung der Stadtwerke Heidenheim vor, die grundsätzlich für eine Umstellung von Erdgas auf Wasserstoff denkbar wäre. Aufgrund der unzureichenden Datenlage und des Alters der Bestandsleitung (Baujahr vor 1956) wird im Bericht die Möglichkeit der Umstellung der Leitung auf Wasserstoff nicht weiter berücksichtigt. Im weiteren Projektverlauf ist die Durchführung einer Wasserstoff-Tauglichkeitsprüfung des Leitungsabschnitts zu empfehlen.

Die Route folgt weiter der Bundesstraße B19 entlang des Grünstreifens (1.3). Auf Höhe der Ausfahrt Landstraße 1082 wird die Bundesstraße 19 gequert.

Die Route folgt dann der bestehenden Trasse der Erdgas-Hochdruckleitung der Stadtwerke Giengen (1.4). An dieser Autobahnausfahrt ist der geplante Standort der H₂-Tankstelle des Ankerprojekts Logistiknetzwerk Heidenheim erreicht. Zudem verläuft die Route für 470 m weiter östlich entlang der Bundesstraße 492 und endet direkt an einem möglichen NKP an den Stadtwerken Giengen.

In möglichen Folgeprojekten zum HyExperts „Ostwürttemberg“ empfiehlt es sich, die technischen Werke Herbrechtingen zu integrieren, da diese in der Ausarbeitung des leitungsgebundenen H₂-Versorgungskonzepts nicht involviert waren. Etwa 3,2 km der geplanten Route verlaufen durch das Versorgungsgebiet der Stadtwerke Herbrechtingen.

Eckdaten der Leitungsabschnitte im Abschnitt Heidenheim/Giengen

Eckdaten	Einheit	L _A	L _B	Summe
Leitungsauslegung				
Auslegungsdruck	DP	30	30	-
Nenndurchmesser	DN	450	180	-
H ₂ -Mengen	t/p.a.	104.636	16.322	-
Route				
Länge der Route	km	8,6	8,8	17,4
in bestehender Trasse	km	1,5	6,6	8,0
ohne bestehende Trasse	km	7,1	2,2	9,3
davon Umstellung	km	-	-	-
Querungen				
Straßen	Anz.	8	9	17
Bahnlinien	Anz.	0	2	2
Flüsse	Anz.	1	1	2
Kosten				
Spez. Umstellungskosten	€/m	250	250	-
Spez. Neubaukosten	€/m	1.600 - 2.200	1.600 - 2.200	-
CAPEX	Mio. €	13,8 - 18,9	14,0 - 19,3	27,8 - 38,2
Summe Kosten der Investition	Mio. €/a	1,4 - 1,9	1,4 - 2,0	2,8 - 3,9
OPEX	Mio. €/a	0,3 - 0,4	0,3 - 0,4	0,6 - 0,8
Annuität	Mio. €/a	1,1 - 1,5	1,1 - 1,6	2,3 - 3,1

Tabelle 7: Eckdaten der Leitungsabschnitte im Abschnitt Heidenheim/Giengen

Um in Leitungsabschnitt A über 100.000 t H₂ p. a. zu transportieren, benötigt es einen Nenndurchmesser von DN 450. Der Großteil der zu transportierenden H₂-Menge geht auf das Zementwerk Heidenheim zurück. Im Leitungsabschnitt B kann der weitere H₂-Bedarf für das Ankerprojekt Logistiknetzwerk Heidenheim, regionale Industrie und die Stadtwerke Giengen, durch eine Leitung mit einem geringeren Nenndurchmesser von DN 175 abgedeckt werden.

Die initiale Kostenschätzung für die insgesamt 17,4 km Leitung beläuft sich auf 27,8 bis 38,2 Mio. €. Dabei entfallen die Kosten etwa gleich verteilt auf Leitungsabschnitt A (13,8 bis 18,9 Mio. €) und Leitungsabschnitt B (14,0 – 19,3 Mio. €).

6.4.2. Abschnitt II: Aalen

Der betrachtete Abschnitt Aalen umfasst drei Leitungsabschnitte, die im nachfolgenden separat beleuchtet werden. Die Routenplanung berücksichtigte dabei die Anbindung einer Papierfabrik in Aalen sowie den Verlauf der Route Richtung Norden zum Anschluss von Ellwangen an das leitungsgebundene H₂-Versorgungskonzept. Die Planung des Verteilnetzes über weitere H₂-Abnehmer erfolgte nicht.

Ziel war die Definition eines möglichst kurzen Routenverlaufs, der entlang der bestehen Trassen verläuft und eine direkte Querung des Aalener Stadtgebietes vermeidet. Die wesentlichen Eigenschaften und topografischen Gegebenheiten wurden im Rahmen des Grobkonzepts berücksichtigt. Diese sind jedoch in einer detaillierten Trassenplanung gesondert zu betrachten.

Im Rahmen der Anbindung von der Stadt Aalen und der Papierfabrik wurden für Leitungsabschnitt B zwei Varianten identifiziert und geprüft. Variante 1 sieht einen Routenverlauf von Königsbronn entlang der Trasse der Erdgasleitung der terranets bw GmbH bis Essingen und weiter zur Papierfabrik vor. Variante 2 sieht einen deutlich kürzeren Routenverlauf von Königsbronn entlang der Bundesstraße 19 via Oberkochen zur Papierfabrik vor. Variante 2 wurde als Vorzugsvariante definiert und entsprechend in den zusammenfassenden Auswertungen (siehe Kapitel 6.4.5) berücksichtigt.

Die betrachteten Leitungsabschnitte sind folgende:

- Leitungsabschnitt A (L_A): SEL – Königsbronn
- Leitungsabschnitt B (L_B): Königsbronn –Papierfabrik Aalen
 - Variante 1: Neubau oder Umstellung (S-N) der Leitung nach Essingen und Neubau im Trassenverlauf (W-O) bis Papierfabrik Aalen
 - Variante 2: mit Neubau von Königsbronn bis Papierfabrik Aalen
- Leitungsabschnitt C (L_C): Leuchtturmprojekt Papierfabrik Aalen – Goldshöfe

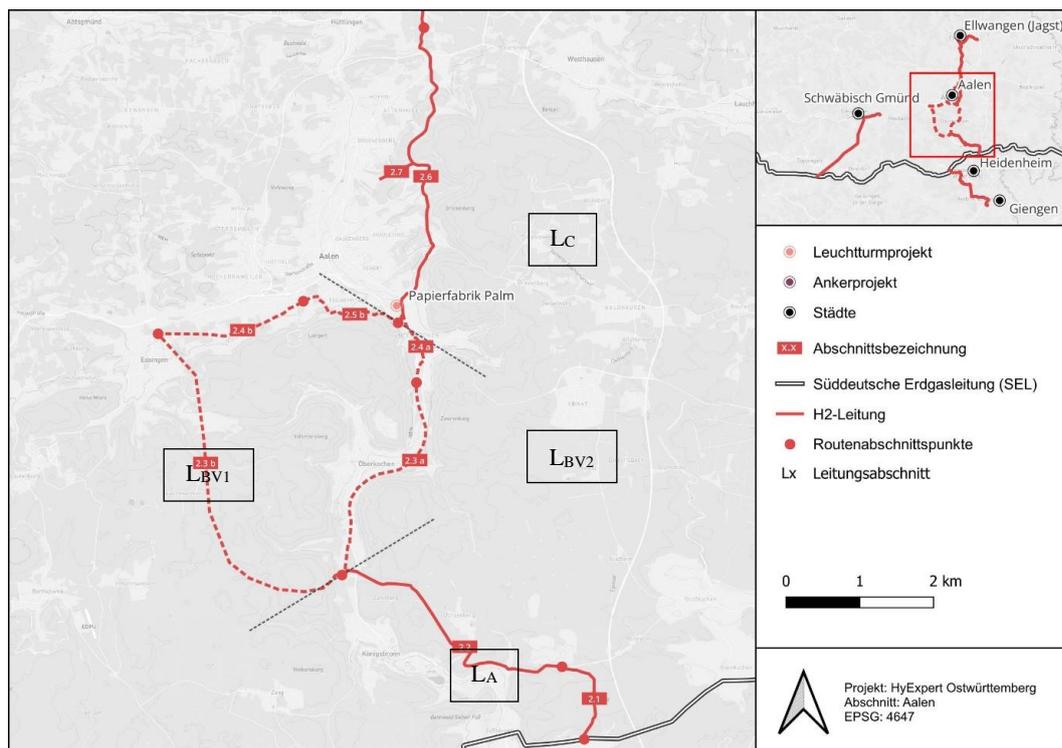


Abbildung 30: Verlauf Route Abschnitt Aalen

Leitungsabschnitt A (L_A): SEL – Königsbronn

Der definierte Start- und Endpunkt des Leitungsabschnitts sind der NKP an der SEL und der NKP bei Königsbronn zwischen der Netze ODR und terranets bw GmbH. Im Rahmen des HyExperts-Projekts wurde eine mögliche Umstellung auf Wasserstoff eines Erdgas-Leitungsabschnitts der Netze ODR geprüft. Da der benötigte Nenndurchmesser der vorliegenden Erdgasleitung nicht ausreichend ist, um die entsprechenden H₂-Bedarfe von Aalen und Ellwangen zu transportieren, wird im Folgenden von einem Neubau in der bestehenden Trasse der Netze ODR ausgegangen. Auf Basis der Eckdaten des bestehenden Leitungsabschnitts kann jedoch von einer Tauglichkeit der Bestandsleitung für Wasserstoff ausgegangen werden. In einer möglichen, über das HyExperts-Projekt hinausgehenden, Detailplanung empfiehlt sich die Prüfung einer Umstellung im Rahmen eines H₂-Hochlaufszenarios.

Da aktuell keine NKP entlang der SEL definiert sind, wird im Rahmen dieser Untersuchung ein NKP angenommen, für den die Distanz der Route zur Trasse der Netze ODR minimiert wird. Ausgehend von der SEL wird mit einem Neubau von 2,7 km geplant (2.1). Der Neubau erstreckt sich durch ein bewaldetes Gebiet. Die Route verläuft entlang bestehender Waldwege, um einen nötigen Holzeinschlag

zu minimieren. Die Neubauleitung ist bis zum „Schotter und Mineralbetonwerk Waibertal“ geplant, ab welchem die Route der Trasse der Bestandsleitung der Netze ODR folgt.

Weiter folgt die Route (2.2) dem Trassenverlauf der Netze ODR für 7,8 km bis nach Königsbronn zum NKP des vorgelagerten Netzbetreibers terranets bw GmbH.

Leitungsabschnitt B (L_B): Königsbronn – Leuchtturmprojekt Papierfabrik Aalen

Für den Leitungsabschnitt zwischen Königsbronn und dem Leuchtturmprojekt Papierfabrik Aalen in Aalen wurden zwei Varianten identifiziert, die im Folgenden beschrieben werden.

Für Variante 1 kommt grundsätzlich sowohl ein Neubau der Leitung in der Trasse der Erdgasleitung der terranets bw GmbH in Frage sowie eine Umstellung eines Abschnitts der Erdgasleitung der terranets bw GmbH. Im Bericht wird der Neubau des Leitungsabschnitts angenommen. Der Bericht zeigt zudem potenzielle Einsparungen der Investitionskosten bei einer Umstellung des Leitungsabschnitts auf Wasserstoff. Die mögliche Umstellung der Erdgasleitung ist über den HyExperts hinausgehend mit terranets bw GmbH zu evaluieren.

Variante 1 (L_{BV1}): Neubau oder Umstellung der Leitung nach Essingen (S-N) und Neubau im Trassenverlauf bis Papierfabrik Aalen(W-O)

Variante 1 des Leitungsabschnitts B sieht den Neubau von Leitungen bis nach Essingen und weiter bis zum Leuchtturmprojekt Aalen Papierfabrik vor. Der neu zu bauende Leitungsabschnitt erstreckt sich von Königsbronn bis nach Essingen über etwa 9,3 km entlang der Trasse der Erdgasleitung der terranets bw GmbH. Ab dem NKP in Essingen verläuft die Route (2.4 b) etwa 4,2 km nördlich von Dauerwang und südlich des Mantelhofs weiter bis zum NKP zur Papierfabrik Aalen Stichleitung. Die Stichleitung (2.5 b) mit etwa 3,2 km ist im Besitz der Papierfabrik Aalen. Es bleibt zu prüfen, ob die Stichleitung zur Papierfabrik auf Wasserstoff umgestellt werden kann. Hierfür sind die Bedarfe von Papierfabrik, deren geplanter H₂-Hochlauf und die alternativen Versorgungsoptionen von Erdgas durch die Stadtwerke Aalen und terranets bw GmbH zu prüfen. Durch eine Umstellung könnten im Vergleich zum Neubau erhebliche Investitionskosten eingespart werden.

Alternativ wurde für Variante 1 eine Umstellung der terranets bw GmbH-Leitung zwischen Königsbronn bis nach Essingen in Betracht gezogen. Eine Umstellung der terranets bw GmbH-Leitung von Essingen nach Aalen wurde ausgeschlossen, da die bestehende Erdgasleitung essenziell für die Erdgas-Versorgung von Aalen ist. Die potenziellen Einsparungen der Investitionskosten durch eine Umstellung betragen etwa 12,6 bis 18,2 Mio. €. Es wird daher empfohlen, diese Umsetzungsvariante mit der terranets bw GmbH im Detail zu prüfen.

Variante 2 (L_{BV2}): mit Neubau von Königsbronn bis Papierfabrik Aalen

Die Route der Variante 2 folgt, ausgehend von Königsbronn, der Bundesstraße 19 bis zum Endpunkt des Leitungsabschnitts. Die Variante nimmt einen durchgängigen Neubau der Leitung von 6,4 km an.

Die Route (2.3 a) verläuft zunächst auf Feldern bis zur Höhe des „Parkplatz Kocherursprung“ und quert dort die Bahnlinie und Bundesstraße 19. Ab diesem Punkt verläuft die Route parallel zur Bundesstraße 19 auf unbebautem Gelände. Nördlich von Oberkochen befindet sich eine Wasserschutzzone I und II bzw. IIA. Aktuell der wird die Route durch die Schutzzone geplant. Eine detaillierte Prüfung zur Machbarkeit bzw. zur Planung einer alternativen Route sollte im Rahmen einer detaillierten Trassenplanung erfolgen.

Die Route (2.4 a) verläuft weiter nach Aalen, wo sie auf Höhe der Heidenheimer Straße 101 erneut die Bahnlinie sowie die Bundesstraße 19 kreuzt, um weiterhin auf unbebauter Fläche zu verlaufen. Ca.

900 m vor dem Endpunkt des Leuchtturmprojekts Papierfabrik Aalen ist mit dem „Samentalweg“ und der „Knöcklingstraße“ eine von Einfamilienhäusern bebaute Fläche zu queren.

Leitungsabschnitt C (Lc): Leuchtturmprojekt Papierfabrik Aalen – Goldshöfe

Der definierte Start- und Endpunkt des Leitungsabschnitts sind das Leuchtturmprojekt Papierfabrik Aalen und Goldshöfe. Darüber hinaus wurde die Route um eine Abzweigung (2.7) ergänzt, um H₂-Abnehmer im nördlichen Aalen bzw. Wasseralfingen anzubinden. Der geplante Verlauf des Leitungsabschnitts erstreckt sich über 10,5 km. Dabei ist für den gesamten Leitungsabschnitt ein Neubau der Leitungen vorgesehen.

Auf die Planung einer Route durch das Stadtgebiet von Aalen und Wasseralfingen wurde verzichtet. Stattdessen wurde eine Route (2.6) entwickelt, die östlich von Aalen verläuft. Die Route folgt keinem bestehenden Trassenverlauf, wird jedoch aufgrund der überwiegend un bebauten Fläche als ressourceneffizienter eingestuft.

Ausgehend von der Papierfabrik Aalen kreuzt die Route die Aalener Straße auf Höhe der Kreuzung mit der Alten Heidenheimer Straße und verläuft danach bis zum Endpunkt des Leitungsabschnitts fast ausschließlich entlang von Feldern und Feldwegen.

Konkret verläuft der Leitungsabschnitt über 10,5 km von der Papierfabrik Aalen bis nach Himmlingen und weiter bis nach Röthardt.

Von Röthardt ausgehend, ist zudem eine Stichleitung (2.7.) von 0,5 km nach Wasseralfingen geplant. Die Stichleitung soll zukünftig als Ausgangspunkt für den Anschluss der Industrie in Aalen und Wasseralfingen an das leitungsgebundene H₂-Versorgungskonzept dienen.

Eckdaten der Leitungsabschnitte im Abschnitt Aalen

Um die identifizierten H₂-Bedarfe in Abschnitt 2 zu transportieren, werden für Leitungsabschnitt A und B ein Nenndurchmesser von DN 460 benötigt. Im Leitungsabschnitt C ist ein Leitungsdurchmesser von DN 290 ausreichend. Dabei sind in Leitungsabschnitt A und B etwa 40 % des zu transportierenden H₂-Bedarfs auf zwei Unternehmen zurückzuführen, wodurch deren Bedarf einen überproportionalen Einfluss auf die Leitung hat.

Die Auswahl der Varianten von Leitungsabschnitt B weist einen erheblichen Einfluss auf die Eckdaten des Abschnitt 2 Aalen aus. Mit Variante LB_{V1} beträgt die Gesamtroute etwa 37,9 km, mit Investitionskosten von 60,6 bis 83,3 Mio. €. Mit Variante LB_{V2} ist die Gesamtroute mit 29,9 km kürzer. Die Investitionskosten sind mit 47,8 bis 65,7 Mio. € entsprechend niedriger.

Tabelle 8 Eckdaten der Leitungsabschnitte im Abschnitt Aalen

Eckdaten	Einheit	L _A	L _{BV1}	L _{BV2}	L _C	Σ L _{BV1}	Σ L _{BV2}
Leitungsauslegung							
Auslegungsdruck	DP	30	30	30	30	-	-
Nenndurchmesser	DN	460	460	460	290	-	-
H ₂ -Mengen	t/p.a.	109.376	108.097	108.097	43.927	-	-
Route							
Länge der Route	km	10,6	16,8	8,8	10,5	37,9	29,9
in bestehender Trasse	km	7,8	16,8	2,4	10,5	35,1	20,7
ohne bestehende Trasse	km	2,7	-	6,4	-	2,7	9,2
davon Umstellung	km	-	-	-	-	-	-
Querungen							
Straßen	Anz.	4	7	7	9	20	20
Bahnlinien	Anz.	0	1	2	2	3	4
Flüsse	Anz.	0	0	3	0	0	3
Kosten							
Spez. Umstellungskosten	€/m	250	250	250	250	-	-
Spez. Neubaukosten	€/m	1.600 - 2.200	1.600 - 2.200	1.600 - 2.200	1.600 - 2.200	-	-
CAPEX	Mio. €	16,9 - 23,3	26,9 - 37,0	14,0 - 19,3	16,8 - 23,1	60,6 - 83,3	47,8 - 65,7
Summe Kosten der Investition	Mio. €/a	1,7 - 2,4	2,7 - 3,8	1,4 - 2,0	1,7 - 2,3	6,2 - 8,5	4,9 - 6,7
OPEX	Mio. €/a	0,3 - 0,5	0,5 - 0,7	0,3 - 0,4	0,3 - 0,5	1,2 - 1,7	1,0 - 1,3
Annuität	Mio. €/a	1,4 - 1,9	2,2 - 3,0	1,1 - 1,6	1,4 - 1,9	5,0 - 6,8	3,9 - 5,4

Aus Investitionskosten-Perspektive ist Variante 2 Variante 1 vorzuziehen. Eine weitere Optimierung der Investitionskosten für den Abschnitt Aalen lässt sich durch Variante 1 inkl. der möglichen Umstellung von 9,3 km Erdgasleitung auf Wasserstoff erreichen. Durch die Umstellung lassen sich die Investitionskosten um ca. 50% auf 14,3 bis 18,8 Mio. € reduzieren.

6.4.3. Abschnitt III: Ellwangen

Dieser Abschnitt besteht aus zwei Leitungsabschnitten, die nachfolgend separat betrachtet werden.

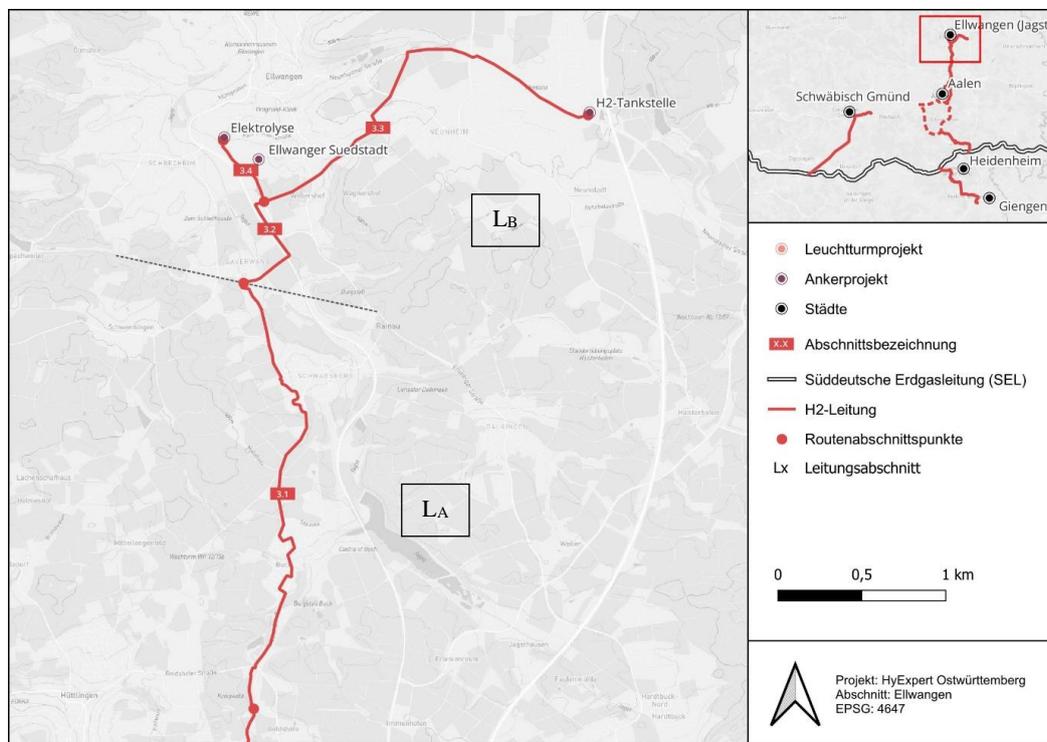


Abbildung 31 Verlauf Route Abschnitt Ellwangen

Die Routenplanung berücksichtigt dabei die Zwangspunkte Ankerprojekt Ellwanger Südstadt, die geplante Elektrolyse an der Heizzentrale Ellwangen sowie die geplante H₂-Tankstelle im Industriegebiet Ellwangen.

Die Planung des Verteilnetzes über weitere H₂-Abnehmer erfolgte nicht. Ziel war es, die Distanz des Routenverlaufs zu minimieren sowie den nötigen Neubau von Leitung entlang von bestehenden Trassen zu planen.

Die betrachteten Leitungsabschnitte sind folgende:

- Leitungsabschnitt A (L_A): Goldshöfe – Saverwang
- Leitungsabschnitt B (L_B): Saverwang – Ellwanger Südstadt & H₂-Tankstelle Ellwangen

Leitungsabschnitt A (L_A): Goldshöfe – Saverwang

Für den Leitungsabschnitt zwischen Goldshöfe und Saverwang (3.1) wird der Neubau einer Leitung von 5,9 km entlang der bestehenden Trasse der Netze ODR vorgesehen. Die Route (3.1) verläuft zunächst parallel zur Bahnlinie und quert vor Ankunft in Saverwang die Ortschaften Buch und Schwabsberg.

Im Rahmen des HyExperts-Projekts wurde eine mögliche Umstellung der Erdgasleitung der Netze ODR zwischen Goldshöfe und Saverwang auf Wasserstoff als grundsätzlich möglich eingestuft. Da der benötigte Nenndurchmesser und Auslegungsdruck der vorliegenden Erdgasleitung nicht ausreichend sind, um die entsprechenden H₂-Bedarfe im Abschnitt Ellwangen zu transportieren, wird im Folgenden von einem Neubau in der bestehenden Trasse der Netze ODR ausgegangen.

Leitungsabschnitt B (L_B): Saverwang – Ellwanger Südstadt & H₂-Tankstelle Ellwangen

Der Leitungsabschnitt B von Saverwang zur geplanten H₂-Tankstelle in Ellwangen verläuft hauptsächlich entlang bestehender Trassen der Stadtwerke Ellwangen. Insgesamt erstreckt sich der neuzubauende Leitungsabschnitt über eine Länge von ca. 7 km.

Die Route (3.2) verläuft von Saverwang nach Ellwangen zum Ankerprojekt Ellwanger Südstadt ohne bestehende Trasse. Dabei quert die Route den Fluss Jagst sowie die Bundesstraße 290 bis zum Trassenverlauf der Erdgasleitung der Stadtwerke Ellwangen.

Ausgehend vom Ankerprojekt Südstadt Ellwangen verläuft die Route (3.3) entlang einer bestehenden Trasse der Stadtwerke Ellwangen bis zur geplanten H₂-Tankstelle im Industriegebiet Ellwangen an der Autobahn A7. Die Trasse verläuft etwa 3,5 km größtenteils über eine von Feldern charakterisierten Fläche. Etwa 0,8 km verlaufen durch das bebaute Industriegebiet bis zum geplanten Standort der H₂-Tankstelle.

Wie im Rahmen des HyExperts-Berichts beschrieben, wird in der Heizzentrale (Reinhardtstraße) eine Elektrolyse geplant. Der dort produzierte Wasserstoff soll perspektivisch leitungsgebunden der H₂-Tankstelle im Industriegebiet Ellwangen zur Verfügung gestellt werden. Hierfür wird die Route 3.4 vorgesehen, die für etwa 1,0 km entlang der bestehenden Trasse der Stadtwerke Ellwangen bis zum Anschluss an die Leitung (3.3) verläuft.

Eckdaten der Leitungsabschnitte im Abschnitt Ellwangen

Eckdaten	Einheit	L _A	L _B	Summe
Leitungsauslegung				
Auslegungsdruck	DP	30	30	-
Nenndurchmesser	DN	140	140	-
H ₂ -Mengen	t/p.a.	9.925	9.925	-
Route				
Länge der Route	km	6,0	7,0	12,9
in bestehender Trasse	km	6,0	6,0	12,0
ohne bestehende Trasse	km	-	1,0	1,0
davon Umstellung	km	-	-	-
Querungen				
Straßen	Anz.	3	7	10
Bahnlinien	Anz.	0	1	1
Flüsse	Anz.	0	0	0
Kosten				
Spez. Umstellungskosten	€/m	250	250	-
Spez. Neubaukosten	€/m	1.600 - 2.200	1.600 - 2.200	-
CAPEX	Mio. €	9,6 - 13,1	11,1 - 15,3	20,7 - 28,5
Summe Kosten der Investition	Mio. €/a	1,0 - 1,3	1,1 - 1,6	2,1 - 2,9
OPEX	Mio. €/a	0,19 - 0,26	0,2 - 0,3	0,4 - 0,6
Annuität	Mio. €/a	0,8 - 1,1	0,9 - 1,3	1,7 - 2,3

Tabelle 9: Eckdaten der Leitungsabschnitte im Abschnitt Ellwangen

Für beide Leitungsabschnitte wird ein Leitungsdurchmesser von DN 140 vorgesehen. Der wesentliche Anteil der identifizierten H₂-Bedarfe ist im Industriegebiet Ellwangen zu verorten. Eine Anpassung der Dimensionierung des Leitungsabschnitt B erfolgt daher nicht.

Die initiale Kostenschätzung für etwa 12,9 km Leitung im Abschnitt Ellwangen beträgt 20,7 bis 28,5 Mio. € bei 1,7 bis 2,3 Mio. € jährlicher Kosten für die Investition.

6.4.4. Abschnitt IV: Schwäbisch Gmünd

Dieser Abschnitt besteht aus zwei Leitungsabschnitten, die nachfolgend separat betrachtet werden. Die Routenplanung berücksichtigt dabei den Zwangspunkt Ankerprojekt H₂-Aspen. Die Planung des Verteilnetzes über weitere H₂-Abnehmer erfolgte nicht.

Ziel war es, einen möglichst kurzen Routenverlauf zu definieren, der entlang der bestehen Trassen verläuft sowie die mögliche Umstellung von Leitungen berücksichtigt.

Die betrachteten Leitungsabschnitte sind folgende:

- Leitungsabschnitt A (L_A): SEL – Gasübergabe West in Schwäbisch Gmünd
- Leitungsabschnitt B (L_B): Gasübergabe West in Schwäbisch Gmünd – Ankerprojekt H₂-Aspen

Leitungsabschnitt A (L_A): SEL – Gasübergabe West in Schwäbisch Gmünd

Die definierten Start- und Endpunkte des Leitungsabschnitts sind der NKP an der SEL sowie der Standort Gasübergabe West in Schwäbisch Gmünd. Der Verlauf der Route (4.1) folgt der Trasse der terranets bw GmbH Erdgasleitung für etwa 20 km. Darüber hinaus wurden keine weiteren Randbedingungen berücksichtigt.

Da aktuell keine NKP entlang der SEL definiert sind, wird im Rahmen dieser Untersuchung der NKP an der Schnittstelle vom Trassenverlauf der SEL und der Erdgas-Transportleitung angenommen.

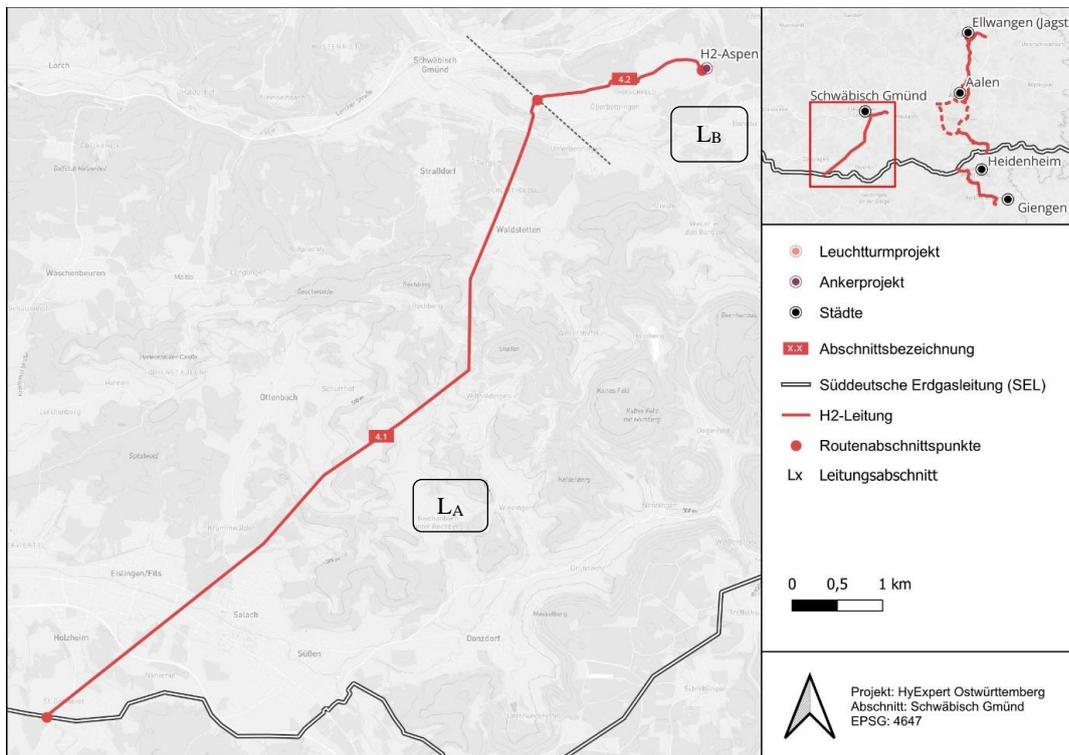


Abbildung 32 Verlauf Route Abschnitt Schwäbisch Gmünd

Da aktuell keine NKP entlang der SEL definiert sind, wird im Rahmen dieser Untersuchung der NKP an der Schnittstelle vom Trassenverlauf der SEL und der Erdgas-Transportleitung angenommen.

Die Erdgasleitung wird aufgrund ihres baulichen Zustands von Seiten der Stadtwerke Schwäbisch Gmünd als untauglich für eine Umstellung auf Wasserstoff eingestuft. Im Bericht wird daher ein Neubau der Leitung unterstellt. Da eine Umstellung der Leitung deutlich geringere Investitionskosten aufweist, wird dennoch empfohlen eine Tauglichkeitsprüfung des Leitungsabschnitts durchzuführen, um die Option der Umstellung endgültig zu bewerten.

Leitungsabschnitt B (L_B): Gasübergabe West in Schwäbisch Gmünd – Ankerprojekt H₂-Aspen

Die definierten Start- und Endpunkte des Leitungsabschnitts sind der Standort Gasübergabe West in Schwäbisch Gmünd und das Ankerprojekt H₂-Aspen. Darüber hinaus wurden keine weiteren Randbedingungen berücksichtigt. Der geplante Verlauf der neu zubauenden Leitung erstreckt sich über 4,1 km.

Ausgehend vom Standort Gasübergabe West in der Oberbettringer Straße 184 folgt die Route (4.2) der Trasse der Erdgasleitung der terranets bw GmbH entlang der Heidenheimer Straße bis zur Kreuzung der Landstraße 1161. Die Route verläuft entlang der Landstraße für etwa 0,6 km, bevor diese Richtung Osten einem Feldweg entlang des Gewerbe- und Industrieparks Gügling bis zum NKP folgt. Der Endpunkt befindet sich beim NKP der Stadtwerke Schwäbisch Gmünd und der terranets bw GmbH in der Güglingstraße 116. Dieser liegt in unmittelbarer Nähe zur geplanten Fläche des Ankerprojekts H₂-Aspen, um dieses an das leitungsgebundene H₂-Versorgungskonzept anzuschließen.

Eckdaten der Leitungsabschnitte im Abschnitt Schwäbisch Gmünd

Eckdaten	Einheit	L _A	L _B	Summe
Leitungsauslegung				
Auslegungsdruck	DP	30	30	-
Nenndurchmesser	DN	230	230	-
H ₂ -Mengen	t/p.a.	26.086	26.086	-
Route				
Länge der Route	km	20,0	4,1	24,1
in bestehender Trasse	km	20,0	4,1	24,1
ohne bestehende Trasse	km	-	-	-
davon Umstellung	km	-	-	-
Querungen				
Straßen	Anz.	22	1	23
Bahnlinien	Anz.	1	0	1
Flüsse	Anz.	1	0	1
Kosten				
Spez. Umstellungskosten	€/m	250	250	-
Spez. Neubaukosten	€/m	1.600 - 2.200	1.600 - 2.200	-
CAPEX	Mio. €	32,0 - 44,0	6,6 - 9,0	38,6 - 53,0
Summe Kosten der Investition	Mio. €/a	3,3 - 4,5	0,7 - 0,9	3,9 - 5,4
OPEX	Mio. €/a	0,6 - 0,9	0,1 - 0,2	0,8 - 1,1
Annuität	Mio. €/a	2,6 - 3,6	0,5 - 0,7	3,2 - 4,3

Table 10: Eckdaten der Leitungsabschnitte im Abschnitt Schwäbisch Gmünd

Für beide Leitungsabschnitte wird ein Leitungsdurchmesser von DN 230 vorgesehen. Die initiale Kostenschätzung für etwa 24,1 km Leitung im Abschnitt Schwäbisch Gmünd beträgt 38,6 bis 53,0 Mio. € bei 3,2 bis 4,3 Mio. € jährlichen Kosten für die Investition.

6.4.5. Zusammenfassung des Grobkonzepts und der Konzept-Eckdaten

Für das leitungsgebundene H₂-Versorgungskonzept lassen sich folgende Kern- bzw. Gesamtergebnisse ableiten:

Routenplanung: ~84 km Leitungsnetz ist notwendig, um die Anker- und Leuchtturmprojekt in ein Wasserstoffnetz zu integrieren.

- ~76 % (~63 km) der gesamten definierten Route verlaufen in einer bestehenden Trasse der Stadtwerke bzw. Netzbetreiber.
- ~24 % (~20 km) der Route verlaufen ohne bestehende Trasse.
- Im Rahmen des leitungsgebundenen H₂-Versorgungskonzepts werden keine Leitungsabschnitte für eine Umstellung auf Wasserstoff vorgesehen.
- Leitungen, die grundsätzlich für eine Umstellung zur Verfügung stehen, wurden im Grobkonzept aufgrund der unzureichenden Dimensionierung nicht integriert.
- Es wurden zwei Leitungsabschnitte der terranets bw GmbH identifiziert, die potenziell auf Wasserstoff umgestellt werden können (Abschnitt Aalen und Schwäbisch Gmünd). Diese sind in der folgenden Investitionskostenberechnung nicht berücksichtigt. Es empfiehlt sich, die Umsetzungsvarianten aufgrund der deutlich geringeren Investitionskosten im Vergleich zum Neubau zu prüfen.

Leitungsauslegung: Die notwendigen Leitungsdurchmesser liegen zwischen DN 140 und DN 460.

- Die Aufteilung der Dimensionierung ergibt sich wie folgt über das gesamte Leitungsnetz:
 - DN 460 – 19,4 km (23%)
 - DN 450 – 8,6 km (10%)
 - DN 290 – 10,5 km (12%)
 - DN 230 – 24,1 km (29%)
 - DN 180 – 8,8 km (10%)
 - DN 140 – 12,9 km (15%)

Investitionskosten: Die Investitionskosten betragen bei vollumfänglicher Umsetzung des Grobkonzepts etwa 135 bis 185 Mio. €.

- Die Aufteilung der Investitionskosten auf die Abschnitte ergibt sich wie folgt:
 - Abschnitt 1 Heidenheim/Giengen 27,8 – 38,2 Mio. € (21 %)
 - Abschnitt 2 Aalen 47,8 – 65,7 Mio. € (36 %)
 - Abschnitt 3 Ellwangen 20,7 – 28,5 Mio. € (16 %)
 - Abschnitt 4 Schwäbisch Gmünd 38,6 – 53,0 Mio. € (27 %)
- Die jährlichen Kosten der Investition betragen 13,7 bis 18,9 Mio. € für die gesamte H₂-Leitungsinfrastruktur von etwa 84 km.
- Mögliche Einsparungspotenziale für die Investitionskosten bestehen in den Abschnitten Aalen und Schwäbisch Gmünd durch eine Umstellung der identifizierten terranets bw GmbH Erdgas-Transportleitungen. Das Einsparpotenzial beläuft sich auf eine Summe von 39,6 bis 57,2 Mio. €. Diese Umsetzungsoption ist in Zusammenarbeit mit der terranets bw GmbH zu validieren.

Eckdaten	Einheit	Abschnitt 1: HDH/ Giengen	Abschnitt 2: Aalen	Abschnitt 3: Ellwangen	Abschnitt 4: Schw. Gmünd	TOTAL
Route						
Länge der Route	km	17,4	29,9	12,9	24,1	84,3
in bestehender Trasse	km	8,0	20,7	12,0	24,1	64,8
ohne bestehende Trasse	km	9,3	9,2	1,0	-	19,5
davon Umstellung	km	-	-	-	-	-
Kosten						
Spez. Umstellungskosten	€/m	250	250	250	250	250
Spez. Neubaukosten	€/m	1.600 - 2.200	1.600 - 2.200	1.600 - 2.200	1.600 - 2.200	1.600 - 2.200
CAPEX	Mio. €	27,8 - 38,2	47,8 - 65,7	20,7 - 28,5	38,6 - 53,0	134,8 - 185,4
Summe Kosten der Investition	Mio. €/a	2,8 - 3,9	4,9 - 6,7	2,1 - 2,9	3,9 - 5,4	13,7 - 18,9
OPEX	Mio. €/a	0,6 - 0,8	1,0 - 1,3	0,4 - 0,6	0,8 - 1,1	2,7 - 3,7
Annuität	Mio. €/a	2,3 - 3,1	3,9 - 5,4	1,7 - 2,3	3,2 - 4,3	11,0 - 15,2

Tabelle 11: Übersicht Abschnitt-Eckdaten

6.5. Regulatorische Rahmenbedingungen

Eine relevante Regulierung stellt der Entwurf zur Gasmarkttrichtlinie bzw. Verordnung dar. In diesem sollen regulatorische Rahmenbedingungen von Wasserstoffnetzen auf EU- Ebene geregelt werden. Dies betrifft alle Ebenen der Verteilung und stellt somit den Rahmen für die nationale Gesetzgebung dar. Aktuell befindet sich das Gesetzgebungsverfahren der EU in den finalen Trilogverhandlungen. Wesentliche Punkte der Diskussion sind die Entflechtung der Netzbetreiberunternehmen sowie die mögliche Unterscheidung in Verteil- und Transportnetzbetreiber. Mögliche Entflechtungsvorgaben bewegen sich hierbei in den in der folgenden Abbildung beschriebenen Modellen des „Ownership unbundling“, „Independent system operator“ (ISO) und „Independent transmission operator“ (ITO). Auch sind die Ebenen der Entflechtung von operativer bis hin zu gesellschaftsrechtlicher Entflechtung Bestandteil der Diskussion.

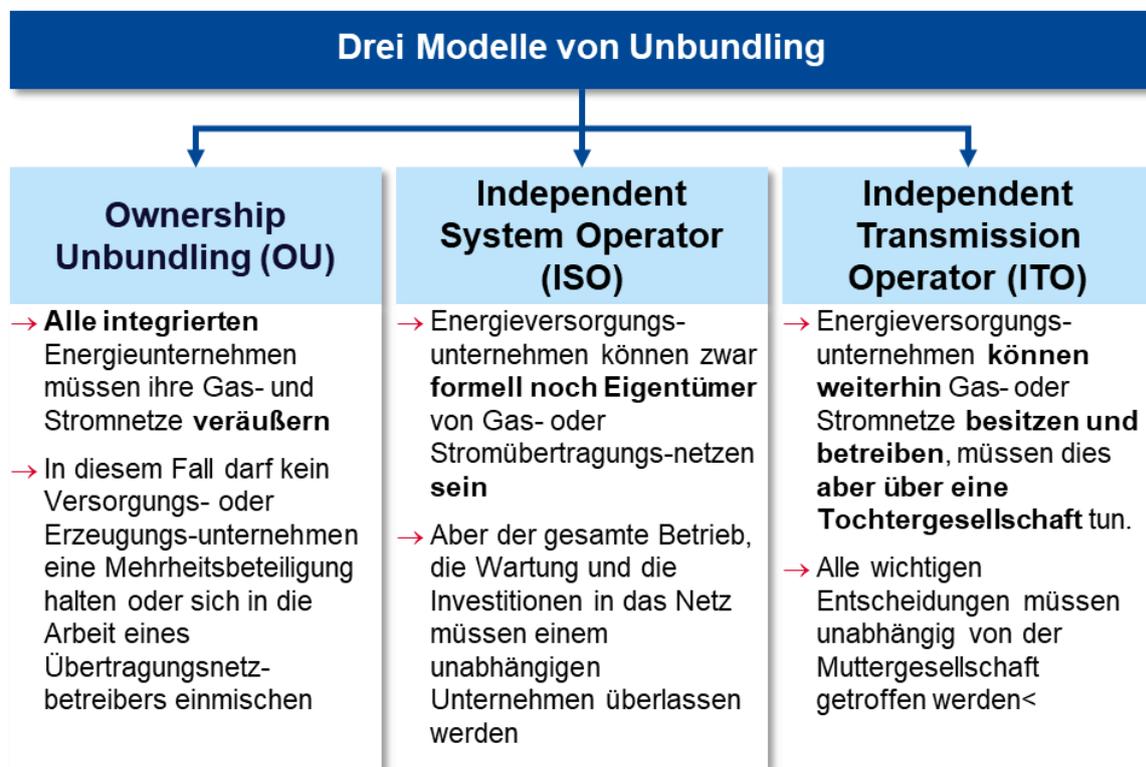


Abbildung 33 Übersicht möglicher Entflechtungsmethoden

Da aktuell keine öffentlichen bzw. verlässlichen Hinweise auf ein konkretes Verhandlungsergebnis vorliegen, gilt es abzuwarten, welche Folgen die Gasmarkttrichtlinie bzw. -verordnung auf den konkreten Fall des lokalen Wasserstoffverteilnetzes hat.

Bei Wasserstoff-Pipelines mit einem Durchmesser von weniger als 300 mm besteht grundsätzlich keine Verpflichtung zur Durchführung eines Raumordnungsverfahrens gemäß dem Raumordnungsgesetz (ROG). Allerdings können bestimmte Faktoren, wie raumordnerische Belange oder planerische Zielsetzungen eine raumordnerische Prüfung erforderlich machen. In solchen Fällen ist eine Abstimmung mit der zuständigen Behörde notwendig, um die Erfordernisse des ROG zu erfüllen.

Für Wasserstoff-Pipelines mit einem Durchmesser von weniger als 300 mm besteht darüber hinaus, gemäß § 43 I Absatz 3 EnWG, aus **genehmigungsrechtlicher Sicht** keine grundsätzliche Pflicht zur Durchführung eines Planfeststellungsverfahrens. Die Durchführung eines Planfeststellungsverfahrens ist demnach optional und bedarf der Antragstellung durch den Vorhabenträger bei der nach Landesrecht für Verfahren nach § 43 Absatz 1 Satz 1 Nummer 5 zuständigen, genehmigenden Behörde.

Gegenüber dem Anzeigeverfahren nach § 43 f EnWG bietet ein Planfeststellungsverfahren folgende Vorteile:

1. **Rechtssicherheit:** Das Planfeststellungsverfahren bietet den Beteiligten Rechtssicherheit, da während des Verfahrens die Möglichkeit besteht, Einwendungen und Bedenken vorzubringen, die Interessen der Betroffenen angemessen zu berücksichtigen sowie diese bei der Entscheidung über die Genehmigung durch die Behörde angemessen zusammen mit anderen Belangen gegeneinander und untereinander abzuwägen.
2. **Transparenz und Bürgerbeteiligung:** Das Planfeststellungsverfahren stellt sicher, dass die Öffentlichkeit angemessen über das Vorhaben informiert wird und die Möglichkeit hat, ihre Meinungen und Bedenken einzubringen. Dies fördert die Transparenz und ermöglicht eine demokratische Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger.
3. **Umweltaspekte:** Das Planfeststellungsverfahren ermöglicht eine umfassende Prüfung der Umweltauswirkungen des Pipelineprojekts. Es werden umweltbezogene Belange wie Gewässerschutz, Naturschutz, Lärmschutz und Luftqualität eingehend untersucht und bewertet.
4. **Planungssicherheit:** Das Planfeststellungsverfahren ermöglicht eine umfassende Abwägung der verschiedenen Interessen und schafft Planungssicherheit für alle Beteiligten. Es stellt sicher, dass alle relevanten Aspekte wie Umweltbelange, öffentliche Interessen und die energiewirtschaftliche Notwendigkeit sowie die Versorgungssicherheit angemessen berücksichtigt werden.
5. **Enteignungsrechtliche Vorwirkung:** Wenn ein Planfeststellungsverfahren für ein bedeutendes Infrastrukturprojekt eingeleitet wird, gewinnt das Projekt bereits während des Verfahrens in gewissem Umfang enteignungsrechtlichen Schutz. Das bedeutet, dass bestimmte vorbereitende Maßnahmen für das Projekt durchgeführt werden dürfen, ohne dass Klagen oder rechtliche Schritte von Betroffenen dies verhindern können. Dieser Schutz soll sicherstellen, dass das Planungsverfahren nicht durch langwierige rechtliche Auseinandersetzungen verzögert wird, während es noch läuft. Mit Ausstellung des Planfeststellungsbescheids wird die Notwendigkeit der Enteignung durch die behördliche Genehmigung impliziert. Fortan geht es lediglich darum, die angemessene Höhe der Entschädigung für die betroffenen Eigentümer oder Betroffenen zu verhandeln oder zu entscheiden.
6. **Konzentrationswirkung:** Die Konzentrationswirkung einer Planfeststellung besagt, dass mit Erlass des Planfeststellungsbescheids sämtliche für das genehmigte Vorhaben erforderlichen behördlichen Genehmigungen und Zustimmungen als erteilt gelten. Dadurch werden mögliche Konflikte vermieden, die entstehen könnten, wenn verschiedene Behörden getrennt über verschiedene Aspekte des Projekts entscheiden würden. Der Planfeststellungsbescheid vereint alle notwendigen Genehmigungen und Zustimmungen in einer umfassenden behördlichen Entscheidung.

7. **Veränderungssperre:** Durch die Offenlage der Antragsunterlagen bei der betroffenen Stadt wird im Planfeststellungsverfahren gleichzeitig eine Veränderungssperre verhängen. Dies bedeutet, dass Bauvoranfragen und/oder Bauanträge von Eigentümern/Bauträgern im Bereich der geplanten Pipeline von der Stadt abgewiesen werden müssen.

Die Frage, ob eine Umweltverträglichkeitsprüfung notwendig ist, wird durch die Bestimmungen in Nr. 19.2 der Anlage 1 des UVPG (Gesetz für die Umweltverträglichkeitsprüfung) beantwortet. Demnach entfällt das Erfordernis einer UVP für Gasversorgungsleitungen, zu denen gemäß §43I EnWG auch Wasserstoffleitungen zählen, sofern ihr Durchmesser unter 300 mm liegt. Dieser rechtliche Rahmen hebt somit hervor, dass für derartige kleinere Gasleitungen keine umfassende UVP durchgeführt werden muss.

Da nach positivem Bescheid zehn Jahre bis zum tatsächlichen Baubeginn vergehen dürfen, ist ein gesammeltes Planfeststellungsverfahren für das gesamte Leitungsnetz zu empfehlen.

6.6. Ausblick – möglicher Umsetzungszeitraum

Infrastrukturvorhaben wie die Errichtung von Pipelines sind mit umfangreichen Planungen, Genehmigungen sowie komplexen Bauarbeiten verbunden. Ein idealisierter Ablauf ist in der nachfolgenden Tabelle für die Jahre 1-7 nach Beginn der konkreten Planungsaktivitäten dargestellt.

Aktivität	Start	Ende
Beauftragung Planung	Bis 12/Jahr 1	
Vermessung, Aufnahme von Fremdleitungen und Ermittlung von Eigentumsverhältnissen	01/Jahr 2	– 08/Jahr 2
Kartierung (wenn der Umweltgutachter zur Verfügung steht), Bodengutachten	02/Jahr 3	– 09/Jahr 3
Erstellung aller notwendigen Antragsunterlagen inkl. Gutachten	10/Jahr 3	– 03/Jahr 4
Planfeststellungsverfahren	04/Jahr 4	– 01/Jahr 6
Bauausführung	02/Jahr 6	– 12/Jahr 6
Restarbeiten	Jahr 7	

Tabelle 12: Übersicht über einen möglichen (idealisierten) Umsetzungszeitraum

Insbesondere hinsichtlich ggf. erforderlicher Umweltgutachten ist darauf hinzuweisen, dass diese zwingend innerhalb des dargestellten Zeitraums erstellt werden müssen. Ist dies nicht möglich, verschieben sich alle nachfolgenden Aktivitäten jeweils um ein volles Jahr.

Eine indikative, relative Kostenverteilung auf die Jahre 1-7 ist nachfolgender Darstellung zu entnehmen.

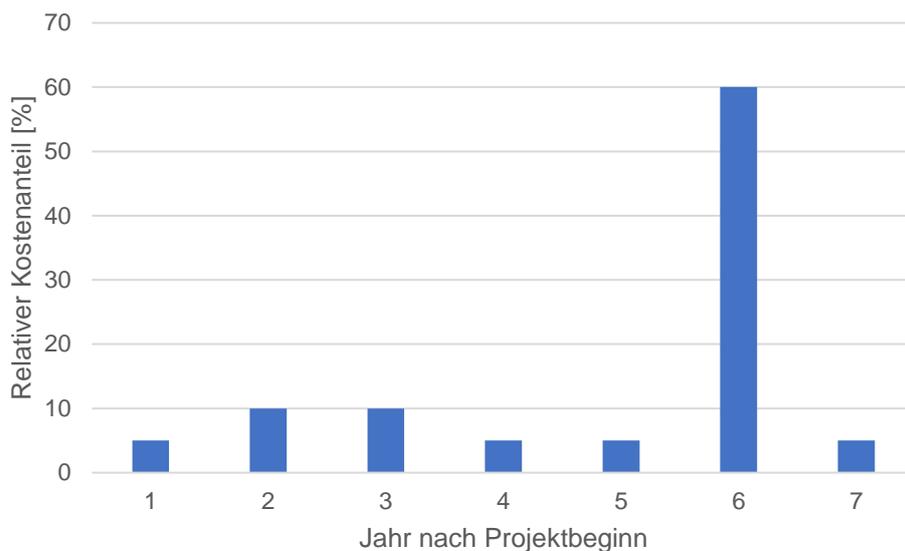


Abbildung 34 Indikative Kostenverteilung für eine mögliche Realisierung

6.7. Zusammenfassung Vorteile „T-Lösung“

Die „T-Lösung“ ist der „Enabler“ der regionalen Wasserstoffwirtschaft.

Mit der „T-Lösung“ und seiner Weiterentwicklung zum H₂-Versorgungskonzept wurde ein leitungsgebundenes H₂-Versorgungskonzept entwickelt, welches folgende Ziel verfolgt:

- **Integration von H₂-Insellösungen:** leitungsgebundene Verbindung der regionalen Erzeugung und Abnahme von Wasserstoff der Ankerprojekte sowie Versorgung der Ankerkunden
- **Erweiterung der leitungsgebundenen erreichbaren Regionen:** Verbindung der Insellösungen zu einem leitungsgebundenen regionalen H₂-Netz, Umstellung auf Wasserstoff von Ankerprojekten außerhalb der Region
- **Skalierung der H₂-Wirtschaft in der Region:** weitere Skalierung der H₂-Abnahme durch Anbindung an die SEL; über das kleine Kernnetz („T-Lösung“) können die Leuchtturmprojekte vorbereitet werden, um bei Verfügbarkeit von H₂ aus dem Kernnetz zu liefern; dadurch wird auch eine große Menge in der Region verfügbar, wovon kleinere Abnehmer profitieren, weil sich die Netzgebühren verringern.
- **Erkennen von Best-Practices:** Durch das Netz können erste technische Lösungen für Unternehmen demonstriert und Erfahrungen weitervermittelt werden. Neben dem funktionierenden Geschäftsmodell der H₂-Erzeugung über die Elektrolyse, dem Betrieb einer H₂-Tankstelle und die Logistik mit Wasserstoff-Lkw können bei den Unternehmen erste neue Anwendungen etabliert werden.
- **Erprobung von Lösungen:** Die Umstellung auf Wasserstoff bedeutet für die regionalen Gasnetzbetreiber und die Endabnehmer eine Umstellung, die neue technische Herausforderungen mit sich bringt. Diese können in der Region vorerst in einem kleinen Rahmen mit vermindertem Risiko gelöst werden, da die Umstellung ohne Zeitdruck erfolgen kann. Die Umstellung in den Teilabschnitten kann individuell geplant und durchgeführt werden.

Die Vorteile der leitungsgebundenen Versorgung mit Wasserstoff:

- Skalierbarkeit der Wasserstoffwirtschaft ausgehend von den Ankerprojekten
- Versorgung der Großverbraucher mit notwendigen, regional nicht erzeugbaren Mengen an Wasserstoff
- Realisierung von Kostenvorteilen durch günstigeren leitungsgebundenen Transport von H₂ gegenüber anderen Transportmöglichkeiten (z.B. via Trailer), dadurch können weitere Akteure an der regionalen Wasserstoffwirtschaft partizipieren, die z.B. nicht durch Kostensenkung über die THG-Quoten profitieren
- Speicherfunktion der Leitung und dadurch reduzierter Bedarf von lokalen H₂-Speichern bedeuten Kostenreduktion für regionale Erzeuger
- Steigerung der Resilienz der Region gegenüber Ausfällen bzw. Problemen bei der Energieversorgung durch die Sektorenkopplung
- Langfristige, wirtschaftliche Versorgung der Region mit (grünem) Wasserstoff

7. Gesamtkonzept / Handlungsempfehlungen

7.1. Anforderungen und Ziele für die HyPerformer Beantragung

Die Anforderungen an einen HyPerformer Antrag sind im ausführlichen Abschlussbericht im Kapitel 7.1. beschrieben. Nachfolgend wird die Idee für den „H₂Ostwürttemberg“ HyPerformer zusammengefasst, durch die eine Alleinstellung erreicht wird, die die Förderfähigkeit erhöht.

Das Gesamtkonzept basiert auf den spezifischen Anforderungen des HyExperts-Antrags, der die Steigerung der Nutzung erneuerbarer Energien, die Sektorenkopplung, die Integration von Wasserstofftechnologien und die Förderung des Wasserstoffmarkthochlaufs betont. Ein zentraler Aspekt ist der Aufbau einer adäquaten Erzeugungs-, Speicher- und Distributionsinfrastruktur für Wasserstoff in Ostwürttemberg, wobei ein Schwerpunkt auf die Bündelung in Leuchtturmregionen zur Marktaktivierung gelegt wird. Die übergeordneten Ziele der HyPerformer-Förderung umfassen den Aufbau einer regionalen Wasserstoffwirtschaft, die Effizienzsteigerung durch Einbindung anderer Sektoren, die regionale und systematische Vernetzung sowie die aktive Teilnahme am Hyland-Netzwerk. Für eine erfolgreiche Teilnahme sind umsetzungsreife Projekte, die Prüfung auf technische und wirtschaftliche Machbarkeit, feststehende Akteure mit definierten Aufgaben und ein Umsetzungszeitraum von drei bis vier Jahren erforderlich.

Für die Beantragung des HyPerformer schlagen wir vor, die Umsetzung der Vernetzung der Region durch die „T-Lösung“ in den Mittelpunkt zu stellen. Eine derartige Vernetzung einer Industrieregion ist in keinem bisherigen HyPerformer Antrag beschrieben worden. Es handelt sich somit um eine Alleinstellung. Der Ausbau des HRS-Netzes wie vorgeschlagen, mit der Projektidee Wasserstoff Hub ist die Grundlage für den schnellen Ausbau des Tankstellennetzes in der Region. Der Aufbau von zwei weiteren Elektrolysestandorten hebt die Netz-Dienlichkeit der Wasserstoffherzeugung hervor. Da durch das Bundesministerium (BMDV) auch im Jahr 2025 keine Fahrzeugförderung zu erwarten ist, sollte sich die Region für die Förderung von Fahrzeugen durch das Bundesland Baden-Württemberg stark machen. Das hätte auch für die Zulieferindustrie von Baden-Württemberg Vorteile, weil Fahrzeugkomponenten für Wasserstoff LKW in Baden-Württemberg hergestellt werden. Auch das wäre eine Alleinstellung, weil damit sichergestellt ist, dass die Investitionen in die Tankstellen auch genutzt werden. Nur dadurch ist das Geschäftsmodell Wasserstoffherzeugung und Nutzung im Verkehr wirtschaftlich umsetzbar.

7.2. Handlungsempfehlungen

Die Nutzung von grünem, in der Region erzeugtem, Wasserstoff sollte bis zum Jahr 2035, vorrangig für die Dekarbonisierung des Schwerlastverkehrs genutzt werden. Nur hier können die Kosten für die Herstellung von grünem Wasserstoff, durch die Nutzung der THG-Quoten in einem wirtschaftlichen Geschäftsmodell untergebracht werden. Die Region Ostwürttemberg sollte sich daher für die Umstellung der Fahrzeugflotte und für den Aufbau des Tankstellennetzes sowie für die Einsparung von Treibhausgasen im Schwerlastverkehr durch Wasserstoff-LKW Ziele setzen, die nachfolgend aufgeführt sind:

7.2.1. Zielstellungen für die Region Ostwürttemberg zur Umstellung der Fahrzeugflotte für Nutzfahrzeuge

In Baden-Württemberg sind im Jahr 2023 ca. 432.000 Nutzfahrzeuge der Klasse N1 bis N3 ohne Sattelzugmaschinen (SZM) im Einsatz. Zusätzlich sind ca. 397.000 SZM angemeldet¹⁹. In Ostwürttemberg sind ca. 67.000 Nutzfahrzeuge gemeldet. Davon sind ca. 10.000 Sattelzugmaschinen und Zugmaschinen der Klasse N3.

Truck segment	Heavy-duty truck					Medium-duty truck		Bus	
Vehicle set-up	Tractor			Rigid (box, fridge, others)		Rigid (box, fridge, others)		Coach	
Use case									
Production volume share	12%	20%	5%	18%	11%	15%	10%	5%	4%
Yearly mileage (km)	150,000	100,000	50,000	50,000	30,000	50,000	30,000	100,000	50,000
Annual emission share ^{1,2}	28%	31%	4%	14%	5%	8%	3%	5%	2%

Abbildung 35 Segmentierung des Nutzfahrzeugmarktes in den unterschiedlichen use cases²⁰

Das Ziel leitet sich aus der bestehenden Verteilung der Emissionen von Nutzfahrzeugen (siehe *Abbildung 35*) und deren realistischen Ersatz durch H₂-betriebene Alternativen ab. Wir gehen davon aus, dass 12% dieser 10.000 Fahrzeuge in der Anwendung Long-Haul (Langstrecke) eingesetzt werden. Entsprechend schlagen wir die folgenden Ziele vor:

- Bis 2045 zu ersetzende Fahrzeuge im Langstreckeneinsatz: 1200 Fahrzeuge (12% von 10.000)
- Bis 2035 zu ersetzende Fahrzeuge im Langstreckeneinsatz: 65 % des Gesamtziels (1200 Fahrzeuge): 780 Fahrzeuge
- Bis 2035 ab 2025 (11 Jahre): durchschnittlich 68 Fahrzeuge im Langstreckeneinsatz pro Jahr

	Start	Ende	Start	Ende											
Jahr	2024	2024	2025	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
Bedarf H ₂ / d in kg	36	216	396	756	1.476	2.556	3.996	5.796	7.956	10.476	13.716	18.036	22.716	28.116	
Anzahl / Nutzfahrzeuge	1	6	11	21	41	71	111	161	221	291	381	501	631	781	
Aufbau an Fz im Zeitraum	1	5	5	10	20	30	40	50	60	70	90	120	130	150	
Notwendige HRS Größe S	1	2	2	2	2	2	3	4	5						

Tabelle 13: notwendige Entwicklung Fahrzeugbestand SZM und Lastzüge

In der Tabelle 13 ist ein Vorschlag für den Aufbau der Stückzahl an Fahrzeugen dargestellt. Für die Phase bis zum Projektbeginn des "H₂Ostwürttemberg"-Projektes schlagen wir den Aufbau eines Bestandes von 20 H₂-Fahrzeugen im Jahr 2024 bis 2025 vor, die an den Tankstellenstandorten der Mint Hydrogen Germany GmbH in Giengen und in Schwäbisch Gmünd zum Einsatz kommen sollen.

¹⁹ <https://www.statistik-bw.de/Verkehr/KFZBelastung/LRt1503.jsp>

²⁰ PWC Studie, Truck Study 2022: Routes to decarbonizing vehicles, Oktober 2022

7.2.2. Zielstellungen für die Region Ostwürttemberg für den Aufbau von H₂-Tankstellen

Für die Nutzung von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen werden Tankstellen benötigt. Zwei Hydrogen Refueling Stations (HRS) sind bereits im Aufbau (Betreiber an beiden Standorten - Mint Hydrogen Germany GmbH; Standort 1 in Giengen am Kreuz A7 - Bundesstraße 492, Ziel Inbetriebnahme: März / 2024 und Standort 2 in Schwäbisch Gmünd im Gewerbepark Gügling auf dem Grundstück des Unternehmens Lhyfe, welches im Rahmen von H₂-Aspen einen Elektrolyseur erreicht (Ziel Inbetriebnahme: Q3 / 2024).

1. Zusätzlich, zu den zwei im Moment entstehenden Tankstellen, ist das Ziel mindestens eine zusätzliche Tankstelle (HRS) in Ostwürttemberg im Zeitraum von 2027 bis 2028 im Rahmen der HyPerformer Förderung, zu errichten.
2. Für die Redundanz, den Wettbewerb und die sichere Verfügbarkeit von Treibstoff bei steigender Anzahl von Fahrzeugen sind in der Region, abhängig vom Erreichen der Ziele für die Anzahl der Fahrzeuge, ab 2029 vier und ab 2030 fünf Tankstellen für Wasserstoff notwendig.
3. Wir schlagen vor, eine HRS mit einer Tagesleistung von ca. 1000 kg/d (Größe S) für den Standort Ellwangen zu wählen, weil diese Größe mit einer Tagesleistung von ca. 1000 kg/d wirtschaftlich wird.
4. In Aalen am Standort der Autobahnabfahrt A7 Aalen/Ebnat ist ein Standort für einen Autobahnrastplatz. Dieser Standort ist noch ohne B-Plan und daher noch nicht sicher (siehe Handlungsempfehlungen, Seite 75).
5. Weiterhin besteht die Möglichkeit, dass in Ellwangen eine zweite HRS-Tankstelle mit größerer Kapazität entsteht, wenn der Markthochlauf der Fahrzeuge bis 2028 wie geplant oder besser verläuft. Dieser vierte Standort wird im Moment durch die Firma H₂ MOBILITY Deutschland GmbH & Co. KG in der Max-Eyth-Strasse 1 geplant und soll eine Tankstelle der Größe L werden (7500 kg/d).
6. In ca. 16 km Entfernung von Schwäbisch Gmünd, an der B29 in Richtung Stuttgart, wird in Urbach (nicht in Ostwürttemberg) im neu entstehenden grünen Industriequartier Wasen eine HRS Größe S geplant. Diese kann den ggf. bestehenden Bedarf für eine weitere Tankstelle abdecken, wenn der Bedarf durch die H₂-Tankstellen in Ostwürttemberg nicht abgedeckt werden kann.

Am Projektende im Jahr 2030 sind zusammengefasst HRS an folgenden Standorten umgesetzt oder können umgesetzt werden:

1.  Standort Giengen – im Bau befindlich – bis 2024 Inbetriebnahme
2.  Standort Schwäbisch Gmünd/Gügling – Baubeginn 2024 – bis Q3 2024 Inbetriebnahme
3.  Standort Ellwangen – Max-Eyth-Strasse 44 – möglicher Baubeginn mit HyPerformer (2026) – bis 2027 mögliche Inbetriebnahme
4.  Standort Aalen – A7 Aalen Ebnat – möglicher Baubeginn 2027 – bis 2028 mögliche Inbetriebnahme
5.  Standort Ellwangen – Max-Eyth-Strasse 01 (ESSO)– Baubeginn entsprechend Bedarf (2027 -2029) – bis 2030 besteht eine ggf. Notwendigkeit –
6.  Urbach im neu entstehenden grünen Industriequartier Wasen – Baubeginn 2024/2025 – Inbetriebnahme 2025/2026

(Nicht zur Region Ostwürttemberg gehörend, aber in „Reichweite“ für die Fahrzeuge der Region Schwäbisch Gmünd)

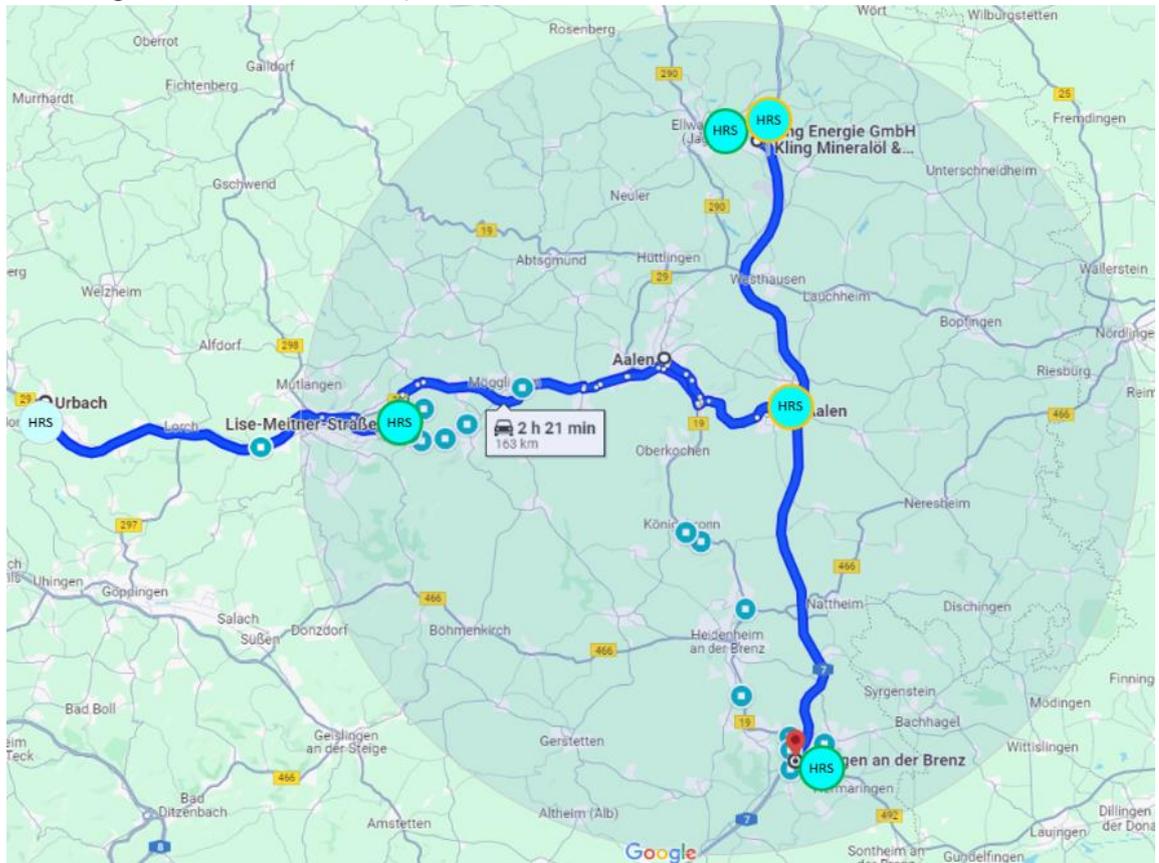


Abbildung 36: Im Bau befindliche und mögliche Standorte für H2-Tankstellen in Ostwürttemberg (Radius ca. 30km)

7.2.3. Zielstellungen für die Region Ostwürttemberg für die Einsparung von CO₂ Emissionen aus dem Schwerlastverkehr durch die Nutzung von grünem Wasserstoff

Wenn die Fahrzeugflotte wie vorgeschlagen umgesetzt wird und die Tankstelleninfrastruktur wie vorgeschlagen umgesetzt wird, ist eine Einsparung von CO₂ Emissionen 22.500 t CO₂ zu erwarten.

Gesamtbedarf H2 im H2Ost pro/ d ab 2030	9.000 kg/d (2029)	11.520 kg / d (2030)		287 Fahrtage
durchschnittlicher Verbrauch	8,5 kg / 100km kleine LKW	ca. 50%	9	kg/100km
	9,5 kg / 100km große LKW	ca. 50%		
Tagesfahrleistung	400 km	Tagesverbrauch je Fz.	36	kg/d
Elektrolyse	0,75 eta	5000 Volllaststunden / pa.		
Tagesproduktion bei 5000h / Jahr	275 kg/d/MW			

Nutzfahrzeuge	Jahr	Start 2024	Ende 2024	Start 2025	Ende 2025	2026	2027	2028	2029	2030
		kg H2/d	kg H2/d	kg H2/d	kg H2/d	kg H2/d	kg H2/d	kg H2/d	kg H2/d	kg H2/d
Nutzfahrzeuge	Bedarf / d in kg	360	720	1.440	2.520	3.600	5.040	6.840	9.000	11.520
	Anzahl Fahrzeuge	10	20	40	70	100	140	190	250	320

	kg H2/a	kg H2/a	kg H2/a	kg H2/a	kg H2/a	kg H2/a	kg H2/a	kg H2/a	kg H2/a	kg H2/a
Verbrauch H2 / Jahr (287 Tage LKW erlaubt)	103.320	206.640	413.280	723.240	1.033.200	1.446.480	1.963.080	2.583.000	3.306.240	
Einsparung CO2 / Jahr im LKW (Annahme mit 9,11 kg CO2 pro kg H2)	941.245	1.882.490	3.764.981	6.588.716	9.412.452	13.177.433	17.883.659	23.531.130	30.119.846	

	in MW	in MW								
Notwendige Elektrolyseleistung	1,3	2,6	5,2	9,2	13,1	18,3	24,9	32,8	Pipeline SEL	
Prozentuealer Anteil vom Gesamtbedarf	4%	8%	16%	28%	40%	56%	76%	100%	128%	

Gesamter H2 Bedarf in kg/a	103.320	206.640	413.280	723.240	1.033.200	1.446.480	1.963.080	2.583.000	3.306.240	
Gesamter H2 Bedarf in t/a	103	207	413	723	1.033	1.446	1.963	2.583	3.306	
Bedarf an H2 bis Projektbeginn in t					1.446					
Bedarf an H2 innerhalb der projektlauzeit in t									5.993	10.332

Gesamte CO2 Einsparung in kg/a	941.245	1.882.490	3.764.981	6.588.716	9.412.452	13.177.433	17.883.659	23.531.130	30.119.846
Gesamte CO2 Einsparung in t/a	941	1.882	3.765	6.589	9.412	13.177	17.884	23.531	30.120
Gesamte Einsparung bis Projektende in t					22.590				
kgCO2 Einsparung / € Fördermittel in kg/€ bis Projektende (15.000.000,00 € Förderung)									4,267

Gesamte Einsparung bis 2030 in t										107.302
kgCO2 Einsparung / € Fördermittel in kg/€ bis 2030 (15.000.000,00 € Förderung)										7,153

Zeit bis Projektbeginn HyPerformer	
Projektlauzeit	
Einsparung nach Projektende	

7.2.4. Handlungsempfehlung für die Beantragung eines HyPerformer Projektes

Um die Zielstellung für die Umstellung der Fahrzeugflotte und den Aufbau der Wasserstoff Tankstellen finanziell zu unterstützen, schlagen wir die Beantragung eines HyPerformer Projektes im HyLand Programm vor.

Nachfolgend werden vier Projekte vorgestellt, die mit ca. 34 Mio.€ Projektkosten umgesetzt werden können.

Der voraussichtliche maximale Zuschuss aus dem HyPerformer Programm beträgt 15 Millionen €. Unsere Empfehlung ist, vorzugsweise das Projekt 7.3.1.1. (Ellwangen Südstadt; 1,25 MW Elektrolyse mit Pipelineanbindung) umzusetzen. Die Tankstelle im Projekt 7.3.1.2.) könnte auch durch die zu erwartende Fördermöglichkeit für HRS-Tankstellen und E-Ladesysteme für LKW umgesetzt werden. Sollten die Stadtwerke den Elektrolyseur aus wirtschaftlichen Erwägungen nicht umsetzen, sollte die Tankstelle im HyPerformer umgesetzt werden.

Mit den oben aufgeführten Alleinstellungsmerkmalen

- Vernetzung der Ankerprojekte und Leuchtturmprojekte über eine H₂-Pipeline
- Die initial vorhanden zwei Wasserstoffs Tankstellen
- Drei „Quellen“ für grünen Wasserstoff in den drei Ankerprojekten
- Die Anbindung der Region an das Kernnetz mit mehreren Großverbrauchern, wodurch der Wasserstoff schnell ein Wettbewerbsfähiger Energieträger wird

hebt sich das Projekt von anderen Projekten deutlich ab.

7.2.5.Handlungsempfehlung für das Ankerprojekt Ellwangen Südstadt

HE	Ankerprojekt:	Ellwangen Südstadt		
7.3.1.1	Art der HE:	Projektantrag Inv. Förderung		
	Kurzbezeichnung:	1,25 MW Elektrolyse		
	Investor:	SWE Stadtwerke Ellwangen		
Beschreibung:				
<p>In der Energiewendekraftwerk, in der Reinhardstrasse , ist Raum für die Installation einer Elektrolyse mit insgesamt 7,5 MW. Eingebunden in die städtische Wärmeplanung kann die Abwärme den Wärmebedarf der Stadt in der Übergangszeit und im Winter unterstützen.</p> <p>Die Pipline erstreckt sich über 5,3 km.</p> <p>Die Planung sollte für eine 7,5 MW Anlage durchgeführt werden. Die verbleibenden 6 MW sollte im Rahmen der Ausschreibung Wasserstoffbank genutzt werden.</p> <p>Die 5,3 km sind durch die Stadtwerke Ellwangen mit 7.040.000€ geplant.</p> <p>Die Elektrolyse mit allen notwendigen baulichen Ausführungen muss bei einer Leistung von 1,25 MW mit ca. 6.090.000€ Kosten geplant werden.</p> <p>Gesamtvolumen: 14.030.000 €</p> <p>Eigenanteil ohne Förderung: ca. 4.000.000 €</p>				
Abhängigkeiten:				
Förderprogramm für eine Elektrolyse				
Aufbau einer Tankstelle zur Abnahme des produzierten Wasserstoff				
Risiken:				
Die Nutzung des grünen Wasserstoffes muss mit dem Betreiber der HRS vorab vertraglich vereinbart werden.				
	Beginn:	Mrz 26	Ausschreibung:	HyPerformer
	Ende:	Mrz 27	Kosten: (T€)	10.000
	Dauer:		Förderquote:	50%
			Zuschuss: (T€)	5.000
			Eigenanteil: (T€)	5.000

HE	Ankerprojekt:	Ellwangen Südstadt		
7.3.1.2	Art der HE:	Projektantrag Inv. Förderung		
	Kurzbezeichnung:	HRS Größe S 2000 kg H2/d		
	Investor:	Kling Energie GmbH		
Beschreibung:				
<p>Aufbau einer HRS in der Max-Eyth-Strasse 44</p> <p>ca. 2000 kg Tagesleistung 359 bar und 700 bar Dispenser</p> <p>Die Tankstelle wird so konfiguriert, dass diese pro Betankungsvorgang eine Menge von 55 kg ins Fahrzeug abgeben kann. Ab einer Betankung von 20 Fahrzeugen pro Tag soll die Anlage wirtschaftlich sein.</p> <p>Die Wasserstoffversorgung der Tankstelle erfolgt zunächst mittels eines Wechsel-Container-/Trailer-konzepts über die Straße und zwei entsprechenden Docking-Stationen an der Tankstelle. Mittel- bis langfristig ist ein Anschluss an eine Pipeline vorgesehen.</p>				
Abhängigkeiten:				
grüner Wasserstoff; Anlieferung Anfangs per Trailer später über eine Pipeline				
Vorhandensein von ca. 20 Fahrzeugen (FC-Truck) in der Region				
Risiken: Vorhandene Fahrzeuge				
Die Nutzung des grünen Wasserstoffes muss mit dem Betreiber der HRS vorab vertraglich vereinbart werden.				
Bimsch Genehmigung für den Standort				
Anbieter für Trailertransport von H2				
	Beginn:	Mrz 26	Ausschreibung:	HyPerformer
	Ende:	Feb 27	Kosten: (T€)	3.500
	Dauer:	12 Monate	Förderquote:	80%
			Zuschuss: (T€)	2.800
			Eigenanteil: (T€)	700

Wir schlagen vor, auch mit dem im Kapitel 5.1.3 vorgeschlagenen Standort und dem vorgeschlagenen Betreiber weiter Kontakt zu halten. Das durch den Betreiber aufgerufenen Projektvolumen kann in dem HyPerformer nicht umgesetzt werden, weil damit keine Ausgewogenheit zwischen den Ankerprojekten erreicht werden kann. Ab dem Jahr 2030 wäre diese zusätzliche Tankstelle für die Region notwendig.

7.2.6. Handlungsempfehlung für das Ankerprojekt Technologiepark H₂ Aspen – Schwäbisch Gmünd

HE	Ankerprojekt:	Ankerprojekt Technologiepark H ₂ -Aspen – Schwäbisch Gmünd		
7.3.2.1.	Art der HE:	Projektantrag Inv. Förderung		
	Kurzbezeichnung:	20 MW Elektrolyse		
	Investor:	TBD ggf. Lhyfe		
Beschreibung:				
<p>Aufbau einer netzdienlichen Elektrolyse in Verbindung mit dem Windpark Rechberger Buch.</p> <p>Die genaue Größe muss durch den Betreiber der WKA und dem Elektrolysebetreiber ausgehandelt werden. 20 MW ist die maximale Größe, die möglich ist. In der Detailplanung kann es aber auf Grund der Netzsituation deutlich kleiner sein.</p> <p>Das Projekt sollte für den HyPerformer aber auch im Rahmend er Beantragung im Innovation Fund - Wasserstoffdatenbank vorbereitet werden.</p> <p>Die Einbindung der Elektrolyse im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ist Bestandteil der Projektentwicklung.</p> <p>Elektrolyse 20 MW - Kosten ca. 21.000.000€ - davon ca. 8 MW für die H₂ Produktion für Tankstellen (Fördervoraussetzung für HyPerformer -> 8.800.000 €</p> <p>1,2 km Leitungsbau und Anbindung an den LhyfeStandort und den NKP Güglingsstrasse - ca. 1.100.000 €</p>				
Abhängigkeiten:				
	Erfolgreiche Beantragung bei der EU Wasserstoffbank			
	Interesse des WKA Betreibers			
Risiken: Entwicklung der H ₂ Gaspreise				
	Bimsch Genehmigung für den Standort			
	langfristige Verträge für die Wasserstoffbank zwischen Hersteller und Nutzer			
	Beginn:	Jan 27	Ausschreibung:	HyPerformer
	Ende:	Dez 27	Kosten: (T€)	9.900
	Dauer:	12 Monate	Förderquote:	50%
			Zuschuss: (T€)	4.950
			Eigenanteil: (T€)	4.950

Der beschriebene Standort am Technologiepark ist ausgezeichnet, weil der neben der Netzentlastung auch eine sehr kurze Anbindung an die beschriebenen T-Lösung ermöglicht.

Da bis zum Projektende der Standort für den geplanten Windpark nicht bestätigt war, empfehlen wir dem Partner und den Standort für die Energieerzeugungsanlage im weiteren Verlauf des Jahres 2024 zu suchen.

7.2.7. Handlungsempfehlung für das Ankerprojekt Logistik-Netzwerk Heidenheim

HE	Ankerprojekt:	Logistik-Netzwerk Heidenheim		
7.3.3.1.	Art der HE:	Projektantrag Inv. Förderung		
	Kurzbezeichnung:	20t Wasserstoff Hub		
	Investor:	Kling Energie GmbH		
Beschreibung:				
Für die Entwicklung der Region wird ein leistungsfähiger Hub zur Abfüllung von Wasserstoff in Trailer oder Wechselbrücken benötigt.				
Das Abfüllen und Aufreinigen von Wasserstoff aus einer Pipeline wird zu einer notwendigen Dienstleistung.				
Durch die Größe der Anlage skalieren die Kosten und man ist in der Lage den Wasserstoff für kleiner 2€ aus der Leitung aufzunehmen, zu komprimieren, abzufüllen und in einem Radius von 50 km zu verteilen.				
Kosten Abfüllstation mit Aufreinigung: 7.500.000€				
Kosten für 10 Trailer - 3.000.000€				
Abhängigkeiten:				
Erfolgreiche Beantragung bei der EU Wasserstoffbank				
Interesse des WKA Betreibers				
Risiken: Entwicklung der H2 Gaspreise				
Bimsch Genehmigung für den Standort				
langfristige Verträge für die Wasserstoffbank zwischen Hersteller und Nutzer				
	Beginn:	Jan 27	Ausschreibung:	HyPerformer
	Ende:	Dez 27	Kosten: (T€)	10.500
	Dauer:	12 Monate	Förderquote:	50%
			Zuschuss: (T€)	5.250
			Eigenanteil: (T€)	5.250

Durch den Wasserstoff Hub kann bei Umsetzung der „T-Lösung“ auch der Wasserstoff aus den zwei neuen und der vorhandenen Elektrolyseeinheit über die Straße an andere Standorte in Baden-Württemberg verteilt werden. Dadurch können die Speicherkosten reduziert und die Flexibilität erhöht werden. Der Standort wäre ein wesentlicher Bestandteil der Wasserstoffwirtschaft in Baden-Württemberg.

7.2.8. Handlungsempfehlung – LOI von Akteuren zur Umsetzung der Teilprojekte

Die Bewertung eines HyPerformer-Antrages wird durch den Projektträger positiver wahrgenommen, wenn die entscheidenden politischen Akteure der Region hinter dem Projekt stehen und die politische Unterstützung zusichern. Wichtig ist, dass entsprechende Letters of Intent (LOI) aktuell sind und einen konkreten Zusammenhang zum Projekt beinhalten.

LOI aus der Politik und Interessenvertretungen

LOI für die politische Unterstützung aus dem Umweltministerium Baden-Württemberg, den beteiligten politischen Verantwortlichen und wichtigen kommunalen Akteuren der Region Ostwürttemberg:

- Ostalbkreis – Landrat: Dr. Joachim Bläse
 - Große Kreisstadt Stadt Schwäbisch Gmünd – Oberbürgermeister Richard Arnold
 - Große Kreisstadt Ellwangen – Oberbürgermeister Michael Dambacher
 - Große Kreisstadt Aalen – Oberbürgermeister Frederik Brütting

- Landkreis Heidenheim – Landrat: Dr. Peter Polta
 - Große Kreisstadt Stadt Heidenheim an der Brenz – Oberbürgermeister Michael Salomo
 - Große Kreisstadt Giengen an der Brenz – Oberbürgermeister Dieter Henle
 - Stadt Herbrechtingen – Bürgermeister Daniel Vogt

- [IHK Ostwürttemberg](#) – Hauptgeschäftsführer Thilo Renschler

- Raumordnungs- und Planungsregion Ostwürttemberg – [Regionalverband Ostwürttemberg](#) –
Verbandsdirektorin Franka Zaneck

- [WiRO](#) - Wirtschaftsförderungsgesellschaft mbH Region Ostwürttemberg – Geschäftsführerin
Nadine Kaiser

- [Verband Spediteure und Logistiker](#) (VSL) – Geschäftsführung

LOI von Speditionen und Logistikunternehmen über die Bereitschaft zur Nutzung von Wasserstoff-Lkw

Im Rahmen der Projektentwicklung haben sich viele Speditionen mit der Bereitstellung von Informationen beteiligt, diese sollten ebenfalls für LOIs angefragt werden. Die mittelständischen Spediteure in Ostwürttemberg wollen die Transformation im Sinne der THG-Reduzierung unterstützen. Sie haben jedoch nicht die Möglichkeiten, die aktuell bestehenden wirtschaftlichen Nachteile, die durch den Erwerb von Zero Emission-Fahrzeugen entstehen, allein zu kompensieren, da sie im Wettbewerb zu Unternehmen stehen, die mit Langstrecken Trucks aus anderen EU-Ländern Transportaufgaben in Deutschland sehr kostengünstig realisieren. Darüber hinaus müssen weitere notwendige Umgebungsbedingungen zum Einsatz von Zero Mission-Fahrzeuge geschaffen werden. Das betrifft zum Beispiel die Umrüstung von Werkstätten, aber auch die Versorgungs-Infrastruktur mit entsprechenden klimaneutralen Treibstoffen wie grünem Strom, grünem Wasserstoff und HVO-Diesel. Der nachfolgende LOI berücksichtigt die notwendigen und realisierbaren Voraussetzungen und nimmt sowohl Spediteure als auch andere Stakeholder wie Tankstellenbetreiber, Energie-Händler und die politischen Entscheidungsträger in die Pflicht.

Vorschlag für einen LOI:

Letter of Intent (LOI) zum Kauf von Wasserstoff-angetriebenen Nutzfahrzeugen im Rahmen des HyPerformer-Projektes „H2Ostwürttemberg“

Sehr geehrter Herr xxxx,

seit 2022 unterstützen wir Sie bei der Projektentwicklung im Rahmen des HyExpert "H2Ostwürttemberg" mit Informationen aus dem geschäftlichen Umfeld einer Spedition hier in Ostwürttemberg; mit dem Ziel der Reduzierung von CO₂-Emissionen unserer Flotte.

Sie kennen die Probleme bezüglich der Umstellung unserer Nutzfahrzeuge auf dekarbonisierte Antriebssysteme. Wir unterstützen die Umstellung des Güterverkehrs auf Fahrzeuge mit Antrieben auf Basis von Wasserstoff als Energieträger (Kraftstoff) verbindlich, auf Basis folgender Bedingungen:

Die Bedingungen dafür sind:

- Die TCO (€/km) für die Fahrzeuge soll unter Berücksichtigung aller Kosten und bei Beachtung nachfolgender Punkte maximal wie folgt überschreiten: 2025 max. 40%; 2030 max. 30%
- Die KSNI-Förderung (oder eine vergleichbare Federung) bezuschusst mindestens 80% der Mehrkosten der Fahrzeuge...
 - o ...ODER die Nutzung von Fahrzeugen im „Pay per Use“-Modell; mit dem wir, durch die „Weitergabe“ der Förderung an uns als Spedition, zu einem akzeptablen Kilometer-Preis (ca. 0,75€/km) kommen. Dieser Vorschlag stammt von der Firma Hylane.
- Die MAN-Sattelzugmaschinen mit Wasserstoff-Verbrennungsmotor würden wir nutzen, wenn dafür mit der MAN ein Vertrag über den Test dieser Fahrzeuge im Rahmen der Vorserie abgeschlossen wird und die Fahrzeuge oben genannte TCO-Ziele erreichen.
- Der Preis (netto) für den Kraftstoff Wasserstoff liegt, wie durch die EurA AG und die Tankstellenbetreiber erklärt, zwischen 7,50€ und 8,50€/kg Wasserstoff.
- Die Fahrzeuge können innerhalb der Region gewartet werden.

Notwendig für unser Unternehmen, sind vor allem Fahrzeuge, die den Einsatzbereich folgender Fahrzeuge abdecken können bzw. vergleichbar sind mit:

- Beispiel 1
- Beispiel 2
-

Als Spedition können wir ab dem Jahr 2024, nach oder mit Inbetriebnahme der Tankstelle durch die Firma JET H₂ Energy in Giengen und in Schwäbisch Gmünd, xx wasserstoffbetriebene Fahrzeuge einsetzen...

...ODER/UND

...ab dem Jahr 2025 nach der Inbetriebnahme der Wasserstoff-Tankstelle in Ellwangen und/oder Aalen durch die Unternehmen Kling Energie GmbH oder H2 MOBILITY Deutschland GmbH & Co. KG xx wasserstoffbetriebene Fahrzeuge einsetzen.

Für welche Fahrzeuge wir uns entscheiden, wird von der konkreten Verfügbarkeit und der Wettbewerbssituation im Jahr 2024/25 und der Erfüllung der oben genannten Bedingungen abhängen.

Wir unterstützen das geplante „HyPerformer“-Projekt als einen wesentlichen Beitrag zur aktiven Nutzung von Wasserstoff im Schwerlastverkehr.

Als mittelständiges Unternehmen wollen wir auch in Zukunft unsere Aufgaben im Bereich des Güterverkehrs im Rahmen der politischen Zielstellung der Dekarbonisierung erfüllen. Die regulatorischen Rahmenbedingungen müssen dafür geschaffen werden. Spediteure gehen bei der Anschaffung neuer Technologien stets ein Risiko ein. Die Dekarbonisierung des Verkehrs ist eine Gemeinschaftsaufgabe, die einen technisch und ökonomisch begründeten Rahmen benötigt, in den wir investieren können.

Mit freundlichen Grüßen

7.2.9. Handlungsempfehlungen für Energieversorger und Infrastrukturbetreiber:

Wie beschrieben ist die Umsetzung der „T-Lösung“ mit der Anbindung an die SEL zum einen ein Alleinstellungsmerkmal für die Beantragung des HyPerformer, aber auch die Basis für die Umstellung der Region auf eine CO₂ freie Energiewirtschaft und Industrieproduktion. Nachfolgende Handlungsempfehlungen sind wichtig, um die begonnene Arbeit fortzusetzen und den Übergang von einer Erdgasversorgung zu einer Wasserstoffversorgung vorzubereiten.

Detailierung der Umsetzungsplanung für das Wasserstoff Verteilnetz „T-Netz“

Das Grobkonzept zur leitungsgebundenen H₂-Versorgung muss in Zusammenarbeit mit dem vorgelagerten Transportnetzbetreiber terranets bw GmbH weiter konkretisiert werden. Dabei ist zu klären, wie Wasserstoff vom H₂-Kernnetz zu den Abnehmern kommt. Dies ist im Rahmen der Phase 2 im Netzentwicklungsplanung für Wasserstoff und Gas mit der terranets bw GmbH oder einer Folgeförderung zu erarbeiten. Dabei sind im Konzept insbesondere folgende Eckpunkte zu detaillieren:

- Umstellungszeiträume des Erdgastransportnetzes der terranets bw GmbH auf Wasserstoff und Ableitung von Implikationen auf das Wasserstoff-Verteilnetz in Ostwürttemberg
- Detailplanung der Stadtwerke-Abschnitte in Verbindung mit den terranets bw GmbH-Leitungen, um eine Redundanz zu bestehenden Leitungen nach 2040 möglichst zu vermeiden
- Konkretisierung von Netzkopplungspunkten zwischen der SEL und dem Wasserstoff-Verteilnetz
- Klärung der Verantwortlichkeiten und Betreibermodelle für das Wasserstoff-Verteilnetz
- Entwicklung eines Finanzierungsmodells für das „T-Netz“
- Integration der Stadtwerke Herbrechtingen, da diese in der Ausarbeitung des leitungsgebundenen H₂-Versorgungskonzepts nicht involviert waren

Prüfung Bestandsinfrastruktur

Die lokalen Stadtwerke und Verteilnetzbetreiber sollten eine Wasserstoff-Tauglichkeitsbewertung existierender Infrastrukturen durchführen. Mit der Tauglichkeitsbewertung kann lokalen Akteuren eine Planungsgrundlage hinsichtlich der Wasserstoffverfügbarkeit und des Anschlusses geliefert werden.

Konkretisierung und Ergänzung der H₂-Bedarfe

Die lokalen Stadtwerke und Verteilnetzbetreiber sollten kontinuierliche Dialoge mit Kunden und Netzanschlussnehmern zum Thema Wasserstoff etablieren. Weitere Bedarfe können bei Kunden abgefragt und im Rahmen der Netzentwicklungsplanung in Q1/Q2 2024 gemeldet werden.

Etablierung einer H₂-Arbeitsgruppe

In Ostwürttemberg sollte eine H₂-Arbeitsgruppe etabliert werden. In der Arbeitsgruppe können die im HyExpert beteiligten Stadtwerke und Verteilnetzbetreiber das Projekt gemeinschaftlich vorantreiben. Es wird empfohlen, die Arbeitsgruppe in einem quartalsweisen Turnus durchzuführen. Der Fokus sollte dabei auf folgenden Punkten liegen:

- Gemeinschaftliche Entwicklung des Wasserstoff-Verteilnetzes
- Wissensaustausch auf technischem und regulatorischen Gebiet
- Unterstützung der HyExpert-Leuchtturmprojekte bei der Umsetzung

7.2.10. Begleitende Maßnahmen und Handlungsempfehlungen für die Auftraggeber

Abfallentsorgung in Ostwürttemberg

HE	Abfallentsorgung in Ostwürttemberg		Beginn	Ende	Kosten T€
	Aufwand in PM	1	Q4/24	Q2/25	5

In Ostwürttemberg wird die Abfallentsorgung in den Städten Ellwangen und Schwäbisch Gmünd durch die GOA und in Giengen an der Brenz durch den Kreisabfallwirtschaftsbetrieb Heidenheim organisiert.

Im Abschnitt 3.1.5 des vollständigen Abschlussberichtes wurde beschrieben, welche Vorteile ein Wasserstoff-betriebenes Abfallsammelfahrzeug auf Grund der besonderen Einsatzbedingungen hat.

Das bedeutet, für die Betriebe der Abfallentsorgung in Schwäbisch Gmünd und Giengen, wäre Vorbereitung für die Anschaffung eines entsprechenden Fahrzeuges ab dem Jahr 2024 sehr vorteilhaft. Das betrifft folgende Betriebe:

GOA - Gesellschaft im Ostalbkreis für Abfallbewirtschaftung mbH für

- Schwäbisch Gmünd - GOA - Gesellschaft im Ostalbkreis

Kreisabfallwirtschaftsbetrieb Heidenheim für

- Giengen an der Brenz
- Herbrechtingen an der Brenz

Ab 2028 kann, sollte ab 2026 das HyPerformer Projekt beginnen, in den anderen Städten die Entsorgung mit Zero-Emission-Fahrzeugen erfolgen und damit ein Beitrag zur CVD und zur Steigerung der Lebensqualität geleistet werden:

GOA - Gesellschaft im Ostalbkreis für Abfallbewirtschaftung mbH

- Ellwangen an der Jagst (setzt die Tankstelle Ellwangen voraus)
- Aalen (setzt die Tankstelle Aalen Ebnat voraus; siehe Seite 77 dieser Handlungsempfehlung)

Beschaffung von H₂-Fahrzeugen für die Region Ostwürttemberg durch Fördermittel des Bundeslandes Baden-Württemberg

HE	Unterstützung der Beschaffung von 20 Wasserstoff Lkw außerhalb der HyPerformer und KsNI-Förderung		Beginn	Ende	Kosten T€
	Aufwand in PM	5	Q2/24	Q4/25	4.000

Im Rahmen der KsNI-Förderung wäre die Antragstellung zur Förderung von Fahrzeugen möglich gewesen. Da für die KsNI-Förderung im Jahr 2024 kein Budget im Bundeshaushalt veranschlagt ist, schlagen wir die Bildung eines Budgets zur Realisierung von ca. 20 Sattelzugmaschinen durch das Land Baden-Württemberg vor. Dieses Förder-Budget in Höhe von ca. 4.000.000 € ist ausreichend, um ca. 20 Sattelzugmaschinen in Baden-Württemberg zu unterstützen. Die Förderung sollte 80% der Mehrkosten betragen und auf 200.000€ begrenzt werden. Eine entsprechende Notifizierung bei der EU ist dafür

notwendig. Dabei kann die NOW GmbH unterstützen. Den Zuschlag sollten Hersteller von Sattelzugmaschinen erhalten, die im Rahmen von max. 200.000 € Zuschuss pro Fahrzeug einen Kunden (Spediteur mit Hauptsitz in Baden-Württemberg) nachweisen können. Ein entsprechender Einsatz der politischen Vertreter der Region würde sich auszahlen, weil anzunehmen ist, dass die Spediteure der Region sich verstärkt um Fahrzeuge bewerben, da die Infrastruktur der Tankstellen für Wasserstoff LKW bereits vorhanden ist.

Rasthof Aalen / Ebnat - Unterstützung der Standortentwicklung für einen Autobahnrastplatz mit Wasserstoff, Strom und eFuel-Versorgung für Nutzfahrzeuge durch die Stadt Aalen

Im Rahmen der Projektentwicklung in Ellwangen zum Thema Wasserstofftankstelle in der Max-Eyth-Straße (ESSO-Tankstelle – Abfahrt A7 Ellwangen), wurde die Abstimmung mit einem lokalen Unternehmen intensiviert. Es wurde nach Varianten für H₂-Tankstellen in Ellwangen und Ostwürttemberg gesucht. Im Ergebnis ist ein Umsetzungsvorschlag für eine Tankstelle in Ellwangen entstanden. Parallel wurde ein Standort an der A7, unmittelbar an der Abfahrt Aalen Ebnat, ermittelt und mit dem Besitzer eine Vereinbarung für eine Projektentwicklung getroffen, die die Umwidmung der Fläche vorsieht.



Abbildung 37: Lage des Grundstücks mit einem Vorvertrag zwischen Kling Energie GmbH und dem Eigentümer bezüglich der Umwidmung der Nutzung zu einem Rastplatz mit Versorgung für Zero-Emission-Nutzfahrzeuge

Die Fläche hat keinen Bebauungsplan. In unmittelbarer Nähe befindet sich das neu ausgewiesene Gewerbegebiet. Zu diesem Thema fand mit dem Amt Grünflächen und Klimaschutz der Stadt Aalen ein Termin statt, bei dem die Projektidee vorgestellt wurde. Ziel ist es, eine Rast- und Tankanlage für ca. 25 Lastzüge, 350 kW-Lademöglichkeiten, eine eFuel-Versorgung und 350 bar- sowie 700 bar-Dispenser für Wasserstoff zu errichten. Die Versorgung kann ab 2030 durch den Wasserstoff-Hub in Heidenheim oder den Elektrolyseur in Giengen erfolgen. Die Lage (siehe Abbildung 37) ist ausgezeichnet. Mit einer Tankstelle dort gäbe es mittelfristig im Umkreis von ca. 35 km um Aalen ein Cluster aus insgesamt drei Standorten für die Betankung von Wasserstoff-Lkw.

Auch wenn dieser Rastplatz nicht das Verantwortungsgebiet der Auftraggeber umfasst, sollte im Rahmen der politischen Abstimmung in Ostwürttemberg diese Standortentwicklung unterstützt werden.



Abbildung 38 Entwurf Rastplatz für LKW und Tankstelle für grünen Wasserstoff, Emissionsarme Kraftstoffe und Strom

Energiesteuer-Gleichstellung für H₂-Motorfahrzeuge

Wir schlagen vor, dass sich das Land Baden-Württemberg und die Landkreise für eine Befreiung von der Energiesteuer für Wasserstoff in Verbrennungsmotoren beim Bundesfinanzministerium einsetzen.

Förderung von Wasserstoffverbrennungsmotoren

Wir schlagen vor, dass sich das Land Baden-Württemberg und die Landkreise für die Aufnahme aller Zero-Emission-Fahrzeuge in die KsNI-Förderung einsetzen, falls diese nach 2024 wieder aktiviert wird.

Aufnahme schwerer Nutzfahrzeuge in das Bündnis Flottenumstellung

Wir empfehlen auch, ab 2024 bei Verfügbarkeit der schweren Nutzfahrzeuge, diese im Bündnis Flottenumstellung von Nutzfahrzeugen in Baden-Württemberg zu verankern:

Bündnis Flottenumstellung von Nutzfahrzeugen in Baden-Württemberg

Das Ministerium für Verkehr des Landes Baden-Württemberg, die Landesagentur e-mobil BW und verschiedene Verbände und Unternehmen in Baden-Württemberg erklären:

„Da schon heute die Nutzung von klimaneutralen Fahrzeugen in den Fahrzeugklassen N1 und N2 bis 12 t, insbesondere im Bereich der Regionalverkehre, vielfach wirtschaftlich umsetzbar und praktikabel ist, konzentriert sich das Bündnis auf diese Anwendungsfelder. Die Fahrzeugklasse N3 wurde explizit ausgeklammert, da die Bündnismitglieder für diese schwereren Nutzfahrzeuge von anderen Rahmenbedingungen und Umstellungsstellungsmöglichkeiten ausgehen. Die Bündnismitglieder wollen die Gestaltung

*der politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen in Baden-Württemberg erörtern, weshalb die Fokussierung auf N1 und N2 Fahrzeuge zweckmäßig ist.*²¹

Unabhängig der Maßnahmen, die für die Umstellung benötigt werden, empfehlen wir die Einbeziehung von Nutzfahrzeugen der Kategorie N3 in die Flottenumstellung. Die Ziele zur Reduktion der Treibhausgas-Quoten werden ohne diese nicht erreichbar sein.

N3-Fahrzeuge auf Langstrecke: ca. 28% - Anteil an der CO₂-Emission im Verkehr
N3-Fahrzeuge auf Langstrecke Linie: ca. 31% - Anteil an der CO₂-Emission im Verkehr
N3-Fahrzeuge in der kommunalen Entsorgung: 18 % - Anteil an der CO₂-Emission im Verkehr

Zusammen haben diese drei Fahrzeuggruppen einen Anteil von ca. 70% an verkehrsbedingten CO₂-Emissionen und sollten daher unbedingt ausreichend Beachtung erhalten.

Die Konzentration auf N1- und N2 Fahrzeuge war vermutlich der geringen Verfügbarkeit großer Fahrzeuge der N3-Klasse geschuldet. Ab nächstem Jahr sollte in Baden-Württemberg der Fokus auch auf die großen Fahrzeuge gelegt werden, damit die Ziele zur CO₂-Reduktion erreicht werden. Es zeichnet sich auch ab, dass kleine Fahrzeuge eher vollelektrisch genutzt werden.

Unterstützung der Truck-Werkstätten

Im Gespräch mit den Werkstätten hat sich herauskristallisiert, dass weniger Geld, sondern eher Personal in Form von Auszubildenden fehlt. Eine Ausbildungsinitiative, auch unterstützt durch die Handwerkskammer oder Werbung an Schulen für den Ausbildungsberuf, unterstützt durch die Landkreise, bietet sich dementsprechend an.

Ad-hoc-Task-Forces

Wir empfehlen die Teilnahme an Ad-hoc-Task-Forces. Die Task-Forces beschäftigen sich innerhalb der einzelnen Technologien (batterieelektrische Antriebe, Wasserstoff-Brennstoffzellenantriebe und hybride Oberleitungsantriebe) oder technologieübergreifend mit offenen Handlungsfeldern (u.a. Standardisierung und Normung, Herausforderungen beim Infrastrukturaufbau, Bedarfsberechnungen, etc.) und erarbeiten im engen Austausch mit dem BMDV umsetzungsorientierte Einschätzungen und Empfehlungen

(<https://www.klimafreundliche-nutzfahrzeuge.de/gesamtkonzept/task-forces/>).

Teilnahme am Bund der Wasserstoffregionen

Wir empfehlen die Teilnahme am Bund der Wasserstoffregionen (<https://www.hy.land/bund-der-wasserstoffregionen-nimmt-arbeit-auf/>).

²¹ Erklärung Bündnis Flottenumstellung von Nutzfahrzeugen; Erklärung Bündnis Flottenumstellung von Nutzfahrzeugen