

Abschlussbericht zur „Potentialermittlung Wasserstoff für den Landkreis Esslingen“

Dr. Oliver Ehret, Aljoscha Kammerer, Prof. Dr. Ralf Wörner

Esslingen, 21. Dezember 2023

AP 1: Hintergrund und Zielsetzungen der Potentialermittlung Wasserstoff für den Landkreis Esslingen



Hintergrund der Potentialermittlung

- Landkreis ist klimapolitischen Zielen und eigenem Klimaschutzkonzept verpflichtet
- Landkreis zielt auf Innovation, Stärkung KMUs und Sicherung des Wirtschaftsstandorts
- Landkreis sieht Wasserstoff als Chance zur Erreichung ökologischer und ökonomischer Ziele

Zielsetzungen der Potentialermittlung

- Ermittlung der Chancen des Einsatzes von H₂ in ausgewählten Handlungsfeldern
- Empfehlung konkreter, beispielhafter Handlungsoptionen für Wasserstoff (H₂)
- Gewinnung von Umsetzungsakteuren und Unterstützung von Allianzen für H₂
- Überführung in Umsetzungskonzepte

Auftragsvergabe an Technologietransferzentrum STEM

- angegliedert an Hochschule Esslingen mit personellen Überschneidungen
- Studien und Hardwareprojekte mit Zielsetzung kommerzieller Technologieeinsatz

AP 1: Inhalte und Vorgehen der Potentialanalyse

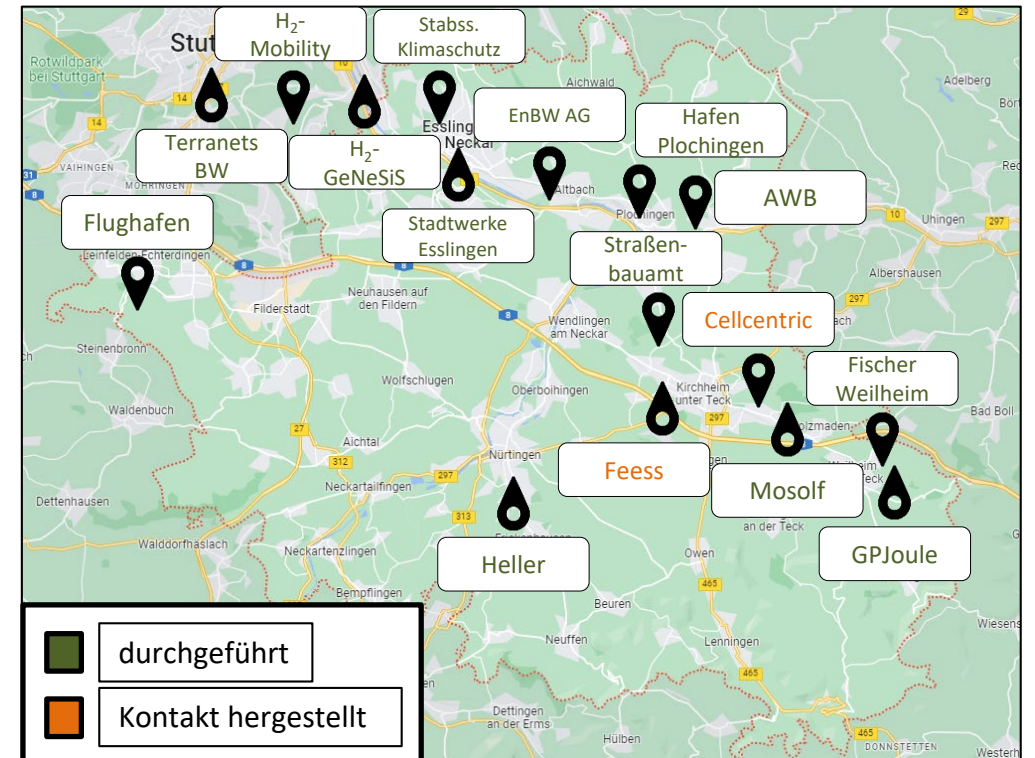
Zentrale Arbeitspakete der Potentialermittlung

1. Zielsetzung und Vorgehen
2. Wasserstoffnutzfahrzeuge
3. Wasserstoffinfrastruktur
4. Wasserstoff in der Industrie
5. Zukunftsperspektiven Wasserstoff

Vorgehen der Potentialermittlung

- Auswertung schriftlicher Informationen
- Interviews mit 14 zentralen Akteuren
- Ergebnisauswertung und Gesamtperspektive
- Ergebnisvorstellungen
- Bearbeitungszeit 12-2022 bis 09-2023

Übersicht interviewter Akteure

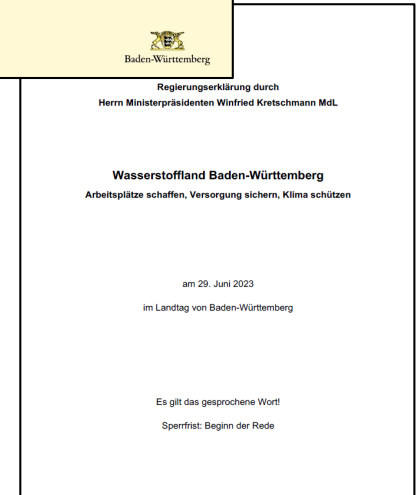
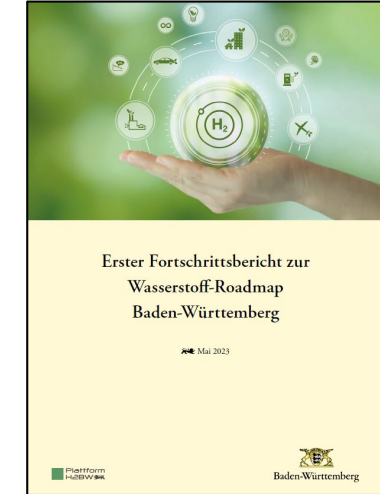
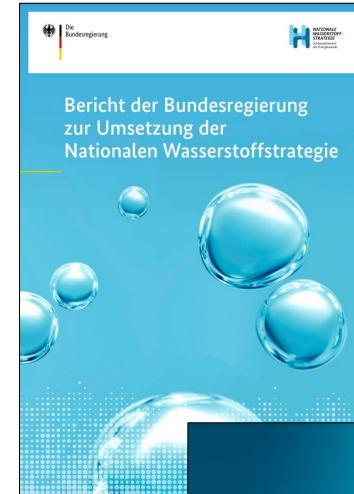
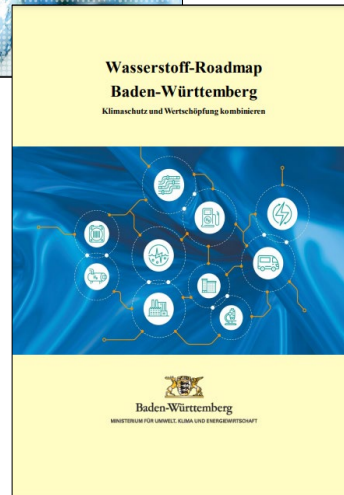
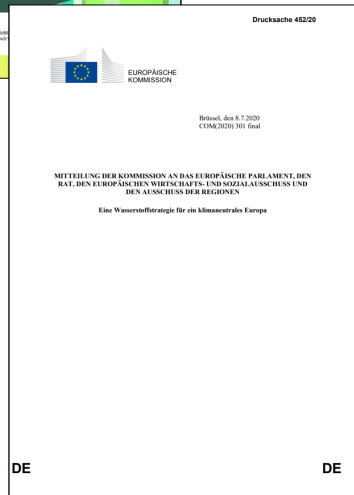


Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage von Google Maps 2023

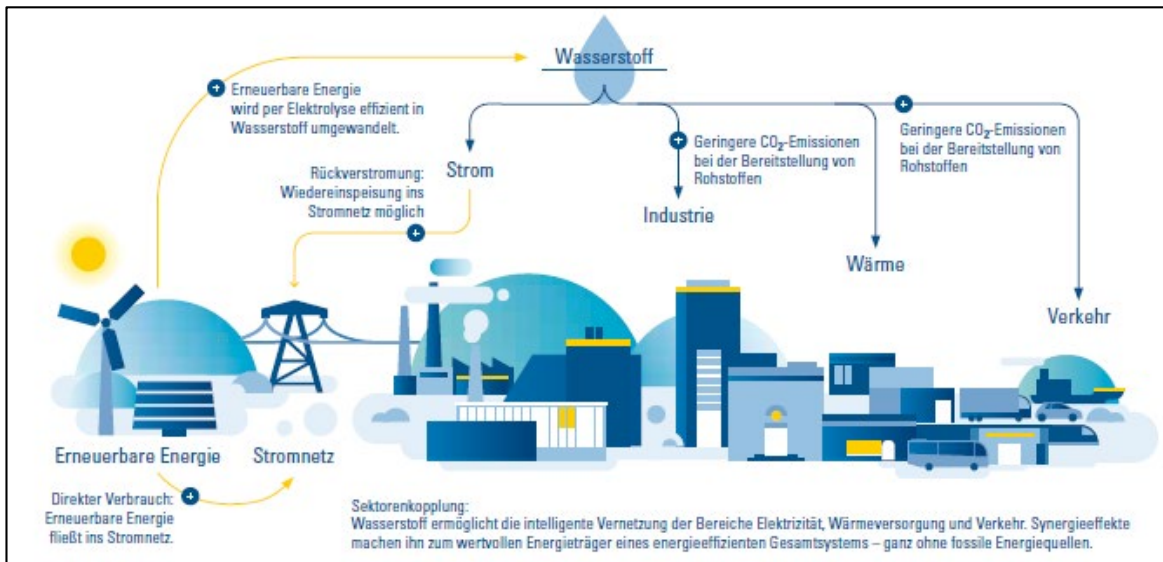
AP 1: Struktur und Inhalte des Endberichts

Arbeitspaket	Inhalte der Arbeitspakete
Zielsetzung und Vorgehen	Zielsetzung, Vorgehen, Interviewübersicht, Struktur Endbericht, Strategiepapiere, Potentiale, Zukunftschance, 1 Interview, Zwischenfazit
Wasserstoffnutzfahrzeuge	Einführung, regulative Innovationstreiber, H ₂ -Lkw, 4 Interviews, Einsatzpotential, Auswirkungen, H ₂ -Busse, Zwischenfazit
Wasserstoffinfrastruktur	Einführung, 2 Interviews, H ₂ -Tankstellen und Bedarfe ÖPNV, SEL, 1 Interview, H ₂ GeNeSiS, 2 Interviews, Zwischenfazit
Wasserstoff in der Industrie	Einführung, regulative Innovationstreiber, EnBW und cellcentric, 2 Interviews, Ersatz Erdgas durch H ₂ , Zwischenfazit
Zukunftsperspektiven Wasserstoff	Einführung, H ₂ -Bedarfe, Kapazitätsvergleich, H ₂ -Bereitstellungspfade, H ₂ -Infrastruktur, Interviewauswertung, Empfehlungen, Gesamtfazit
Anhänge	Informationsblatt, Interviewleitfaden

AP 1: Zahlreiche Strategiepapiere setzen für die Erreichung klima- und wirtschaftspolitischer Ziele auf erneuerbaren Wasserstoff



AP 1: Wasserstoff und Brennstoffzellen: Sektorenübergreifende Potentiale der Nachhaltigkeitstechnologie



Quelle: Oliver Ehret 2018

Wasserstoff und Brennstoffzellen (BZ) ermöglichen die Integration erneuerbarer Energien (EE) in vielfältigen Anwendungsbereichen

Insbesondere können EE im großen Maßstab gespeichert, transportiert und für Industrie, Wärme und Verkehr bereitgestellt werden

Durch Innovation können regionale Wettbewerbs-/Standortvorteile erschlossen werden

AP 1: Klimaschutz und Innovation im Landkreis Esslingen: Wasserstoff und Brennstoffzellen als Zukunftschance

Das Klimaschutzkonzept verfolgt das Ziel, das Klimaschutzpotential des Landkreises optimal auszuschöpfen und maßgeblich zur Senkung der Treibhausgasemissionen beizutragen

Die Handlungsfelder beinhalten u.a. Verkehr – Nachhaltige Mobilität, sowie Energieversorgung und Erneuerbare Energien

Der Landkreis sieht Wasserstoff und Brennstoffzellen als zentrale Hebel für die Umsetzung des Klimaschutzkonzepts

Entsprechend den Grundprinzipien der Nachhaltigkeit sollen die Technologien gleichzeitig zur Erreichung ökologischer, ökonomischer und gesellschaftlicher Ziele genutzt werden

Mit der Potentialermittlung wird eine erste übergreifende Betrachtung der Rolle von H₂ für den Klimaschutz vollzogen

Die Zuständigkeiten sind bislang über mehrere Ämter des Landkreises verteilt und sollen zukünftig stärker gebündelt werden



AP 1: Klimaschutz und Innovation im Landkreis Esslingen: Einsatz von Brennstoffzellenfahrzeugen in Straßenmeisterei



Übergabe des ersten Brennstoffzellenfahrzeugs
im Oktober 2022

Quelle: Oliver Ehret 2022

Wasserstoff kann für den Klimaschutz eine wichtige Rolle spielen, indem EE in Kraftstoff gewandelt und in Brennstoffzellen effizient in Bewegungsenergie umgesetzt wird

Im Projekt *LKES2* werden zwei regional hergestellte 4,6t.-Brennstoffzellenfahrzeuge für die Straßenmeisterei der Landkreise Esslingen und Göppingen beschafft

Der Einsatz weiterer Brennstoffzellenfahrzeuge, auch anderer Bauart und für unterschiedliche Einsatzbereiche, ist denkbar

AP 1: Stabsstelle Klimaschutz Landratsamt Esslingen

Interviewpartnerin: Dr. C. Griebel (Klimaschutzmanagerin)



- Hauptaufgabe:** Umsetzung der Maßnahmen des verabschiedeten Klimaschutzkonzepts
- Aktuelle Projekte:** Vielzahl von Klimaschutzaufgaben, z.B. kommunale Wärmenetzplanung bis 2040, regelmäßige Netzwerktreffen mit kommunalen Klimaschutzmanagern im Landkreis
- Aktivitäten:** Öffentlichkeitsarbeit, Vernetzung, Informationsverteilung

Relevanz Wasserstoffthematik

- Austausch mit für Wasserstoff und ÖPNV primär befassten Ämtern des Landkreises

Einschätzung Handlungsbedarfe H₂

- Vernetzung relevanter Akteure und Schnittstellenschaffung
- Handlungsfeld Öffentlichkeitsarbeit
- Wirtschaftsförderung

Wünsche an Politik (Bund, Land)

- unkomplizierte, leicht umsetzbare Förderprogramme
- Technologieoffenheit
- Transparenz bei Technologieentscheidungen

Mögliche Beteiligung an strategischen und umsetzungsorientierten Maßnahmen

- Mitwirkung bei Wasserstoff-bezogener Kommunikation und beratende Funktion

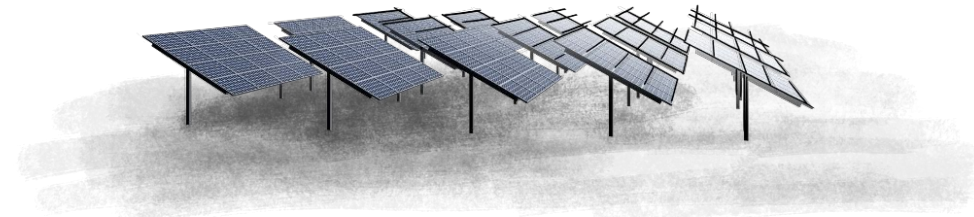
AP 1: Zwischenfazit Aktivitäten Landkreis Esslingen

Der Landkreis sieht Wasserstoff als Chance zur Erreichung ökologischer, ökonomischer und gesellschaftlicher Ziele zum Wohle von Nachhaltigkeit und Klimaschutz

Mit dem Einsatz von zwei 4,6t.-Brennstoffzellenfahrzeugen in der Straßenmeisterei geht der Landkreis Esslingen voran und setzt auch bundesweit Maßstäbe hinsichtlich der Einführung innovativer, emissionsfreier Antriebstechnologien

Die Aktivitäten des Landkreises Esslingen im Bereich H₂ werden zunehmend gebündelt und zeigen eine wachsende Dynamik, welche in einem zukünftig deutlich gestärkten Technologieengagement münden könnte

Zuvor müssen jedoch die Potentiale und Chancen ausgewählter Handlungsfelder detaillierter betrachtet werden



Icon PV-Anlage; Quelle: Landkreis Göppingen 2023

AP 2: Wasserstoffnutzfahrzeuge



Nutzfahrzeuge (Nfz) dienen dem Transport von Personen und Gütern v.a. im gewerblichen Bereich und umfassen z.B. Lastkraftwagen und Omnibusse

Nfz unterliegen zunehmend strengen regulativen Vorgaben zur Reduzierung von Schadstoff- und Treibhausgasemissionen, welche eine Abkehr von Verbrennungsmotoren und die Nutzung von alternativen Antrieben verlangen

In einigen Bereichen ist der Einsatz lokal emissionsfreier Fahrzeuge gefragt, wobei diese Anforderungen bislang ausschließlich durch batterie- und brennstoffzellenelektrische Antriebe erfüllt werden können

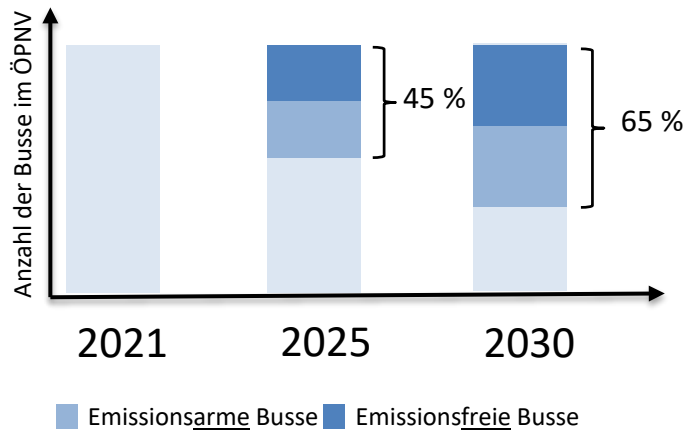
Vereinfachend kann gesagt werden, dass Batteriekonzepte besonders für leichtere Fahrzeuge mit geringeren Reichweiten- und Leistungsanforderungen geeignet sind, während Brennstoffzellenantriebe bei schwereren Nfz mit höheren Reichweiten- und Leistungsanforderungen von Vorteil sind

Icons links: Brennstoffzellen-Abfallsammelfahrzeug und Lkw; Quelle: Landkreis Göppingen 2023

AP 2: Regulative Innovationstreiber im Kontext Klimaschutz: Beispiel zur Emissionsreduzierung bei Nutzfahrzeugen

Clean Vehicles Directive und Gesetz über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge

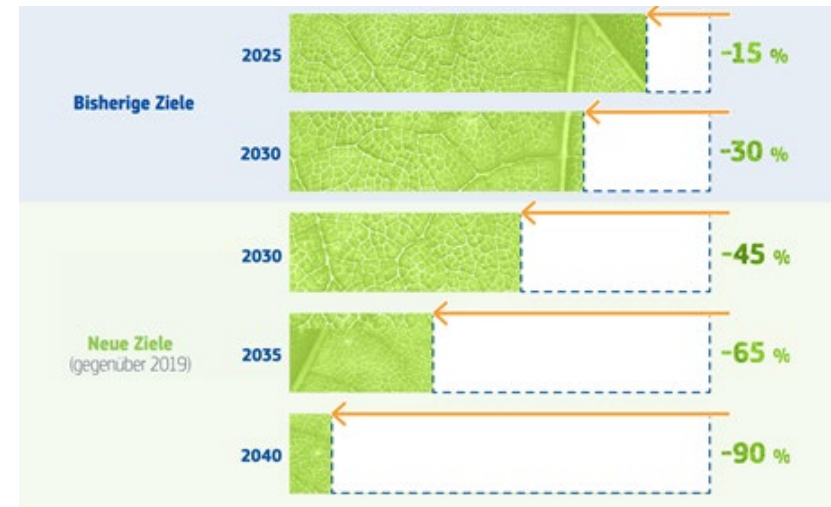
- geben Kommunen und Verkehrsunternehmen Mindestquoten für die Beschaffung *emissionsarmer* und *emissionsfreier* Fahrzeuge vor
- seit 2021 müssen mindestens 10 % aller neuen Lkw und 45 % der neuen Busse emissionsarm sein, ab 2026 mindestens 15 % bzw. 65 %
- die Hälfte der Busse muss emissionsfrei sein (nur Brennstoffzellen- und Batteriebusse kommen in Frage)



Quelle: eigene Darstellung

Gesetzentwurf der EU-Kommission 2023

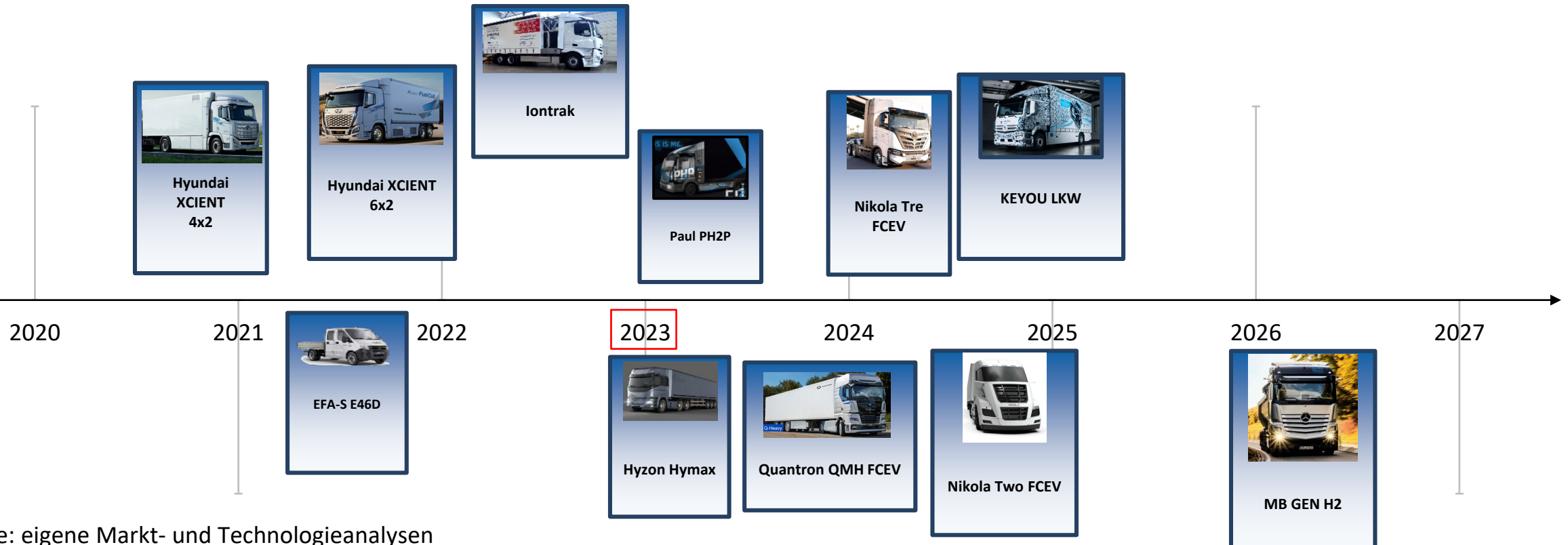
- sieht weitere Reduzierung CO₂-Emissionen schwerer Nutzfahrzeuge bis 2040, sowie
- ausschließliche Beschaffung emissionsfreier Busse (100 %) ab 2030 vor



Quelle: EU Commission: Reducing CO₂ emissions from heavy-duty vehicles

AP 2: Wasserstoffnutzfahrzeuge: aktuell nur wenige Lkw im Angebot, aber laufende Entwicklungen lassen späteren Markthochlauf erwarten

Das Angebot an Brennstoffzellen-Lkw und H₂-Infrastruktur ist noch begrenzt, aber die Produktentwicklungen und Infrastrukturinitiativen diverser Akteure lassen einen breiten Markteintritt deutlich vor 2030 erwarten



Quelle: eigene Markt- und Technologieanalysen

AP 2: Abfallwirtschaftsbetrieb des Landkreises Esslingen

Interviewpartner: M. Kopp (Geschäftsführer)



Hauptaufgabe: Aufgabenträger für Abfallentsorgung im Landkreis Esslingen
Aktuelle Projekte: laufende Ausschreibungen für Abfallentsorgung durch externe Firmen
Dienstleistung: Organisation Abfallentsorgung, Betrieb verschiedener Entsorgungseinrichtungen mit einigen schweren Lkw

Relevanz Wasserstoffthematik

- laufende Ausschreibungen sehen zwei emissionsfreie Fahrzeuge vor
- Fahrzeuge können batterie- oder brennstoffzellenelektrisch sein
- Beschaffung eigener BZ-Lkw denkbar

Einschätzung Handlungsbedarfe H₂

- Wasserstofftankstellen wichtig, sofern Brennstoffzellenfahrzeuge eingesetzt werden

Wünsche an Politik (Bund, Land)

- regulative Beschaffungsvorgaben für Fahrzeuge müssen erfüllbar sein
- d.h. die Fahrzeugverfügbarkeit muss sichergestellt sein

Mögliche Beteiligung an strategischen und umsetzungsorientierten Maßnahmen

- Ausschreibungen für Abfallentsorgung erfolgen technologie-neutral
- die Beschaffung eigener BZ-Lkw für eine Entsorgungseinrichtung ist denkbar

AP 2: FISCHER Weilheim

Interviewpartnerin: L. Thalmüller (Projektmanagerin)



Hauptaufgabe:	Transportlogistik, Kreislaufwirtschaft und Recycling
Aktuelle Projekte:	Realisierung einer Wasserelektrolyseanlage und einer H ₂ -Tankstelle in Weilheim im Projekt <i>hy.teck</i> , Analysen von Einsatzoptionen für Brennstoffzellen-Lkw, <i>Planung eines Solarparks</i>
Dienstleistung:	Transportlogistik, Kreislaufwirtschaft und Recycling

Relevanz Wasserstoffthematik

- Interesse an Brennstoffzellen-Lkw, um Emissionen zu reduzieren
- Bereitstellung H₂-Infrastruktur in Projekt *hy.teck*

Einschätzung Handlungsbedarfe H₂

- H₂-Herstellung per Elektrolyse
- H₂-Tankstellen
- Herstellung von BZ-Lkw beschleunigen

Wünsche an Politik (Bund, Land, Kreis)

- Vernetzung von H₂-Herstellern und Abnehmern
- Vernetzung mit Grundstückseignern
- Ausbau der erneuerbaren Energien beschleunigen bzw. erleichtern

Mögliche Beteiligung an strategischen und umsetzungsorientierten Maßnahmen

- Fokus liegt auf Realisierung eigener Projekte, *FISCHER* Weilheim steht prinzipiell für Kooperationen zur Verfügung

AP 2: Mosolf SE & Co. KG

Interviewpartner: E. Christ (Geschäftsführer), J. Schenk (Berater)



Hauptaufgabe:	Transport- und Logistikunternehmen
Aktuelle Projekte:	Elektrifizierung der eigenen Flotte durch batterieelektrische Lkw und Aufbau der zugehörigen Ladeinfrastruktur
Dienstleistung:	kundenorientierte Logistiklösungen, technische und andere Dienstleistungen, Sonderfahrzeugbau, digitale Lösungen entlang der Wertschöpfungskette

Relevanz Wasserstoffthematik

- Technologiescreening auch durch Kontakt zu BZ-Lkw- und H₂-Infrastrukturprojekten in der Schweiz
- eigene TCO-Betrachtungen

Einschätzung Handlungsbedarfe H₂

- besondere Eignung z.B. für Neckarschiffahrt, Luft und Raumfahrt, Energieökosysteme in Städten
- Problem mangelnder Marktverfügbarkeit von BZ-Lkw

Wünsche an Politik (Bund, Land)

- Verlässlichkeit Rahmenbedingungen
- Hinterfragung politischer Maßnahmen, in Bezug auf tatsächlichen Nutzen für den Klimaschutz

Mögliche Beteiligung an strategischen und umsetzungsorientierten Maßnahmen

- auch aufgrund mangelnder Verfügbarkeit von BZ-Lkw und H₂-Infrastrukturen derzeit keine einschlägigen Aktivitäten
- Kooperationen mit Hochschulen auch bzgl. Zukunftsperspektiven alternativer Antriebskonzepte wünschenswert

AP 2: Straßenbauamt Landratsamt Esslingen

Interviewpartner: T. König (Amtsleiter)



Hauptaufgabe: Unterhaltung Straßennetz, Planung und Durchführung von Baumaßnahmen
Aktuelle Projekte: Beschaffung und Erprobung zweier lokal hergestellter Brennstoffzellenfahrzeuge, Prüfung der Einsatzmöglichkeiten alternative Antriebe und Kraftstoffe (z.B. Biodiesel)
Aktivitäten: Genehmigung, Planung, Bau, Bewirtschaftung und Erhaltung

Relevanz Wasserstoffthematik

- Einsatz zweier 4,6t Brennstoffzellenfahrzeuge im Rahmen Projekt LKES2
- Begleitung der Fahrzeugindustrie bei der Entwicklung von BZ-Fahrzeugen

Einschätzung Handlungsbedarfe H₂

- Ausbau des Wissens im Bereich H₂
- förderlichen Rahmen schaffen
- Stärkung von Kommunikation und Vernetzung
- Unterstützung von KMUs und Industrie

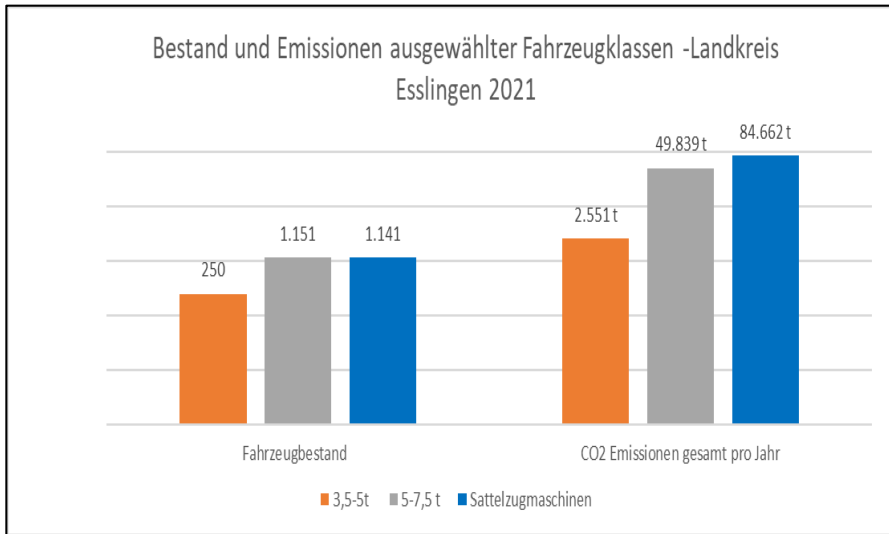
Wünsche an Politik (Bund, Land)

- kontinuierliche, längerfristig gültige und nutzerfreundliche Förderangebote
- schnellere Bearbeitung von Förderanträgen und Genehmigungen
- ausreichendes Fahrzeug- und Infrastrukturangebot

Mögliche Beteiligung an strategischen und umsetzungsorientierten Maßnahmen

- Erfahrungen aus Projekt LKES2 und generell im Bereich alternativer Antriebe und Kraftstoffe einbringen
- Bereitschaft bei der Erprobung von zukünftigen Brennstoffzellen-Unimogs im realen Umfeld teilzunehmen

AP 2: Gesamteinsatzpotential H₂-Lastkraftwagen im Landkreis Esslingen: Status 2021 vs. Potential 2030



Quelle: Ole Brunhorn 2023

Verfügbare H ₂ -Nutzfahrzeuge	Hersteller	Verfügbarkeit	Kosten [€]*	Beladung [t]
	Hyzon Hymax	seit 2022	ca. 500.000	30
	Hyundai Xcient Fuel Cell (6x2)	seit 2021	k.A.	22
	Hyundai Xcient Fuel Cell (4x2)	seit 2021	k.A.	20
	NikolaTre FCEV	ab 2024	ca. 500.000	k.A.
*Schätzung, abhängig von Konfiguration				

Beispiele für Datengrundlage; Quelle: eigene Recherchen

Emissionsverhalten Diesel-Lkw 2021

- Sattelzugmaschinen verursachen von den drei links dargestellten Gewichtsklassen die höchsten CO₂-Emissionen und
- bieten daher größtes CO₂-Reduktionspotential

CO₂-Reduktionspotential durch H₂-Lkw 2030

- zur anteiligen Erreichung Klimaziele im Jahr 2030 ist Einsatz von 280 H₂-Lkw erforderlich*
- Annahmen: 75 % Einsatz Batteriefahrzeuge und 25 % H₂-Fahrzeuge; 80.000 km Jahreslaufleistung

Kraftstoffbedarf für Betrieb 280 H₂-Lkw im Jahr 2030

- 2.800 Tonnen Wasserstoff (76 GWh) pro Jahr

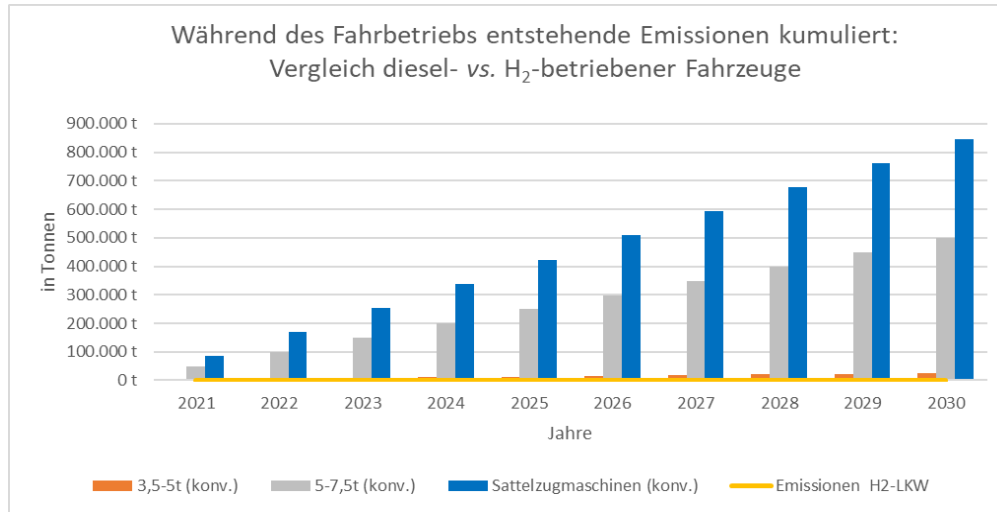
* Anmerkung: Berechnung erfolgte auf Grundlage der ehemaligen, Mitte 2023 abgeschafften Sektorenziele des Bundes-Klimaschutzgesetzes



Quellen:
Websites gemäß
Logos unten



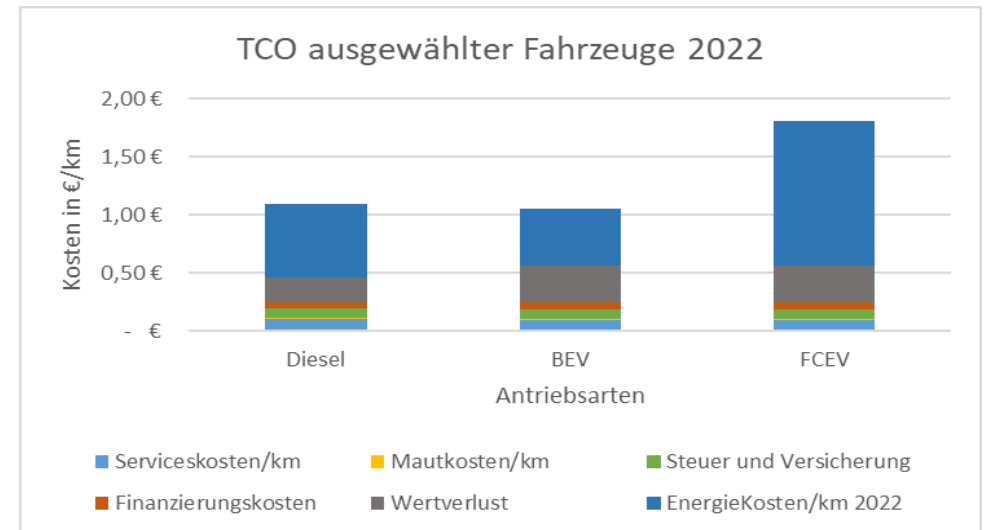
AP 2: Ökologische und ökonomische Auswirkungen eines verstärkten Einsatzes von H₂-Lastkraftwagen



Quelle: Ole Brunhorn 2023

Ökologische Vorteile H₂-Lastkraftwagen:

- hohe Effizienz Brennstoffzellenantriebe ggü. Verbrennern und reduzierter Energiebedarf
- lokale Emissionsfreiheit und geringer Lärm
- CO₂-Reduktion für Erreichung der Klimaziele



Quelle: Ole Brunhorn 2023

Gesamtbetriebskosten H₂-Lastkraftwagen :

- aktuell deutliche Mehrkosten ggü. Dieselfahrzeugen
- zukünftig jedoch Kostensenkung durch Lernkurven, Skaleneffekte, Verteuerung fossiler Energien, etc.
- Kostenparität zu Diesel 2030 bis 2035 erwartet

AP 2: Brennstoffzellenbusse: Fahrzeuge und H₂-Infrastruktur sind kommerziell verfügbar und im Praxiseinsatz bewährt

	van Hool A330 new	Caetano H2 City Gold	Solaris Urbino 12 Hydr.	Wrightbus GBKite Hydro.
Länge [m]	12	12	12	12
Druckniveau [bar]	350	350	350	350
Reichweite [km]	350	max. 400	450	bis zu 720

Quelle: eigene Markt- und Technologieanalysen

Antriebsart Bus	Brennstoffzelle	Batterie
Kaufpreis pro Bus	~ 590.000 Euro*	~ 570.000 Euro*
Reichweite	~ 400 km	~ 200 km**
Energieeffizienz	höher als Verbrenner	höher als BZ
Mehrbedarf Busse	fast nie	meistens, substantiell
Infrastruktur	bei Hochlauf einfacher	anfangs einfacher

Quellen: BMDV 2023, Sphera 2021, verschiedene Studien des STEM

Brennstoffzellenbusse und die dazugehörigen H₂-Tankstellen werden seit Jahrzehnten erprobt und haben eine hohe technische Reife erreicht

Links werden beispielhaft einige aktuell auch in Deutschland eingesetzte Fahrzeuge vorgestellt

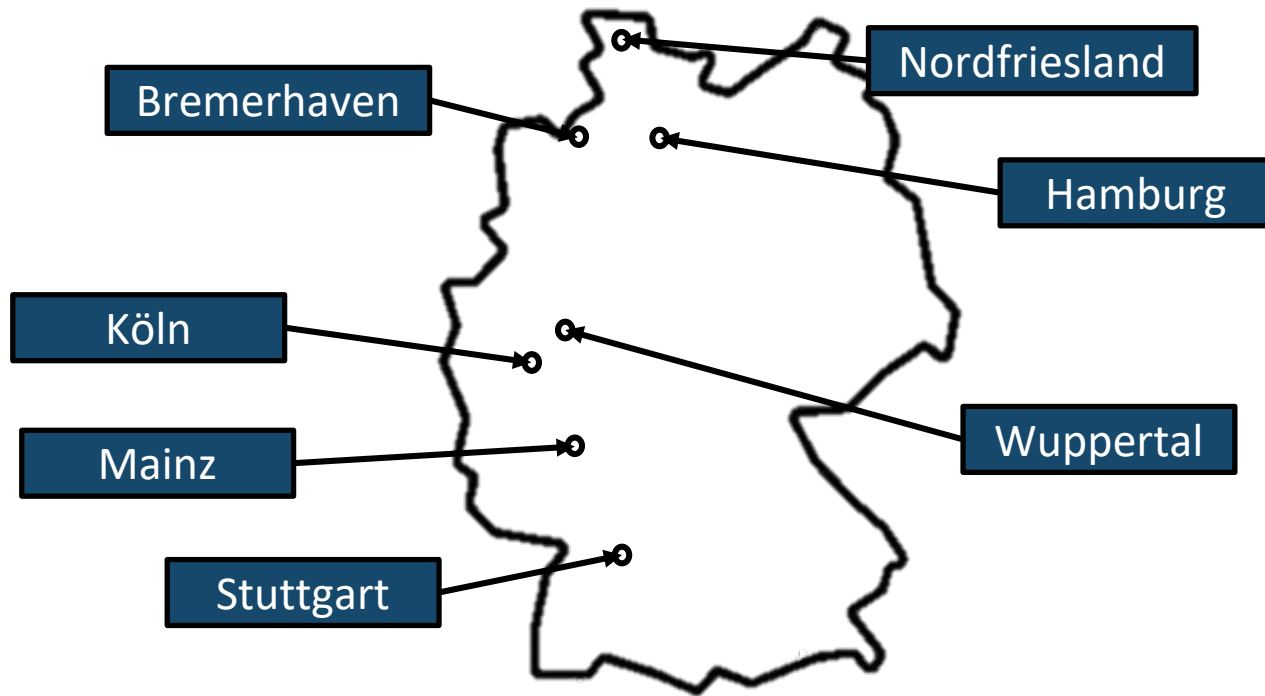
Nur Brennstoffzellen- und Batteriebusse gelten als emissionsfrei gemäß regulativer Vorgaben; tendenziell sind erstere für höhere und letztere für geringere Reichweitenanforderungen geeignet

Die Tabelle links stellt einige wichtige Eigenschaften der beiden Antriebkonzepte gegenüber

* im aktuellen Förderaufruf des Bundes für Busse *mit klimafreundlichen, alternativen Antrieben* maximal zulässige Beschaffungskosten

** garantierte Reichweite über alle Jahreszeiten hinweg

AP 2: Brennstoffzellenbusse: Beispiele für Einsatzorte und eine Betriebstankstelle



Quelle: SSB in Cannstatter Zeitung

Brennstoffzellenbusse werden deutschlandweit eingesetzt,
die größte Flotte in Köln wächst auf 160 Fahrzeuge

Wasserstofftankstelle der SSB
in Stuttgart-Gaisburg

AP 2: Zwischenfazit Wasserstoffnutzfahrzeuge: Brennstoffzellenbusse als naheliegende Option

Das Angebot an Brennstoffzellen-Lkw und dazugehöriger H₂-Infrastruktur noch begrenzt, aber aktuelle Entwicklungen lassen einen breiten Markteintritt deutlich vor 2030 erwarten

Interviews mit privaten und öffentlichen Akteuren zeigen durchaus ein Interesse am Einsatz von Brennstoffzellen-Lkw, sofern Fahrzeugangebot, Infrastrukturverfügbarkeit und Förderkonditionen verbessert werden

Szenarienberechnungen zufolge könnten im Landkreis Esslingen im Jahr 2030 etwa 280 H₂-Lkw betrieben werden und erhebliche ökologische Vorteile bei zunehmender Wettbewerbsfähigkeit realisieren

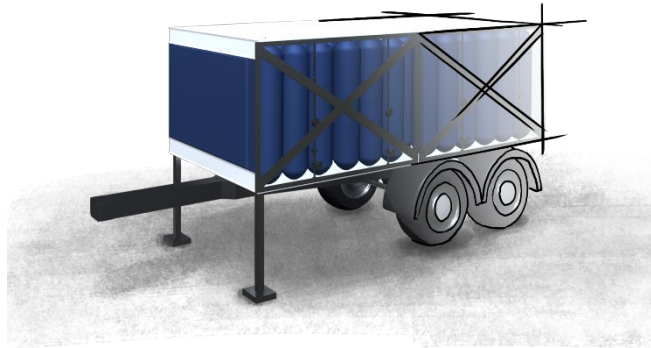
Brennstoffzellenbusse und die erforderlichen H₂-Betankungsinfrastrukturen sind kommerziell verfügbar und technisch bewährt

Neben Batteriebusen können nur Brennstoffzellenbusse zur Erfüllung regulativer Vorgaben eingesetzt werden und sind bei, häufig anzutreffenden, Busumläufen mit hohen Reichweitenanforderungen tendenziell überlegen



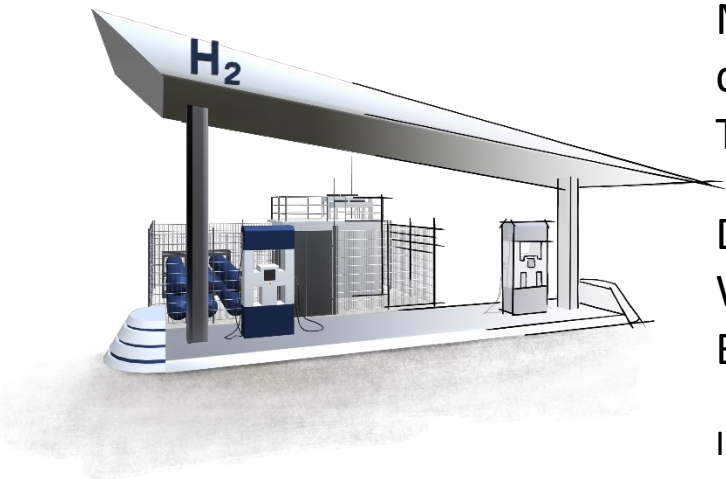
Icon Brennstoffzellenbus; Quelle: Landkreis Göppingen 2023

AP 3: Wasserstoffinfrastruktur



Dem Begriff *Wasserstoffinfrastruktur* sind Technologien zur Herstellung, Transport, Speicherung und Abgabe von H₂ zuzuordnen

Dazu zählen z.B. Wasserelektrolyseure, *H₂-Trailer* bzw. Transport-Lkw für gasförmigen oder flüssigen H₂, spezielle H₂-Pipelines oder umgewidmete Erdgaspipelines, H₂-Behälter sowie H₂-Tankstellen zur Versorgung von Pkw, Bussen und Lkw mit 700- oder 350-bar Druck- oder Flüssig-H₂



Mit Elektrolyseuren können insbesondere regionale, erneuerbare Energien für die klimaneutrale Produktion von H₂ genutzt werden, der dann zumeist mit Trailern zu Verbrauchern wie Tankstellen gebracht wird

Durch Pipelines wird der Transport großer Mengen H₂ und der Aufbau einer H₂-Wirtschaft im industriellen Maßstab möglich, wobei dem kostengünstigen Bezug von H₂ aus dem In- und Ausland eine besondere Rolle zukommt

Icons links: H₂-Traileranhänger und Tankstelle; Quelle: Landkreis Göppingen 2023

AP 3: GP Joule Hydrogen

Interviewpartnerin: L. Thalmüller (Projektmanagerin)



Hauptaufgabe: Aufbau und Betrieb von Wasserstoffwertschöpfungsketten
Aktuelle Projekte: Realisierung eines Elektrolyseurs und einer H₂-Tankstelle in Weilheim im Projekt *hy.teck*, Planung eines Solarparks für die Stromversorgung des Elektrolyseurs
Dienstleistung: Infrastrukturplanung, -umsetzung, und -betrieb, Energiebereitstellung

Relevanz Wasserstoffthematik

- Wasserstoff ist zentral für das Unternehmen und seine Tätigkeit
- Aufbau grüner Wasserstoffwertschöpfungsketten

Einschätzung Handlungsbedarfe H₂

- Relevanz des Ausbaus erneuerbarer Energien aufzeigen
- Aufzeigen des Potenzials von H₂
- Beschleunigung des H₂-Infrastrukturausbaus

Wünsche an Politik (Bund, Land, Kreis)

- Ausbau erneuerbarer Energien beschleunigen bzw. erleichtern
- Vernetzung mit Grundstückseignern
- Vernetzung von Wasserstoffproduzenten und Abnehmern

Mögliche Beteiligung an strategischen und umsetzungsorientierten Maßnahmen

- Fokus liegt auf Realisierung eigener Projekte
- GP Joule Hydrogen steht gerne für Kooperationen zur Verfügung

AP 3: H₂ Mobility

Interviewpartner: F. Schulte-Wintrop (Leiter Produkt- & Projektentwicklung)



- Hauptaufgabe:** Aufbau einer deutschlandweiten Wasserstoff-Betankungsinfrastruktur
- Aktuelle Projekte:** Ausbau und Umrüstung des bestehenden, 700- und 350-bar-Tankstellennetzes mit neuem Fokus auf Versorgung H₂-betriebener Nutzfahrzeuge
- Aktivitäten:** Aufbau und Betrieb von H₂-Tankstellen für Pkw und Nfz, H₂-Bereitstellung

Relevanz Wasserstoffthematik

- H₂ ist zentral für das Unternehmen
- erfahren bei Realisierung und Betrieb von H₂-Tankstellen (Marktführer)
- erfahren bei Genehmigungsprozessen

Einschätzung Handlungsbedarfe H₂

- sowohl Pkw wie auch leichte und schwere Nfz berücksichtigen
- Synergien im Mobilitätssektor nutzen
- Verbindung mobiler und stationärer Infrastrukturen (zukünftig Pipelines)

Wünsche an Politik (Bund, Land, Kreis)

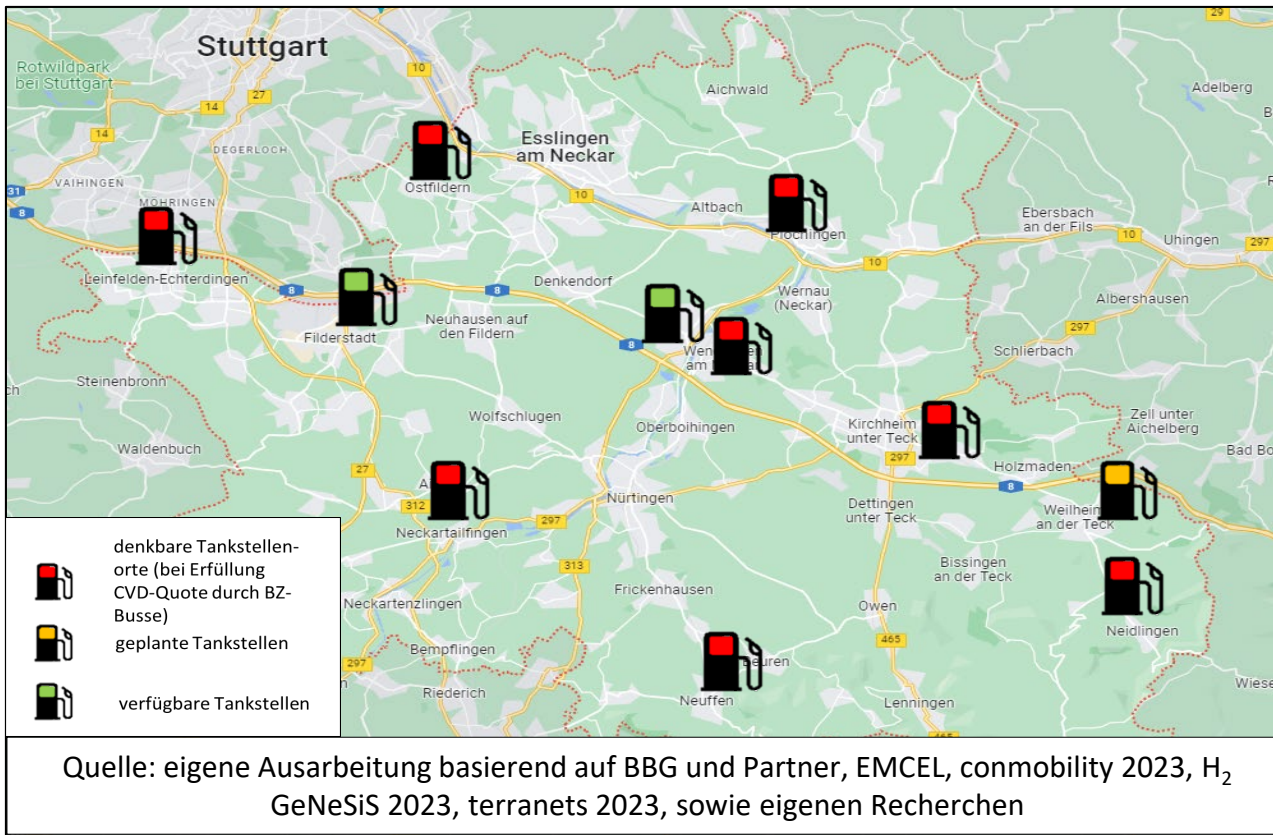
- klare politische Bekenntnisse zu H₂ und Vorgabe konkreter Bedarfsziele H₂
- Tankstellengrundstücke identifizieren
- Grundstücke in Ausschreibungen bzgl. H₂-Bereitstellung einbringen

Mögliche Beteiligung an strategischen und umsetzungsorientierten Maßnahmen

- H₂ Mobility kann H₂-Versorgungsinfrastrukturen realisieren und relevante Ressourcen / Kompetenzen einbringen
- begleitend zur Projektrealisierung könnten z.B. Beiträge zur Kommunikationsarbeit im Landkreis geleistet werden

AP 3: Wasserstoffbereitstellung: mögliches Standortszenario für H₂-Tankstellen zur Versorgung des ÖPNV

Denkbare H₂-Tankstellenstandorte im Landkreis Esslingen



Sollten die Vorgaben der Clean Vehicles Directive (CVD) und des Gesetzes über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge durch Brennstoffzellenbusse erfüllt werden, müssen die für den Busbetrieb erforderlichen H₂-Infrastrukturen aufgebaut werden

Links werden einige denkbare H₂-Tankstellenstandorte ausgewiesen, welche auf groben Berechnungen von benötigten H₂-Mengen und vorläufigen Identifizierungen von für die Busbetankung günstigen Lagen beruhen

Eine genaue Positionierung und Auslegung ggf. erforderlicher Tankstellen könnte erst auf Basis weitergehender Analysen vollzogen werden

AP 3: Potentiale für den Einsatz von Wasserstoff: Buslinienbündel im Landkreis Esslingen

	ES 1	ES 2	ES 3	ES 4	ES 5	ES 6	ES 7	ES 8	ES 9	ES 10	ES 11	ES 12
Name Bündel	Fildern West	Esslingen	Schurwald	Fildern Ost	Plochingen	Wendlingen	Kirchheim u.T.	Albtrauf	Nürtingen	Neckar-enzlingen	Aichtal	Neuffen
Inbetriebnahme	2028	2028	2028	2027	2024	2025	2029	2025	2023	2025	2024	2023

Quellen: Nahverkehrsplan für den Landkreis Esslingen 2021, BBG und Partner, EMCEL, conmobility 2023

AP 3: Wasserstoffbereitstellung: Szenarien zum Wasserstoffbedarf des ÖPNV bei Einsatz von Brennstoffzellenbussen

Szenario 1:

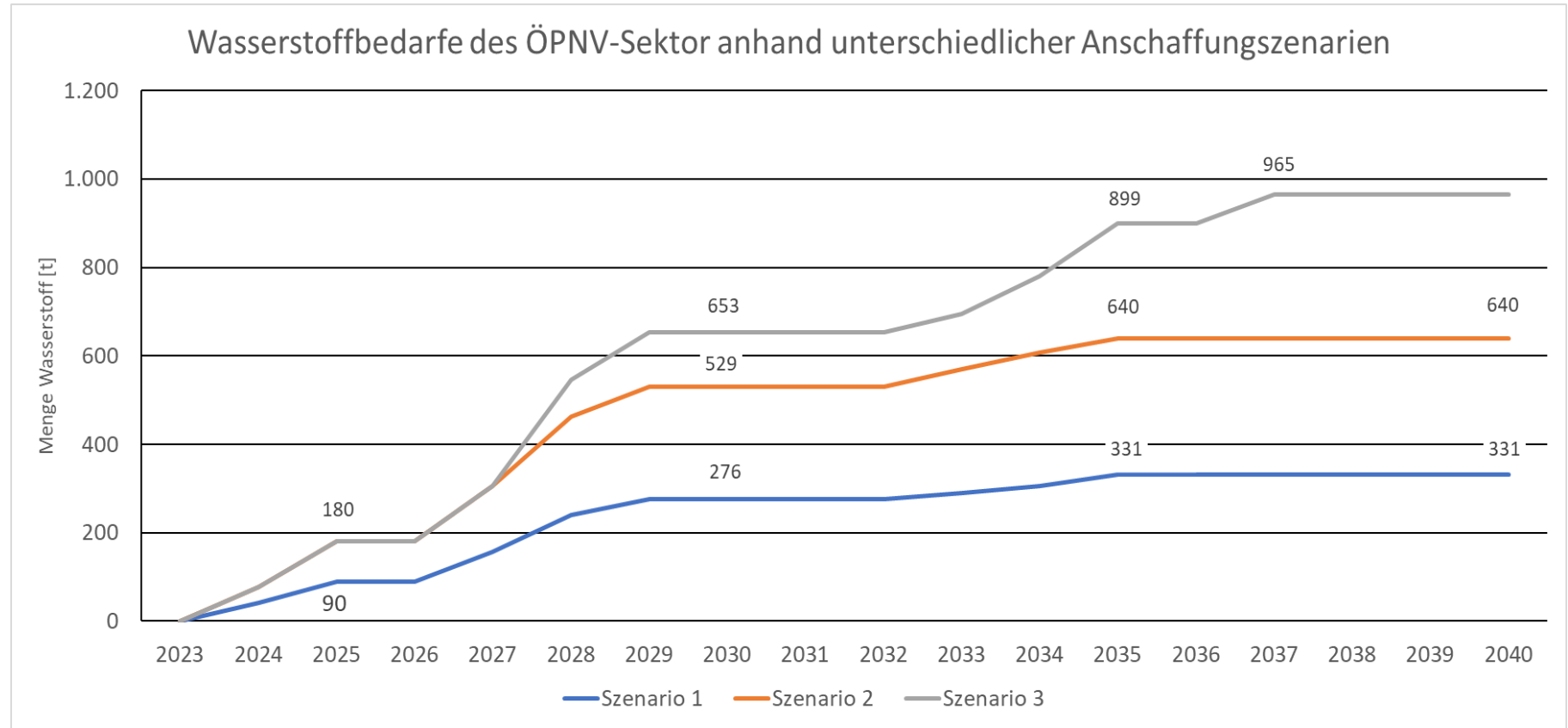
Erfüllung CVD-Quote für emissionsfreie Busse (22,5 % / 32,5 % bis 2025 / 2030) nur durch Wasserstofffahrzeuge

Szenario 2:

Erfüllung CVD-Quote für emissionsfreie und -arme Busse (45 % / 65 % bis 2025 / 2030) ausschließlich durch Wasserstofffahrzeuge

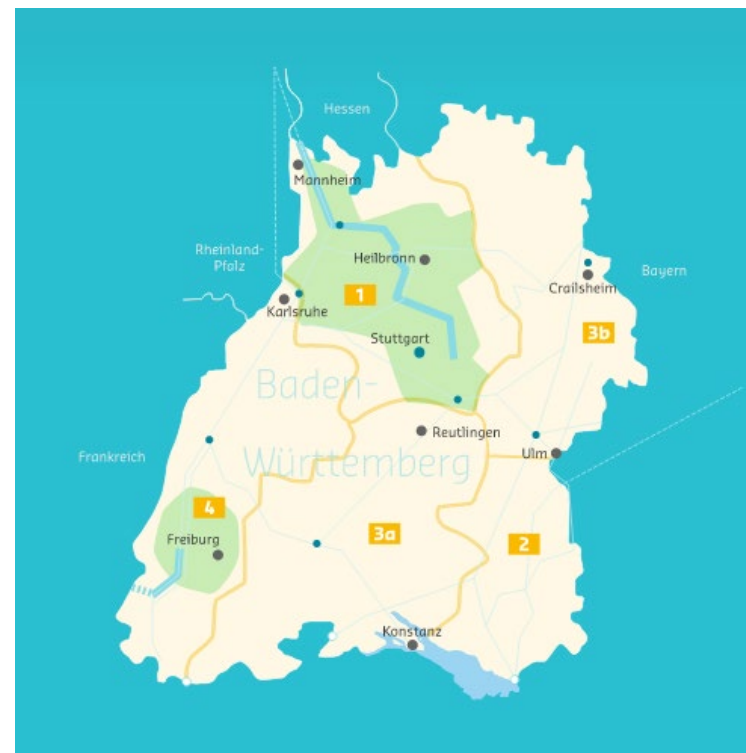
Szenario 3:

ausschließliche Beschaffung emissionsfreier Busse (100 %) ab 2028 gemäß Gesetzentwurf EU, (ab 2037 nur noch emissionsfreie Fahrzeuge im Einsatz)



Quelle: eigene Darstellung, basierend auf BBG und Partner, EMCEL, comnobility 2023, sowie eigenen Daten

AP 3: terranets bw: Neubau wasserstofftauglicher Pipelines und Umwidmung von Erdgaspipelines zu H₂



Ausgewählte H₂-Pipeline-Projekte

- Projekt *Flow*: Umstellung 1.100 km Erdgasleitungen auf H₂
- Neubau H₂-tauglicher Erdgasleitung *SEL* von Lampertheim in Hessen bis Esslingen
- Fertigstellung dieses Bauabschnitts bis 2026, Umstieg von Erdgas auf H₂ 2030 geplant
- somit H₂-Pipeline im Großraum Stuttgart auch zur Versorgung Kraftwerke gesetzt
- bei ausreichenden H₂-Bedarfen Weiterbau Pipeline bis nach Bayern möglich
- Projekt *RHYN Interco* schafft H₂-Pipeline-Verbindung Frankreich – Baden-Württemberg

AP 3: terranets bw

Interviewpartner: C. Diehn (Energiepolitik und Koordination H₂)



Hauptaufgabe:	Fernleitungsnetzbetreiber Erdgas und Aufbau H ₂ -Transportinfrastruktur
Aktuelle Projekte:	Neubau der wasserstofftauglichen <i>süddeutschen Erdgasleitung</i> (SEL) und <i>Spessart-Odenwald-Leitung</i> (SPO), Projektpartner bei <i>Flow</i> und <i>RHYn Interco</i> zur Anbindung Baden-Württembergs (BWs) an nationale und europäische H ₂ -Korridore/Backbones
Dienstleistung:	Transport von Erdgas und perspektivisch Wasserstoff, Glasfaser, etc.

Relevanz Wasserstoffthematik

- Transformation des Erdgasnetzes zu Wasserstoff
- ggf. Neubau H₂-Pipeline(s)
- Verbindung Erzeuger und Verbraucher

Einschätzung Handlungsbedarfe H₂

- Wasserstoff im Erdgasnetz
- Wasserstoffpipelines
- Information, Kommunikation

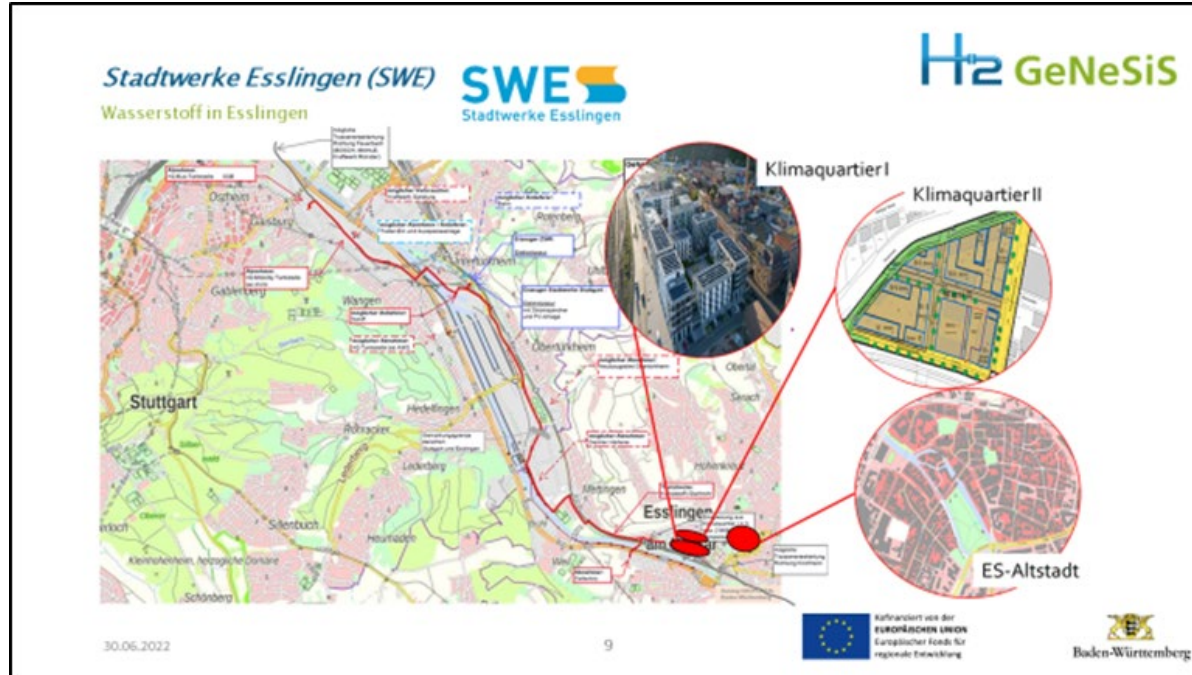
Wünsche an die Politik (Bund, Land)

- Herstellung von Planungs- und Investitionssicherheit
- siehe aktuelle EnWG-Novelle
- substantielle Berücksichtigung BWs im angedachten H₂-Start/Kernnetz

Mögliche Beteiligung an strategischen und umsetzungsorientierten Maßnahmen

- großskalige Projektumsetzung, terranets bw steht für Kooperationen zur Verfügung
- Textbeiträge, Vorträge, Teilnahme an Vernetzungs- und Strategietreffen

AP 3: H₂ GeNeSiS: H₂-Gesamtsystem für Skalierung der H₂-Wirtschaft in der Region Stuttgart



Kernelemente der Planung

- Aufbau und Betrieb von Wasserelektrolyseuren im Hafen Stuttgart
- Bau und Inbetriebnahme H₂-Pipeline Stuttgart-Gaisburg <-> Esslingen bis 2025 / 2026
- Marktplatz: Verbindung H₂-Erzeuger und Nutzer im Großraum Stuttgart
- Werbung um Akzeptanz für H₂ GeNeSiS
- Projektkoordination und Kommunikation

AP 3: Flughafen Stuttgart

Interviewpartner: M. Hofmann (Aviation Controlling & IT)



Hauptaufgabe: Infrastruktur für Flugverkehr
Aktuelle Projekte: Elektrifizierung Fahrzeugflotte, Ausbau PV-Produktion, Strategieentwicklung
Wasserstoffversorgung auch für zukünftige, H₂- oder PtL-betriebene Flugzeuge
Dienstleistung: Infrastrukturbereitstellung für Personen- und Frachtflugverkehr

Relevanz Wasserstoffthematik

- verpachtet Gelände für *Hydrogen Aviation Center* auf dem Flughafen
- H₂ Mobility-Tankstelle am Flughafen
- zukünftig ggf. H₂- oder PtL-betriebene Flugzeuge, BZ-Nfz und H₂-BHKWs

Einschätzung Handlungsbedarfe H₂

- Flughafen als Teil jeglicher H₂-Strategie auf Landes- oder Landkreisebene
- Prüfung einer Anbindung des Flughafens an H₂-Pipelines

Wünsche an Politik (Bund, Land, Kreis)

- Einbindung in Arbeitskreise
- regelmäßigen Austausch zwischen Stakeholdern organisieren
- gemeinsame Initiativen für Förderprojekte anstreben

Mögliche Beteiligung an strategischen und umsetzungsorientierten Maßnahmen

- Beteiligung an Stakeholder-Dialogen und Arbeitskreisen zum Thema H₂

AP 3: Stadtwerke Esslingen

Interviewpartner: J. Eckert (Leiter Technik)



Hauptaufgabe: Energie- und Wasserversorger
Aktuelle Projekte: Projektierung H₂-Tankstelle, PtX-Projekt *Esslingen Weststadt*,
Beteiligung an geplantem Bau H₂-Pipeline in *H₂-GeNeSiS*
Dienstleistung: Energieversorgung und -beratung

Relevanz Wasserstoffthematik

- Leuchtturmprojekt Weststadt mit Wasserelektrolyseur
- H₂-Pipeline im Rahmen H₂ GeNeSiS
- Projektierung einer H₂-Tankstelle in Esslingen

Einschätzung Handlungsbedarfe H₂

- zentrale Themen sind Mobilität, Fernwärme und Transformation des Erdgasnetzes zu H₂
- Abfrage/Ermittlung von H₂-Bedarfen im Landkreis

Wünsche an Politik (Bund, Land, Kreis)

- Bekenntnisse zum Wasserstoff
- Abnahme von H₂ (durch ÖPNV)
- Verbesserung gesetzlichen Rahmens
- Abfrage H₂-Bedarfe koordinieren

Mögliche Beteiligung an strategischen und umsetzungsorientierten Maßnahmen

- die Stadtwerke Esslingen konzentrieren sich auf die Umsetzung der genannten, ambitionierten Projekte
- im Kontext strategischer Überlegungen zu H₂ steht SWE für Rückfragen zur Verfügung

AP 3: Zwischenfazit Wasserstoffinfrastruktur: Von einzelnen Bustankstellen hin zu H₂-Pipelines

Im Landkreis Esslingen stehen mehrere Unternehmen bereit, Wasserstoff auch aus regional verfügbaren EE herzustellen und an Tankstellen für Pkw, Busse und Lkw abzugeben

Sollten regulative Vorgaben zur Beschaffung emissionsfreier Busse mit Brennstoffzellenfahrzeugen erfüllt werden, wären etwa zehn Tankstellen zur Deckung des H₂-Bedarfs von bis zu ~ 1.000 t. pro Jahr erforderlich

Mit den von terranets bw und H₂ GeNeSiS geplanten H₂-Pipelines stehen gleich zwei Infrastrukturen zur Verfügung, mit denen bereits ab 2025 / 2026 ein regionaler Marktplatz für H₂ geschaffen und ab 2030 wesentlich erweitert sowie um Importoptionen ergänzt werden kann

Weitere wichtige Infrastrukturakteure wie die Stadtwerke Esslingen und der Flughafen Stuttgart sind bereits heute im Bereich H₂ tätig und sehen erhebliche Zukunftspotentiale in der Technologie

Insbesondere durch die zeitnahe Verfügbarkeit der beiden H₂-Pipelines ist der Landkreis außergewöhnlich günstig für den Aufbau einer regionalen H₂-Wirtschaft positioniert



H₂-Pipeline; Quelle: H₂ GeNeSiS 2023

AP 4: Wasserstoff in der Industrie

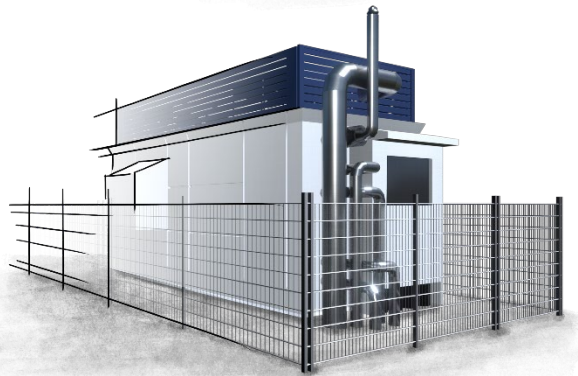


Wasserstoff kann in der Industrie *energetisch* v.a. zur Bereitstellung von Strom und Wärme, sowie *stofflich* als Produktionsmittel genutzt werden

H₂ bzw. Technologien und Anlagen zum Umgang mit H₂ können aber auch als Industrieprodukte von Bedeutung sein

Unter der Rubrik *Industrie* werden nachfolgend im industriellen Maßstab relevante Verbraucher von H₂ und potentielle H₂-Anlagenhersteller vorgestellt

Die industriellen H₂-Verbraucher bilden das Gegenstück zu den oben diskutierten, im großen Maßstab handelnden H₂-Infrastrukturakteuren und zahlen wesentlich auf die Zukunftsperspektiven einer H₂-Region ein



Icons links: Wasserelektrolyseanlage und H₂-BHKW; Quelle: Landkreis Göppingen 2023

AP 4: Regulative Innovationstreiber im Kontext Klimaschutz: Beispiel Treibhausgasreduzierung in der Industrie

Referentenentwurf des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz

Entwurf eines Zweiten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes (Lesefassung; Stand: 13.06.23, 10:45 Uhr)

§ 1 Zweck des Gesetzes

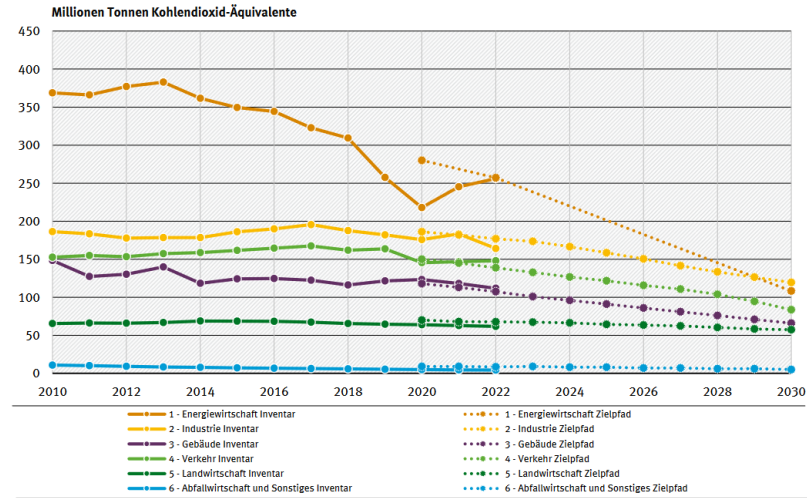
Zweck dieses Gesetzes ist es, zum Schutz vor den Auswirkungen des weltweiten Klimawandels die Erfüllung der nationalen Klimaschutzziele sowie die Einhaltung der europäischen Zielvorgaben zu gewährleisten. Die ökologischen, sozialen und ökonomischen Folgen werden berücksichtigt. Grundlage bildet die Verpflichtung nach dem Übereinkommen von Paris aufgrund der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen, wonach der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf deutlich unter 2 Grad Celsius und möglichst auf 1,5 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen ist, um die Auswirkungen des weltweiten Klimawandels so gering wie möglich zu halten.

§ 2 Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieses Gesetz ist oder sind:

1. Treibhausgase: Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffdioxid (N₂O), Schwefelhexafluorid (SF₆), Stickstofftrifluorid (NF₃) sowie teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW) und perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFKW) gemäß Anhang V Teil 2 der

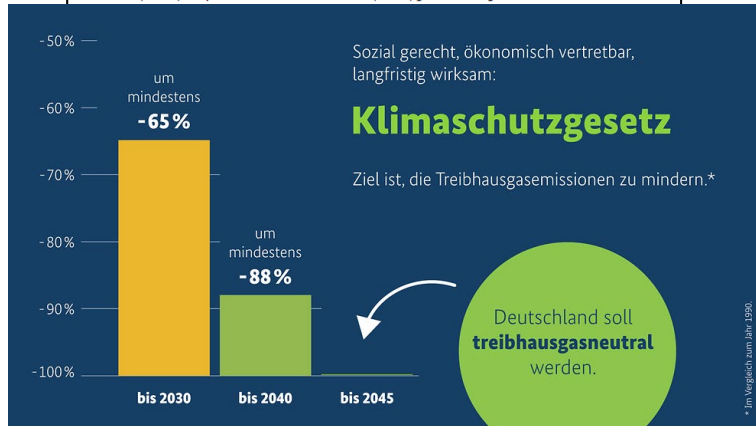
Entwicklung und Zielerreichung* der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland in der Abgrenzung der Sektoren des Bundes-Klimaschutzgesetzes**



* Die Emissionshöchstmenge weichen von den Angaben im Bundes-Klimaschutzgesetz ab. Gemäß § 4 Absatz 3 des Bundes-Klimaschutzgesetzes sollen Über- bzw. Unterschreitungen der jeweils zulässigen Jahresemissionsmenge eines Sektors (Differenzmenge der berechneten Emissionen zu den zulässigen Jahresemissionsmengen im betreffenden Jahr) gleichmäßig auf die Jahresemissionsmengen des Sektors bis zum nächsten Zieljahr (2030) angerechnet werden. Die Über- bzw. Unterschreitungen der UBA-Prognose für das Jahr 2021 wurden hier bereits berücksichtigt.
 ** Die Aufteilung der Emissionen weicht von der UN-Berichterstattung ab, die Gesamtemissionen sind identisch.

Die Bundesregierung hat im Juni 2023 das Klimaschutzgesetz novelliert und die zuvor wirksamen, sektorenspezifischen Emissionsminderungsziele auch für die Industrie zugunsten eines Gesamtziels für alle Bereiche abgeschafft

Ungeachtet dessen wird der Druck zur Emissionsminderung durch die Industrie steigen und mittels Bepreisung von CO₂-Emissionen finanziell wirksam werden



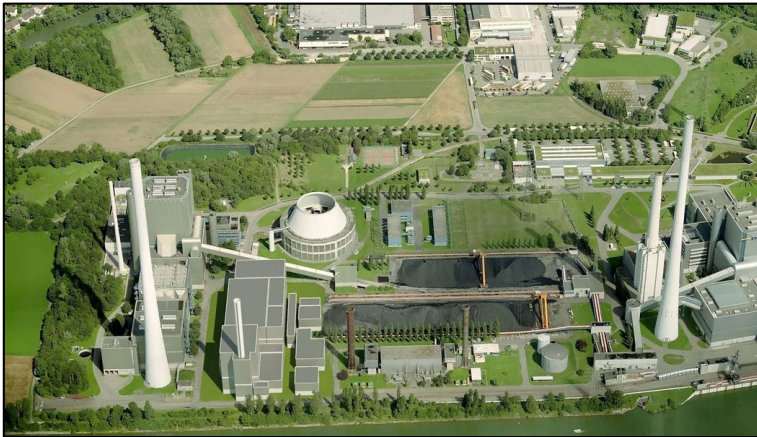
Quellen: BMWK 2023, Presse- und Informationsamt der Bundesregierung 2023, Umweltbundesamt 2023

AP 4: Kraftwerk und industrielle Verbraucher: Große H₂-Bedarfe ab etwa 2030 sind absehbar



Von Kohle über Erdgas zu Wasserstoff

Kohleausstieg am Standort
Altbach/Deizisau



*Sobald dieser „grüne“
Wasserstoff in ausreichendem
Maß zur Verfügung steht und die
Versorgungsinfrastruktur darauf
umgestellt ist, kann der
Kraftwerksstandort
Altbach/Deizisau umgestellt
werden*

Bezug 2030 bis 2035

Quelle: <https://www.enbw.com/unternehmen/konzern/energieerzeugung/neubau-und-projekte/gas-und-dampfturbinenanlage-gud-altbach-deizisau/>



**cellcentric plant großskalige BZ-
Produktion in Weilheim**



dafür werden mehrere
Tonnen H₂ pro Tag
benötigt, wofür eine
vor-Ort-Herstellung per
Elektrolyse von ≥ 10
MW erforderlich ist

Quelle: cellcentric 2023

AP 4: EnBW AG

Interviewpartner: J. Abu Tayeh (Referentin), R. Hertenberg (Manager)



Hauptaufgabe: Energieversorgung

Aktuelle Projekte: *Fuel-Switch Projekte in Altbach/Heilbronn/Stuttgart-Münster; HyTechHafen Rostock, Energiepark Bad Lauchstädt (VNG)*

Dienstleistung: Energieerzeugung, -speicherung, und -vertrieb

Relevanz Wasserstoffthematik

- zukünftig wichtige Rolle für EnBW
- Berührungspunkte entlang gesamter H₂-Wertschöpfungskette
- zukünftiger Kraftwerksbetrieb mit H₂ geplant

Einschätzung Handlungsbedarfe H₂

- H₂-Abnehmer und Bedarfe im Landkreis identifizieren, v.a. Industrie
- Konzept / Zeitplan für Umstellung auf H₂ im Mittelstand

Wünsche an Politik (Bund, Land, Kreis)

- Unterstützung beim Aufbau einer flächendeckenden H₂-Infrastruktur
- wirtschaftliche und regulatorische Rahmenbedingungen für Erzeugung, Handel und Einsatz von H₂ verbessern

Mögliche Beteiligung an strategischen und umsetzungsorientierten Maßnahmen

- EnBW verfolgt primär das anspruchsvolle Ziel der Transformation hin zur Klimaneutralität bis 2035
- das Unternehmen steht für stetige Dialoge mit anderen Akteuren zur Verfügung

AP 4: Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH

Interviewpartner: B. Zapf (Leiter Development New Business & Technology)



Hauptaufgabe: CNC-Werkzeugmaschinen und Fertigungssysteme für die spanende Bearbeitung
Aktuelle Projekte: Beschichtungsverfahren für Wasserelektrolyseure werden entwickelt
Dienstleistung: Werkzeug- und Maschinenbau für Industriekunden

Relevanz Wasserstoffthematik

- Beschichtungsverfahren für Elektroden in Elektrolyseuren
- Beschichtungsanlagen sollen verkauft und Beschichtung als Dienstleistung angeboten werden

Einschätzung Handlungsbedarfe H₂

- Defizite im regulativen Rahmen der Energieproduktion beseitigen
- Genehmigungen für Projekte im Bereich EE erleichtern

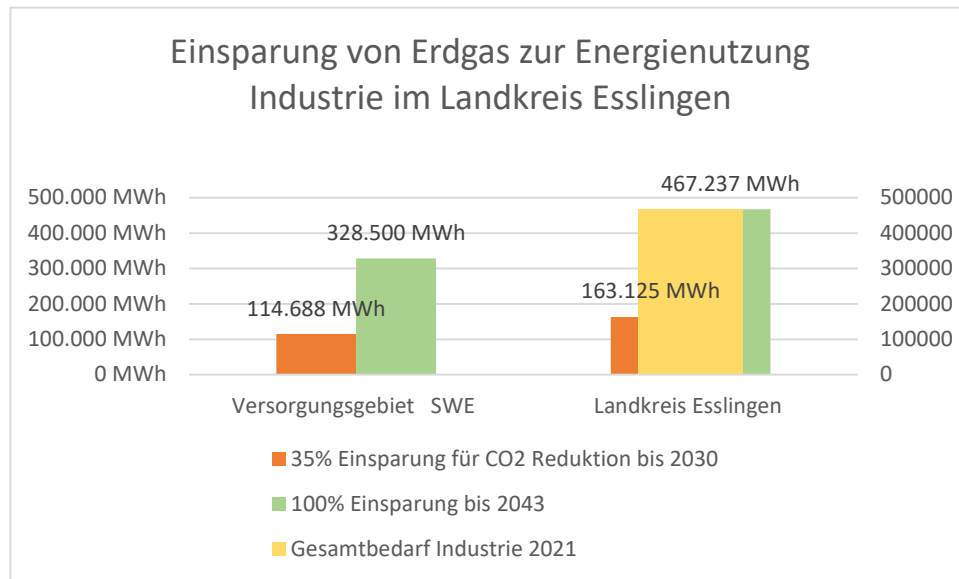
Wünsche an Politik (Bund, Land, Kreis)

- Fördermittel für FuE und Investitionen bzgl. H₂-Technologien
- verbindliche Zusagen für Abnahme H₂

Mögliche Beteiligung an strategischen und umsetzungsorientierten Maßnahmen

- in erster Linie werden eigene Produktentwicklungen und Projekte vorangetrieben

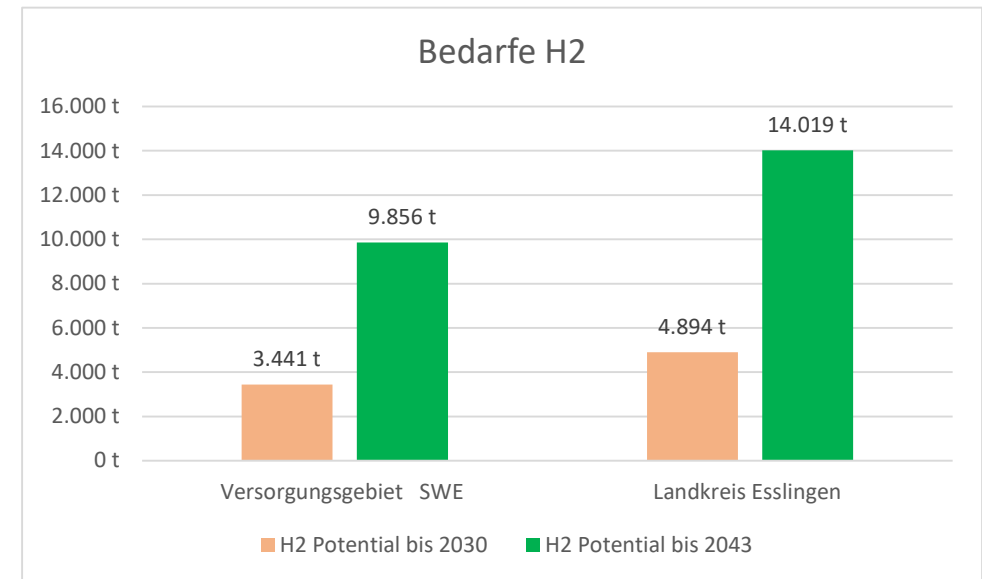
AP 4: Ersatz von Erdgas durch H₂ in der Industrie: Gesamteinsatzpotential im Landkreis Esslingen



Quelle: Brunhorn 2023

Zur Erfüllung Klimaziele der Industrie notwendiger Ersatz von Erdgas durch erneuerbaren H₂:

- 35 % bis 2030
- 100 % bis 2043



Quelle: Brunhorn 2023

Aus Ersatz von Erdgas resultierende H₂-Bedarfe der Industrie im Landkreis Esslingen:

- ~ 5.000 Tonnen bzw. 163 GWh bis 2030
- ~ 14.000 Tonnen bzw. 467 GWh bis 2043

AP 4: Zwischenfazit Wasserstoff in der Industrie: Große H₂-Bedarfe ab etwa 2030 sind absehbar

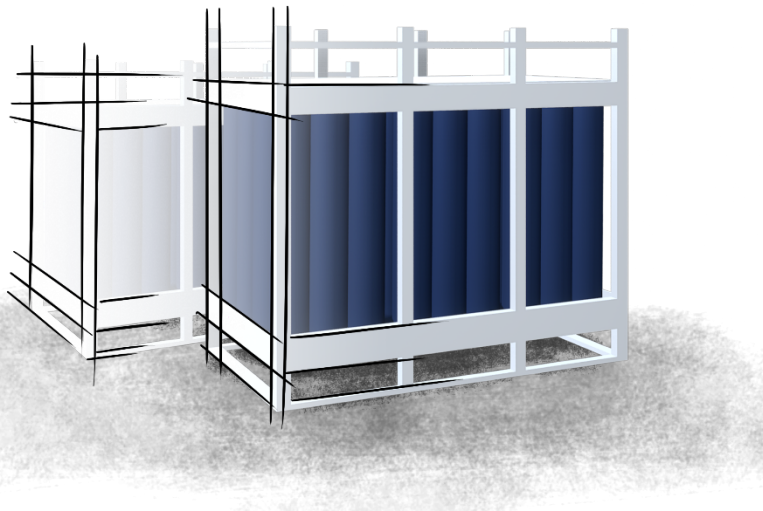
Korrespondierend zur geplanten Nutzung der SEL als H₂-Pipeline ab 2030 strebt EnBW die Umstellung des Kraftwerks Altbach/Deizisau auf H₂ an

cellcentric ist ein weiteres Beispiel für einen potentiellen H₂-Großverbraucher im Landkreis Esslingen

Die Firma Heller entdeckt H₂ als neues Geschäftsfeld und beabsichtigt, sich als Anlagenbauer im Bereich Elektrolysetechnologien zu engagieren

Durch die Nutzung von H₂ als Erdgasersatz kann die Industrie im Landkreis CO₂-Emissionen wesentlich reduzieren und wichtiger H₂-Nachfrager werden

Insbesondere aufgrund des Energiebedarfs des Kraftwerks sind ab etwa 2030 große H₂-Nachfragen zu erwarten



Icon H₂-Speicher; Quelle: Landkreis Göppingen 2023

AP 5: Zukunftsperspektiven Wasserstoff



Auf Basis der vorausgegangenen Analysen der Handlungsfelder H₂-Nutzfahrzeuge, H₂-Infrastruktur und H₂ in der Industrie wird nachfolgend übergreifend festgestellt, welche Dynamik zukünftig zu erwarten ist und welche Handlungsempfehlungen hinsichtlich des Technologieengagements nahezu legen sind

Eine Quantifizierung der H₂-Bedarfe zeigt das große Nachfragepotential und mündet in einen Vergleich von H₂-Bedarfen und Pipelinekapazitäten

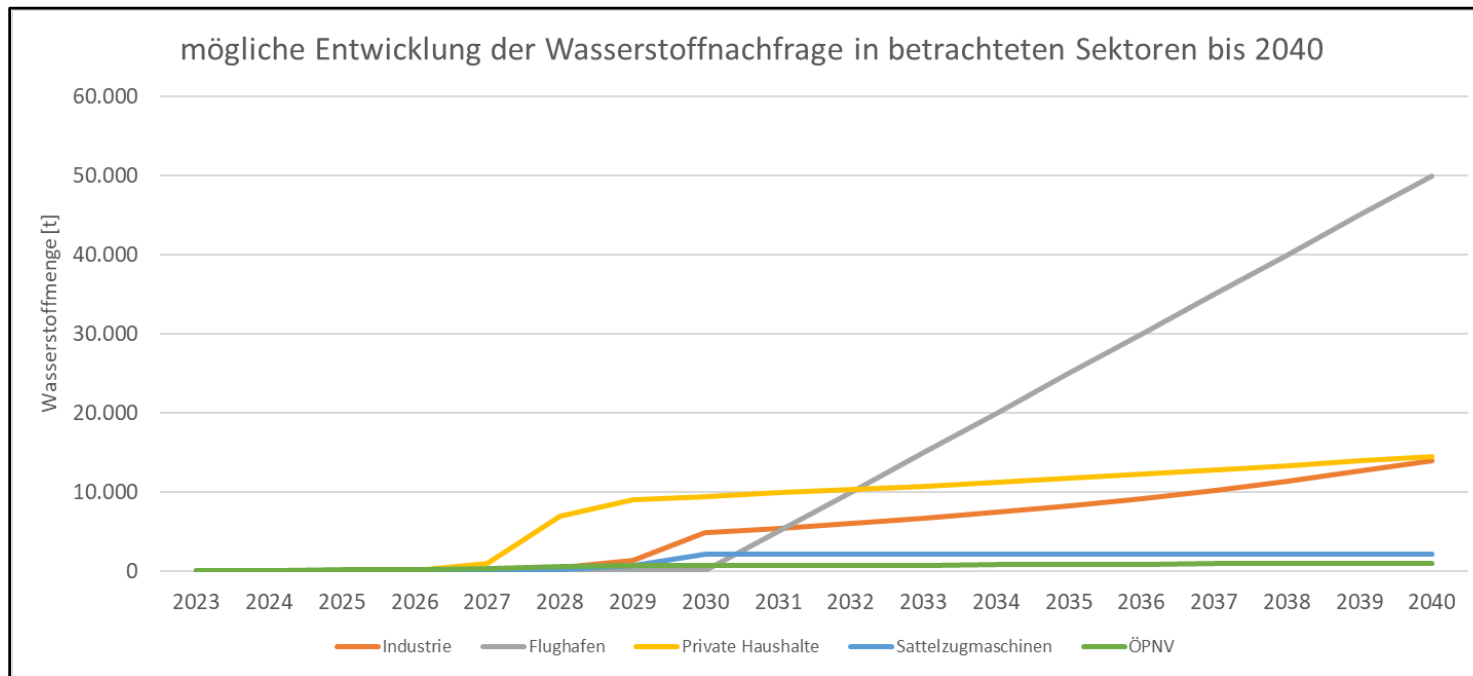
H₂-Bereitstellungspfade werden dargestellt und erläutern die Zusammenhänge, auf welchen ein Szenario einer übergreifenden H₂-Infrastruktur im Landkreis beruht

Die Ergebnisse der Interviewbefragung werden zusammenfassend referiert und zeigen die seitens der Befragten gewünschten Handlungsschwerpunkte

Die Zusammenführung aller Teilergebnisse resultiert in den übergreifenden Handlungsempfehlungen für den Landkreis Esslingen

AP 5: Ausblick auf eine mögliche Wasserstoffregion: Bedarfsentwicklung in fünf Sektoren mit geringeren Nachfragen

Einsatzbereiche für grünen Wasserstoff im Landkreis Esslingen, sowie die bei Verwirklichung laufender Planungen zu erwartenden Nachfragemengen



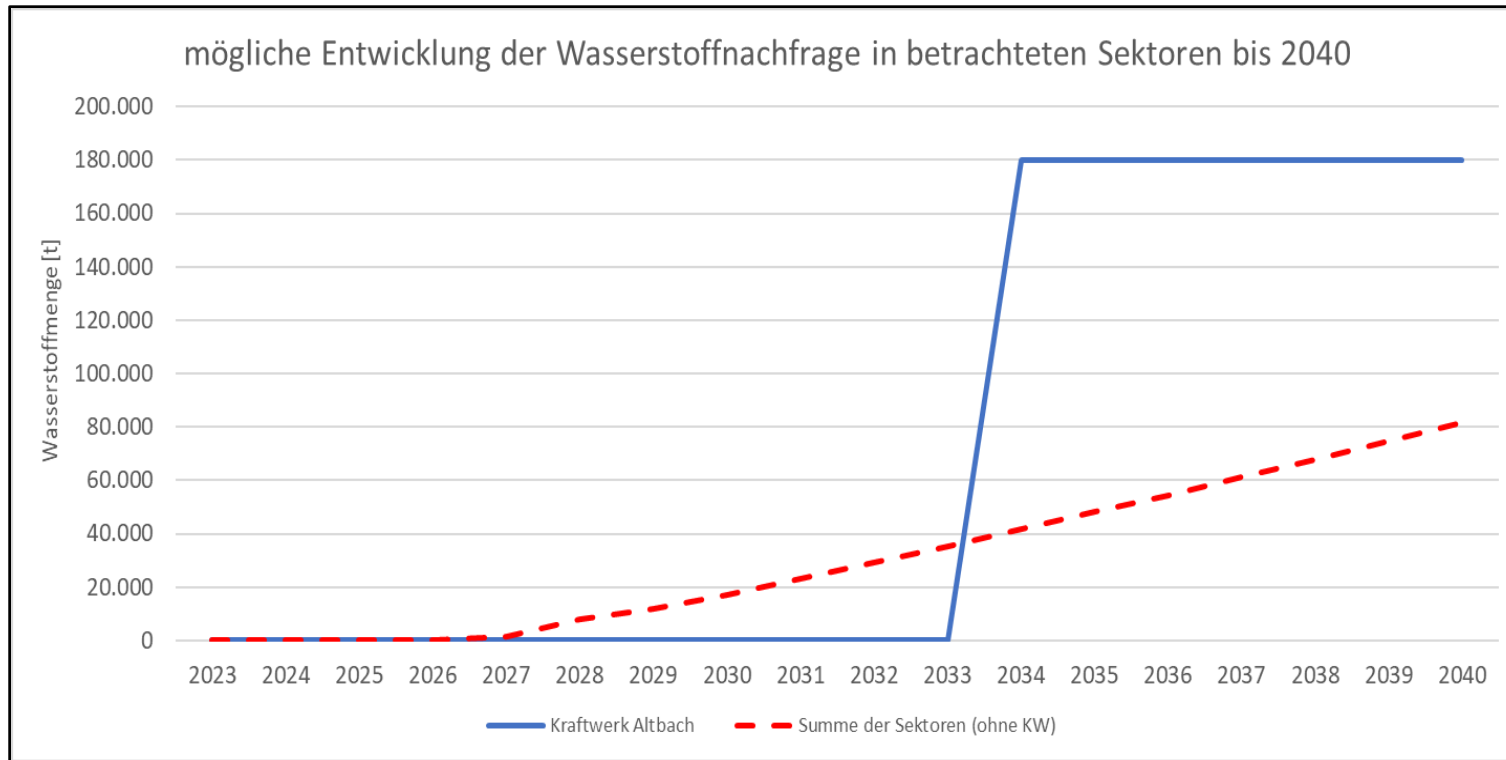
Quelle: eigene Darstellung, basierend auf Interviews und eigenen Berechnungen

Erläuterung einzelner Bedarfe

- H₂-Bedarf des ÖPNV (Brennstoffzellenbusse) ist wichtig für Initiierung des Markthochlaufs aller Sektoren
- bei den privaten Haushalten dominiert vorerst die Beimischung von H₂ ins Gasnetz
- die Wasserstoffbedarfe des Flughafens resultieren aus der zukünftigen Substitution von Kerosin durch H₂

AP 5: Ausblick auf eine mögliche Wasserstoffregion: H₂-Bedarfsentwicklung Kraftwerk im Vergleich zu anderen Sektoren

Detaildarstellung H₂-Bedarfsentwicklungen Kraftwerk und Summe Bedarfe fünf Verbrauchssektoren bei Verwirklichung laufender Planungen

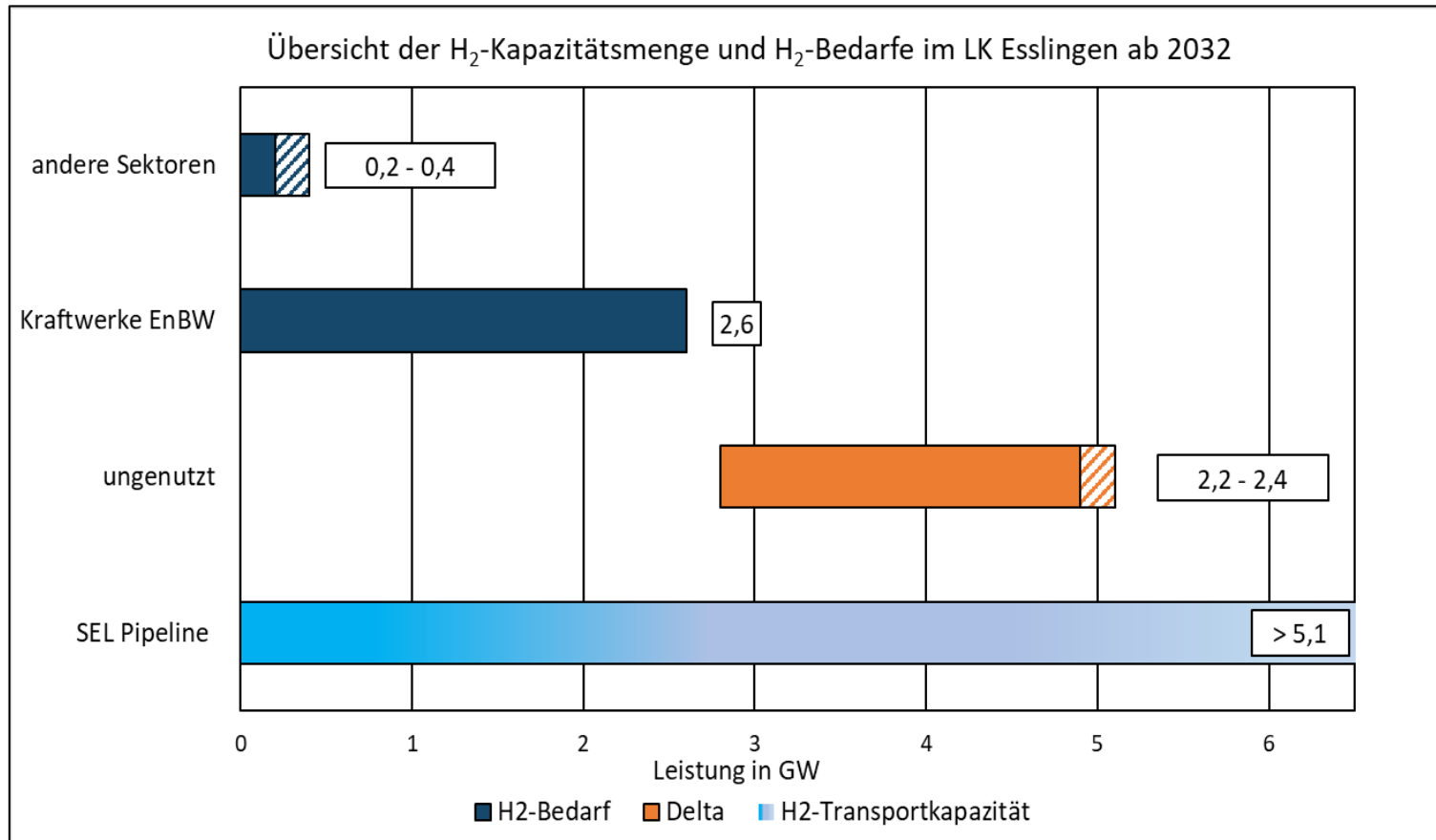


Entwicklung H₂-Bedarfe in einzelnen Bereichen

- Nachfrage Kraftwerk Altbach dominiert
- Summe der weiteren Sektoren ist relativ gering, aber zeitnah relevant und wichtig als Einstieg
- steigender Bedarf der fünf ‚summierten‘ Sektoren ist bereits absehbar
- Bedarfe zusätzlicher, noch nicht analysierter Bereiche, sind anzunehmen

Quelle: eigene Darstellung, basierend auf Interviews und eigenen Berechnungen

AP 5: Gegenüberstellung voraussichtlicher H₂-Bedarfe und Kapazität der SEL ab ca. 2032: H₂-Transportkapazität übersteigt Bedarfe deutlich



Quelle: eigene Darstellung, basierend auf Interviews und eigenen Berechnungen

Erläuterung dargestellter H₂-Bedarfe

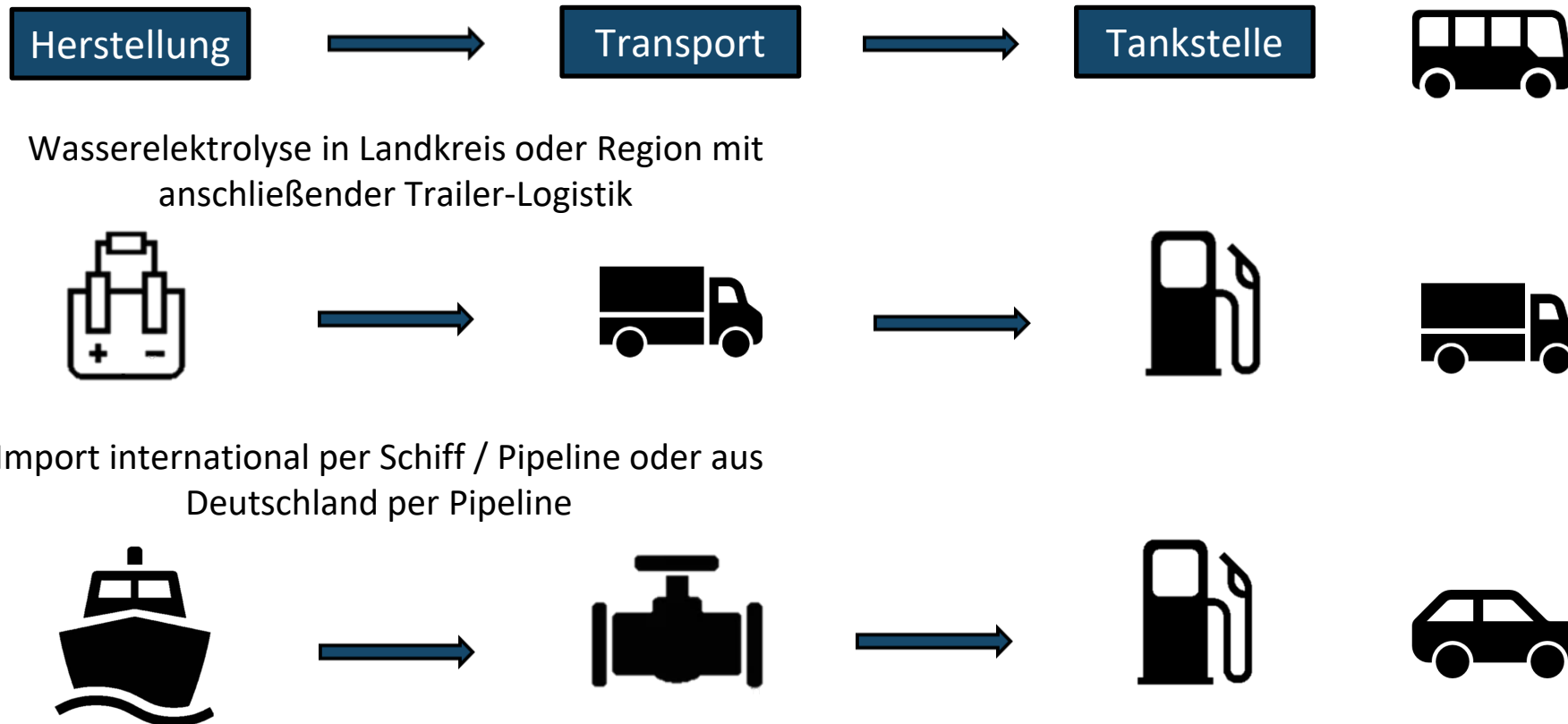
- *andere Sektoren*: entsprechend der fünf ‚summierten‘ Sektoren
- *Kraftwerke EnBW*: Altbach, zusätzlich Stuttgart-Münster und Heilbronn

Bewertung H₂-Bedarfe und Kapazität

- voraussichtliche Bedarfe des Landkreises und zusätzlicher Großverbraucher können über SEL gedeckt werden
- die zukünftige Kapazität der SEL übersteigt den heute absehbaren H₂-Bedarf deutlich und kann diesen decken
- H₂ GeNeSiS stellt weitere Pipelinekapazitäten zur Verfügung
- hinsichtlich Verfügbarkeit von H₂-Pipelines und somit Optionen für H₂-Bezug ist der Landkreis privilegiert

AP 5: Mögliche Wasserstoff-Bereitstellungspfade für den Straßenverkehr: Herstellung, Transport und Tankstellen

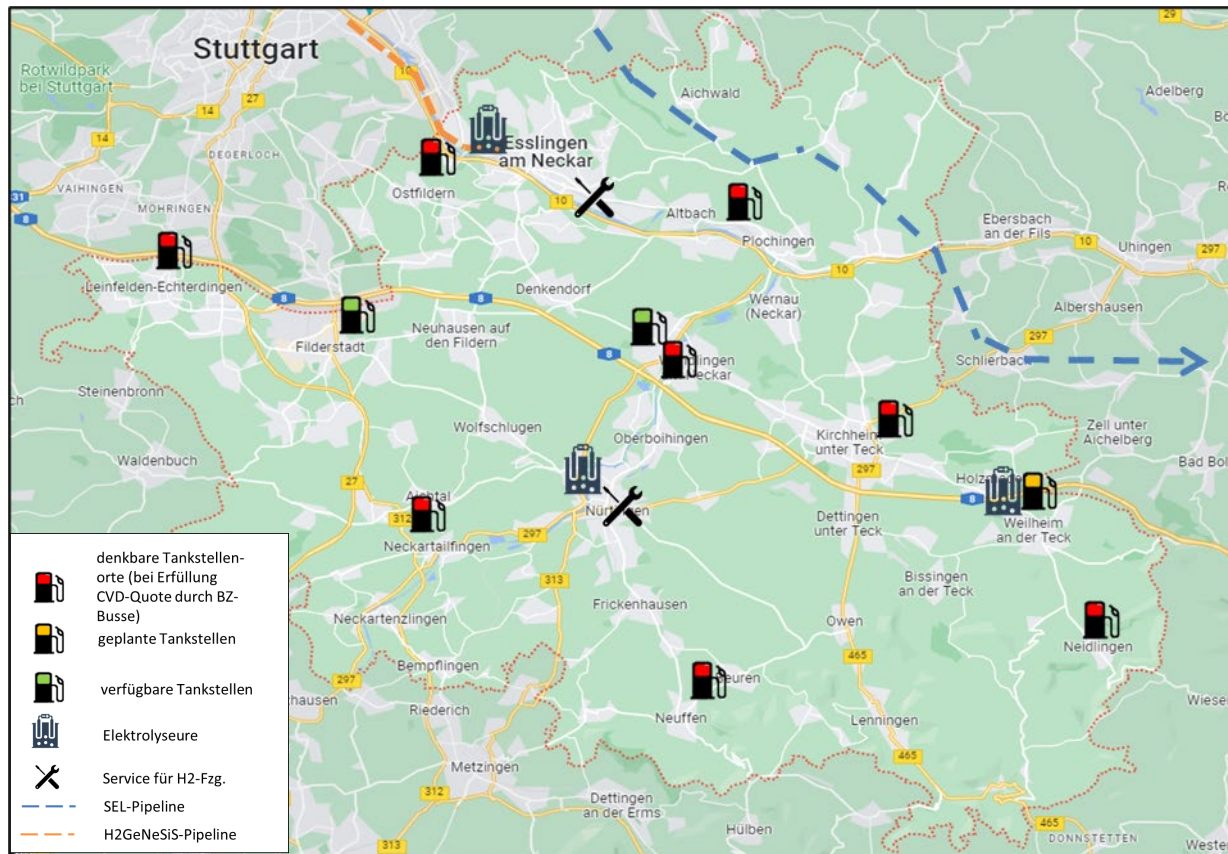
Schematische Darstellung der wichtigsten H₂-Bereitstellungsoptionen für den Landkreis



Entwicklung der Bereitstellungsoptionen

- kurzfristig ist eine lokale oder regionale H₂-Produktion per Elektrolyse möglich
- mit Inbetriebnahmen der H₂ GeNeSiS- und SEL-Pipelines werden H₂-Importe aus dem Aus- und Inland möglich
- großen Mengen H₂ können dann zu günstigen Konditionen bezogen werden

AP 5: Mögliches Szenario einer Wasserstoffinfrastruktur: Von einzelnen Tankstellen hin zu Pipelines



Gesamtbild Wasserstoffinfrastruktur bei Verwirklichung laufender Planungen zu H₂-Produktion, H₂-Tankstellen, H₂- Pipelines und Service für H₂-Fahrzeuge

- bei Erfüllung der gesetzlichen Beschaffungsvorgaben für emissionsfreie Busse nur durch BZ-Fahrzeuge wären ersten Abschätzungen zufolge die ausgewiesenen H₂-Tankstellen erforderlich
- mehrere bestehende bzw. geplante Elektrolyseanlagen und Serviceeinrichtungen tragen zum Gesamtbild bei
- Eckpfeiler der erwarteten Wasserstoffinfrastruktur sind die in Realisierung befindlichen H₂-Pipelines der Projekte *süddeutsche Erdgasleitung* und *H₂ GeNeSiS*
- die Verfügbarkeit von gleich zwei Pipelines in Kombination mit den anderen Infrastrukturelementen kommt einem Alleinstellungsmerkmal gleich

Quelle: eigene Ausarbeitung basierend auf BBG und Partner, EMCEL, comnobi-
 2023, H₂ GeNeSiS 2023, terranets 2023, sowie eigenen Recherchen

AP 5: Handlungsfelder Wasserstoffstrategie: Ergebnisse der Interviewbefragung

Handlungsfelder	Schwerpunkt der Handlungsfelder
Wasserstoffnutzfahrzeuge	Brennstoffzellenbusse ÖPNV, Nutzfahrzeuge des Landkreises
Wasserstoffinfrastruktur	H ₂ -Tankstellen für Busse, Pkw und Nutzfahrzeuge (eingesetzt durch Industrie), Elektrolyseure, Pipelines, (kommunale) Wärmeversorgung
Wasserstoff in Industrie	Wärme und Strom in Kraftwerken und Gewerbegebieten, H ₂ im Gasnetz, H ₂ in Produktionsprozessen, Anlagenbau
Übergreifend	klare und längerfristig gültige politische Zielsetzungen (Bund, Land, Landkreis) auskömmliche, nutzerfreundliche längerfristig gültige Förderprogramme (Bund, Land) Öffentlichkeitsarbeit, Wissensausbau und Vernetzung der Akteure (Landkreis) Bedarfsermittlung H ₂ und klare Aussagen zu zukünftigen Bedarfen (Landkreis) regulatorische Defizite beseitigen (Bund, Land)

AP 5: Handlungsempfehlungen für den Landkreis Esslingen

Zentrale Koordination, Planung und Beratung im Landkreis erforderlich
Koordinationsstelle Wasserstoff

Koordination, Vernetzung, Kommunikation

- Aufbau und Etablierung eines Wasserstoffnetzwerks im Landkreis
- Öffentlichkeitsarbeit, Wissensausbau und Vernetzung
- Ansprechpartner für Kommunen
- Unterstützung im Bereich Wirtschaftsförderung / Transformation
- Sensibilisierung Mittelstand und KMU
- Fördermittelberatung
- Kooperation mit Wissenschaft, Bildungseinrichtungen und Klimaschutzstellen

Wasserstoffinfrastruktur

- Unterstützung des Aufbaus einer sektorenübergreifenden Wasserstoffinfrastruktur im Landkreis
- Unterstützung beim Aufbau einer H₂-Infrastruktur für den ÖPNV in Kooperation mit Tankstellenbetreibern
- Entwicklung von Kooperationsmodellen zwischen öffentlichem und privatem Sektor
- Unterstützung von Kommunen und Stadtwerken bzgl. der Rolle von H₂ in der kommunalen Wärmeversorgung

Brennstoffzellenbusse und Nutzfahrzeuge

- Unterstützung bei Beschaffung von BZ-Lkw in der Kreisverwaltung (z.B. AWB oder Straßenbauamt)
- Unterstützung ÖPNV bei der Umstellung der Busverkehre auf H₂-Busse (z.B. Landkreis, Verkehrsunternehmen)
- Unterstützung der Wirtschaft bei der Umstellung auf Brennstoffzellen-Nutzfahrzeuge

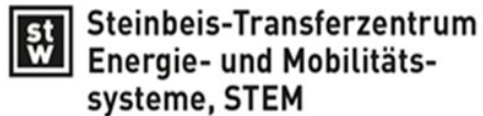
AP 5: Gesamtfazit: Wasserstoff birgt große Chancen



Der Landkreis positioniert sich schon heute markant im Zukunftsfeld H₂-Technologien und verfügt über zahlreiche Unternehmen und Projekte, die strategisch auf H₂ setzen

In den Handlungsfeldern H₂-Nutzfahrzeuge, H₂-Infrastruktur und H₂ in der Industrie stechen Brennstoffzellenbusse, H₂-Pipelines und ein H₂-betriebenes Kraftwerk heraus

Bis spätestens 2035 werden vsl. H₂-Bedarfe von über 200.000 t. pro Jahr entstehen und bereits 2026 sind Nachfragen von etwa 50.000 t. zu erwarten, welche über für die jeweiligen Anwendungen angemessene Infrastrukturen versorgt werden können



Angesichts dessen ist ein weiter gestärktes Technologieengagement zu empfehlen, welches sich zunächst in der Schaffung einer *Koordinationsstelle Wasserstoff* niederschlagen sollte



Die Chancen einer *Wasserstoffregion Esslingen* gehen mit Herausforderungen einher, welche kreative Lösungsansätze und innovative, sektorenübergreifende Kooperationen verlangen

Wie bei anderen Transformationsprozessen auch gilt es Kräfte zu bündeln, neue Geschäftsmodelle zu identifizieren und iterativ nachhaltige Technologiesysteme zu entwickeln

Anhang 1: Informationsblatt für Interviewpartner zum Projekt „Potentialermittlung Wasserstoff für den Landkreis Esslingen“

Information zum Projekt

„Potentialermittlung Wasserstoff für den Landkreis Esslingen“

24. Februar 2023

Zielsetzungen

Der Landkreis Esslingen hat das Steinbeis-Transferzentrum Energie- und Mobilitätssysteme (STEM) mit der Erarbeitung einer „Potentialermittlung Wasserstoff für den Landkreis Esslingen“ beauftragt. Die Potentialermittlung verfolgt eine klare Umsetzungsorientierung und zielt auf:

- die Ermittlung der Chancen eines verstärkten Einsatzes von H₂ in ausgewählten Handlungsfeldern
- die Ermittlung konkreter, beispielhafter Handlungsoptionen
- die Erstellung von Empfehlungen zur Umsetzung besonders vielversprechender Maßnahmen
- die Gewinnung von Umsetzungsakteuren und die Unterstützung von Allianzen
- Beschluss und Umsetzung einer Wasserstoffstrategie

Zentrale Arbeitspakete

Arbeitspaket 1: Zielsetzung und Vorgehen

ZIELSETZUNG	• Darstellung Gesamtkonzept der zu erstellenden „Potentialermittlung“
GEGENSTAND	• Hintergrund, Ziel, Gegenstand, Vorgehen und Ergebnisausblick
VORGEHEN	• Beschreibung der in den APs abgebildeten Aspekte
ERGEBNIS	• Einführung in die nachfolgend erarbeitete „Potentialermittlung“

Arbeitspaket 2: Wasserstoff-Nutzfahrzeuge

ZIELSETZUNG	• Ermittlung Chancen und Umsetzungsperspektiven H ₂
GEGENSTAND	• Potentiale verstärkten Einsatzes von H ₂ -Nutzfahrzeugen
VORGEHEN	<ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung wichtigster politisch-regulativer Veränderungen • Ermittlung Technologiepotential H₂-Nutzfahrzeuge • Analyse potentieller Betreiber H₂-Nutzfahrzeuge im Landkreis • Grobabschätzung Gesamteinsatzpotential im Landkreis • beispielhafte Darstellung ökologischer und ökonomischer Auswirkungen verstärkten Einsatzes von H₂-Nutzfahrzeugen
ERGEBNIS	• Aufzeigen Potential und Auswirkungen Einsatz H ₂ -Nutzfahrzeuge, Identifikation und Empfehlung konkreter Projektoptionen

Arbeitspaket 3: Wasserstoff-Infrastruktur

ZIELSETZUNG	• Ermittlung Chancen und Umsetzungsperspektiven H ₂
GEGENSTAND	• Potentiale Skalierung Wasserstoff-Infrastruktur
VORGEHEN	<ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung wichtigster politisch-regulativer Veränderungen • Ermittlung Technologiepotential Wasserstoff-Infrastruktur • Analyse bestehender und potentieller Stakeholder H₂-Infrastruktur

Anhang 1: Informationsblatt für Interviewpartner zum Projekt „Potentialermittlung Wasserstoff für den Landkreis Esslingen“

	<ul style="list-style-type: none"> Grobabschätzung Gesamteinsatzpotential im Landkreis Esslingen durch Ansprache zentraler Akteure beispielhafte Darstellung ökologischer und ökonomischer Auswirkungen einer Skalierung der H₂-Infrastruktur
ERGEBNIS	<ul style="list-style-type: none"> Aufzeigen Potential und Auswirkungen Skalierung H₂-Infrastruktur, Identifikation und Empfehlung konkreter Projektoptionen

Arbeitspaket 4: Wasserstoffanwendungen in der Industrie

ZIELSETZUNG	<ul style="list-style-type: none"> Ermittlung Chancen und Umsetzungsperspektiven H₂
GEGENSTAND	<ul style="list-style-type: none"> Potentiale energetischer und stofflicher Nutzung H₂ in der Industrie
VORGEHEN	<ul style="list-style-type: none"> Untersuchung wichtigster politisch-regulativer Veränderungen generell Ermittlung Technologiepotential Wasserstoff-Industrieanwendungen Analyse bestehender und potentieller Stakeholder Industrie-H₂ Grobabschätzung Gesamteinsatzpotential im Landkreis Esslingen beispielhafte Darstellung ökologischer und ökonomischer Auswirkungen des Einsatzes von H₂ in der Industrie
ERGEBNIS	<ul style="list-style-type: none"> Aufzeigen Potential und Auswirkungen des industriellen Einsatzes H₂, Identifikation und Empfehlung Projektoptionen

Arbeitspaket 5: Zukunftsperspektiven Wasserstoff

ZIELSETZUNG	<ul style="list-style-type: none"> Schaffung Gesamtperspektive Wasserstoff für Landkreis Esslingen
GEGENSTAND	<ul style="list-style-type: none"> Zukunftsperspektiven H₂: Potentiale, Umsetzung und weitere Analyse
VORGEHEN	<ul style="list-style-type: none"> Abschätzungen der Potentiale H₂ und Auswirkungen von Umsetzungsaktivitäten jenseits individueller Analysen mittels: Darlegung der Anforderungen an weiterer Analysen, soll jenseits der Betrachtung ausgewählter Handlungsfelder ein vollständigeres Bild der Potentiale von H₂ im Landkreis geschaffen werden
ERGEBNIS	<ul style="list-style-type: none"> Übergreifende Zukunftsperspektive H₂, soweit auf Basis der begrenzten Analysen möglich, sowie Ausblick auf zukünftig erforderliche Arbeiten zur Erstellung einer umfassenden H₂-Strategie

Zeitplan

Die Übergabe des Berichtsentwurfs an den Landkreis Esslingen ist auf Ende Mai 2023 terminiert, eine Vorstellung der Endversion gegenüber politischen Gremien des Landkreises im Juni vorgesehen.

Kontakt

Dr. (Ph.D.) Oliver Ehret

Leiter Abteilung Wasserstoff und Mobilität

Steinbeis-Transferzentrum Energie- und Mobilitätssysteme (STEM)
Greutstraße 57, 72124 Pliezhausen
Mobil: +49 151 14313149
Email: oliver.ehret@stw.de

Anhang 2: Interviewleitfaden zum Projekt „Potentialermittlung Wasserstoff für den Landkreis Esslingen“

- 1) Bitte skizzieren Sie die Aktivitäten Ihres Unternehmens bzw. Ihrer Organisation und die Rolle, die Wasserstoff bislang darin zukommt.
- 2) Bitte beschreiben Sie die Potentiale, bzw. Chancen und Risiken für Ihr Unternehmen bzw. Ihre Organisation, die Sie mit Wasserstoff in Verbindung bringen.
- 3) Welche Chancen und Risiken sehen Sie für Ihre gesamte Branche bzw. Tätigkeitsbereich?
- 4) Bitte schildern Sie laufende oder geplante Projekte zur Herstellung, Nutzung oder Logistik (Infrastruktur) von Wasserstoff. Wann soll die Umsetzung erfolgen und betrifft welche Mengen H₂?
- 5) Welche Anreize (Wettbewerbsvorteile, Positionierung als Vorreiter, Klimaschutz, etc.) könnten Sie zur Aufnahme substantieller Aktivitäten im Bereich von H₂ bzw. Ausweitung derselben motivieren?
- 6) Welche Hindernisse halten Sie ggf. davon ab und wie könnte man diese überwinden?
- 7) Welche Möglichkeiten zur Erschließung von Synergiepotentialen durch Kooperationen mit anderen, Ihrer Branche bzw. Tätigkeitsbereich zugehörigen, oder auch fremden, Akteuren sehen Sie?
- 8) Welche technischen, ökonomischen und ökologischen Aspekte erscheinen Ihnen hinsichtlich Ihrer eigenen Vorhaben, sowie auf Ebene des Landkreises vernetzter Aktivitäten besonders wichtig?
- 9) Welche Unterstützung Ihrer Initiativen wünschen Sie sich vom Landkreis Esslingen oder anderen politisch relevanten Akteuren (z.B. Landes- oder Bundesregierung, Verbände)?
- 10) Welche Aspekte sollte eine Wasserstoffstrategie des Landkreises beinhalten und welche Handlungsfelder, Handlungsbausteine und Handlungsempfehlungen sollte sie umfassen?
- 11) Wie würden Sie sich ggf. an der Formulierung und Umsetzung einer Wasserstoffstrategie beteiligen und welche Ressourcen (Projekte, Kooperationsangebote, etc.) könnten Sie einbringen?

Kontakt

Dr. Oliver Ehret
Leiter Abteilung Wasserstoff und Mobilität SIEET
Mobil: +49 151 14313149
Email: oliver.ehret@stw.de

Prof. Dr. Ralf Wörner
Leiter STEM
Mobil: +49 176 52403080
Email: ralf.woerner@stw.de

Anschrift STEM:
Greutstraße 57
72124 Pliezhausen

Besucheradresse STEM:
Robert-Bosch-Straße 6
73037 Göppingen