



**HOCHSCHULE FÜR
ÖFFENTLICHE VERWALTUNG UND FINANZEN
LUDWIGSBURG**

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

**HOCHSCHULE FÜR ÖFFENTLICHE
VERWALTUNG UND FINANZEN LUDWIGSBURG**

**Kreisentwicklung durch die Integration von Wasserstoff- und
Brennstoffzellentechnologie dargestellt am Leuchtturmprojekt
„Emissionsfreie Straßenmeisterei (LKES²)“**

BACHELORARBEIT

zur Erlangung des Grades einer

Bachelor of Arts (B.A.)

im Studiengang gehobener Verwaltungsdienst – Public Management

vorgelegt von

Doris Mayer

Studienjahr 2024/2025

Erstgutachter: Prof. Dr. Frank Kupferschmidt

Zweitgutachter: Thomas Eisenmann

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	II
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	IV
TABELLENVERZEICHNIS	V
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	VI
VERZEICHNIS DER ANLAGEN.....	VII
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung und Zielsetzung der Arbeit	1
1.2 Methodisches Vorgehen und Aufbau der Arbeit.....	3
2 Empirische Analyse.....	4
2.1 Methodik der Datengewinnung	4
2.1.1 Expertenauswahl.....	4
2.1.2 Erstellung und Anwendung des Interviewleitfadens	5
2.1.3 Durchführung und Dokumentation der Interviews.....	7
2.2 Methodik der Datenauswertung.....	8
2.2.1 Verfahren der Inhaltsanalyse	8
2.2.2 Gewonnene Erkenntnisse der Inhaltsanalyse	11
3 Das Leuchtturmprojekt „Emissionsfreie Straßenmeisterei (LKES ²)“	12
3.1 Initiierung	12
3.2 Aktueller Stand.....	13
3.3 Motivation und Ziele	16
3.4 Projektbeteiligte und ihre Rolle.....	20
3.5 Finanzierung und Förderlandschaft	23
4 Potenzial und Herausforderungen des Leuchtturmprojekts	27
4.1 Potenzial	27
4.1.1 Wirtschaftsförderung	27
4.1.2 Transformation	28
4.1.3 Potenzialermittlung.....	29
4.2 Herausforderungen	31
4.2.1 Technische Umsetzung.....	31
4.2.2 Projektpartner	32
4.2.3 Finanzierung	33

5	Erfolgsfaktoren.....	35
5.1	Identifikation der Erfolgsfaktoren	35
5.2	Ergebnis	35
5.3	Politischer Wille	36
5.4	Netzwerk.....	37
6	Fazit.....	40
	LITERATURVERZEICHNIS.....	VI
	ERKLÄRUNG DER VERFASSERIN.....	XI

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ATU	Ausschuss für Technik und Umwelt
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BW	Baden-Württemberg
CCS	Carbon Capture and Storage (CO ₂ -Abscheidung und -Speicherung)
E-Fahrzeug	Elektrofahrzeug
ES	Esslingen
EU	Europäische Union
GP	Göppingen
i. L.	in Liquidation
INEM	Institut für nachhaltige Energietechnik und Mobilität
LK	Landkreis
NIP II	Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) Phase II
NOW	Nationale Organisation für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
o. D.	ohne Datum
Rdnr.	Randnummer
SEL	Süddeutsche Erdgasleitung
TÜV	Technischer Überwachungsverein

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Interviewpartner mit Institution und Berufsbezeichnung.....	5
Tabelle 2: Kostenaufstellung Leuchtturmprojekt	24
Tabelle 3: Erfolgsfaktoren "Emissionsfreie Straßenmeisterei (LKES ²)"	36

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Ausschnitt Inhaltsanalyse nach Mayring.....	9
Abbildung 2: Projektverlauf „Emissionsfreie Straßenmeisterei (LKES ²)“	13
Abbildung 3: Erstes 4,6-Tonnen-Brennstoffzellennutzfahrzeug.....	14
Abbildung 4: Technischer Aufbau 4,6-Tonnen-Brennstoffzellenfahrzeug	16
Abbildung 5: Vorgabe der Clean Vehicles Directive (CVD).....	17
Abbildung 6: CO ₂ -Emissionsnormen für schwere Nutzfahrzeuge.....	18
Abbildung 7: Farbpalette des Wasserstoffs	19
Abbildung 8: Kompakte Darstellung der Projektbeteiligten	21
Abbildung 9: HyLand Regionenförderungen	25
Abbildung 10: Synergetische Vernetzung durch Wasserstoff.....	31

VERZEICHNIS DER ANLAGEN

- Anlage 1: Interviewleitfaden – Axel Kübler, Thomas Eisenmann
- Anlage 2: Interviewleitfaden – Dr. Oliver Ehret
- Anlage 3: Interviewleitfaden – Dr. Taj Kanga
- Anlage 4: Muster Einverständniserklärung Interview
- Anlage 5: Interviewtranskript – Axel Kübler, Thomas Eisenmann
- Anlage 6: Interviewtranskript – Dr. Oliver Ehret
- Anlage 7: Interviewtranskript – Dr. Taj Kanga
- Anlage 8: Inhaltsanalyse nach Mayring
- Anlage 9: Abschlussbericht „Potenzialermittlung Wasserstoff für den Landkreis Esslingen“
- Anlage 10: Informationsplakat - Emissionsfreie Straßenmeisterei LKES²
- Anlage 11: Landkreis Esslingen Pressemitteilung 231/2022 - Jungfernfahrt des ersten Brennstoffzellen-Fahrzeugs für das Straßenbauamt
- Anlage 12: Kurzprotokoll Sitzung des Ausschusses für Technik und Umwelt vom 11.07.2024
- Anlage 13: Elektromobilitätskonzept für den Landkreis Esslingen

1 Einleitung

Der Klimawandel fordert eine stetige Weiterentwicklung von innovativen Ansätzen zur Reduktion der CO₂-Emissionen. Das hat weitreichende Auswirkungen auf verschiedene Sektoren, einschließlich des Verkehrs.

In Deutschland war der Verkehr im Jahr 2023 für etwa 24,1% der CO₂-Emissionen verantwortlich, was die Notwendigkeit für nachhaltige Alternativen unterstreicht.¹ Elektro- und Hybridfahrzeuge haben bereits einen signifikanten Anstieg der Neuzulassungen erfahren.² Im August 2024 wurden deutschlandweit 96 368 Pkw-Neuzulassungen im Bereich registriert.³ Brennstoffzellenfahrzeuge hingegen stehen noch am Anfang ihrer breiten Anwendung. Im Vergleich zu den Elektro- und Hybridfahrzeugen wurden im August 2024 lediglich 96 368 Pkw-Neuzulassungen deutschlandweit erfasst.⁴ Der Sektor Brennstoffzellennutzfahrzeuge ist noch weit weniger erschlossen.⁵ Dabei bieten Brennstoffzellenfahrzeuge ein enormes Potenzial, um einen Beitrag zur Klimaneutralität zu leisten.

Dieses Kapitel soll einen kurzen Einblick in das Leuchtturmprojekts „Emissionsfreie Straßenmeisterei (LKES²)“ bieten und eine Übersicht über die vorliegende Bachelorarbeit ermöglichen.

1.1 Problemstellung und Zielsetzung der Arbeit

Das Leuchtturmprojekt „Emissionsfreie Straßenmeisterei (LKES²)“ verfolgt den Ansatz, die Straßenmeisterei Esslingen schrittweise in eine emissionsfreie Betriebsweise zu überführen. Im Klimaschutzkonzept des Landkreises Esslingen werden Leuchtturmprojekte folgendermaßen definiert: „Leuchtturmprojekte sind zentrale Maßnahmen, die die zukünftigen und ambitionierten Klimaschutzaktivitäten öffentlichkeitswirksam untermauern und kurzfristig umgesetzt werden sollten.“⁶

Das Projekt umfasst die Integration von zwei 4,6-Tonnen-Brennstoffzellen-Nutzfahrzeugen in den Fuhrpark der Straßenmeisterei Esslingen.⁷ Die Straßenmeisterei

¹ EnBW - Wasserstoffautos, 2024.

² swb Magazin, o. D.

³ Kraftfahrt-Bundesamt, 2024.

⁴ Kraftfahrt-Bundesamt, 2024.

⁵ Abschlussbericht „Potenzialermittlung Wasserstoff“ S. 13 (Anlage 9).

⁶ Hertle/u. a. - Integriertes Klimaschutzkonzept, 2020, S. 48.

⁷ vgl. Interviewauszug Rdnr. 33 (Anlage 8).

ist für die bauliche Unterhaltung, Reinigung und Pflege von rund 1 159 Straßenkilometern in den Landkreisen Esslingen und Göppingen verantwortlich.⁸ Durch die bereits teilweise erfolgte Implementierung von Wasserstoff-Nutzfahrzeugen soll die Umweltbelastung durch den Verkehr reduziert werden, was das Projekt zu einem bedeutenden Schritt in der nachhaltigen Transformation der kommunalen Infrastruktur macht.⁹

Das Projekt stellt zudem einen wesentlichen Baustein der Kreisentwicklung dar, indem es innovative Ansätze zur umweltfreundlichen Modernisierung und nachhaltigen Entwicklung der regionalen Infrastruktur aufzeigt. Es dient als Modell für die Integration neuer Technologien in die kommunale Verwaltung und soll langfristig zur Dekarbonisierung beitragen.¹⁰

Die vorliegende Arbeit zielt darauf ab, die Erfolgsfaktoren für die Einführung des Leuchtturmprojekts zu untersuchen. Die zentrale Forschungsfrage lautet: Welche Erfolgsfaktoren liegen dem Leuchtturmprojekt „Emissionsfreie Straßenmeisterei (LKES²)“ zugrunde? Diese Erkenntnisse sollen nicht nur die bisherigen Fortschritte dokumentieren, sondern auch als Maßstab und Orientierung für ähnliche Projekte in anderen Regionen dienen.

Trotz der ambitionierten Ziele und der bisherigen Fortschritte steht das Projekt noch vor Herausforderungen. Kritische Stimmen zur Brennstoffzellentechnologie stellen insbesondere Umweltfreundlichkeit von Wasserstoff in Frage, welcher nicht aus erneuerbaren Energien gewonnen wurde.¹¹ Aus diesem Grund wird auch hervorgehoben, welche Punkte bereits erreicht wurden und welche noch verbessert werden sollten. Auf diese Weise wird die Arbeit einen wertvollen Beitrag zur Weiterentwicklung nachhaltiger Infrastrukturprojekte leisten.

⁸ Landkreis Esslingen - Straßenmeisterei, o. D.

⁹ vgl. Interviewauszug Rdnr. 2 (Anlage 8).

¹⁰ vgl. Interviewauszug Rdnr. 2, 4 (Anlage 8).

¹¹ vgl. EnBW - Wasserstoffautos, 2024.

1.2 Methodisches Vorgehen und Aufbau der Arbeit

Am Anfang der Arbeit erfolgt eine Einführung in die Methodik der empirischen Analyse. Dabei wird die Erfassung und Auswertung von Daten aus Experteninterviews erläutert. Das Ziel dieser Interviews ist, verschiedene Perspektiven auf das Leuchtturmprojekt zu erfassen. Hierzu wurde ein Interviewleitfaden erstellt und angewendet. Ergänzt wird die empirische Analyse durch die Auswertung von Primärquellen des Landkreises Esslingen sowie durch allgemeine Literaturrecherche.

Im weiteren Verlauf der Arbeit wird das Leuchtturmprojekt detailliert vorgestellt, um die komplexen Zusammenhänge greifbarer zu machen. Dies umfasst die Entstehung sowie den aktuellen Stand des Projekts. Anschließend werden die Motivation und die Ziele des Projekts beleuchtet, gefolgt von einer Darstellung der Projektbeteiligten und der Finanzierung.

Neben der allgemeinen Vorstellung des Projekts beschäftigt sich die Arbeit mit dem Potenzial und den Herausforderungen, welche die Integration von Wasserstoffnutzfahrzeugen in die Straßenmeisterei mit sich bringt. Dies sind wichtige Punkte, um den Kerninhalt der Arbeit –die Erfolgsfaktoren – zu verstehen. Nach dieser ausführlichen Vorarbeit werden die herausgearbeiteten Erfolgsfaktoren vorgestellt.

Abschließend werden die oben genannten Bereiche durch ein Fazit ergänzt, welches die Ergebnisse zusammenfasst und einen Ausblick auf weitere Entwicklungen bietet.

2 Empirische Analyse

In der Arbeit findet die Methodik der qualitativen Sozialforschung Anwendung. Die empirische Analyse basiert auf der Durchführung von Experteninterviews mit einem ausgearbeiteten Interviewleitfaden und einer darauf aufbauenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring.¹²

2.1 Methodik der Datengewinnung

Im Rahmen der Datengewinnung wurden Experteninterviews durchgeführt. Diese Methodik eignet sich besonders für wenig erforschte und informell wenig vernetzte Themengebiete, wie es bei der Untersuchung des Leuchtturmprojekts der Fall ist.¹³ Unter dem Aspekt einer guten Strukturierung und sorgfältigen Auswahl der Expertinnen und Experten versprechen Interviews eine schnelle, leichte und sichere Datengewinnung.¹⁴

2.1.1 Expertenauswahl

Bevor Interviews durchgeführt werden können, ist der erste Schritt die Auswahl und Festlegung von geeigneten Fachkundigen. Die Auswahl der Expertinnen und Experten bestimmt über die Art und Qualität der generierten Informationen. Daher wurde darauf geachtet, dass die gewählten Personen über das notwendige Wissen verfügen, welches für das spezifische Forschungsfeld notwendig ist.¹⁵

Insgesamt wurden vier Experten in drei Interviews befragt. Eines der Interviews war dementsprechend ein Doppelinterview. Neben Mitarbeitenden des Landratsamts Esslingen wurden Interviews mit Angestellten der Hochschule Esslingen und der Wirtschaftsförderung Region Stuttgart geführt. Beide Partnerinstitutionen stehen in engem Kontakt zum Landratsamt Esslingen und damit zum Leuchtturmprojekt. Die Interviewpartner sind in Tabelle 1 aufgelistet.

¹² Mayring, 2022, S. 17.

¹³ Bogner et al., 2009, S. 8.

¹⁴ Bogner et al., 2009, S. 9.

¹⁵ Gläser/Laudel, 2009, S. 117.

Tabelle 1: Interviewpartner mit Institution und Berufsbezeichnung

Interviewpartner	Institution	Berufsbezeichnung
Axel Kübler	Landratsamt Esslingen	Wasserstoffkoordinator
Thomas Eisenmann	Landratsamt Esslingen	Sachgebietsleiter Kreisentwicklung
Dr. Oliver Ehret	Hochschule Esslingen	Leiter Cluster Energietechnik und Sektorkopplung
Dr. Taj Kanga	Wirtschaftsförderung Region Stuttgart	Projektleiter

Quelle: Eigene Darstellung.

Die ausgewählten Experten sind in unterschiedlicher Form und Funktion mit dem Leuchtturmprojekt verbunden und sehen demnach aus verschiedenen Perspektiven auf das Forschungsobjekt. So wurde sichergestellt, dass möglichst viele Akteurs-ebenen berücksichtigt werden.¹⁶

Die erste Kontaktaufnahme zu den Experten außerhalb des Landratsamts Esslingen fand bei der Fachveranstaltung „Zukunft der Mobilität: Wasserstoff in Bussen und Nutzfahrzeugen“ des Landkreises am 11. Juni 2024 statt.¹⁷ Im Nachgang wurden die genannten Experten per E-Mail kontaktiert und Interviewtermine vereinbart.

Im Hinblick auf den Datenschutz wurden Einwilligungserklärungen zur Erhebung und Verarbeitung personenbezogener Interviewdaten aller Interviewpartner eingeholt.¹⁸ Da alle Interviewpartner auf eine Anonymisierung verzichteten und mit der Speicherung ihrer Kontaktdaten über das Forschungsprojekt hinaus einverstanden waren, konnte von einer Anonymisierung abgesehen werden.

2.1.2 Erstellung und Anwendung des Interviewleitfadens

Ein strukturierter, aber dennoch offener Ablauf der Interviews wurde durch die Erstellung von spezifischen Interviewleitfäden gewährleistet.¹⁹ Es handelt sich um offene Leitfadeninterviews, da die Themen in Form einer Frageliste vorgegeben

¹⁶ Bogner et al., 2009, S. 266ff.

¹⁷ vgl. H2Rivers - Landkreis Esslingen informiert über Wasserstoffmobilität, 2024.

¹⁸ Anlage 4 enthält ein Muster der Einwilligungserklärung.

¹⁹ Strübing, 2018, S. 102.

waren, die Frageformulierung sowie die Reihenfolge der Fragen jedoch abweichen konnten.²⁰

Der Leitfaden gliedert sich in Einleitung, Hauptteil und Abschluss. In der Einleitung erfolgten die Begrüßung, eine kurze gegenseitige Vorstellung und eine Einführung in das Projektthema. Zudem wurden der zeitliche Rahmen und die Aufzeichnung des Interviews besprochen sowie die Einwilligungserklärungen der Teilnehmenden eingeholt. Im Hauptteil fand die eigentliche Befragung statt, während im Abschluss Raum für offene Fragen blieb, bevor das Gespräch mit einem Dank und der Verabschiedung endete.²¹

Jeder Leitfaden wurde an das spezifische Wissen der Gesprächspartner angepasst²², orientierte sich jedoch stets an sechs zentralen Themenfeldern, die neben den Einstiegsfragen behandelt wurden²³:

1. Themenfeld Motivation und Ziele

Das erste Themenfeld befasst sich mit der grundlegenden Motivation, welche den Landkreis Esslingen dazu veranlasst hat, das Leuchtturmprojekt zu initiieren. Eng verbunden hiermit sind die Ziele, die der Landkreis damit verfolgt.

2. Themenfeld Projektbeteiligte und Förderlandschaft

Angesichts der hohen Komplexität des Projekts lag der Fokus dieses Abschnitts darauf, einen Überblick über die beteiligten Akteure und die verschiedenen Förderprogramme zu gewinnen.

3. Themenfeld Aktueller Stand und Ausblick

Dieses Themenfeld knüpft an die Projekthistorie an und behandelt den aktuellen Stand bzw. die erzielten Ergebnisse des Leuchtturmprojekts sowie die voraussichtlichen Entwicklungen.

²⁰ Bogner et al., 2009, S. 41f.

²¹ Anlagen 1-3 enthalten die Interviewleitfäden.

²² Gläser/Laudel, 2009, S. 149.

²³ Mayer, 2013, S. 45.

4. Themenfeld Potenzial und Herausforderungen

Neben den Projektzielen beleuchtet dieser Abschnitt das Entwicklungspotenzial des Projekts für den Landkreis und untersucht die Herausforderungen, welche dem Projekt zugrunde lagen.

5. Themenfeld Erfolgsfaktoren

Anlehnend an die Forschungsfrage dieser Arbeit, beschäftigt sich das Themenfeld mit den Erfolgsfaktoren des Leuchtturmprojekts. Um das Thema greifbarer zu machen, werden hierfür die Rahmenbedingungen und verfügbaren Ressourcen des Projekts betrachtet.

6. Themenfeld Transfer

Das Ziel der Arbeit besteht darin, durch die Analyse der Erfolgsfaktoren eine Übertragung des Leuchtturmprojekts auf andere Kommunen und Regionen zu ermöglichen. Daher widmet sich das abschließende Themenfeld den gewonnenen Erkenntnissen und Erfahrungen sowie Empfehlungen für andere Regionen, die ähnliche Projekte planen.

Die Aufteilung der Fragen in die spezifischen Themenfelder dient zur Erleichterung der anschließenden Auswertung.²⁴ Jedes Themenfeld umfasst zwei Hauptfragen, teilweise bauen diese thematisch oder in einem zeitlichen Ablauf aufeinander auf. Nebenfragen wurden während der Interviews lediglich gestellt, falls die Antworten unzureichend waren.

2.1.3 Durchführung und Dokumentation der Interviews

Alle Interviewpartner sind im Großraum Stuttgart ansässig, sodass jedes Interview in Präsenz durchgeführt werden konnte. Zur Vorbereitung erhielten die Teilnehmenden vorab den Interviewleitfaden. Die Gespräche wurden mit einem Aufnahmegerät aufgezeichnet und anschließend transkribiert. Die Teilnahme an den Interviews erfolgte freiwillig.

²⁴ Mayer, 2013, S. 45.

2.2 Methodik der Datenauswertung

Im ersten Schritt der Datengewinnung wurden Experteninterviews durchgeführt, welche anschließend einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring unterzogen wurden.

Diese Methodik definiert sich unter anderem durch die systematische und regelgeleitete Analyse von Kommunikation.²⁵ Grundsätzlich ist die quantitative Analyse nicht strikt von der qualitativen Analyse zu trennen, jedoch liegt in hiesigem Fall eine rein qualitative Inhaltsanalyse vor.²⁶ Eine quantitative Analyse befasst sich damit, ihren Gegenstand zu zerstückeln und in einzelne Variablen zu zerteilen, damit seine eigentliche Bedeutung wegfällt. Das Ziel der Auswertung ist jedoch, die vielseitigen und teilweise komplexen Inhalte zu bewahren, was ein Hauptaugenmerk der qualitativen Analyse darstellt.²⁷

2.2.1 Verfahren der Inhaltsanalyse

Die Inhaltsanalyse nach Mayring umfasst drei Grundformen der Interpretation: Zusammenfassung, Explikation²⁸ und Strukturierung.²⁹ Um die Grundinhalte der Interviews unverändert abbilden zu können, wurde die Methode der Zusammenfassung gewählt. Diese zielt darauf ab, das Material so zu reduzieren, dass die wesentlichen Inhalte erhalten bleiben und eine klare Übersicht entsteht, die dennoch das ursprüngliche Material abbildet.³⁰

Zunächst wurden die Interviews transkribiert und anhand der Interviewleitfäden in entsprechende Kategorien unterteilt. Die Zusammenfassung erfolgte dann durch Paraphrasieren, Generalisieren und Reduzieren der gewählten Inhalte, wodurch eine kompakte Darstellung der wichtigsten Informationen erzielt werden konnte.

Ein Ausschnitt der Inhaltsanalyse nach Mayring ist der Abbildung 1 zu entnehmen.

²⁵ Mayring, 2022, S. 13.

²⁶ vgl. Mayring, 2022, S. 17.

²⁷ Mayring, 2022, S. 19f.

²⁸ Die Explikation dient dazu, das Verständnis einzelner Textstellen zu erweitern, indem zusätzliches Material herangezogen wird, das Begriffe oder Sätze erläutert und erklärt. (Mayring, 2022, S. 64ff.)

²⁹ Bei der Strukturierung werden bestimmte Aspekte aus dem Material herausgefiltert und basierend auf festgelegten Kriterien geordnet oder bewertet. (Mayring, 2022, S. 64ff.)

³⁰ Mayring, 2022, S. 64ff.

Abbildung 1: Ausschnitt Inhaltsanalyse nach Mayring

Inhaltsanalyse nach Mayring

Kategorie	Rdnr.	Paraphrase	Generalisierung	Reduktion
Motivation & Ziele	2	Motiviert hat uns, dass auf Grund der ganzen Umweltthematik, wo ja insgesamt ein Umdenken stattfindet, dass man CO ₂ reduzieren muss, weil CO ₂ , ist ja hinlänglich bekannt, für die ganzen Wetterkapriolen verantwortlich ist, Temperaturanstieg, Umweltereignisse. Und man hat halt festgestellt, man muss CO ₂ reduzieren. Und der Weg dahin ist eben, dass man umstellt von fossilen Energieträgern hin zu Regenerativen. Und im Individual- und Verkehrsbereich ist das die Lösung, dass man weggeht von Verbrennungsmotoren hin zu Brennstoffzellen und E-Mobility. Und als Landkreis hat man eine gewisse Vorreiterrolle, diese Prozesse in Gang zu bringen und die Technologien zu unterstützen.	- CO ₂ -Reduktion durch Brennstoffzellen und Elektromobilität - Unterstützung der Technologien - Landkreis Esslingen in der Vorreiterrolle	1. Klimaschutz
	4	Das eine ist, wie der Herr Kübler schon gesagt hat, das Thema Klimaschutz, Dekarbonisierung et cetera.	Klimaschutz und Decarbonisierung	
	78	Es gibt zum einen mal die ganze Klimaschutzpolitik auf internationaler, nationaler, auf Landesebene und eben hier auch auf regionaler Ebene. Wir haben das Klimaschutzkonzept, haben die Klimaagentur, Landkreis hier und da geht es natürlich Klimaschutz zum einen.	internationale, nationale und regionale Klimaschutzpolitik	
	82	Das ist mal diese Argumente, also Umweltschutz auf einer politischen Ebene, wirtschaftspolitische Ebene, hier einfach Innovation, diese Ebene. Ein ganz konkreter Treiber für die Landkreise ist die CVD, die Clean Vehicles Directive, die sich zwar vor allen Dingen an Bussen ... Ob sich Busse betrifft. Also laut CVD müssen bis 2025 22,5% aller neuen Busse emissionsfrei sein, also entweder Batterie oder Brennstoffzellen elektrisch und bis im Jahr 2030 sind es 32,5%.	- politische Ebene: Umweltschutz - wirtschaftspolitische Ebene: Innovation - Clean Vehicles Directive CVD für Busse	2. Gesetzliche Vorgaben
3	Genau CO ₂ -Reduktion und dort eben staatlich unterstützt. Das ist ja ein politischer Auftrag auch, das ist politisch gewollt von Brüssel, von Berlin, von Stuttgart, diese Techniken voranzubringen. Und der Landkreis macht das eben jetzt, indem er diese Wasserstofffahrzeuge fördert in der Straßenmeisterei.	politischer Auftrag von der EU, dem Bund und dem Land BW		

Quelle: Eigene Darstellung.

Im Folgenden wird die genaue Vorgehensweise bei der Inhaltsanalyse näher erläutert.

Transkription

Für die Durchführung der Inhaltsanalyse ist in der Regel ein schriftlich vorliegender Text erforderlich. Die mit einem Aufnahmegerät aufgezeichneten Interviews wurden hierfür in einen geschriebenen Text umgewandelt.³¹ In diesem Fall wurde die Methode der einfachen Transkription nach Dresing & Pehl als Orientierung verwendet³²:

- Lückenfüller wie ‚äh‘, ‚ähm‘, Stotterer etc. wurden weggelassen.
- Wort- und Satzabbrüche sowie Stottern wurden geglättet oder ausgelassen.
- Dialekte und Wortverschleifungen (z. B.: „noch so’n“ wird zu „noch so ein“) wurden möglichst ins Hochdeutsche übersetzt.
- Syntaktische Fehler in der Satzstruktur wurden beibehalten.
- Wortdoppelungen wurden nur erfasst, wenn sie zur Betonung dienen (z. B.: „Das ist sehr, sehr wichtig“).

³¹ Mayring, 2022, S. 54.









³² vgl. Dresing/Pehl, 2015, S. 21.

- Bei einem fraglichen Satzende wurde eher ein Punkt als ein Komma gesetzt.
- Pausen wurden durch drei Punkte ... markiert.

Kategorisierung

Für die Analyse wurde zunächst ein Kategoriensystem entwickelt, um die Inhalte der Interviews präzise zu strukturieren.³³ Auf Grundlage des kategoriebasierten Interviewleitfadens wurden acht Kategorien herausgearbeitet. Diese Kategorien orientieren sich stark an den Themenfeldern des Interviewleitfadens, wie in Kapitel 2.1.2 beschrieben.

Für eine bessere Orientierung in den Transkripten, wurden die Kategorien einer Farbe zugeordnet:³⁴

-  Motivation und Ziele
-  Projektbeteiligte
-  Finanzierung
-  Aktueller Stand und Ausblick
-  Potenzial
-  Herausforderungen
-  Erfolgsfaktoren
-  Transfer

Paraphrasierung

Im Schritt der Paraphrasierung wurden die inhaltstragenden Textbausteine zusammengetragen und falls nötig auf eine einheitliche Sprachebene sowie grammatikalische Kurzform gebracht.³⁵ Für die Nachvollziehbarkeit wurden die extrahierten Textbausteine nach dem Farbsystem der zuvor genannten Kategorien markiert und mit einer Randnummer versehen.³⁶

³³ Gläser/Laudel, 2009, S. 197f.

³⁴ vgl. Gläser/Laudel, 2009, S. 199f.

³⁵ Mayring, 2022, S. 70f.

³⁶ Anlagen 5-7 enthalten die Interviewtranskripte.

Generalisierung

Die Paraphrasen wurden verallgemeinert, um die wesentlichen Inhalte zusammenzufassen. Überflüssige Inhalte wurden weggelassen, um die Klarheit und Vergleichbarkeit der Interviews zu ermöglichen.³⁷

Reduktion

Der letzte Schritt umfasst die Eingrenzung der bisherigen Informationen, indem mehrere sich aufeinander beziehende und oft verstreute Paraphrasen zusammengefasst werden. Dies geschieht meist durch Bündelung ähnlicher oder gleichartiger Paraphrasen. Auf diese Weise entsteht eine allgemeine Aussage.³⁸

2.2.2 Gewonnene Erkenntnisse der Inhaltsanalyse

Nach der Datenauswertung wurde deutlich, dass die einzelnen Interviewpartner innerhalb ihrer Institutionen unterschiedliche Themenschwerpunkte setzen, was das Leuchtturmprojekt betrifft. Dennoch war zu erkennen, dass in vielerlei Hinsicht Überschneidungen auftraten. Einigkeit herrschte vor allem darüber, dass es sich bei der „Emissionsfreien Straßenmeisterei (LKES)²“ um ein vielversprechendes Projekt handelt.

Die Erkenntnisse aus der Inhaltsanalyse nach Mayring werden im weiteren Verlauf der Ausarbeitung an unterschiedlichen Stellen aufgegriffen. Ein Schwerpunkt liegt dabei im Kapitel 5: Erfolgsfaktoren.

³⁷ Mayring, 2022, S. 70f.

³⁸ Mayring, 2022, S. 70f.

3 Das Leuchtturmprojekt „Emissionsfreie Straßenmeisterei (LKES²)“

Um die Zusammenhänge im Verlauf der Ausarbeitung verständlich zu machen, wird zunächst das Leuchtturmprojekt „Emissionsfreie Straßenmeisterei (LKES²)“ ausführlich vorgestellt. Dieses umfasst zwei 4,6-Tonnen-Brennstoffzellennutzfahrzeuge, die für den Fuhrpark der Straßenmeisterei des Landkreises Esslingen vorgesehen sind.³⁹

Zu Beginn der Vorstellung wird die Initiierung des Projekts erläutert. Im Anschluss erfolgt eine Zusammenfassung des aktuellen Stands, gefolgt von einer ausführlichen Darstellung der Motivation und der Ziele, die der Projektgründung zugrunde liegen. Abschließend werden die Projektbeteiligten und deren jeweilige Rollen erläutert sowie die Förderprogramme vorgestellt, die das Projekt unterstützen.

3.1 Initiierung

Die Grundsteine für das Leuchtturmprojekt wurden durch den Zukunftsdialog des Landkreises Esslingen im Jahr 2017 gelegt.⁴⁰ Dieser Prozess, der auf dem Prognos Zukunftsatlas⁴¹ basiert, identifiziert Stärken und Schwächen der Region, woraus konkrete Handlungsmöglichkeiten entwickelt wurden. Ein zentrales Ergebnis war das Elektromobilitätskonzept für den Landkreis Esslingen⁴², das unter anderem ein Ladesäulenkonzept für Elektrofahrzeuge beinhaltet. Dieses Konzept gab die ersten Impulse für die Umrüstung der Fuhrparks auf E-Fahrzeuge.⁴³

Im Hinblick auf die Herausforderungen bei schweren Nutzfahrzeugen – wie begrenzter Batteriekapazität und hohem Gewicht – zeigt sich die Relevanz von Wasserstofftechnologien. Die Brennstoffzelle erweist sich dabei als eine vielversprechende Alternative zu batterieelektrischen Fahrzeugen.⁴⁴

Durch die bereits bestehende Zusammenarbeit und den guten Kontakt zur Hochschule entstand die Idee, ein Wasserstofffahrzeug mit Brennstoffzelle zu erproben. So entwickelte sich das Projekt in einem iterativen Prozess.⁴⁵

³⁹ Abschlussbericht „Potenzialermittlung Wasserstoff“, S. 8 (Anlage 9).

⁴⁰ vgl. Interviewtranskript – Axel Kübler, Thomas Eisenmann, S. 3 (Anlage 5).

⁴¹ Der Prognos Zukunftsatlas® bewertet die Zukunftschancen und -risiken aller 401 Kreise und kreisfreien Städte Deutschlands. (Prognos, o. D.).

⁴² Anlage 13 enthält das Elektromobilitätskonzept für den Landkreis Esslingen

⁴³ Landkreis Esslingen - Zukunftsdialog, 2024.

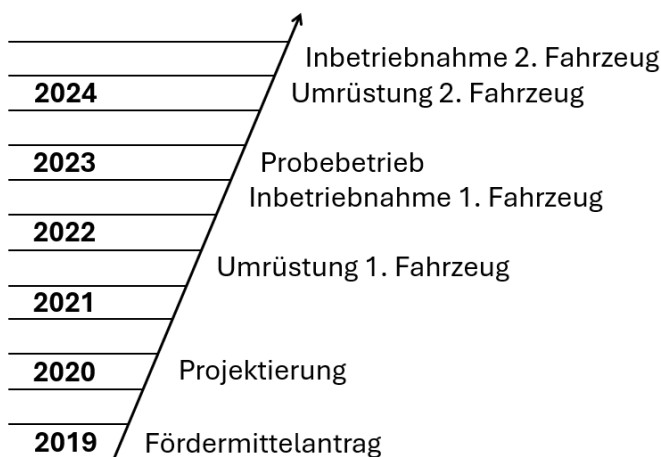
⁴⁴ Elektromobilitätskonzept für den Landkreis Esslingen, S. 13 (Anlage 13).

⁴⁵ vgl. Interviewtranskript – Axel Kübler, Thomas Eisenmann, S. 4 (Anlage 5).

3.2 Aktueller Stand

Für die Einordnung des aktuellen Stands wird zunächst auf den Projektverlauf eingegangen. Der Verlauf ist in Abbildung 2 dargestellt.

Abbildung 2: Projektverlauf „Emissionsfreie Straßenmeisterei (LKES²)“



Quelle: Eigene Darstellung.

Die ersten Vorgespräche zum Thema Brennstoffzellenfahrzeuge sowie die Beantragung der Fördergelder fanden im Jahr 2019 statt.⁴⁶ In den darauffolgenden Jahren folgte die Projektierung und Umrüstung des ersten 4,6-Tonnen-Brennstoffzellen-nutzfahrzeugs. Bei der Herstellung dieses ersten Fahrzeugs wurde eine individuelle Entwicklungsstrategie verfolgt. Die Firma EFA-S⁴⁷ kaufte eine Karosserie und integrierte die komplette Antriebstechnik selbst, einschließlich E-Antrieb, Batterietechnik und Brennstoffzelle. Dieser Ansatz ermöglichte eine maßgeschneiderte Lösung, die jedoch aufwendig und kostenintensiv war.⁴⁸

Das Leuchtturmprojekt hat im Jahr 2022 bereits einen bedeutenden Meilenstein erreicht. Am 19.10.2022 wurde das Fahrzeug nach seiner Jungfernfahrt an den Fuhrpark des Straßenbauamts Esslingen übergeben.⁴⁹ Nach dem Probetrieb von einigen Monaten⁵⁰ hat sich das Fahrzeug auch im täglichen Einsatz bewährt. Es gab nur

⁴⁶ vgl. Interviewauszug Rdnr. 71 (Anlage 8).

⁴⁷ EFA-S GmbH, Zell u. Aichelberg (i. L.).

⁴⁸ vgl. Interviewauszug Rdnr. 20 (Anlage 8).

⁴⁹ Landkreis Esslingen Pressemitteilung 231/2022 (Anlage 11).

⁵⁰ Kurzprotokoll Sitzung, S. 1 (Anlage 12).

kleinere Störungen, die jedoch den reibungslosen Betrieb des Fahrzeugs nicht erheblich beeinträchtigen, sodass es seine Aufgaben innerhalb der Straßenmeisterei zuverlässig erfüllt.⁵¹ Das erste 4,6-Tonnen-Brennstoffzellennutzfahrzeug, mit einer Reichweite von etwa 500 km, ist in Abbildung 3 zu sehen.⁵²

Abbildung 3: Erstes 4,6-Tonnen-Brennstoffzellennutzfahrzeug



Quelle: Landratsamt Esslingen.

Im Hinblick auf die weiteren Schritte des Projekts wurde kürzlich eine wesentliche Entscheidung getroffen: Die Beauftragung für das zweite Fahrzeug wurde erteilt, und dieses soll bis Ende des Jahres 2024 in Betrieb genommen werden. Die ursprüngliche Planung sah vor, das zweite Fahrzeug ebenfalls individuell zu entwickeln, ähnlich wie das erste. Stattdessen hat die Firma IONTRAK⁵³ jedoch einen alternativen Ansatz gewählt. Es wurde beschlossen, ein bestehendes E-Fahrzeug zu erwerben und dieses nachträglich mit einer Brennstoffzelle auszurüsten. Dieser Wechsel zur Nachrüstung in einem bereits gefertigten Fahrzeug reduziert die Herstellungskosten erheblich und stellt eine kosteneffiziente Lösung dar.⁵⁴

⁵¹ vgl. Interviewauszug Rdnr. 70 (Anlage 8).

⁵² Informationsplakat - Emissionsfreie Straßenmeisterei LKES² (Anlage 10).

⁵³ IONTRAK energy GmbH, Zell unter Aichelberg.

⁵⁴ vgl. Interviewauszug Rdnr. 20 (Anlage 8).

Insgesamt zeigt der Fortschritt des Projekts, dass die geplanten Maßnahmen weitgehend umgesetzt wurden und der Betrieb des ersten Fahrzeugs stabil verläuft. Die kontinuierliche Weiterentwicklung der Technologie und die Anpassungen in der Fahrzeugbeschaffung reflektieren die Bemühungen, das Projekt effizient und erfolgreich voranzutreiben.

Mit der Auslieferung des zweiten Fahrzeugs wird das Leuchtturmprojekt „Emissionsfreie Straßenmeisterei (LKES²)“ formell abgeschlossen sein.⁵⁵ Ein Anschluss- oder Nachfolgeprojekt ist aufgrund fehlender Fördermittel in diesem Bereich derzeit nicht geplant.⁵⁶ Seitens des Landkreises Esslingen besteht jedoch weiterhin Interesse an der Entwicklung und Anwendung emissionsfreier Technologien. Der Landkreis ist daher in engem Austausch mit der Hochschule Esslingen, um neue Möglichkeiten zu sondieren.⁵⁷

Exkurs: Wie funktioniert ein Brennstoffzellenfahrzeug?

Ein Wasserstoffauto mit Brennstoffzelle ist im Wesentlichen eine Variante des Elektroautos. Dabei nutzt ein Wasserstofffahrzeug einen Elektromotor, der durch eine Brennstoffzelle angetrieben wird. Diese erzeugt elektrische Energie nach dem Prinzip der umgekehrten Elektrolyse. Bei dieser chemischen Reaktion reagieren Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser, Wärme und Strom. Der Strom wird entweder direkt für den Antrieb genutzt oder in einer Batterie gespeichert.⁵⁸

Im Gegensatz zu herkömmlichen Elektrofahrzeugen benötigen Wasserstofffahrzeuge keine großen Akkus, sondern lediglich einen Wasserstofftank, was Gewicht einspart⁵⁹ und besonders bei schweren Fahrzeugen wie Bussen und Lkws vorteilhaft ist.⁶⁰

Zur Veranschaulichung ist in Abbildung 4 der technische Aufbau des ersten 4,6-Tonnen-Brennstoffzellenfahrzeugs des Landkreises Esslingen zu sehen.

⁵⁵ vgl. Interviewauszug Rdnr. 31 (Anlage 8).

⁵⁶ vgl. Interviewauszug Rdnr. 32, 37 (Anlage 8).

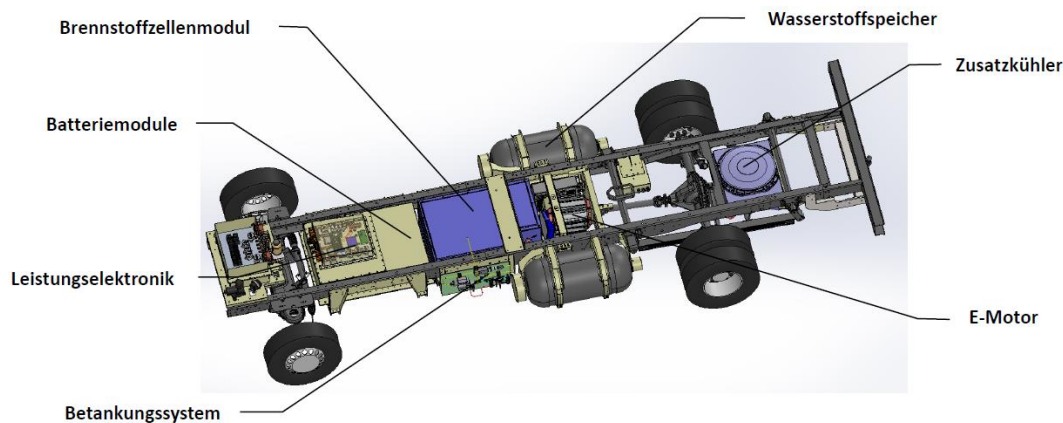
⁵⁷ vgl. Interviewauszug Rdnr. 38 (Anlage 8).

⁵⁸ swb Magazin, o. D.

⁵⁹ ADAC Redaktion, 2023.

⁶⁰ swb Magazin, o. D.

Abbildung 4: Technischer Aufbau 4,6-Tonnen-Brennstoffzellenfahrzeug



Quelle: Informationsplakat - Emissionsfreie Straßenmeisterei LKES² (Anlage 10).

Die Besonderheit am Brennstoffzellenfahrzeug des Landkreises Esslingen ist, dass es ebenso rein batterieelektrisch gefahren und an herkömmlichen Ladesäulen geladen werden kann. Somit handelt es sich um das weltweit erstes Nutzfahrzeugkonzept mit wahlweise batterieelektrischem oder brennstoffzellenelektrischem Antrieb.⁶¹

3.3 Motivation und Ziele

Die Motivation für das Leuchtturmprojekt des Landkreises Esslingen basiert auf mehreren zentralen Aspekten, die sowohl ökologische als auch wirtschaftliche Zielsetzungen umfassen.

Klimaschutz

Die Umweltproblematik und die Notwendigkeit, CO₂-Emissionen zu reduzieren, sind zentrale Antriebskräfte. CO₂ wird mit extremen Wetterereignissen, dem globalen Temperaturanstieg und Umweltschäden in Verbindung gebracht, was ein Umdenken erforderlich macht. Der Umstieg von fossilen Energieträgern auf erneuerbare Energien ist hier der Schlüssel. Im Individual- und Verkehrsbereich bedeutet dies eine Abkehr von Verbrennungsmotoren hin zu Brennstoffzellen und Elektromobilität. Der Landkreis Esslingen hat hier eine Vorreiterrolle eingenommen und

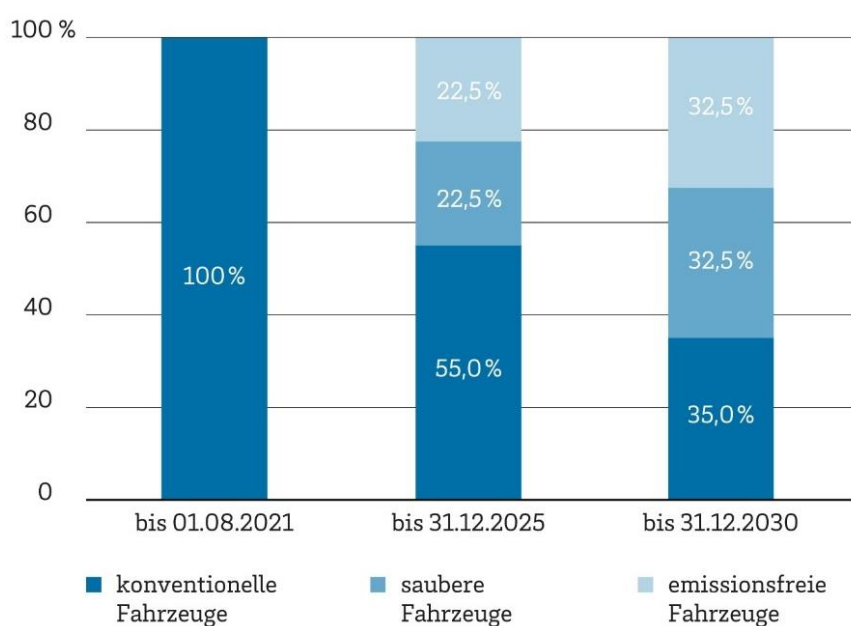
⁶¹ Informationsplakat - Emissionsfreie Straßenmeisterei LKES² (Anlage 10)

engagiert sich aktiv dafür, diese Technologien zu unterstützen und die Umstellung voranzutreiben.⁶²

Ein zentraler Aspekt ist die aktuelle Klimaschutzpolitik, die sowohl auf internationaler sowie regionaler Ebene immer mehr an Bedeutung gewinnt.⁶³

Es existieren EU-Richtlinien, wie die Clean Vehicles Directive (CVD).⁶⁴ Diese Richtlinie gibt Kommunen und Verkehrsunternehmen Mindestquoten für die Beschaffung sauberer⁶⁵ und emissionsfreier⁶⁶ Fahrzeuge vor. Bis 2025 müssen mindestens 22,5% der neuen Busse emissionsfrei sein und bis 2030 wird dieser Anteil auf 32,5% erhöht.⁶⁷ Die Abbildung 5 veranschaulicht dies.

Abbildung 5: Vorgabe der Clean Vehicles Directive (CVD)



Quelle: Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, o. D.

⁶² vgl. Interviewauszug Rdnr. 2 (Anlage 8).

⁶³ vgl. Interviewauszug Rdnr. 78 (Anlage 8).

⁶⁴ Europäische Union, 2019.

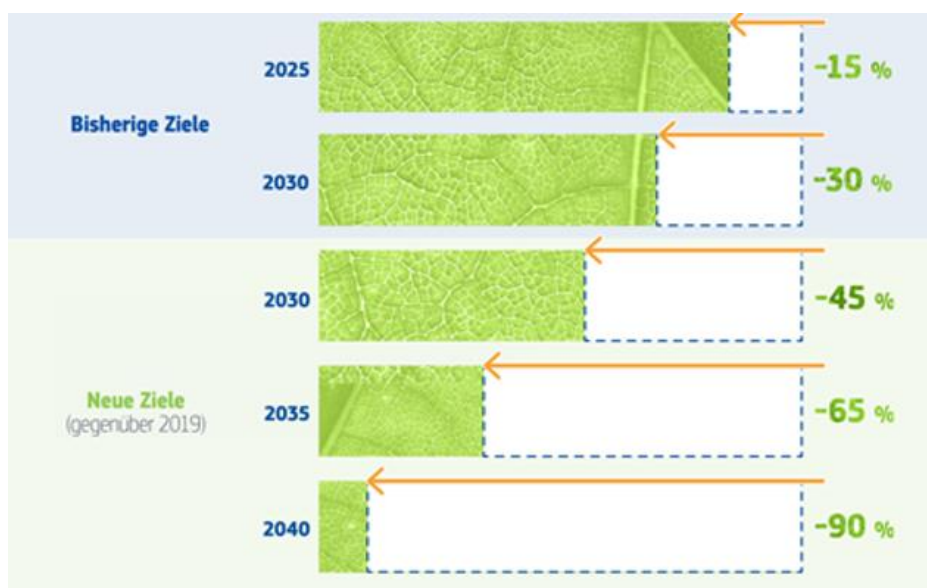
⁶⁵ Ein Omnibus gilt als „sauberes Fahrzeug“, sofern er mit alternativen Kraftstoffen, definiert nach Artikel 2 (1) der Richtlinie 2014/94/EU betrieben wird. (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, o. D.).

⁶⁶ Die Kommission sieht ausschließlich batterieelektrische Busse und Wasserstoffbrennstoffzellen-Busse als „emissionsfrei“ an. (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, o. D.).

⁶⁷ Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, o. D.

Neben der CVD gibt es eine EU-Verordnung 2024/1610⁶⁸, die bis 2040 eine starke Reduktion der CO₂-Emissionen bei schweren Nutzfahrzeugen vorsieht. Diese Verordnung umfasst nahezu alle Emissionen von schweren Nutzfahrzeugen, da sie nicht nur für schwere Lastkraftwagen, sondern auch für mittelschwere Lastkraftwagen (mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse über 3,5 Tonnen), Stadtbusse, Reisebusse und Fernbusse gilt.⁶⁹ Die neuen CO₂-Emissionsnormen für schwere Nutzfahrzeuge sind der Abbildung 6 zu entnehmen.

Abbildung 6: CO₂-Emissionsnormen für schwere Nutzfahrzeuge



Quelle: Abschlussbericht „Potenzialermittlung Wasserstoff“, S. 12 (Anlage 9).

Der öffentliche Sektor und damit auch die Landkreise sollten bei der Umsetzung dieser gesetzlichen Vorgaben als Vorbild vorangehen.⁷⁰ So trägt der Landkreis Esslingen mit seinem Projekt zum Voranbringen der Wasserstoff- und Brennstofftechnologien in der Region bei.

⁶⁸ Europäische Union, 2024.

⁶⁹ Europäische Kommission - Reduzierung der CO₂-Emissionen von schweren Nutzfahrzeugen, o. D.

⁷⁰ vgl. Interviewauszug Rdnr. 86 (Anlage 8).

Es ist wichtig zu beachten, dass ein umfassender Klimaschutz durch das Projekt nur dann gewährleistet ist, wenn der Wasserstoff für den Betrieb der Brennstoffzellenfahrzeuge emissionsfrei produziert wird. Dies ist bei „grünem Wasserstoff“ der Fall, welcher durch Strom aus erneuerbaren Energiequellen wie Windkraft, Wasserkraft oder Sonnenenergie gewonnen wird.⁷¹ Das ist beim aktuellen Brennstoffzellenfahrzeug aufgrund der fehlenden Infrastruktur von grünem Wasserstoff noch nicht der Fall.⁷²

Außer grünem Wasserstoff gibt es noch weitere Arten von Wasserstoff, die sich je nach Herstellungs- oder Gewinnungsart und den dabei entstehenden CO₂-Emissionen unterscheiden.⁷³ Abbildung 7 zeigt eine Farbpalette des Wasserstoffs, aufgeschlüsselt nach der CO₂-Intensität der Herstellung.

Abbildung 7: Farbpalette des Wasserstoffs



Quelle: Salzburg AG für Energie, Verkehr und Telekommunikation, o. D.

⁷¹ Die Bundesregierung, 2023.

⁷² Landkreis Esslingen Pressemitteilung 231/2022, S. 3 (Anlage 11).

⁷³ EnBW - Grün, blau, türkis... das bedeuten die Wasserstoff-Farben, o. D.

Wirtschaftsförderung

Nicht nur der Klimaschutz, sondern auch die Unterstützung der regionalen Industrie stehen im Fokus. Daher ist die Wirtschaftsförderung ein zentrales Motiv.

Der Landkreis Esslingen befindet sich in der Region Stuttgart, welche stark von der Automobilindustrie und dem Maschinenbau geprägt ist. Der tiefgreifende Wandel im Bereich des Antriebsstrangs macht sich im Landkreis Esslingen daher in besonderem Maße bemerkbar.⁷⁴

Die Förderung von Brennstoffzellenfahrzeugen dient insbesondere der Marktaktivierung des Brennstoffzellen-Antriebsstrangs.⁷⁵ Das Ziel ist, aus der Marktaktivierung einen Markthochlauf zu generieren, damit die Technologien Eingang in die Industrie des Landkreises Esslingen finden.⁷⁶ Langfristig soll das zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit, mehr Innovationskraft und einem ausgeprägten Arbeitsmarkt in der Region führen.^{77,78}

Die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie ist zwar nur einer von vielen Bausteinen beim Transformationsprozess, jedoch erhofft sich der Landkreis positive Effekte für die Automobilindustrie und den Maschinenbau inklusive sämtlicher Zulieferbetriebe.⁷⁹

Das Leuchtturmprojekt trägt dazu bei, den Landkreis Esslingen zukunftsfähig aufzustellen, indem es den Weg für wirtschaftlichen Erfolg und Nachhaltigkeit ebnet.

3.4 Projektbeteiligte und ihre Rolle

Das Leuchtturmprojekt umfasst eine Vielzahl von sektorübergreifenden Akteuren, was die Planung und Umsetzung besonders komplex gestaltet. Diese Vielfalt an Beteiligten reicht von technischen Experten und Fahrzeugherstellern über administrative Koordinatoren bis hin zu Fördergebern und begleitenden Institutionen. Jeder dieser Akteure bringt spezifische Fachkenntnisse und Verantwortlichkeiten ein, die für den Erfolg des Projekts unerlässlich sind. Die Koordination und Integration

⁷⁴ vgl. Interviewauszug Rdnr. 127 (Anlage 8).

⁷⁵ vgl. Interviewauszug Rdnr. 44 (Anlage 8).

⁷⁶ vgl. Interviewauszug Rdnr. 126 (Anlage 8).

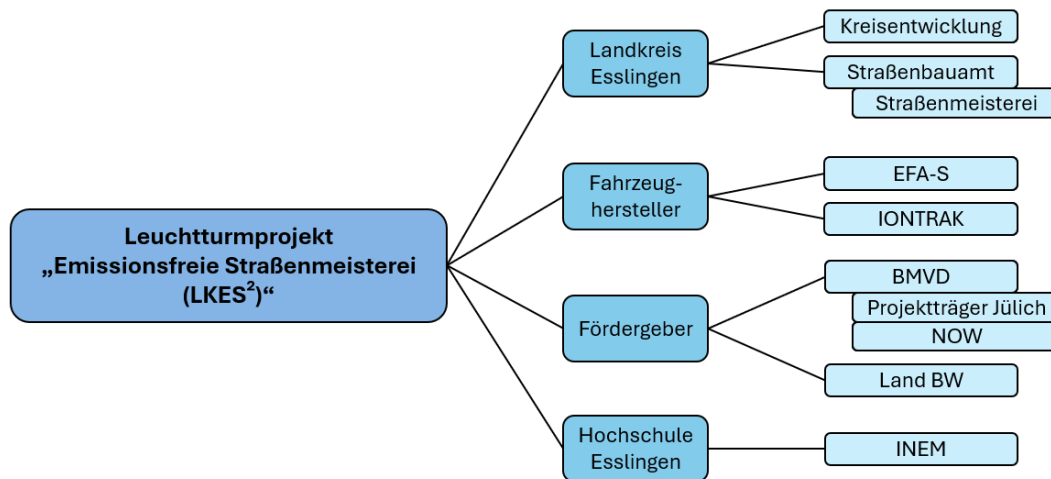
⁷⁷ vgl. Interviewauszug Rdnr. 80 (Anlage 8).

⁷⁸ vgl. Interviewauszug Rdnr. 81 (Anlage 8).

⁷⁹ vgl. Interviewauszug Rdnr. 127 (Anlage 8).

dieser unterschiedlichen Beiträge erfordern eine sorgfältige Abstimmung und effektive Kommunikation, um die Ziele des Projekts erfolgreich zu erreichen. Zur besseren Überschaubarkeit der Beteiligten ist in Abbildung 8 eine kompakte Darstellung der Projektbeteiligten zu finden.

Abbildung 8: Kompakte Darstellung der Projektbeteiligten



Quelle: Eigene Darstellung.

Das Leuchtturmprojekt ist eine Initiative des Landratsamts Esslingen, daher übernimmt dieses sowohl die administrative als auch die betriebliche Verantwortung für das Projekt.

Im Sachgebiet Kreisentwicklung sorgt das Landratsamt für die administrative Projektkoordination und das Projektmanagement. Das Sachgebiet Kreisentwicklung ist unter anderem dafür zuständig, die Wasserstoffthemen des Landkreises zu koordinieren, und bildet im Projekt die Schnittstelle zu allen Projektbeteiligten. Neben der Sachgebietsleitung zählt zum Sachgebiet Kreisentwicklung seit Januar 2024 ein Wasserstoffkoordinator.⁸⁰

Das Straßenbauamt des Landratsamts ist für die praktischen Aspekte des Projekts zuständig, wie die Durchführung von Testfahrten und das Probetanken des ersten

⁸⁰ vgl. Interviewtranskript – Axel Kübler, Thomas Eisenmann, S. 1 (Anlage 5).

Brennstoffzellenfahrzeugs.⁸¹ Die Fahrzeuge sind für den Fuhrpark der Straßenmeisterei Esslingen vorgesehen, welche dem Straßenbauamt untergeordnet ist.

Die Fahrzeughersteller sowie deren Zulieferunternehmen sind ausschlaggebend für die Umsetzung des Projekts. Die EFA-S GmbH ist der Hersteller des ersten Brennstoffzellennutzfahrzeugs für den Landkreis Esslingen. EFA-S kümmerte sich maßgeblich um die Beschaffung aller nötigen Komponenten und Konstruktion des prototypischen Fahrzeugs. Hierzu zählte auch die Zusammenarbeit mit Zulieferern und weiteren Kleinunternehmen, die zur technischen Umsetzung beitrugen.⁸²

Nach der Insolvenz der Firma EFA-S im Jahr 2023 konnte die IONTRAK energy GmbH als Nachfolgeunternehmen ernannt werden. Die Konzeptentwicklung und Fertigstellung des zweiten Brennstoffzellennutzfahrzeug liegt seit der Übergabe bei der Firma IONTRAK.⁸³

Das Leuchtturmprojekt wird von zwei Fördergebern begleitet, welche die finanziellen Mittel und damit die notwendige Unterstützung für das Projekt bereitstellen. Zum einen ist das im Rahmen einer Bundesförderung das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) und zum anderen das Land Baden-Württemberg, welches in Form einer Landesförderung beteiligt ist.⁸⁴

Die Bundesförderung wird durch die Nationale Organisation für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) koordiniert, was für den Landkreis Esslingen allerdings nur eine untergeordnete Rolle spielt.⁸⁵ Eine bedeutendere Rolle spielt der Projektträger Jülich, welcher die Abwicklung der Fördermittel des BMVD übernimmt. Der Projektträger fungiert als Bindeglied zwischen dem Landkreis und dem Bundesministerium. Die Förderantragsstellung für die Bundesfördermittel und jegliche weitere Kommunikation über die Förderung lief daher über den Projektträger Jülich ab.⁸⁶

⁸¹ vgl. Interviewauszug Rdnr. 23 (Anlage 8).

⁸² vgl. Interviewauszug Rdnr. 27 (Anlage 8).

⁸³ vgl. Interviewauszug Rdnr. 28 (Anlage 8).

⁸⁴ vgl. Landkreis Esslingen - Projekt emissionsfreie Straßenmeisterei, o. D.

⁸⁵ vgl. Interviewauszug Rdnr. 11 (Anlage 8).

⁸⁶ vgl. Interviewauszug Rdnr. 12 (Anlage 8).

Eine zentrale Rolle in diesem Projekt spielt die Hochschule Esslingen, insbesondere das Institut für nachhaltige Energietechnik und Mobilität (INEM). Bereits vor dem offiziellen Start des Leuchtturmprojekts pflegte der Landkreis gute Kontakte zur Hochschule. Die Verbindung zum INEM ermöglichte die Integration des Leuchtturmprojekts in das übergeordnete H2Rivers-Projekt.⁸⁷ Der Zugang zu diesem größeren Netzwerk war entscheidend für die Beschaffung der notwendigen Fördermittel. Somit ist das Leuchtturmprojekt als ein Teilprojekt des Dachprojekts H2Rivers zu betrachten.⁸⁸

Darüber hinaus brachte die Hochschule ihre umfassende technische Expertise im Bereich der Brennstoffzellentechnologie und Fahrzeugtechnik ein und erstellte die Potenzialermittlung für den Landkreis Esslingen.⁸⁹

3.5 Finanzierung und Förderlandschaft

In diesem Abschnitt werden die finanziellen Strukturen des Leuchtturmprojekts sowie die verschiedenen Fördermittel und Programme beschrieben, die zur Unterstützung und Umsetzung des Projekts beitragen.

Finanzierung

Der prototypische Ansatz der beiden Brennstoffzellenfahrzeuge macht die Entwicklung und Herstellung entsprechend kostenintensiv.⁹⁰ Die Kosten für ein Brennstoffzellenfahrzeug belaufen sich in diesem Fall auf etwa 400.000 €.⁹¹

Das Gesamtvolumen des Projekts beträgt 980.810 €.⁹² Wie im vorherigen Kapitel 3.4 erwähnt, wird das Leuchtturmprojekt durch eine Bundes- sowie Landesförderung unterstützt.

Die Bundesförderung beträgt 388.500 € und die Landesförderung zusätzlich 100.000 € pro Fahrzeug, was sich bei zwei Fahrzeugen auf 200.000 € summiert.^{93,94}

⁸⁷ H2Rivers - Wasserstoff demonstrationsprojekt Region Rhein-Neckar, 2024.

⁸⁸ vgl. Interviewauszug Rdnr. 17 (Anlage 8).

⁸⁹ vgl. Interviewauszug Rdnr. 77 (Anlage 8).

⁹⁰ vgl. Interviewauszug Rdnr. 67 (Anlage 8).

⁹¹ vgl. Interviewauszug Rdnr. 93 (Anlage 8).

⁹² Kurzprotokoll Sitzung, S. 3 (Anlage 12).

⁹³ Kurzprotokoll Sitzung, S. 3 (Anlage 12).

⁹⁴ vgl. Interviewauszug Rdnr. 14 (Anlage 8).

Der Landkreis Esslingen übernimmt 55% der verbleibenden Kosten, die nicht durch Fördergelder gedeckt sind. Da sich die Straßenmeisterei Esslingen auch um die Straßen des Landkreises Göppingen kümmert, entfallen ca. 45% der verbleibenden Kosten auf den Landkreis Göppingen. Die genannten Beträge sowie die verbleibenden Kosten für den Landkreis sind in Tabelle 2 zusammengefasst.⁹⁵

Tabelle 2: Kostenaufstellung Leuchtturmprojekt

Gesamtkosten Brennstoffzellen-Fahrzeuge	950.810 EUR
davon Zuwendung Bund	388.500 EUR
davon Zuwendung Land	200.000 EUR
verbleibende Kosten Landkreise (ES,GP)	362.310 EUR
Davon Anteil Landkreis Esslingen (ca. 55 %)	199.270 EUR

Quelle: Kurzprotokoll Sitzung, S. 3 (Anlage 12).

Nach aktuellem Stand kann das Projekt unter Einhaltung des Projektbudgets fertiggestellt werden.⁹⁶

Bundesförderung

Die Bundesförderung des Leuchtturmprogramms ist auf eine Initiative des BMDV zurückzuführen. Diesem liegt das „Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie Phase II 2016 – 2026“ (NIP II) zugrunde. Das Ziel dieses nationalen Investitionsprogramms ist die wettbewerbsfähige Etablierung von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie im Verkehrssektor.⁹⁷

Für die Umsetzung des NIP II und der damit einhergehenden Fördermaßnahmen hat das BMDV den Projektträger Jülich in Kooperation mit der NOW beauftragt.⁹⁸ Anlehnend an die Förderrichtlinie für Forschung, Entwicklung und Innovation des NIP II wurden sogenannte Förderinitiativen eröffnet.

⁹⁵ Kurzprotokoll Sitzung, S. 3 (Anlage 12).

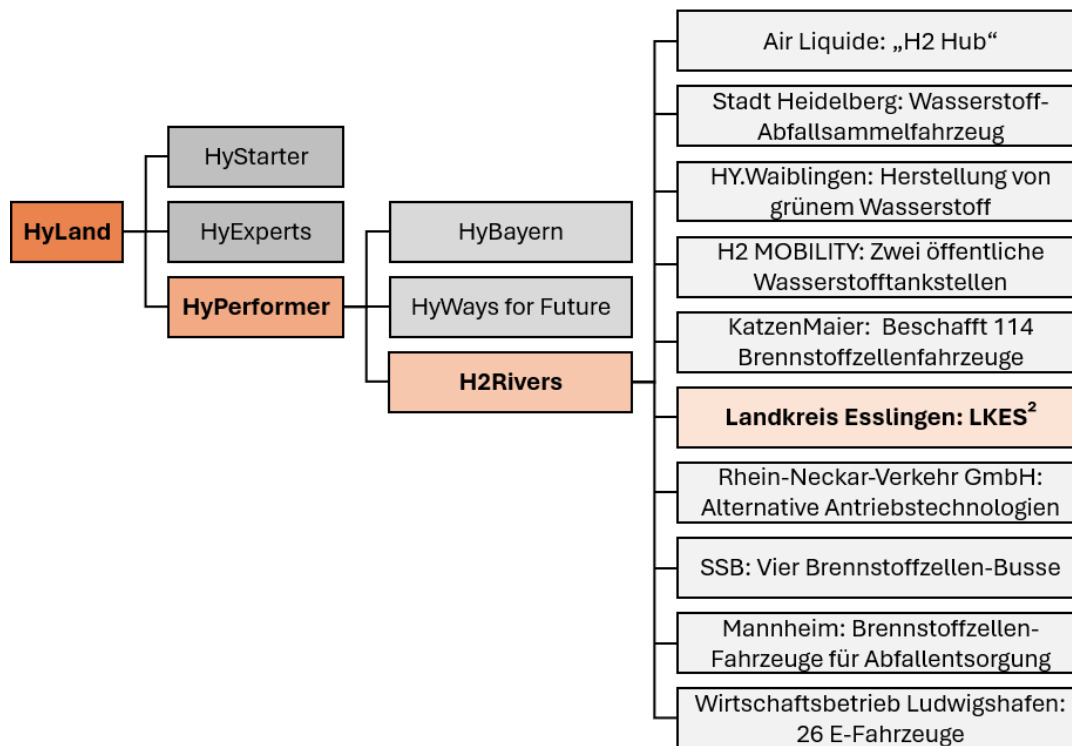
⁹⁶ vgl. Interviewauszug Rdnr. 21 (Anlage 8).

⁹⁷ Bundesministerium Für Wirtschaft Und Klimaschutz, o. D.

⁹⁸ PTJ: HYLand – Wasserstoffregionen in Deutschland (Aufruf 1), o. D.

Eine dieser Förderinitiativen ist das Programm „HyLand – Wasserstoffregionen in Deutschland“. Um das Konstrukt der Förderinitiativen und ihrer Untergruppen besser zu verstehen, wird eine Veranschaulichung in Abbildung 9 gezeigt.

Abbildung 9: HyLand Regionenförderungen



Quelle: Eigene Darstellung.

Die Förderinitiative HyLand ist eine Regionenförderung, zu welcher drei Kategorien zählen. Gefördert werden Regionen und Kommunen, welche:

- die Potenziale der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie vor Ort erkennen – HyStarter,
- tragfähige Konzepte erstellen – HyExperts
- und zusammen mit Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft aktiv umsetzen – HyPerformer.⁹⁹

⁹⁹ Projektträger Jülich - Wasserstoffregionen in Deutschland, o. D.

Zu den HyPerformern I zählen drei Regionen in ganz Deutschland.¹⁰⁰ Eine dieser drei Regionen ist die Metropolregion Rhein-Neckar, unter welcher das Projekt „H2Rivers“ läuft. Das Leuchtturmprojekt ist eins von zehn Teilprojekten des H2Rivers-Programms.¹⁰¹

Zusammengefasst zählt das Leuchtturmprojekt des Landkreises Esslingen zum Verbundprojekt H2Rivers und ist den HyPerformern der HyLand-Regionenförderung zuzuordnen.

Landesförderung

Die Landesförderung des Landes Baden-Württemberg beruht auf der „Landesinitiative Elektromobilität III“ des Ministeriums für Verkehr. Das Ziel dieser Initiative ist, Baden-Württemberg innerhalb Deutschlands zum Zentrum der Entwicklung und Produktion sowie zum Leitmarkt im Bereich der E-Mobilität zu machen.¹⁰²

¹⁰⁰ HyLand, 2023.

¹⁰¹ H2Rivers - Wasserstoff demonstrationsprojekt Region Rhein-Neckar, 2024.

¹⁰² Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, o. D.

4 Potenzial und Herausforderungen des Leuchtturmprojekts

Im Rahmen dieses Kapitels wird das Potenzial des Leuchtturmprojekts „Emissionsfreie Straßenmeisterei (LKES²)“ sowie die Herausforderungen, welchen sich der Landkreis Esslingen während des Projekts bislang stellte, detailliert betrachtet.

Zusätzlich zum Themenbereich Potenzial, wird auf die „Potenzialermittlung Wasserstoff für den Landkreis Esslingen“ eingegangen, welche vom Institut für nachhaltige Energietechnik und Mobilität (INEM) der Hochschule Esslingen erstellt wurde.

4.1 Potenzial

Der Begriff „Potenzial“ bezieht sich in der Ausarbeitung auf die positiven Auswirkungen und Chancen, die das Leuchtturmprojekt mit sich bringt, sowie auf die möglichen Entwicklungen im Bereich Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien.¹⁰³

Besonders im Bereich der Wirtschaftsförderung und Transformation, einschließlich der dazugehörigen Aspekte, konnte ein erhebliches Potenzial für den Landkreis Esslingen identifiziert werden.

4.1.1 Wirtschaftsförderung

Die Wirtschaftsförderung stellt einen zentralen Bereich des Potenzials des Leuchtturmprojekts dar. Wirtschaftsförderung umfasst gezielte Maßnahmen der Wirtschaftspolitik, die bestimmte wirtschaftliche Aktivitäten oder Verhaltensweisen unterstützen. Diese Maßnahmen sollen dazu beitragen, Bereiche zu fördern, die allein durch Marktkräfte nicht zu den gewünschten Zielen führen würden.¹⁰⁴

Einige Aspekte der Wirtschaftsförderungen werden weiterführend vorgestellt.

Das Leuchtturmprojekt bietet ein hohes Potenzial, den Markt für Brennstoffzellentechnologie in der Region zu beleben. Die Marktaktivierung dient dabei als Vorstufe des Markthochlaufs. Ein stabiler Markt wäre erreicht, wenn sowohl eine ausreichende Infrastruktur für die Treibstoffversorgung und Wartung der

¹⁰³ Duden.de, 2023.

¹⁰⁴ Klodt, 2018.

Brennstoffzellenfahrzeuge vorhanden ist als auch die Produktionskosten der Fahrzeuge wettbewerbsfähig sind.¹⁰⁵ Das Leuchtturmprojekt regt Investitionen in die Region an, damit wird nicht nur der wirtschaftliche Standort gestärkt, sondern auch die technologische Vorreiterrolle des Landkreises Esslingen gefestigt.

Während der Implementierung des Projekts konnte der Landkreis eine enorme Wissensbasis und Lernpraxis im Bereich nachhaltiger Mobilität erzeugen. Dies kann sich der Landkreis zu Nutze machen, wenn es um die weitere Umsetzung der Clean Vehicles Directive (CVD) und anderer Regelungen geht.¹⁰⁶

Außerdem generiert das Projekt Wissen für Studierende der Hochschule Esslingen und fördert den Transfer von Wissen aus der Hochschule in die freie Wirtschaft.¹⁰⁷

Das Leuchtturmprojekt bietet eine hohe Sichtbarkeit in der Presse, die durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit weiter gestärkt wird. Diese mediale Präsenz erhöht das öffentliche Bewusstsein für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Die erhöhte Sichtbarkeit fördert das öffentliche Interesse und die Akzeptanz neuer Technologien im Bereich nachhaltiger Mobilität.¹⁰⁸

4.1.2 Transformation

Der Begriff „Transformation“ bezieht sich in diesem Fall auf den Strukturwandel in der Automobilindustrie, der durch die Einführung von Brennstoffzellen und die Elektrifizierung des Antriebsstrangs verursacht wird.¹⁰⁹

Zwei Aspekte, die zum Strukturwandel und damit zur Transformation beitragen werden im Folgenden vorgestellt.

Das Projekt fördert die Transformation, indem es einen innovativen Ansatz verfolgt. Die prototypischen Brennstoffzellennutzfahrzeuge treiben neue technologische Lösungen und Anwendungen im Bereich Wasserstoff und Brennstoffzellen

¹⁰⁵ Projektträger Jülich - Nationales Innovationsprogramm, o. D.

¹⁰⁶ vgl. Interviewauszug Rdnr. 102 (Anlage 8).

¹⁰⁷ vgl. Interviewauszug Rdnr. 99 (Anlage 8).

¹⁰⁸ vgl. Interviewauszug Rdnr. 43 (Anlage 8).

¹⁰⁹ BMWK - Bundesministerium Für Wirtschaft Und Klimaschutz, o. D.

voran. Diese Innovationskraft stärkt die Rolle der Region als Vorreiter im Bereich nachhaltiger Mobilität und trägt zur Entwicklung neuer Technologien bei.¹¹⁰

Das Leuchtturmprojekt leistet einerseits einen Beitrag zur Transformation der Straßenmeisterei und bildet andererseits die Grundlage für den Ausbau der vorhandenen Wasserstoffinfrastruktur. Es schafft wichtige Anknüpfungspunkte für zukünftige Projekte und ist ein bedeutender Treiber für den Umstieg auf grünen Wasserstoff. Der Aufbau einer umfassenden Wasserstoffinfrastruktur ist ein zentraler Aspekt der Transformation im Antriebsstrang.¹¹¹

4.1.3 Potenzialermittlung

Das INEM der Hochschule Esslingen finalisierte im Dezember 2023 die beauftragte Potenzialermittlung für den Landkreis Esslingen.¹¹² Einige Inhalte können als Chancen bzw. Anknüpfungspunkte für das Leuchtturmprojekt interpretiert werden. Die Hochschule betrachtete drei Themenfelder, um daraus Handlungsfelder und eine konkrete Umsetzungsstrategie für den Landkreis Esslingen zu entwickeln. Die Themenfelder lauten:

- Wasserstoffnutzfahrzeuge,
- Wasserstoffinfrastruktur und
- Wasserstoff in der Industrie.

Für den Landkreis Esslingen empfehlen sich demnach Brennstoffzellenfahrzeuge, insbesondere Busse, da diese eine vielversprechende Option für den emissionsfreien Verkehr darstellen. Brennstoffzellenbusse sind technisch bewährt und im Vergleich zu Batteriebusen bei langen Reichweiten oft im Vorteil.¹¹³

Das Interesse an Brennstoffzellen-Lkw ist bei privaten und öffentlichen Akteuren im Landkreis vorhanden, jedoch unter der Voraussetzung, dass sich das Angebot an Brennstoffzellen-Lkw, die Wasserstoffinfrastruktur und die Förderungen

¹¹⁰ vgl. Interviewauszug Rdnr. 73 (Anlage 8).

¹¹¹ vgl. Interviewauszug Rdnr. 138-140 (Anlage 8).

¹¹² Abschlussbericht „Potenzialermittlung Wasserstoff“ (Anlage 9).

¹¹³ Abschlussbericht „Potenzialermittlung Wasserstoff“ S. 22 (Anlage 9).

verbessern. Ein breiter Markteintritt ist unter diesen Bedingungen noch vor den Jahr 2030 zu erwarten.¹¹⁴

Der Landkreis Esslingen ist durch die geplanten H₂-Pipelines des Projekts H2 GeNeSiS¹¹⁵ und der terranets bw GmbH¹¹⁶ besonders gut für den Aufbau einer regionalen Wasserstoffwirtschaft positioniert.¹¹⁷

Das Projekt H2 GeNeSiS plant ein umfassendes Wasserstoffsystem für die Region Stuttgart, einschließlich des Aufbaus von Wasserelektrolyseuren im Hafen Stuttgart (Stuttgart-Gaisburg). Der Wasserstoff für die Modellregion soll dort mithilfe von Strom aus erneuerbaren Energien produziert werden, sodass grüner Wasserstoff aus regionaler Erzeugung zur Verfügung stehen wird.¹¹⁸ Eine H₂-Pipeline zwischen Stuttgart-Gaisburg und Esslingen soll bis 2025/2026 in Betrieb genommen werden.¹¹⁹

Die Süddeutsche Erdgasleitung (SEL) von terranets bw, die von Lampertheim in Hessen bis nach Esslingen verläuft, wird bis 2030 von Erdgas auf Wasserstoff umgestellt.^{120,121} Diese Infrastrukturen schaffen die Grundlage für eine umfassende Wasserstoffversorgung im Landkreis Esslingen und darüber hinaus.

Ab dem Jahr 2030 sind große Wasserstoffbedarfe in der Industrie zu erwarten. EnBW plant, das Kraftwerk Altbach/Deizisau auf Wasserstoff umzustellen und wird dadurch voraussichtlich ein signifikanter Abnehmer von Wasserstoff.¹²² Die Nutzung von vorrangig grünem Wasserstoff als Ersatz für Erdgas kann helfen, CO₂-Emissionen erheblich zu reduzieren, weshalb auch einige Unternehmen in der Region als potenzielle H₂-Abnehmer gelten.¹²³ Trotz des vergleichbar geringen Bedarfs ist hier ebenso die Straßenmeisterei mit ihren Brennstoffzellenfahrzeugen

¹¹⁴ Abschlussbericht „Potenzialermittlung Wasserstoff“, S. 22 (Anlage 9).

¹¹⁵ vgl. H2 GeNeSiS, o. D.

¹¹⁶ vgl. terranets bw, o. D.

¹¹⁷ Abschlussbericht „Potenzialermittlung Wasserstoff“, S. 34 (Anlage 9).

¹¹⁸ H2 GeNeSiS, o. D.

¹¹⁹ Abschlussbericht „Potenzialermittlung Wasserstoff“, S. 31 (Anlage 9).

¹²⁰ terranets bw, o. D.

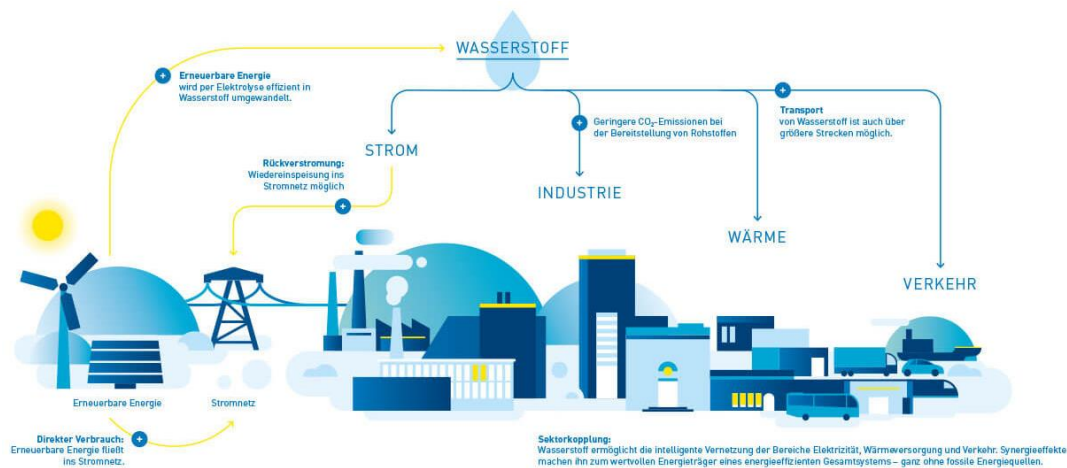
¹²¹ Abschlussbericht „Potenzialermittlung Wasserstoff“, S. 29 (Anlage 9).

¹²² EnBW - Von Kohle über Erdgas zu Wasserstoff, o. D.

¹²³ Abschlussbericht „Potenzialermittlung Wasserstoff“, S. 41 (Anlage 9).

hinzuzuzählen. Wie die synergetische Vernetzung durch Wasserstoff aussieht, ist der Abbildung 10 zu entnehmen.

Abbildung 10: Synergetische Vernetzung durch Wasserstoff



Quelle: SMA Solar Technology AG, 2022.

Im Fazit der Potenzialermittlung zeigt sich, dass Wasserstoff der Region große Chancen bietet. Der Landkreis Esslingen positioniert sich bereits jetzt deutlich im Zukunftsfeld der Wasserstofftechnologien und beherbergt zahlreiche Unternehmen und Projekte, die strategisch auf Wasserstoff setzen.¹²⁴

4.2 Herausforderungen

Nachdem das Potenzial des Projekts LKES² ausführlich beschrieben wurde, stellt sich die Frage, welche Schwierigkeiten und Herausforderungen der Landkreis bei der Realisierung des Projekts bewältigen musste, um die gesetzten Ziele zu erreichen. Im weiteren Verlauf werden die Herausforderungen im Zusammenhang mit der technischen Umsetzung, den Projektpartnern und der Finanzierung betrachtet.

4.2.1 Technische Umsetzung

Da es sich bei den Brennstoffzellenfahrzeugen um Prototypen handelt, stellte die technische Umsetzung des ersten Fahrzeugs, zu Beginn des Projekts, eine riesige

¹²⁴ Abschlussbericht „Potenzialermittlung Wasserstoff“, S. 50 (Anlage 9).

Herausforderung dar. Zu dieser Zeit gab es noch keine etablierten Standards oder umfassenden Erfahrungen mit dieser Technologie. Die Integration von Brennstoffzellen in Fahrzeuge erforderte umfangreiche Anpassungen.¹²⁵

Zusätzlich war die Wasserstoffinfrastruktur zu Beginn des Projekts unzureichend entwickelt, was auch heute noch der Fall ist. In ganz Deutschland gibt es aktuell insgesamt 75 Wasserstofftankstellen.¹²⁶ Besonders entscheidend war deshalb die 700-Bar-Tankstelle in Wendlingen. Ohne diese Tankstelle hätte das Projekt wahrscheinlich nicht realisiert werden können, da es an alternativen Tankmöglichkeiten fehlt.¹²⁷

Die TÜV-Zulassung des Brennstoffzellenfahrzeugs stellte eine weitere Hürde dar. Da es sich um ein nicht standardisiertes Fahrzeug handelte, war für die Straßenzulassung ein Einzelgutachten durch den TÜV erforderlich. Für die Prüfer ist eine solche Technologie nicht alltäglich, daher musste ein Sondergutachten angefertigt werden, was kostspieliger ist als bei konventionellen Fahrzeugen.¹²⁸

Darüber hinaus stellte die Wartung des Fahrzeugs eine Herausforderung dar, insbesondere nach dem Wechsel des Herstellers. Anfangs bot EFA-S Wartungsverträge an, doch als das Unternehmen nicht mehr zur Verfügung stand, musste IONTRAK einspringen, was zusätzliche Kosten verursachte und die Garantieansprüche komplizierter machte.¹²⁹

4.2.2 Projektpartner

Die Zusammenarbeit mit Projektpartnern brachte ebenfalls komplexe Herausforderungen mit sich. Die Beschaffung und Integration der benötigten Komponenten gestaltete sich schwierig, da es keinen etablierten Zuliefermarkt für Brennstoffzellentechnologie gab. Das Unternehmen EFA-S musste einzelne Komponenten von

¹²⁵ vgl. Interviewauszug Rdnr. 41 (Anlage 8).

¹²⁶ H2Mobility, o. D.

¹²⁷ vgl. Interviewauszug Rdnr. 51 (Anlage 8).

¹²⁸ vgl. Interviewauszug Rdnr. 56, 57 (Anlage 8).

¹²⁹ vgl. Interviewauszug Rdnr. 59 (Anlage 8).

verschiedenen Anbietern beziehen und diese in ein funktionierendes Gesamtsystem integrieren. Dies war aufwendig und zeitintensiv.¹³⁰

Zudem brachte die Beschaffung des Chassis von der russischen Firma GAZ zusätzliche Komplikationen durch die Russland-Sanktionen mit sich, was eine detaillierte rechtliche Prüfung erforderlich machte. Lieferverzögerungen, verstärkt durch geopolitische Ereignisse wie den Ukrainekrieg, belasteten die Zeitpläne zusätzlich.¹³¹

Ein weiteres bedeutendes Problem, das es zu lösen galt, war die Insolvenz des Fahrzeugherstellers EFA-S. Ursprünglich war geplant, dass die Firma EFA-S das zweite Fahrzeug liefern sollte. Nach der Insolvenz musste eine Nachfolgefirma gefunden werden, die das zweite Fahrzeug herstellen konnte, idealerweise innerhalb des vorgegebenen Kostenrahmens. Die Nachfolgefirma IONTRAK übernahm schließlich die Produktion des zweiten Fahrzeugs. Dies erforderte jedoch eine erneute Verhandlung mit den Fördergebern, da die Fördermittel an den ursprünglichen Hersteller gebunden waren. IONTRAK konnte das Fahrzeug im gleichen Kostenrahmen anbieten, was eine wesentliche Voraussetzung für die Fortführung des Projekts war.¹³²

4.2.3 Finanzierung

Für die Finanzierung des Leuchtturmprojekts war eine komplexe Vorarbeit nötig, vorangestellt die Gremien auf Kreisebene von der Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit des Projekts zu überzeugen. Die Überzeugungsarbeit erforderte umfassende Informationen im Ausschuss für Technik und Umwelt (ATU), um zu zeigen, dass das Projekt eine sinnvolle Investition darstellt. Diese intensive Arbeit führte zu einem einstimmigen Beschluss, für das Leuchtturmprojekt. Diese politische Einigkeit war entscheidend für die weitere Planung und Finanzierung des Projekts.¹³³

Die Finanzierung des Projekts stellte weiterführend eine erhebliche Herausforderung dar. Die Beantragung der Fördergelder war komplex, da die Fördermittel auf

¹³⁰ vgl. Interviewauszug Rdnr. 45 (Anlage 8).

¹³¹ vgl. Interviewauszug Rdnr. 60, 61 (Anlage 8).

¹³² vgl. Interviewauszug Rdnr. 19 (Anlage 8).

¹³³ vgl. Interviewauszug Rdnr. 98 (Anlage 8).

das Gesamtprojekt H2Rivers aufgeteilt wurden und die Fördermittelanträge für die Teilprojekte individuell beim Projektträger Jülich eingereicht werden mussten. Zudem verlangte die NOW eine Erstellung von detaillierten Informationen zu Kostendegressionen.¹³⁴ Dies und die Antragstellung waren aufwendig und bürokratisch. Die Notwendigkeit, umfangreiche Nachweise zu erbringen, und die langen Wartezeiten auf Antworten trugen zur Komplexität bei.¹³⁵

In Zusammenarbeit mit der Hochschule Esslingen, die auch hier Expertise beisteuerte, gelang es, die notwendigen Mittel zu sichern.¹³⁶

¹³⁴ Bei einer Kostendegression sinken die Stückkosten eines Gutes mit jeder zusätzlichen produzierten Einheit dieses Gutes. (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V., o. D.).

¹³⁵ vgl. Interviewauszug Rdnr. 63, 97 (Anlage 8).

¹³⁶ vgl. Interviewauszug Rdnr. 76 (Anlage 8).

5 Erfolgsfaktoren

Aus den Erfahrungen bei der Durchführung des Projekts „Emissionsfreie Straßenmeisterei (LKES²)“ lassen sich mehrere wichtige Erfolgsfaktoren ableiten. Besonders die genannten Herausforderungen in Kapitel 4.3 haben aufschlussreiche Erkenntnisse geliefert, die anderen Regionen mit vergleichbaren Projektansätzen zugutekommen können.

5.1 Identifikation der Erfolgsfaktoren

Die Erfolgsfaktoren wurden mithilfe der gewonnenen Daten aus der empirischen Analyse identifiziert.

Zur Vorbereitung wurden zunächst ausführliche Recherchen über das Leuchtturmprojekt angestellt. Hierzu wurden die Ziele und die Motivation sowie die Projektbeteiligten, die Finanzierung und das Potenzial des Projekts begutachtet.

Die Erkenntnisse daraus sind in Kapitel 3 und 4 festgehalten. Als Hinführung zu den Erfolgsfaktoren wurden anschließend die Herausforderungen des Projekts ermittelt, da sich aus der Bewältigung dieser Herausforderungen die meisten Erfahrungen und Lehren ziehen lassen. Die Herausforderungen sind in Kapitel 4 festgehalten.

Aus den dargestellten Informationen und den Daten der empirischen Analyse konnten die Erfolgsfaktoren identifiziert werden.

5.2 Ergebnis

Die Erfolgsfaktoren des Projekts lassen sich in zwei Hauptkategorien unterteilen, den politischen Willen und das Netzwerk.¹³⁷ Durch die Kombination aller Erfolgsfaktoren konnte das Projekt trotz komplexer Anforderungen und vielfältiger Aufgaben erfolgreich vorangetrieben werden. In Tabelle 3 sind die identifizierten Erfolgsfaktoren zusammengefasst.

¹³⁷ vgl. Interviewauszug Rdnr. 147 (Anlage 8).

Tabelle 3: Erfolgsfaktoren "Emissionsfreie Straßenmeisterei (LKES²)"

Hauptkategorie	Erfolgsfaktoren
Politischer Wille	▪ Politische Entscheidungen und Gremienüberzeugung
	▪ Ressourcen für die Administration
	▪ Förderprogramme und finanzielle Unterstützung
Netzwerk	▪ Partnerschaften und technisches Know-how
	▪ Hochschullandschaft
	▪ Infrastruktur und Wasserstoffversorgung
	▪ Koordination und Projektmanagement

Quelle: Eigene Darstellung.

Im weiteren Verlauf dieses Kapitels werden die Einzelheiten zu diesen Erfolgsfaktoren näher erläutert.

5.3 Politischer Wille

Ein zentrales Element für den Erfolg des Projekts war der starke politische Wille seitens des Landkreises Esslingen. Ohne diesen politischen Rückhalt, wäre das Projekt nur schwer realisierbar gewesen.¹³⁸

Politische Entscheidungen und Gremienüberzeugung

Politische Entscheidungen sind unumgänglich für den Projekterfolg. Hierfür sollte aber zunächst Einigkeit in den entsprechenden Gremien hergestellt werden.¹³⁹ Im Landkreis Esslingen bezieht sich das beispielsweise auf den Ausschuss für Technik und Umwelt (ATU).

Die Gremien sollten im besten Fall in den Entscheidungsprozess einbezogen werden und durch umfassende Informationen von dem jeweiligen Projekt überzeugt werden.¹⁴⁰ Das Leuchtturmprojekt erzielte so einen einstimmigen Beschluss im ATU.

¹³⁸ vgl. Interviewauszug Rdnr. 144, 145 (Anlage 8).

¹³⁹ vgl. Interviewauszug Rdnr. 151 (Anlage 8).

¹⁴⁰ vgl. Interviewauszug Rdnr. 123 (Anlage 8).

Ressourcen für die Administration

Im politischen Raum muss die Unterstützung gesichert sein, ebenso wie die Bereitstellung ausreichender Ressourcen für die Administration eines Projekts.¹⁴¹ Im Falle des Leuchtturmprojekts liegt die Administration beim Sachgebiet Kreisentwicklung, welches bis zum Beginn des Jahres 2024 lediglich aus einer Stelle, der Sachgebietsleitung bestand. Mit der stetig zunehmenden Aufgabenmenge in diesem Bereich wurde im Januar 2024 die neu geschaffene Stelle des Wasserstoffkoordinators besetzt. Dieser ist seither im Sachgebiet für Kreisangelegenheiten angesiedelt.¹⁴²

Förderprogramme und finanzielle Unterstützung

Angesichts der hohen Kosten für Brennstoffzellennutzfahrzeuge sind Projekte in diesem Gebiet ohne finanzielle Unterstützung kaum durchführbar.¹⁴³ Bei einem Gesamtvolumen von 950.810 €¹⁴⁴ war es für den Landkreis Esslingen entscheidend Förderprogramme zu generieren.¹⁴⁵ Das Leuchtturmprojekt wird durch eine Kombination aus Bundes- und Landesfördermitteln unterstützt. Wie im Kapitel 3.5 dargestellt, werden mehr als 60% des Gesamtvolumens durch Fördergelder finanziert, was eine wesentliche Grundlage für die Umsetzung des Vorhabens darstellt.¹⁴⁶

5.4 Netzwerk

Das Netzwerk des Projekts, bestehend aus verschiedenen regionalen und überregionalen Akteuren, war ein weiterer Schlüssel zum Erfolg. Die enge Zusammenarbeit zwischen Unternehmen, Hochschule und öffentlichen Einrichtungen hat maßgeblich dazu beigetragen, dass die Umsetzung möglich wurde.¹⁴⁷

¹⁴¹ vgl. Interviewauszug Rdnr. 52 (Anlage 8).

¹⁴² vgl. Interviewtranskript – Axel Kübler, Thomas Eisenmann, S. 1 (Anlage 5).

¹⁴³ vgl. Interviewauszug Rdnr. 108 (Anlage 8).

¹⁴⁴ Der Betrag des Gesamtvolumens ist aus Tabelle 2 entnommen.

¹⁴⁵ vgl. Interviewauszug Rdnr. 52 (Anlage 8).

¹⁴⁶ Berechnung aus Beträgen der Tabelle 2: $((950.810 \text{ €} - 362.310 \text{ €}) / (950.810 \text{ €})) \cdot 100\% = 61,9\%$

¹⁴⁷ vgl. Interviewauszug Rdnr. 143 (Anlage 8).

Partnerschaften und Technisches Know-how

Die Qualität und das Engagement der Partner tragen maßgeblich zur erfolgreichen Realisierung eines Projekts bei.

Es war notwendig, Unternehmen zu finden, die das technische Know-how für den Bau von Brennstoffzellenfahrzeugen haben. Diese Partner bringen nicht nur ihr Fachwissen ein, sondern auch die Fähigkeit, komplexe Herausforderungen zu meistern.¹⁴⁸ Als Beispiel sind hier die beiden Fahrzeughersteller EFA-S und IONTRAK zu nennen.¹⁴⁹

Zudem wurde auf einen regionalen Wertschöpfungsanteil geachtet. Die Einbindung regionaler Unternehmen förderte nicht nur die regionale Wirtschaft, sondern sicherte auch kurze Lieferketten und eine enge Zusammenarbeit bei der technischen Entwicklung der Fahrzeuge sowie der anschließenden Wartung.¹⁵⁰

Hochschullandschaft

Die Hochschule Esslingen spielte eine zentrale Rolle im Leuchtturmprojekt. Ohne deren wissenschaftliche und technische Expertise sowie Unterstützung bei der Fördermittel-Antragsstellung wäre das Projekt nicht zustande gekommen.¹⁵¹ Daher wird die Hochschullandschaft als eigener Erfolgsfaktor neben den sonstigen Partnerschaften aufgeführt.¹⁵²

Vor einem Projekt, das die Beschaffung von Brennstoffzellennutzfahrzeugen vorsieht, ist es ratsam, eine Bedarfsanalyse oder Wirtschaftlichkeitsbewertung durchzuführen. Dafür bietet es sich an, die Unterstützung einer Hochschule in Anspruch zu nehmen.¹⁵³

Die Hochschule Esslingen war im vorliegenden Fall nicht nur für die wissenschaftliche und technische Bewertung verantwortlich, sondern brachte auch über bestehende Netzwerke Zugang zu anderen Projekten und Förderprogrammen. So konnte der Landkreis Esslingen über die Kontakte der Hochschule in das übergeordnete

¹⁴⁸ vgl. Interviewauszug Rdnr. 50 (Anlage 8).

¹⁴⁹ vgl. Interviewauszug Rdnr. 20 (Anlage 8).

¹⁵⁰ vgl. Interviewauszug Rdnr. 55, 96 (Anlage 8).

¹⁵¹ vgl. Interviewauszug Rdnr. 54 (Anlage 8).

¹⁵² vgl. Interviewauszug Rdnr. 53 (Anlage 8).

¹⁵³ vgl. Interviewauszug Rdnr. 111, 122 (Anlage 8).

Dach-Projekt H2Rivers eingebunden werden, was maßgeblich zur Finanzierung und Realisierung des Leuchtturmprojekts beigetragen hat.¹⁵⁴

Infrastruktur und Wasserstoffversorgung

Die Verfügbarkeit einer Wasserstoffinfrastruktur ist ein kritischer Punkt und zwingend notwendig für die Planung und den Betrieb von Brennstoffzellenfahrzeugen. Die Bereitstellung von Wasserstoff kann über entsprechende Lieferketten oder H₂-Pipelines sowie durch Tankmöglichkeiten für die Fahrzeuge erfolgen.

Ohne die Wasserstofftankstelle in Wendlingen wäre das Projekt des Landkreises vermutlich nicht umgesetzt werden können. Die geplanten H₂-Pipelines – H2 GeNeSiS und SEL – werden dem Landkreis zusätzlich Versorgungssicherheit gewährleisten und aller Voraussicht nach grünen Wasserstoff bringen.

Koordination und Projektmanagement

Eine enge Zusammenarbeit zwischen den zahlreichen Projektpartnern und dem Landkreis war entscheidend. Ein solch umfassendes Netzwerk bringt jedoch die Anforderung mit sich, viele Akteure koordinieren zu müssen. Dafür ist ein umfangreiches Projektmanagement notwendig.

¹⁵⁴ vgl. Interviewauszug Rdnr. 16 (Anlage 8).

6 Fazit

Der Problematik des Klimawandels ist längst bekannt.¹⁵⁵ Weltweite Studien belegen, dass das Verbrennen fossiler Brennstoffe erheblich zur Erderwärmung beiträgt. Die Folgen sind in Form von extremen Wetterereignissen auch direkt vor unserer Haustür spürbar.¹⁵⁶ Es besteht dringender Handlungsbedarf, und der Umstieg von fossilen Brennstoffen auf erneuerbare Energieträger ist unvermeidlich. Dies wird durch gesetzliche Vorgaben der EU und der Bundesregierung untermauert. Deutschland soll beispielsweise bis zum Jahr 2045 klimaneutral werden.¹⁵⁷

Die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie bietet enorme Chancen und Potenziale zur Reduktion von CO₂-Emissionen. Der Landkreis Esslingen hat das erkannt und sich mit seinem Leuchtturmprojekt als Vorreiter im Bereich der Brennstoffzellennutzfahrzeuge positioniert.

Um die Erfolgsfaktoren des Leuchtturmprojekts „Emissionsfreie Straßenmeisterei (LKES²)“ zu identifizieren, war eine umfassende Analyse notwendig. Dies ist auf die hohe Anzahl der beteiligten Akteure und die daraus entstehende Komplexität zurückzuführen. Obwohl die vollständige Umsetzung des Projekts noch aussteht, hat die Analyse gezeigt, dass der bisherige Erfolg maßgeblich auf zwei Grundpfeilern basiert: dem politischen Willen und einem gut ausgebauten Netzwerk des Landkreises. Diese beiden Faktoren waren entscheidend für die Bewältigung der zahlreichen Herausforderungen während der Projektumsetzung. Ohne die engagierte Unterstützung der politischen Akteure und die enge Zusammenarbeit der beteiligten Institutionen wäre das Projekt nicht realisierbar gewesen. Die Einbindung der Hochschule Esslingen, das Know-how regionaler Unternehmen und die Verfügbarkeit von Wasserstoff bildeten das Fundament für den Erfolg.

Die gewonnenen Erkenntnisse liefern wertvolle Hinweise für die Planung und Umsetzung ähnlicher Projekte in anderen Regionen und tragen zur Weiterentwicklung nachhaltiger Infrastrukturprojekte bei.

¹⁵⁵ Ströbele, 2022, S. 86.

¹⁵⁶ Europäische Kommission - Ursachen des Klimawandels, o. D.

¹⁵⁷ Die Bundesregierung - Anteil der Erneuerbaren Energien steigt, 2024.

Wie bereits in der Vorstellung des Projekts erwähnt, fehlen im Bereich der Brennstoffzellennutzfahrzeuge die Fördermittel für die Fortsetzung des Projekts. Aufgrund aktueller Haushaltsprobleme auf Bundesebene stockt die Bereitstellung von Geldern, was nicht nur den Landkreis Esslingen, sondern auch zukünftige Projekte im Bereich der Brennstoffzellennutzfahrzeuge beeinträchtigt.¹⁵⁸

Der Erfolg von Projekten wie der „Emissionsfreien Straßenmeisterei“ hängt maßgeblich von der Verfügbarkeit von Fördermitteln ab. Es bleibt abzuwarten, wie sich die politischen Rahmenbedingungen entwickeln und wie sich das auf die Förderlandschaft auswirken wird.

Ein Optimierungsbedarf besteht in der Herkunft des Wasserstoffs, der für die Brennstoffzellenfahrzeuge genutzt wird. Dieser sollte aus einer emissionsfreien Produktion stammen, um auch die Emissionsfreiheit der Straßenmeisterei zu gewährleisten. Eine große Hoffnung in diesem Zusammenhang sind die zukünftigen H₂-Pipelines H2 GeNeSiS und SEL sowie die Umstellung des Kraftwerks Altbach/Deizisau auf Wasserstoff. Diese Maßnahmen werden voraussichtlich zu sinkenden Wasserstoffpreisen führen und den Einsatz von Wasserstofftechnologien im großen Maßstab attraktiver machen. Dieses Thema lässt sich durch ein Zitat aus dem Interview mit Dr. Oliver Ehret kompakt und prägnant zusammenfassen:

„[...] der Wasserstoff wird zu wesentlich besseren Konditionen bezogen werden, er wird die nötige Qualität haben und er wird grün sein.“¹⁵⁹

Abschließend lässt sich festhalten, dass zwei Brennstoffzellennutzfahrzeuge nicht ausreichen, um den gesamten Bedarf der Straßenmeisterei Esslingen zu decken. Es sind mehr Fahrzeuge erforderlich, dazu zählen beispielsweise weitere 12-Tonnen-Lkws oder Räumfahrzeuge. Das Leuchtturmprojekt ist somit ein Mosaikstein im Gesamtbild des Ziels, die Straßenmeisterei vollständig emissionsfrei zu gestalten. Dennoch stellt es einen bedeutenden Schritt in Richtung nachhaltiger Mobilität für den Landkreis Esslingen und darüber hinaus dar.

¹⁵⁸ „Das Bundesverfassungsgericht hat geurteilt, dass der Bund zur Bekämpfung der Corona-Krise gedachte Gelder nicht für den Klimaschutz nutzen darf.“ (Deppe/ARD Rechtsredaktion, 2023.).

¹⁵⁹ vgl. Interviewauszug Rdnr. 108 (Anlage 8).

LITERATURVERZEICHNIS

- ADAC Redaktion: Wasserstoffautos: Technik, Modelle, Tests, Tankstellen, 28.12.2023, [online] <https://www.adac.de/verkehr/tanken-kraftstoff-antrieb/alternative-antriebe/wasserstoffauto-so-funktioniert-es/> (abgerufen am 13.08.2024).
- BMWK - Bundesministerium Für Wirtschaft Und Klimaschutz: Expertenkreis Transformation der Automobilwirtschaft, o. D., [online] <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/expertenkreis-transformation-der-automobilwirtschaft.html> (abgerufen am 24.08.2024).
- Bogner, Alexander/Beate Littig/Wolfgang Menz: Experteninterviews: Theorien, Methoden, Anwendungsfelder, 3., grundlegend überarbeitete Auflage, 2009.
- Bundesministerium Für Wirtschaft Und Klimaschutz: Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) Phase II 2016 – 2026 (Forschung, Entwicklung und Innovation), o. D., [online] <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Wasserstoff/Foerderung-National/0040-brennstoffzellen.html> (abgerufen am 05.08.2024).
- Deppe, Gigi/ARD Rechtsredaktion: Verfassungsgericht: Ampel darf 60 Milliarden Euro nicht verschieben, in: Tagesschau, 15.11.2023, [online] <https://www.tagesschau.de/inland/bundesverfassungsgericht-schuldenbremse-102.html> (abgerufen am 06.09.2024).
- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.: Kostendegression, in: DIW Berlin, o. D., [online] https://www.diw.de/de/diw_01.c.413338.de/presse/glossar/kostendegression.html (abgerufen am 29.08.2024).
- Die Bundesregierung: Anteil der Erneuerbaren Energien steigt, in: Die Bundesregierung, 13.09.2024, [online] <https://www.bundesregierung.de/bregde/schwerpunkte/klimaschutz/faq-energiewende-2067498> (abgerufen am 14.09.2024).

Dresing, Thorsten/Thorsten Pehl: Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse: Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende, 6. Auflage, 2015.

Duden.de: potenzial, in: Duden, 14.09.2023, [online] <https://www.duden.de/node/156618/revision/1342358> (abgerufen am 14.08.2024).

EnBW: Grün, blau, türkis... das bedeuten die Wasserstoff-Farben, in: EnBW ECO*Journal, o. D., [online] <https://www.enbw.com/unternehmen/eco-journal/wasserstoff-farben.html> (abgerufen am 16.08.2024).

EnBW: Von Kohle über Erdgas zu Wasserstoff, in: EnBW, o. D., [online] <https://www.enbw.com/unternehmen/konzern/energieerzeugung/neubau-und-projekte/gas-und-dampfturbinenanlage-gud-altbach-deizisau/> (abgerufen am 03.09.2024).

EnBW: Wasserstoffautos: Das etwas andere E-Auto mit Brennstoffzellenantrieb, in: EnBW Blog, 26.08.2024, [online] <https://www.enbw.com/blog/elektromobilitaet/fahren/wasserstoffautos-mit-brennstoffzellenantrieb/> (abgerufen am 09.09.2024).

Europäische Kommission: Reduzierung der CO₂-Emissionen von schweren Nutzfahrzeugen, o. D., [online] https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/reducing-co2-emissions-heavy-duty-vehicles_en?prefLang=de&etrans=de (abgerufen am 24.08.2024).

Europäische Kommission: Ursachen des Klimawandels, in: Europäische Kommission, o. D., [online] https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_de (abgerufen am 05.09.2024).

Europäische Union: Richtlinie (EU) 2019/1161 des Europäischen Parlaments und des Rates, in: EUR-Lex, 20.06.2019, [online] <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/1161/oj> (abgerufen am 27.07.2024).

Europäische Union: Verordnung (EU) 2024/1610 des Europäischen Parlaments und des Rates, 14.05.2024, [online] <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1610/oj> (abgerufen am 24.08.2024).

Gläser, Jochen/Grit Laudel: Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse: als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen, 3., überarbeitete Auflage, 2009.

H2 GeNeSiS: Das Neckartal als Modellregion für grünen Wasserstoff, in: H2 GeNeSiS, o. D., [online] <https://h2genesis.region-stuttgart.de/> (abgerufen am 03.09.2024).

H2Mobility: Tankstellenübersicht mit Preisen, in: H2Mobility, o. D., [online] <https://h2-mobility.de/unsere-tankstellen/> (abgerufen am 29.08.2024).

H2Rivers: Landkreis Esslingen informiert über Wasserstoffmobilität, in: H2Rivers, 14.06.2024, [online] <https://www.h2rivers.de/service/meldungen/detailseite/landkreis-esslingen-informiert-ueber-wasserstoffmobilitaet> (abgerufen am 18.08.2024).

H2Rivers: Wasserstoff demonstrationsprojekt Region Rhein-Neckar, in: H2Rivers, 09.04.2024, [online] <https://www.h2rivers.de/> (abgerufen am 06.08.2024).

Hertle, Hans/u. a.: Integriertes Klimaschutzkonzept für den Landkreis Esslingen: Endbericht – Band I, 12.02.2020, [online] <https://www.landkreis-esslingen.de/start/service/integriertes+klimaschutzkonzept.html> (abgerufen am 01.09.2024).

HyLand: HyPerformer, in: Hyland – Wasserstoffregionen in Deutschland, 03.05.2023, [online] <https://www.hy.land/hyperformer/> (abgerufen am 06.08.2024).

Klodt, Henning: Wirtschaftsförderung, in: Gabler Wirtschaftslexikon, 19.02.2018, [online] <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/wirtschaftsfoerderung-48506> (abgerufen am 14.08.2024).

- Kraftfahrt-Bundesamt: Pressemitteilung Nr. 30/2024 - Fahrzeugzulassungen im August 2024, in: KBA, 04.09.2024, [online] https://www.kba.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Fahrzeugzulassungen/2024/pm30_2024_n_08_24_pm_komplett.html (abgerufen am 11.09.2024).
- Landkreis Esslingen: Projekt emissionsfreie Straßenmeisterei, in: Landkreis Esslingen, o. D., [online] <https://www.landkreis-esslingen.de/start/wirtschaft/projekt+emissionsfreie+strassenmeisterei.html> (abgerufen am 14.07.2024).
- Landkreis Esslingen: Straßenmeisterei, in: Landkreis Esslingen, o. D., [online] <https://www.landkreis-esslingen.de/start/landkreis/Strassenmeisterei.html> (abgerufen am 29.08.2024).
- Landkreis Esslingen: Zukunftsdialog, in: Landkreis Esslingen, 13.08.2024, [online] <https://www.landkreis-esslingen.de/start/wirtschaft/Zukunftsdialog.html>.
- Mayer, Horst Otto: Interview und schriftliche Befragung: Grundlagen und Methoden empirischer Sozialforschung, 6. Auflage, 2013.
- Mayring, Philipp: Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken, 13., überarbeitete Auflage, 2022.
- Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg: Die Landesinitiative Elektromobilität III, in: Baden-Württemberg.de, o. D., [online] <https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/politik-zukunft/elektromobilitaet/landesinitiative-iii> (abgerufen am 06.08.2024).
- Prognos: Prognos Zukunftsatlas®, in: Prognos, o. D., [online] <https://www.prognos.com/de/projekt/zukunftsatlas> (abgerufen am 13.08.2024).
- Projektträger Jülich: PTJ: HYLand – Wasserstoffregionen in Deutschland (Aufruf 1), o. D., [online] <https://www.ptj.de/foerdermoeglichkeiten/nip/hyland-aufruf1> (abgerufen am 04.08.2024).

Projektträger Jülich: PTJ: Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP), o. D., [online] <https://www.ptj.de/nip> (abgerufen am 24.08.2024).

Salzburg AG für Energie, Verkehr und Telekommunikation: Wasserstoff, in: Lebenswelten, o. D., [online] <https://lebenswelten.salzburg-ag.at/glossar/wasserstoff/> (abgerufen am 01.08.2024).

SMA Solar Technology AG: Wasserstoff – Energieträger neben Wind und Sonne, in: Sonnenallee, 18.08.2022, [online] <https://sonnenallee.sma.de/green-culture/wasserstoff-energietraeger-neben-wind-und-sonne/> (abgerufen am 29.08.2024).

Ströbele, Wolfgang: Energiewende einfach erklärt: Von guten Absichten und unbequemen Fakten, 2022.

Strübing, Jörg: Qualitative Sozialforschung: eine komprimierte Einführung, 2., überarbeitete und erweiterte Auflage, 2018.

swb Magazin: Wie funktioniert ein Wasserstoffauto?, in: Swb, o. D., [online] <https://www.swb.de/ueber-swb/swb-magazin/swb-insider/wie-funktioniert-ein-wasserstoffauto> (abgerufen am 01.09.2024).

terranets bw: Unser Beitrag zur Energiezukunft für Deutschland, in: Terranets Bw, o. D., [online] <https://www.terranets-bw.de/unsere-netze/wasserstoff> (abgerufen am 03.09.2024).

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen: Clean Vehicles Directive (CVD): Klimaschutz im ÖPNV, in: VDV, o. D., [online] <https://www.vdv.de/umsetzung-cvd.aspx> (abgerufen am 13.08.2024).

ERKLÄRUNG DER VERFASSERIN

Ich versichere, dass ich diese Bachelorarbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet. Mir ist bekannt, dass meine Abschlussarbeit von Seiten der Hochschule mit einer Plagiatssoftware überprüft werden kann.

Wernau, den 16. September 2024

Doris Mayer