Sachbericht zum Verwendungsnachweis gemäß Nr. 4.1 NABF

Fördermaßnahme: WIR! - Wandel durch Innovation in der Region

Vorhabenbezeichnung
Wissenschaftlich-strategische Begleitung und Förderung der Marktdiffusion von Wasserstofftechnologien in der Innovationsregion

Teilvorhaben: Wissenschaftlich-strategische Begleitung und Förderung der Marktdiffusion von Wasserstofftechnologien in den Bereichen Mobilität und Logistik in der Innovationsregion

Projektakronym: WIR! h_2-well Markthub

Zuwendungsgeber:	Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (ehemals Bundesministerium für Bildung und Forschung)
Zuwendungsempfänger:	Bauhaus-Universität Weimar
Förderkennzeichen:	03WIR1866B
Projektlaufzeit:	01.03.2023 bis 31.12.2025
Berichtspflichtige:	Bauhaus-Universität Weimar, Fakultät Bau- und Umweltingenieurwissenschaften, Bauhaus-Institut für zukunftsweisende Infrastruktursysteme, Professur Verkehrssystemplanung, Schwanseestraße 13, 99423 Weimar Prof. Dr.-Ing. Uwe Plank-Wiedenbeck, M.Sc. Hilde Teichmann

Gefördert durch:
Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt
Wandel durch Innovation in der Region

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (ehemals Bundesministerium für Bildung und Forschung) unter dem Förderkennzeichen 03WIR1866B gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor:innen.

– Bitte Papier sparen und doppelseitig ausdrucken –

Inhaltsverzeichnis

Teil I: Kurzbericht 3

Teil II: Eingehende Darstellung 6

I. Darstellung der Arbeiten 6

0. Koordination des Verbundes 6

1. Marktanalyse Wirtschaft & Technologie 7

1.1. Marktpotentiale Mobilität & Logistik 7

1.2. Marktpotentiale Dezentralität & Sektorenkopplung 9

1.3. Expert:innenpanel Mobilität & Logistik 9

1.4. Marktindex 11

2. Marktanalyse Politik & Gesellschaft 12

3. Hybrider Markthub 14

3.1. Technischer Aufbau der digitalen Plattform 14

3.2. Bespielung der digitalen Plattform mit Basisinformationen zur regionalen H_2-Marktsituation 15

3.3. Betrieb digitale Plattform: Analyseergebnisse und interaktive Formate 15

3.4. Analoge Plattform: Runde Tische mit regionalen Akteur:innen 16

4. Regionale H_2-Marktdiffusion 16

4.1. Ergebniszusammenführung Analyse und hybrider Markthub 16

4.2. Bereichsspezifische Handlungsempfehlungen 17

4.3. Leitfaden zur regionalen H_2-Marktdiffusion 17

4.4. Regionaldialoge 18

II. Angepasste Arbeitspakete 19

III. Verwertbarkeit der Ergebnisse 21

IV. Während der Durchführung bekannt gewordene Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen 23

V. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises 25

Literaturverzeichnis 25

Anhang 26

Teil I: Kurzbericht

Im Projekt h2-well Markthub haben die Bauhaus-Universität Weimar (BUW), die Friedrich-Schiller-Universität Jena (FSU) sowie der SolarInput e. V. die Bedingungen und Potenziale einer dezentralen Wasserstoffwirtschaft in Mitteldeutschland untersucht. Ziel war es, die regionale Marktdiffusion von Wasserstoffanwendungen in den Sektoren Logistik, Öffentlicher Verkehr (ÖV), Industrie (Stahl und Zement) sowie Wärme zu analysieren, relevante politische und wirtschaftliche Akteure zu identifizieren und auf dieser Grundlage einen digitalen und analogen Markthub zu entwickeln, der die Wasserstoffmarktdiffusion fördert.

Die sozialwissenschaftliche Forschung der FSU konzentrierte sich auf die die sozialökologischen Konfliktlinien der grünen Transformation von der regionalen bis zur internationalen Ebene. Der SolarInput e.V. leistete Beiträge zur Bewertung der H2-Potentiale in der Wärme- Abwasser- und Zementindustrie und begleitete den Aufbau des digitalen und analogen Markthubs insbesondere im Bereich der Akteursanalyse sowie der Visualisierung relevanter Netzwerke.

Die Bauhaus-Universität Weimar (Professur Verkehrssystemplanung) analysierte im Teilvorhaben „Wissenschaftlich-strategische Begleitung und Förderung der Marktdiffusion von Wasserstofftechnologien in den Bereichen Mobilität und Logistik in der Innovationsregion“ den regionalen und bundesweiten Wasserstoffmarkt mit Schwerpunkt auf dem Mobilitätssektor, führte wiederholte Expert:innenpanels in Form von Befragungen von ÖPNV- und Logistikunternehmen durch und entwickelte Szenarien für den zukünftigen Wasserstoffbedarf des Straßenverkehrssektors in Thüringen. Zudem koordinierte sie die Konzeption, den Aufbau und die inhaltliche Bespielung der digitalen Plattform „H2Thek“. Der digitale Transfer von Forschungsergebnissen über die H2Thek wurde mit einem analogen Angebot - in Form von Regionaldialogen, Workshops und der aktiven Teilnahme an zahlreichen Fachveranstaltungen und Netzwerken – sowie der Veröffentlichung eines Leitfadens zum Projektende kombiniert.

Zentrale Ergebnisse:

- Es wurde eine umfassende Methodik entwickelt, um den Energiebedarf und daraus abgeleitet das Wasserstoffmarktpotenzial des Straßenverkehrssektors zukünftig zu berechnen. Im Ergebnis sind daraus 22 kreisspezifische Steckbriefe für alle Landkreise und kreisfreien Städte in Thüringen entstanden, die den derzeitigen Energiebedarf sowie ein Dekarbonisierungsszenario für den Energiebedarf im Jahr 2045 aufzeigen und damit das Wasserstoffmarktpotenzial darstellen. Es resultierte ein Wasserstoffmarktpotenzial für das Jahr 2045 im Thüringer Verkehrssektor von ca. 1,7 TWh Wasserstoff (Endenergie).
- Im Jahr 2024 wurde eine Befragung der mitteldeutschen Logistikunternehmen und Verkehrsbetriebe zum Thema Wasserstoffnutzung im Schwerlastverkehr durchgeführt (n=44). Die Bedeutung des Energieträgers Wasserstoffs wurde von einem Großteil der Unternehmen als hoch eingeschätzt. Weiterhin haben die Unternehmen angegeben, dass sich die Antriebsverteilung in den Fuhrparks nach gegenwärtiger Einschätzung bereits im Jahr 2030 signifikant verändert wird und sowohl

batterieelektrische Fahrzeuge als auch Wasserstoffbrennstoffzellen-Fahrzeuge zum Einsatz kommen werden.

- In einer bundesweiten Branchenbefragung im Jahr 2025 zur Antriebswende im Straßengüterverkehr (n = 143 Unternehmen) wurden Bedarfe, Hemmnisse und strategische Einschätzungen von Logistikunternehmen und Verkehrsunternehmen im öffentlichen Personenverkehr und Reiseverkehr erhoben. Der Wunsch nach Planungssicherheit, Markttransparenz und technologieoffener Förderung wurde deutlich – reine batterieelektrische Lösungen werden in vielen Betrieben als nicht ausreichend angesehen, weshalb auch bundesweit ein Bedarf am Energieträger Wasserstoff für Mobilitätsanwendungen gesehen wird.
- Die Befragungsergebnisse wurden öffentlich und langfristig zugänglich veröffentlicht und den teilnehmenden Unternehmen zur Verfügung gestellt (open-access) (https://doi.org/10.25643/dbt.68257 und https://doi.org/10.25643/dbt.69141). Zudem wurden die Ergebnisse der Erhebung in die Plattform H2Thek integriert sowie in politische Prozesse, Fachforen und Netzwerke eingebracht (z. B. Mobilitätsnetzwerk Thüringen, RIS-Beirat Thüringen, Thüringer Allianz für Wasserstoff in der Industrie und HYPOS e.V.).
- Mit der Plattform „H2Thek“ wurde in Kooperation mit dem European Digital Innovation Hub Thuringia (EDIH Thuringia) ein digitaler Anlaufpunkt auf Basis der Open-Source-Lernplattformsoftware „moodle“ aufgebaut. Die H2Thek ist hierbei als digitale Wissensplattform und auch als Netzwerk- und Veranstaltungsformat konzipiert. Der Plattformname spielt bewusst auf die „Mediathek“ an – als digitaler Ort für geprüfte, nutzer:innenorientierte Informationen zu regionalen Wasserstoffanwendungen. Durch die Kooperation mit dem EDIH Thuringia als Host der Plattform ist zudem eine langfristige Verwertung und Weiterentwicklung der Plattform und deren Inhalten in Weiterbildungs- und Transferformaten möglich.
- Die digitale Plattform H2Thek wurde während der Projektlaufzeit mit aktuellen Forschungsdaten, Steckbriefen, Kartenmaterial und interaktiven Formaten (bspw. zur Marktpolitik, Akteur:innen, Potenzialanalyse, Anwendungsbereichen) bespielt. Parallel dazu wurden mehrere Veranstaltungen wie die „Zukunftswerkstatt Öffentlicher Verkehr“ (WOCHE DES WASSERSTOFFS 2025) durchgeführt, bei denen aktuelle Forschungsergebnisse mit der Praxis diskutiert wurden. Alle Vorträge und Workshopmaterialien sind ebenfalls über die H2Thek öffentlich zugänglich und nutzbar gemacht.
- Sowohl für Veranstaltungen als auch für die Wissenschaftskommunikation wurden Workshopmaterialien erstellt. Diese enthalten vorgedruckte Poster für Gruppenarbeiten sowie Infokarten mit Zeitungsartikeln, Grafiken und Forschungsergebnissen, mit denen sich die Teilnehmenden dem Thema „Wasserstoffeinsatz zwischen Chancen und Herausforderungen“ nähern können. Die Materialien wurden bereits bei Projektveranstaltungen sowie in der universitären Lehre eingesetzt. Weiterhin sind sie für die Lehre, bei öffentlichen Veranstaltungen (z. B. Lange Nacht der Wissenschaft, Tag der offenen Tür) oder zu schulischen Projekttagen einsetzbar.
- Im Rahmen des Projekts wurde das Konzept der interaktiven Akteurslandkarte entwickelt. Hierbei wurde mit Methoden des Visual Story Tellings gearbeitet, um eine interaktive und ansprechende Akteursübersicht in der Wasserstoffpolitik- und

wirtschaft zu erstellen. Diese wurde entwickelt, um Personen sowohl aus der Branche als auch neu in sie Eintretenden einen Zugang zum Gefüge der Wasserstoffpolitik und Wirtschaft zu ermöglichen. Von der Bauhaus-Universität Weimar wurden drei interaktive Akteurslandkarten entwickelt, welche zentrale H2-Akteure in Thüringen, Deutschland und der EU veranschaulichen. Darunter fallen Ministerien, Forschungseinrichtungen, Verbände, Leuchtturmprojekte, Unternehmen, Ausbildungsstätten sowie Netzwerke. Neben Informationen zur Institution, zu Personalien und zu ihren Aufgaben werden auch ihre Beziehungen und Zusammenhänge untereinander dargestellt. Die H2-Akteurslandkarten werden auch über das Projekt hinaus über die H2Thek bereitgestellt.

- Aufbauend auf den Forschungsergebnissen wurde ein Leitfaden zur regionalen Marktdiffusion von Wasserstoff entwickelt: „Grüner Wasserstoff als Schlüssel zur Dekarbonisierung – Ergebnisse und Empfehlungen für Thüringen und darüber hinaus“ (BUW, 2026). Er enthält Empfehlungen für Akteur:innen aus Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft sowie Strategien zur Integration von Wasserstoff in ÖPNV und Logistik. Dieser wurde open-access über die Digitale Bibliothek Thüringen publiziert und ist somit langfristig über die Websuche auffindbar und lesbar: 10.25643/dbt.69145 .
- Die Resultate des Projekts wurden einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht - In diesem Prozess spielte die Plattform H2Thek eine entscheidende Rolle. Die Verbreitung der Projektergebnisse wurde zudem durch Presseveröffentlichungen, mehrere Social-Media-Kampagnen sowie einen Beitrag im "Wirtschaftsspiegel Mitteldeutschland" maßgeblich verstärkt.
- Die Transformation des Öffentlichen Verkehrs wurde durch Exkursionen, Workshops und Plattformformate mit relevanten Verkehrsunternehmen begleitet. Die Stadtwirtschaft Weimar betreibt seit Ende 2025 neun Wasserstoffbrennstoffzellenbusse im Linienbetrieb – die Projektergebnisse liefern hier praktische Entscheidungsgrundlagen.
- Das Projekt trug zur Neuorientierung der Thüringer Wasserstoffstrategie bei, indem es den entwickelten Leitfaden der ThAWI (Thüringer Allianz für Wasserstoff in der Industrie) vorstellte und zur Verfügung stellte. Dadurch wurden strategische Empfehlungen für die zukünftige Arbeit der ThAWI geliefert.

Zusammenfassend hat die Bauhaus-Universität Weimar im Projekt h2-well Markthub eine belastbare Wissens- und Entscheidungsgrundlage für den regionalen Wasserstoffhochlauf geschaffen und wissenschaftliche Analyse mit praxisnaher Wissenschaftskommunikation verknüpft. Durch die Kombination aus datenbasierter Marktanalyse, digitalem Markthub und konkreten Handlungsempfehlungen, die der ThAWI (Thüringer Allianz für Wasserstoff in der Industrie) übergeben wurden, wurde ein nachhaltiger Beitrag zur strategischen Weiterentwicklung der Wasserstoffwirtschaft in Thüringen und darüber hinaus geleistet.

Teil II: Eingehende Darstellung

I. Darstellung der Arbeiten

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse, welche im Teilprojekt erarbeitet wurden, zusammengefasst. Gegliedert sind die Ergebnisse entsprechend der in der Vorhabenbeschreibung aufgeführten Arbeitspakete.

0. Koordination des Verbundes

Das Verbundprojekt h_2-well Markthub wurde durch den Verbundkoordinator SolarInput e.V. vom 01. März 2023 bis 31. Dezember 2025 geleitet. Der Verbund bestand neben dem Verbundkoordinator aus den Partnern Bauhaus-Universität Weimar (BUW), Professur Verkehrssystemplanung und Friedrich-Schiller-Universität Jena (FSU), Arbeitsbereich Arbeits- und Industriesoziologie. Folgende Teilvorhaben bearbeiteten die einzelnen Partner:

- **SolarInput e.V.:** Wissenschaftlich-strategische Begleitung und Förderung der Marktdiffusion von Wasserstofftechnologien in den Bereichen Baustoffindustrie, Wärme, O2-Abwasserreinigung und Marktregularien in der Innovationsregion
- **Bauhaus-Universität Weimar:** Wissenschaftlich-strategische Begleitung und Förderung der Marktdiffusion von Wasserstofftechnologien in den Bereichen Mobilität und Logistik in der Innovationsregion
- **Friedrich-Schiller-Universität Jena:** Sozialwissenschaftliche Analyse dezentraler Wasserstofferzeugung und -nutzung

Der SolarInput führte die wöchentlichen bis zweiwöchentlichen Projekttreffen durch und organisierte gemeinsam mit den Partnern eine vierteljährliche interne Klausurtagung zum Abgleich des Projektstatus, zur inhaltlichen Zusammenarbeit und zur Koordinierung gemeinsamer Veranstaltungen. Weiterhin vertrat der SolarInput das Projekt an den Aktionsboard-Sitzungen der Bündniskoordination der Bauhaus-Universität Weimar, Professur Energiesysteme bzw. in Vertretung nahm auch die Bauhaus-Universität Weimar, Professur Verkehrssystemplanung, diese Aufgabe wahr. Weiterhin wurde an den jährlichen Beiratssitzungen teilgenommen. An den stattfindenden h_2-well Jahresveranstaltungen nahmen soweit möglich alle Projektpartner teil, präsentierten aktuelle Forschungsergebnisse und traten aktiv mit den Bündnispartnern in den Austausch.

1. Marktanalyse Wirtschaft & Technologie

Im Verbundvorhaben hat die Bauhaus-Universität Weimar im Arbeitspaket 1 die folgenden vier Teilarbeitspakete bearbeitet:

- AP 1.1.2 | Marktpotentiale Mobilität & Logistik
- AP 1.1.3 | Marktpotentiale Dezentralität & Sektorenkopplung
- AP 1.2.2 | Expert:innenpanel Mobilität und Logistik
- AP 1.3 | Marktindex

1.1. Marktpotentiale Mobilität & Logistik

Im Rahmen des Arbeitspakets 1.1.2 Marktpotentiale Mobilität & Logistik wurde eine umfassende wissenschaftliche Analyse alternativer Antriebstechnologien mit Fokus auf den Vergleich zwischen batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV) und Brennstoffzellenfahrzeugen (FCEV) durchgeführt. Die Untersuchung zeigt, dass BEV aufgrund ihres höheren Wirkungsgrades und ihrer derzeit besseren Wirtschaftlichkeit insbesondere im Pkw-Bereich, bei leichten Nutzfahrzeugen sowie im Kurzstreckenverkehr Vorteile bieten. FCEV hingegen punkten vor allem im Bereich schwerer Nutzfahrzeuge, im öffentlichen Personennahverkehr sowie in der Mittel- und Langstreckenlogistik durch längere Reichweiten, kurze Betankungszeiten und geringeres Fahrzeuggewicht. Die Recherche wurde nachfolgend um eine systematische Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile beider Technologien erweitert. Diese berücksichtigt neben technischen auch infrastrukturelle Faktoren und ermöglicht eine differenzierte Bewertung der Einsatzbedingungen. Damit liegt eine fundierte Entscheidungsgrundlage für den Einsatz von Wasserstoffanwendungen im Mobilitäts- und Logistiksektor vor, die zugleich als Ausgangspunkt für die weitere Analyse dient.

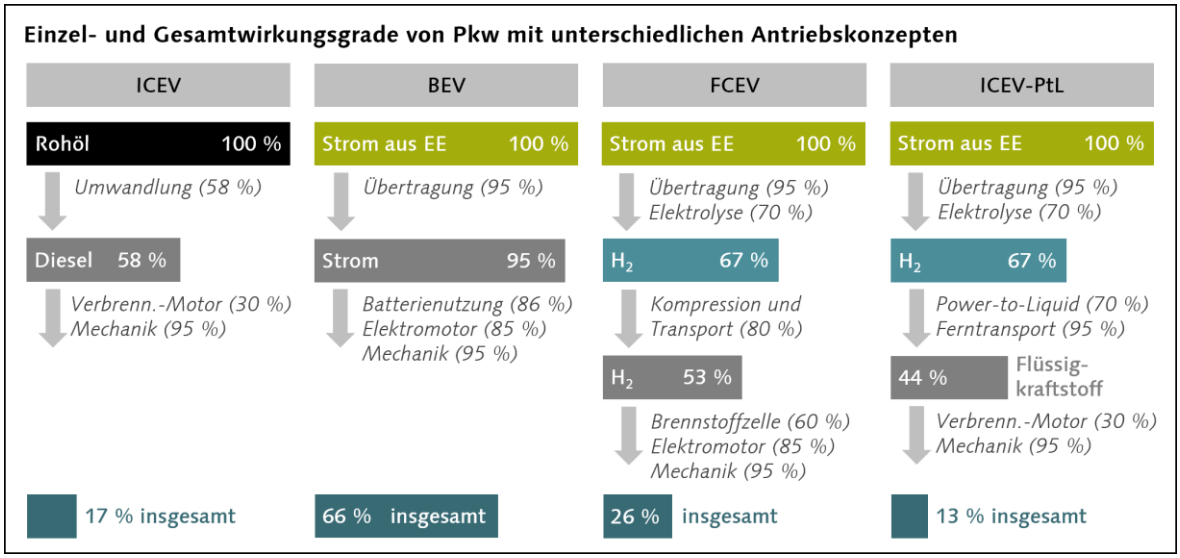


Abbildung 1: „Einzel- und Gesamtwirkungsgrade von Pkw mit unterschiedlichen Antriebskonzepten. Einzelwirkungsgrade in Klammern. Durch Multiplikation der Einzelwirkungsgrade ergeben sich die kumulierten Gesamtwirkungsgrade in den Kästen". Eigene Darstellung der Pfade von BEV, FCEV und ICEV-Ptl unter Verwendung von [1] sowie eigene Berechnung des Pfades von ICEV unter Verwendung von [2].

[1] [1, p. 12]
[2] [2]

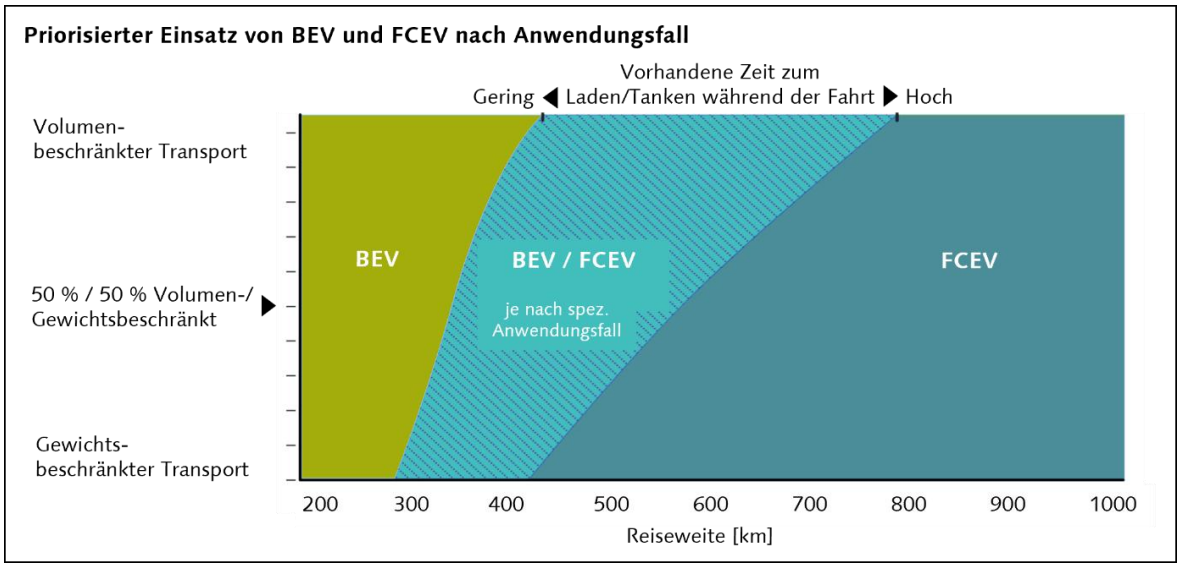


Abbildung 2: Priorisierter Einsatz von BEV und FCEV im Nutzfahrzeugbereich nach Anwendungsfall. Eigene Darstellung adaptiert von [3] .

Parallel dazu wurde eine Methodik zur Bewertung des H_2-Marktpotenzials für Mobilität und Logistik entwickelt und angewendet.

Das **H_2-Marktpotenzial Mobilität und Logistik** (kurz: H_2-Marktpotenzial$_{M\&L}$) ist die maximal mögliche Absatzmenge für Wasserstoff im Bereich der Personen- und Gütermobilität. Als kleinste räumliche Analyseeinheit wird die Kreisebene (Landkreise und kreisfreie Städte) gewählt. Der Markt umfasst alle Straßenverkehrsmittel, die in Deutschland zugelassen sind bzw. die Energiemenge, die für deren Fortbewegung benötigt wird. Das H_2-Marktpotenzial$_{M\&L}$ wird als absoluter Wert auf Landes- und Kreisebene bestimmt und für den Vergleich auf Kreisebene ebenfalls in relativen Zahlen angegeben. Die Höhe des H_2-Marktpotenzials$_{M\&L}$ richtet sich nach fünf Faktoren: Zeitpunkt der Bewertung, Trends, Konkurrenz, Akzeptanz, Aktuelle wirtschaftliche oder gesellschaftliche Krisen.

Die Bewertung basierte auf dem Inländerprinzip und nutzte regionale Daten zu Bevölkerung, Fahrzeugbestand und Modal Split, um eine belastbare Abschätzung des Wasserstoffbedarfs auf Landkreisebene zu ermöglichen. Für die Jahre 2030 und 2045 wurden Szenarien entwickelt, die sich in der erwarteten Antriebsverteilung und dem daraus resultierenden Wasserstoffbedarf unterschieden. Neben einem Dekarbonisierungsszenario wurde ein alternatives Szenario auf Grundlage der im AP 1.2.2 durchgeführten Expert:innenbefragung erstellt. Der Energiebedarf des Straßenverkehrs im Referenzjahr 2022 wurde ermittelt, um eine Vergleichsbasis für die zukünftigen Entwicklungen zu schaffen. Im Jahr 2025 wurde die Datenerhebung aus den Teilregionen abgeschlossen und die Berechnungsmethodik für den gegenwärtigen und zukünftigen Wasserstoffbedarf validiert und finalisiert. Zudem wurde ein Konzept zur Darstellung des regionalen H_2-Marktpotenzials erarbeitet. Dieses sah vor, zentrale Ergebnisse wie den berechneten Energiebedarf im Referenzszenario, den prognostizierten Wasserstoffbedarf sowie wesentliche Eingangsparameter der Berechnung in landkreisspezifischen Datenblättern zusammenzuführen (siehe Anhang). Damit wurde eine anschauliche und vergleichbare Darstellung der regionalen Potenziale ermöglicht. Die Inhalte bildeten die Grundlage für die weiterführende Arbeit in AP 1.3.

1.2. Marktpotentiale Dezentralität & Sektorenkopplung

Im Rahmen von AP 1.1.3 wurde eine umfangreiche Desk Research zur Verknüpfung dezentraler erneuerbarer Energieerzeugung, Energiespeicherung und Wasserstoffnutzung im Straßenverkehr durchgeführt. Die Analyse zeigt, dass der Ausbau einer dezentralen EE-Erzeugungsstruktur – insbesondere in Thüringen – eine wichtige Voraussetzung für eine dezentrale Wasserstoffinfrastruktur darstellt. Wasserstoff kann dabei als flexibel einsetzbarer Energiespeicher zur Reduktion von Abregelungsverlusten und zur Stabilisierung des Stromnetzes beitragen, wenn hierfür wirtschaftliche Konzepte gefunden werden. Dezentrale Elektrolysesysteme ermöglichen die Nutzung von EE-Strommengen (ggf. auch überschüssiger) und bieten eine sinnvolle Kopplung zur Wasserstoffnutzung im Verkehr. Der ÖPNV eignet sich aufgrund seines mengenmäßigen Wasserstoffbedarfs und seiner Abnehmerstruktur besonders gut als dezentraler Partner. Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung des Verkehrssektors als integraler Bestandteil eines strombasierten Energiesystems mit sektorenübergreifender Infrastruktur.

1.3. Expert:innenpanel Mobilität & Logistik

Abbildung 3: Umfrage "Wasserstoff im Schwerlastverkehr" im April 2024 in Mitteldeutschland

Im Arbeitspaket 1.2.2 wurden im Jahr 2024 die ersten drei Arbeitsschritte umgesetzt. Dazu gehörten die Identifikation und Ansprache relevanter Expert:innen aus ÖPNV und Logistik in Mitteldeutschland sowie die Durchführung einer ersten Online-Befragung zum Thema „Wasserstoff im Schwerlastverkehr“. Die Befragung erfolgte anhand eines anonymen Fragebogens und wurde mit der Software SurveyMonkey durchgeführt. Insgesamt wurden 400 Vertreter:innen von Verkehrsbetrieben und Logistikunternehmen im April 2024 postalisch und per E-Mail eingeladen, um ihre Einschätzungen zum aktuellen und zukünftigen Einsatz von Wasserstoffantrieben abzugeben, wobei 44 Unternehmen teilnahmen. Die Befragung zielte darauf ab, die Bedeutung von Wasserstoff als alternativen Energieträger im Schwerlastverkehr zu bewerten und potenzielle Hemmnisse sowie Anwendungsvoraussetzungen zu identifizieren. Die Ergebnisse zeigten eine grundsätzlich hohe Relevanz von Wasserstoff, insbesondere im ÖPNV, während wirtschaftliche Unsicherheiten, fehlende Infrastruktur und unzureichende Förderkulissen als zentrale Herausforderungen benannt wurden. Gleichzeitig wurde deutlich, dass Wasserstoff insbesondere dort als notwendige Alternative betrachtet wurde, wo eine vollständige Elektrifizierung aus technischen oder betrieblichen Gründen nicht möglich war. Die Erkenntnisse aus dieser ersten Befragungsrunde flossen in die Weiterentwicklung der Szenarien aus AP 1.1.2 sowie in die Ausgestaltung der Folgebefragung ein.

Im Jahr 2025 wurde das Expert:innenpanel durch eine bundesweite Befragung von 143 mittleren bis großen Verkehrs- und Transportunternehmen erweitert, die zusammen über 14.000 Busse und Nutzfahrzeuge betrieben. Die Untersuchung bestätigte einen deutlichen Trend zu alternativen Antrieben im Schwerverkehr. Die Unternehmen gingen davon aus, dass sich batterieelektrische Antriebe überall dortdurchsetzen würden, wo dies technisch und betrieblich sinnvoll umsetzbar ist. Für das Jahr 2045 erwarteten die ÖPNV-Betriebe einen BEV-Anteil von etwa 70 %, während synthetische Kraftstoffe und Wasserstoff die nachfolgenden Plätze einnahmen. Gleichzeitig planten bereits zum Zeitpunkt der Befragung rund die Hälfte der Unternehmen, bei Neuanschaffungen Fahrzeuge mit alternativen Antrieben zu berücksichtigen.

Abbildung 4: Umfrage "Antriebswende im Schwerverkehr" im März 2025 in Deutschland

Mit Blick auf das Jahr 2030 planen mehr als 60 % der Unternehmen, batterieelektrische Fahrzeuge einzusetzen, und 20 bis 40 % der Unternehmen planen die Nutzung von Fahrzeugen mit Wasserstoffantrieb. Besonders im Bereich von Langstrecken, schweren Nutzfahrzeugen, Reisebussen und Sonderfahrzeugen wurde Wasserstoff als langfristig relevantes Antriebskonzept eingeschätzt. Für 2045 prognostizierten die Unternehmen Wasserstoffanteile von etwa 30 % im Reisebus- und Sonderfahrzeugbereich sowie 10–20 % im Linienbus- und schweren Lkw-Segment. Gleichzeitig zeigte die Befragung, dass hohe Investitionskosten, fehlende Infrastruktur, unzureichende Verfügbarkeit grünen Wasserstoffs und eine unsichere Förderpolitik wesentliche Hindernisse der Antriebswende darstellten. Besonders groß ist die Zurückhaltung im Nutzfahrzeugbereich (Logistik-, Bau- und Entsorgungsbranche): 65 % der befragten Transportunternehmen bewerten die Antriebswende in ihrem Betrieb als eher gering bis gar nicht bedeutend – Fachkräftesicherung, Digitalisierung und Auftragslage werden hier deutlich stärker priorisiert. Die Ergebnisse wurden für die Weiterentwicklung des H_2-Marktindexes genutzt und bildeten eine wichtige Grundlage für die Einschätzung der Marktdynamik im Schwerverkehr. Die Kurzfassung sowie die Langfassung beider Umfragen wurden veröffentlicht und über die H2-Thek bereitgestellt: Kurs: H2Thek - Wasserstoff in der Region | EDIH Marktplatz

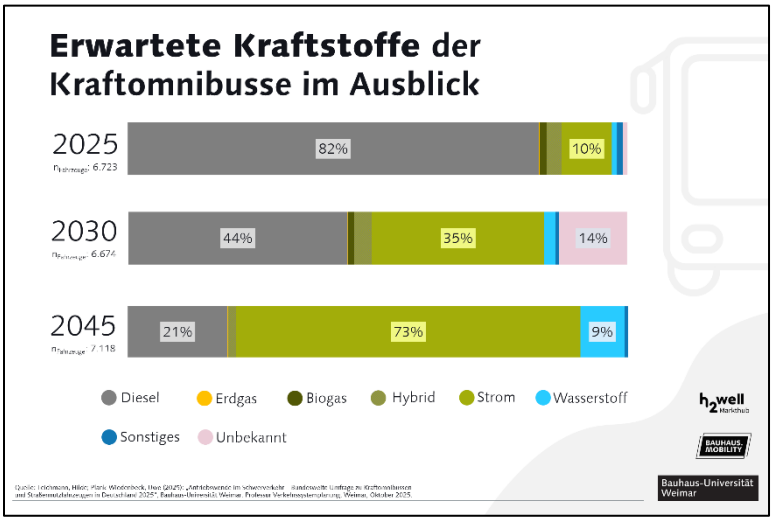


Abbildung 5: Ein zentrales Ergebnis der Umfrage: Die erwartete Kraftstoffverteilung bis zum Jahr 2045 bei Kraftomnibussen

1.4. Marktindex

Im Arbeitspaket 1.3 wurde zunächst im Jahr 2023 das Dekarbonisierungsszenario 2045 entwickelt, das als zentrale Grundlage für die Bestimmung des H_2-Marktpotenzials im Bereich Mobilität und Logistik (H_2-Marktpotenzial$_{M\&L}$) diente. Dabei wurden Annahmen zur zukünftigen Antriebsverteilung im Fahrzeugbestand getroffen und erste Berechnungen auf Landkreisebene durchgeführt. Ergänzend wurden relevante regionale Daten erhoben, die in die spätere Berechnung des H_2-Marktindexes einflossen. Im Jahr 2024 erfolgte die vollständige Berechnung und Auswertung des H_2-Marktpotenzials$_{M\&L}$ auf Ebene von 22 Landkreisen und kreisfreien Städten im Untersuchungsraum. Die Ergebnisse wurden differenziert nach Energieträgern, Szenarien (Referenz und Dekarbonisierung) dargestellt und zeigen das potenzielle Marktvolumen von Wasserstoff im Jahr 2045.

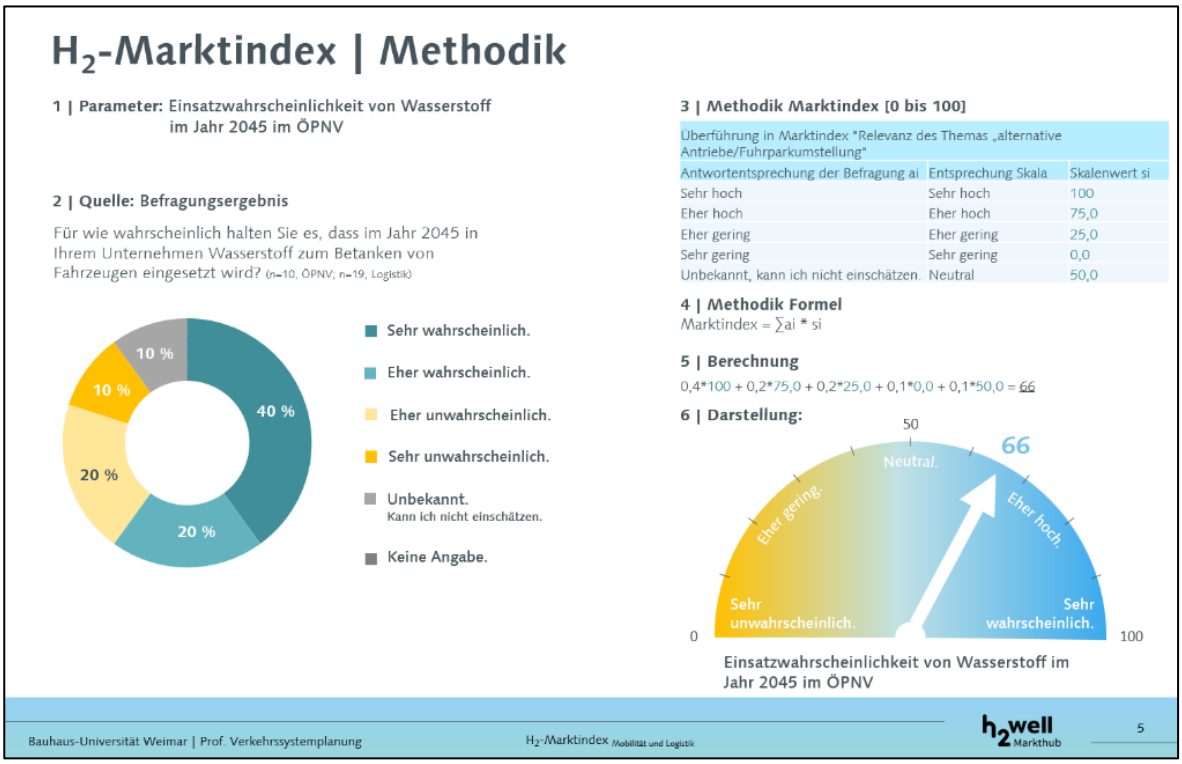


Abbildung 6: Darstellung über die Methodik des H2-Marktindexes

Daraus wurden wichtige Einflussfaktoren auf den Markthochlauf identifiziert. Zur methodischen Bewertung dieser Faktoren wurde ein H_2-Marktindex entwickelt. Für dessen erste Berechnung wurden insbesondere die Ergebnisse des Expert:innenpanels aus AP 1.2.2 herangezogen. Die Darstellung des Indexwerts erfolgte über ein visuelles Barometer, das eine vergleichbare und anschauliche Einordnung regionaler Marktchancen erlaubte. Im Berichtsjahr 2025 wurde der H_2-Marktindex auf Grundlage der aktualisierten Erkenntnisse aus der bundesweiten Unternehmensbefragung „Antriebswende im Schwerverkehr“ erneut berechnet. Die neuen Ergebnisse ermöglichten eine verbesserte Aussagekraft hinsichtlich der realistischen Entwicklungspotenziale für Wasserstoff im Schwerverkehr und flossen in die finale Version des H_2-Marktindexes ein.

2. Marktanalyse Politik & Gesellschaft

Im Verbundvorhaben hat die Bauhaus-Universität Weimar im Arbeitspaket 2 die folgenden vier Teilarbeitspakete bearbeitet, deren Ergebnisse im Folgenden zusammengefasst dargestellt werden, da sie gemeinsam und iterativ miteinander bearbeitet wurden.

- AP 2.1.1 | Marktpolitischer Rahmen
- AP 2.1.2 | Marktpolitik h2-well Region
- AP 2.4 | Akteurslandkarte

Im Rahmen von AP 2 wurden umfassende Analysen zu politischen Strategien, Akteursstrukturen und Marktrahmenbedingungen für die Entwicklung einer Wasserstoffwirtschaft in der H2-Well-Region durchgeführt. Der Fokus lag auf der Erhebung und Auswertung politischer Rahmenbedingungen auf EU-, Bundes- und Landesebene sowie der Identifikation und Strukturierung relevanter Akteur:innen und Netzwerke. Aufgrund der politischen Wahlzyklen und damit einhergehender zeitlicher Verschiebungen bei Regierungsbildungen und Ressortzuschnitten mussten einzelne Analysebausteine, insbesondere auf Bundes- und Landesebene, in das Jahr 2025 verschoben werden. Die Analyse der politischen Strategien auf EU-Ebene wurde bereits 2024 abgeschlossen und im November desselben Jahres nach der Einsetzung der neuen EU-Kommission aktualisiert. Zentrale Themen waren dabei die europäische Wasserstoffstrategie, regulatorische Rahmenbedingungen, Investitionsbedarfe sowie technologische Entwicklungen. Ein Besuch der European Hydrogen Week in Brüssel ermöglichte vertiefte Einblicke in aktuelle politische und technologische Debatten, darunter der Stellenwert von grünem und blauem Wasserstoff sowie Carbon Capture and Storage (CCS) als Übergangslösung. Zusätzlich wurden Gespräche mit der Landesvertretung Thüringen in Brüssel geführt, die ergänzende Einblicke in die Förderlandschaft und politische Netzwerke boten. Ein zentrales Ergebnis von AP 2 war die Erstellung einer digitalen, interaktiven Akteurslandkarte, die die gewonnenen Erkenntnisse aus den Teilpaketen AP 2.1.1 und AP 2.1.2 systematisch zusammenführt. Die Akteurslandkarte wurde konzeptionell und technisch im Projektverbund unter Leitung der Bauhaus-Universität Weimar entwickelt. Technisch erfolgte die Umsetzung mit der Software „Prezi“ als interaktive Infografik, die eine dynamische Navigation und die Abrufbarkeit vertiefender Informationen ermöglicht.

Inhaltlich umfasst die Akteurslandkarte drei Themenbereiche:

- **A) H_2-Akteure**
- **B) H_2-Netzwerke**
- **C) Rechtliche Rahmenbedingungen**

Für alle drei Themenbereiche wurden jeweils eigene interaktive Infografiken auf drei Ebenen erstellt: **EU**, **Bund** und **Thüringen**. Die Bearbeitung erfolgte arbeitsteilig durch die Projektpartner: Die Bauhaus-Universität Weimar übernahm die Umsetzung der Infografiken zu den Akteuren, SolarInput e.V. erstellte die Netzwerkdarstellungen, und die Friedrich-Schiller-Universität Jena verantwortete die rechtlichen Rahmenbedingungen. Die Bauhaus-Universität Weimar unterstütze zudem mit graphischen Zuarbeiten. Die interaktiven Akteurslandkarten stehen über die digitale Plattform **H2-Thek** zur Verfügung und bieten Nutzer:innen eine anschauliche, dynamische und systematisch aufgebaute Übersicht über die relevanten Akteurslandschaften und politischen Rahmenbedingungen für die Wasserstoffwirtschaft auf regionaler, nationaler und europäischer Ebene.

Zur Thüringer H2-Akteurslandkarte

Die Akteurslandkarten für **Thüringen** und **Deutschland** wurden im Jahr 2025 inhaltlich finalisiert. Die Karte für Thüringen umfasst **22 Institutionen und Akteure**, darunter Ministerien, Forschungsinstitutionen, Universitäten, Netzwerke, Landesagenturen und Unternehmen mit Bezug zur Wasserstoffwirtschaft. Die Karte stellt ihre Rollen, Verbindungen und Funktionen im regionalen Landeskontext dar.

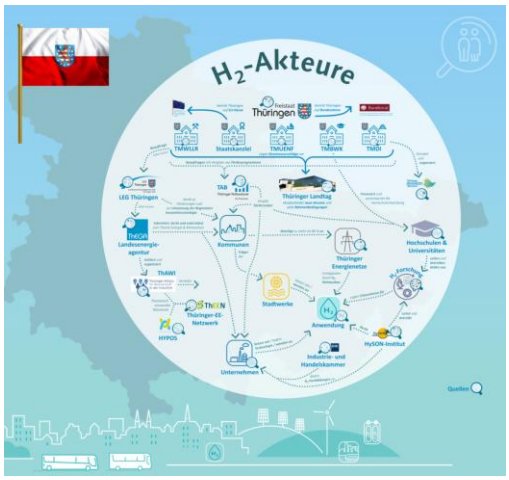


Abbildung 7: H2-Akteurslandkarte Thüringen

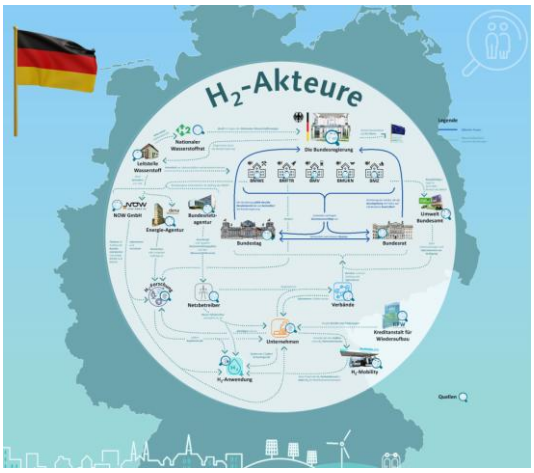


Abbildung 8: H2-Akteurslandkarte Deutschland

Zur Bundesweiten H2-Akteurslandkarte

Die Akteurslandkarte für **Deutschland** umfasst **21 relevante Akteure**, darunter Bundesministerien, Fachverbände, Forschungseinrichtungen, Bundesagenturen sowie zentrale Wasserstoffforschungsprojekte. Neben der Beschreibung der jeweiligen Institutionen werden auch deren Funktionen im Rahmen der nationalen Wasserstoffpolitik sowie ihre wechselseitigen Beziehungen dargestellt. Die Darstellung verdeutlicht die institutionellen Verknüpfungen und Zuständigkeiten im deutschen Wasserstoffsystem und bietet so eine strukturierte Übersicht.

Zur europäischen H2-Akteurslandkarte

Die **EU-H2-Akteurslandkarte** beschreibt insgesamt **19 relevante Institutionen**. Neben allgemeinen Funktionsbeschreibungen wurden hier auch Ansprechpartner:innen, Organigramme sowie die spezifische Rolle der Institutionen innerhalb der europäischen Wasserstoffpolitik erfasst. Die Inhalte werden durch erklärende Texte, grafische Darstellungen und Erklärvideos veranschaulicht. Darüber hinaus wurden die Beziehungen zwischen den Institutionen beschrieben, um systemische Zusammenhänge nachvollziehbar zu machen.

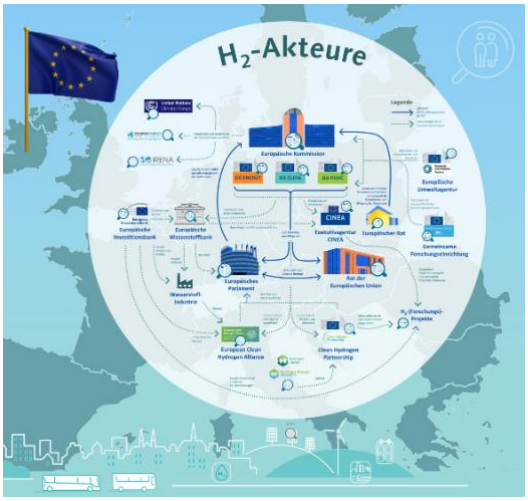


Abbildung 9: H2-Akteurslandkarte EU

3. Hybrider Markthub

Im Arbeitspaket 3 wurde ein hybrider Markthub aufgebaut, der als zentrale Schnittstelle für den Wissens- und Ergebnisgewinn sowie -transfer des Projekts diente. Ziel war es, wissenschaftliche Erkenntnisse, politische Entwicklungen und Marktdaten in digitaler und analoger Form verfügbar zu machen und einen kontinuierlichen Dialog mit relevanten Akteur:innen aus Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Zivilgesellschaft zu ermöglichen. Die Umsetzung erfolgte in vier Teilpaketen:

- AP 3.1 | Technischer Aufbau der digitalen Plattform
- AP 3.2 | Bespielung der digitalen Plattform mit Basisinformationen zur regionalen H2-Marktsituation
- AP 3.3.3 | Betrieb digitale Plattform: Aktuelle Analyseergebnisse und interaktive Formate
- AP 3.4 | Analoge Plattform: Runde Tische mit regionalen Akteur:innen

3.1. Technischer Aufbau der digitalen Plattform

Im Jahr 2023 wurde unter Federführung der Bauhaus-Universität Weimar die technische Grundlage für die digitale Plattform des Projekts gelegt. Nach einer gründlichen Evaluierung verschiedener Systemlösungen fiel die Entscheidung auf die Open-Source-Plattform Moodle. Diese bot durch ihre hohe Anpassungsfähigkeit, langfristige Verfügbarkeit und nutzerfreundliche Struktur ideale Voraussetzungen für den Aufbau einer eigenständigen, projektbezogenen Transferplattform. Um eine institutionelle Bindung zu vermeiden und die Nutzung für externe Akteur:innen zu erleichtern, wurde auf die Mitnutzung bestehender universitärer Systeme verzichtet.

Parallel wurde eine enge Kooperation mit dem European Digital Innovation Hub (EDIH) Thuringia aufgebaut. Das EDIH Thuringia unterstützt als Teil der europäischen Digitalstrategie innovative Projekte in den Bereichen Mobilität, Logistik und Energie und erwies sich als wertvoller Partner für den Wissenstransfer und die Verstetigung der Projektergebnisse über die Laufzeit hinaus. Zwischen August und Dezember 2023 wurde der technische Aufbau abgeschlossen, die Plattform initial eingerichtet und für die inhaltliche Bespielung vorbereitet.

Die im Projekt entwickelte digitale Transferplattform trägt den Namen „H2-Thek“. Der Name wurde bewusst gewählt, um die Funktion der Plattform als zentrale, zugängliche Wissens- und Informationssammlung zum Thema Wasserstoff zu verdeutlichen – angelehnt an eine klassische Mediathek oder Bibliothek. Die H2-Thek bündelt die wissenschaftlichen Erkenntnisse des Projekts, politische Rahmenbedingungen und zentrale Akteure verschiedenster Ebenen und stellt diese sehr anschaulich und strukturiert bereit. Damit unterstützt sie den zielgerichteten Transfer von Wissen aus dem Projekt in Wirtschaft, Politik, Wissenschaft und

Gesellschaft, welche alle gleichermaßen als Zielgruppe zu betrachten sind. Insbesondere Personen, die arbeitstechnisch neu in die Wasserstoffwirtschaft einsteigen, erhalten hier einen sehr guten Ersten Überblick und werden grundlegend informiert.

3.2. Bespielung der digitalen Plattform mit Basisinformationen zur regionalen H_2-Marktsituation

Ab 2023 begann die schrittweise inhaltliche Befüllung der Plattform mit grundlegenden Informationen zur regionalen H_2-Marktsituation. Unter dem im Jahr 2024 festgelegten Namen „H2-Thek“ wurde die Plattform als digitaler Zugangspunkt für Forschungsergebnisse, Marktanalysen und politische Rahmenbedingungen im Bereich Wasserstoff konzipiert. In einem gemeinsamen Workshop mit den Projektpartner:innen wurden Zielgruppen, Darstellungsformate und Themenschwerpunkte der Plattform definiert. Der Fokus der ersten Inhalte lag auf den H_2-Marktpotenzialen im Mobilitäts- und Logistiksektor sowie den politischen Rahmenbedingungen in der H2-Well-Region. Dabei wurden insbesondere Ergebnisse aus den Arbeitspaketen 1 und 2 aufbereitet und in nutzerfreundlicher Form – z. B. als interaktive Karten, Kurzberichte oder grafische Darstellungen – veröffentlicht. Die Bauhaus-Universität Weimar übernahm dabei maßgeblich die grafische, redaktionelle und administrative Betreuung der Inhalte.

3.3. Betrieb digitale Plattform: Analyseergebnisse und interaktive Formate

In den Jahren 2024 und 2025 wurde die digitale Plattform kontinuierlich weiterentwickelt und als zentrales Instrument für den Wissenstransfer betrieben. Neben der Veröffentlichung aktueller Analysen wurden interaktive Inhalte etabliert. Hierzu gehörten auch digitale Informationsbereiche zu laufenden und geplanten Veranstaltungen des H2-Well-Konsortiums. Die Bauhaus-Universität Weimar übernahm die laufende Pflege, Aktualisierung und redaktionelle Betreuung der Inhalte. Im Jahr 2025 wurde ein eigener Bereich eingerichtet, um Materialien vergangener Veranstaltungen dauerhaft bereitzustellen und die Nachnutzung und Sichtbarkeit abgeschlossener Formate zu sichern. Zusätzlich wurden alle interaktiven Akteurslandkarten (EU, Bund, Thüringen) sowohl als Infografik als auch im PDF-Format veröffentlicht, wobei auf eine hohe Bedienfreundlichkeit für die Nutzer:innen geachtet wurde. Darüber hinaus wurden die aktuellen Analyseergebnisse zur bundesweiten Branchenbefragung „Antriebswende im Schwerverkehr“ auf der Plattform integriert und öffentlich zugänglich gemacht. Die Plattform etablierte sich damit als zentraler digitaler Wissensspeicher.

Abbildung 10: Screenshot von der H2Thek, Wissensbereich Wasserstoff. Hinter jeder Kachel finden sich textliche, grafische oder interaktive Inhalte.

3.4. Analoge Plattform: Runde Tische mit regionalen Akteur:innen

Ergänzend zur digitalen Plattform wurden im Rahmen von AP 3.4 analoge Transferformate umgesetzt. Bereits 2024 nahm das Projektteam an mehreren Fachveranstaltungen teil, bei denen Ergebnisse vorgestellt und diskutiert wurden – darunter elmug4future, das Mobilitätsnetzwerk Thüringen, der Workshop Master-Up Brussels sowie die BMDV-Fachkonferenz „Klimafreundliche Busse“. Diese Veranstaltungen ermöglichten eine gezielte Vernetzung und den Austausch mit Unternehmen, politischen Entscheidungsträger:innen und europäischen Partnerregionen. Im Jahr 2025 wurden diese Aktivitäten konsequent fortgeführt. Besonders hervorzuheben sind die Teilnahme am Mitteldeutschen Wasserstoffkongress in Halle (21.08.2025) sowie die Abschlussveranstaltung des H2-Well-Bündnisses in Erfurt (09.11.2025), bei der die zentralen Projektergebnisse vorgestellt und mit regionalen und überregionalen Akteur:innen diskutiert wurden. Diese Formate trugen maßgeblich zur Sichtbarkeit des Projekts bei und stärkten die Verankerung des H2-Well-Markthubs in der Wasserstoff-Community.

4. Regionale H_2-Marktdiffusion

Das Arbeitspaket 4 diente der Zusammenführung, Einordnung und praxisnahen Ableitung der im Projekt gewonnenen Erkenntnisse zur Wasserstoff-Marktentwicklung in den Sektoren Mobilität und Logistik. Aufbauend auf den Ergebnissen aus AP 1, AP 2 und dem hybriden Markthub (AP 3) wurden Handlungsempfehlungen entwickelt, ein Leitfaden zur regionalen Marktdiffusion erstellt und die Inhalte im Dialog mit Akteur:innen aus Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft diskutiert. Damit leistete AP 4 einen entscheidenden Beitrag zur Übertragbarkeit der Projektergebnisse in die Praxis und zur Unterstützung des regionalen Markthochlaufs. Die Umsetzung erfolgte in vier Teilpaketen:

- AP 4.1.3 | Technischer Aufbau der digitalen Plattform
- AP 4.2.3 | Bespielung der digitalen Plattform mit Basisinformationen zur regionalen H2-Marktsituation
- AP 4.3 | Betrieb digitale Plattform: Aktuelle Analyseergebnisse und interaktive Formate
- AP 4.4 | Analoge Plattform: Runde Tische mit regionalen Akteur:innen

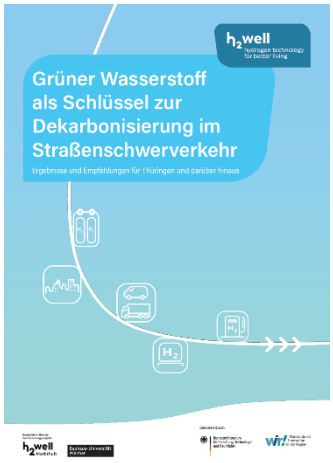
4.1. Ergebniszusammenführung Analyse und hybrider Markthub

In AP 4.1 erfolgte die systematische Zusammenführung der wissenschaftlichen Analysen aus AP 1 und AP 2 mit den im Rahmen des hybriden Markthubs (insb. AP 3.4) erfassten Perspektiven von Akteur:innen aus der Region. Ziel war es, ein umfassendes Gesamtbild der regionalen Wasserstoff-Marktentwicklung zu erstellen, das sowohl faktenbasierte Potenzialanalysen als auch standortbezogene Einschätzungen zur H_2-Infrastruktur, zur politischen Steuerung und zur Akteursstruktur berücksichtigt. Die Auswertung umfasste u. a. die quantitativen Ergebnisse zur Wasserstoffnachfrage, qualitative Einschätzungen zu technischen und wirtschaftlichen Hemmnissen sowie politische Rahmenbedingungen. Besonderes Augenmerk lag auf den sektorspezifischen Potenzialen im ÖPNV und im Schwerlastverkehr sowie auf der Frage, unter welchen Voraussetzungen eine dezentrale H_2-Wirtschaft in Thüringen und Mitteldeutschland tragfähig etabliert werden kann.

4.2. Bereichsspezifische Handlungsempfehlungen

Auf Basis der zusammengeführten Ergebnisse wurden in AP 4.2 differenzierte Handlungsempfehlungen für regionale Akteur:innen aus Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft abgeleitet. Dabei wurde ein besonderer Fokus auf dezentrale, grüne und partizipative Strukturen gelegt, um den Wasserstoffhochlauf regional verankert und möglichst resilient zu gestalten. Die Empfehlungen wurden durch Rückmeldungen aus Transferformaten in der Region sowie durch Einblicke aus einschlägigen Fachnetzwerken wie Thüringer Allianz für Wasserstoff in der Industrie (ThAWI) und HYPOS angereichert. Zusätzlich wurden Erkenntnisse aus überregionalen Branchenforen – darunter die EU Hydrogen Week, der Mitteldeutsche Wasserstoffkongress sowie Formate des h2-well-Bündnisses – berücksichtigt. Die daraus entstandenen Empfehlungen umfassen sowohl politische & regulatorische Maßnahmen und finanzielle Anreize & Förderprogramme als auch Empfehlungen für die Bereiche Infrastruktur & Technik sowie Wissen & Transfer.

4.3. Leitfaden zur regionalen H_2-Marktdiffusion



Ein zentrales Ergebnis des Arbeitspakets war die Entwicklung eines kompakten Leitfadens zur regionalen H_2-Marktdiffusion, der in enger gestalterischer und inhaltlicher Abstimmung mit den Projektpartnern erarbeitet wurde. Aus der gemeinsamen inhaltlichen Arbeit am Leitfaden des Projektkonsortiums sind zwei Veröffentlichungen entstanden.

Der Leitfaden, für den die Bauhaus-Universität Weimar inhaltlich verantwortlich war, trägt den Titel „Grüner Wasserstoff als Schlüssel zur Dekarbonisierung im Straßenschwerverkehr – Ergebnisse und Empfehlungen für Thüringen und darüber hinaus“. Der Leitfäden bereitet die Ergebnisse der wissenschaftlichen technischen und politisch-strategischen Analysen textlich und grafisch auf und richten sich gezielt an kommunale Entscheider:innen, Verwaltungen, politische Akteur:innen, Unternehmen sowie Netzwerke und zivilgesellschaftliche Organisationen. Er beinhaltet eine sektorspezifische Einordnung von Herausforderungen, Potenzialen und möglichen Wasserstoffbedarfsmengen im Bereich des Straßenschwerverkehrs. Darauf aufbauend werden konkrete Handlungsempfehlungen für die strategische Ausrichtung der Landes, Bundes und EU-Politik im Kontext einer regionalen Marktdiffusion von grünem Wasserstoff formuliert.

Besonderer Wert wurde auf eine klar strukturierte, visuell unterstützte Darstellung gelegt, um die Zugänglichkeit und Verständlichkeit der Inhalte für unterschiedliche Zielgruppen zu erhöhen. Die grafische Aufbereitung mit zahlreichen Abbildungen, Übersichten und Visualisierungen dient dabei der Vermittlung komplexer Zusammenhänge im Sinne eines adressatengerechten Wissenstransfers. Die Leitfäden wurden entsprechend der sektoralen Ausrichtung in zwei thematisch fokussierten Dokumenten digital über die H2-Thek veröffentlicht und stehen dort öffentlich zum Download Verfügung. Durch diese Form der Veröffentlichung wird eine zielgerichtete Ansprache relevanter Akteur:innen ermöglicht und die praktische Nutzbarkeit der Projektergebnisse im regionalen Kontext weiter gestärkt. Zudem wurde die Veröffentlichung der Leitfäden über das ThAWI.-Netzwerk allen ThAWI-Mitgliedern kommuniziert, zu denen auch die h2-well Partner zählen.

4.4. Regionaldialoge

Zur aktiven Einbindung regionaler Akteur:innen wurde im Arbeitspaket 4.4 ein Regionaldialog durchgeführt. Der Termin wurde bewusst zeitlich vorgezogen, um die dabei gewonnenen Erkenntnisse unmittelbar in die finale Fassung des Leitfadens integrieren zu können. Der Regionaldialog fand am 27. Juni 2025 in Weimar im Rahmen der bundesweiten „Woche des Wasserstoffs 2025“ sowie des Digitaltags 2025 als Zukunftswerkstatt Öffentlicher Verkehr statt. Die Fachkonferenz inklusive einer begleitenden Wasserstoff-Exkursion stellte ein Hauptevent des h2-well-Bündnisses im Kontext der Woche des Wasserstoffs dar. Auf Initiative des Projekts h2-well Markthub nahm das Bündnis erstmals an diesem bundesweiten Format teil und trug damit zur Sichtbarkeit der Wasserstoffaktivitäten in Thüringen über die Region hinaus bei. Die 1,5-tägige Veranstaltung brachte rund 40 Teilnehmende aus Verkehrsbetrieben, Kommunalverwaltungen, Wissenschaft und Wirtschaft zusammen. Das Programm umfasste Fachvorträge, Workshops, Praxisberichte sowie eine Exkursion zur Stadtwirtschaft Weimar GmbH, bei der ein Wasserstoff-Brennstoffzellenbus sowie die zugehörige Tankstelleninfrastruktur im laufenden Betrieb vorgestellt wurden. Inhaltlich standen aktuelle Herausforderungen der Antriebswende im öffentlichen Personennahverkehr, die Rolle von Wasserstoff im kommunalen Verkehr sowie Fragen der Dimensionierung und Planung von H_2-Infrastrukturen im Fokus.

In interaktiven Workshopformaten wurden unter anderem die Leitfragen „Braucht der ÖPNV in Deutschland Wasserstoff?“, „Wie viel Wasserstoff ist notwendig?“ und „Welche Rahmenbedingungen könnten den Wasserstoffeinsatz im ÖPNV unterstützen?“ diskutiert. Die im Rahmen der Veranstaltung erarbeiteten Ergebnisse und Diskussionsbeiträge flossen systematisch in die Weiterentwicklung des Leitfadens ein und ermöglichten eine praxisnahe Überprüfung und Schärfung der Handlungsempfehlungen insbesondere mit Blick auf kommunale Entscheidungsprozesse. Die Zukunftswerkstatt wurde von der Bauhaus-Universität Weimar in Kooperation mit dem EDIH Thuringia, der Friedrich-Schiller-Universität Jena sowie der Stadtwirtschaft Weimar GmbH konzipiert und umgesetzt. Sie stellte einen zentralen Meilenstein innerhalb des Arbeitspakets 4 dar und setzte zugleich einen nachhaltigen Impuls für die weitere strategische Ausrichtung der regionalen Wasserstoffaktivitäten.

II. Angepasste Arbeitspakete

Im Verlauf der Projektlaufzeit des Vorhabens h2-well Markthub wurden in mehreren Arbeitspaketen Anpassungen am Zeitplan und an einzelnen Arbeitsschritten vorgenommen. Diese Anpassungen waren sowohl organisatorisch als auch inhaltlich begründet und trugen maßgeblich zur Sicherung der Ergebnisqualität und zur Aktualität der Projektergebnisse bei. Dabei wurden keine grundsätzlichen Projektziele verändert; vielmehr erfolgten gezielte Verschiebungen und zeitliche Verdichtungen, um externe Rahmenbedingungen – wie politische Wahlzyklen oder Kooperationsformate – sinnvoll zu integrieren.

Anpassungen im ersten Projektjahr (2023):
Im ersten Projektjahr machten zwei Faktoren eine Überarbeitung des ursprünglichen Zeitplans erforderlich: zum einen organisatorische Verzögerungen beim Projektstart durch personelle Engpässe, zum anderen eine aktualisierte Einschätzung der inhaltlichen Anforderungen in mehreren Arbeitspaketen. Besonders betroffen waren AP 1.1.2, 1.2.2, 1.3, 2.1.1 sowie die initialen Arbeiten im AP 3. Beispielsweise wurde der Beginn von AP 1.1.2 auf August 2023 verschoben, um parallellaufende Aufgaben in AP 3.1 zu entzerren. AP 1.2.2 wurde in zwei Phasen aufgeteilt – Phase 1 startete im März 2024, Phase 2 im Februar 2025. Aufgrund der geringen zu erwartenden Rückläufe bei einer rein thüringischen Befragung wurde der Erhebungsumfang auf den mitteldeutschen Raum und den ÖPNV ausgeweitet. Der hierdurch entstandene Mehraufwand (0,6 PM) wurde auf beide Befragungsphasen verteilt. AP 1.3, das die Entwicklung des H_2-Marktindexes umfasst, wurde ebenfalls mehrfach angepasst: Eine erste Verschiebung betraf die Startphase von Oktober auf Dezember 2023, weitere Phasen wurden 2024 und 2025 ergänzt, um neue Ergebnisse – insbesondere aus den Expert:innenbefragungen – kontinuierlich integrieren zu können. Die Ausweitung der Indexberechnung auf alle Landkreise und kreisfreien Städte der H2-Well-Region machte diese Anpassung erforderlich. Insgesamt erhöhte sich der Aufwand hier um 1,1 PM. Im Arbeitspaket 2 wurde die Bearbeitung von AP 2.1.1 von September 2023 auf Januar 2024 verschoben, AP 2.1.2 von Februar–Mai auf März–Juli 2024. Gleichzeitig wurde AP 2.4 gebündelt im Zeitraum Juli–September 2024 durchgeführt – drei Monate früher als geplant –, um frühzeitig Ergebnisse für AP 3.3.3 bereitstellen zu können. Die Bearbeitung des technischen Plattformaufbaus (AP 3.1) wurde auf den Zeitraum September bis Dezember 2023 verlegt. Die Bespielung der Plattform (AP 3.2) musste durch notwendige Abstimmungen mit dem European Digital Innovation Hub (EDIH) Thuringia auf den Zeitraum August bis Oktober 2024 konzentriert werden. Die enge technische und organisatorische Abstimmung führte zu einem moderaten Mehraufwand von 0,3 PM, war jedoch im Hinblick auf die nachhaltige Verwertung der Plattform und die Anschlussfähigkeit des Projekts sinnvoll und zielführend. Weitere Anpassungen betrafen den Betrieb der Plattform (AP 3.3.3), der auf Oktober 2024 verschoben wurde, um inhaltlich an die Ergebnisse der Expert:innenbefragung (AP 1.2.2) sowie an die analoge Plattform (AP 3.4.3) anschließen zu können. Auch AP 3.4.3 verschob sich entsprechend von Juli 2024 bis Februar 2025 auf den Zeitraum Oktober 2024 bis Mai 2025. Die Arbeiten im Arbeitspaket 4 wurden auf die Verschiebungen in den vorherigen Arbeitspaketen abgestimmt. AP 4.1.3 begann im Mai 2025, einen Monat später als geplant, AP 4.2.3 und AP 4.3 schlossen sich jeweils mit einer leichten Verzögerung um einen Monat an. Die abschließenden Arbeiten in AP 4.4 konnten planmäßig bis November 2025 abgeschlossen werden.

Anpassungen im zweiten Projektjahr (2024):
Im Jahr 2024 betrafen die Hauptanpassungen die Bearbeitung der Akteurslandkarten im Arbeitspaket 2. Hier führten politische Wahlzyklen auf EU-, Bundes- und Landesebene (Europawahl 06/2024, Thüringen 09/2024, Bund 02/2025) zu veränderten institutionellen Zuständigkeiten und personellen Besetzungen. Um die Inhalte der Akteurslandkarte aktuell und belastbar zu halten, wurde die detaillierte Analyse der Akteursstrukturen auf Bundes- und Landesebene auf das Jahr 2025 verschoben. Während die EU-Akteurslandkarte bereits 2024 abgeschlossen wurde, erfolgte die Finalisierung der übrigen Teile erst nach der Regierungsbildung auf Landes- und Bundesebene. Diese Anpassungen hatten geringfügige Auswirkungen auf nachgelagerte Arbeitspakete wie AP 3.2, AP 3.3.3, AP 3.4.3 und AP 4.1.3, gefährdeten aber in keiner Weise den Projektfortschritt. Einzelne Arbeitsschritte wurden zeitlich verdichtet oder in ihrer Abfolge angepasst. Die Gesamtarbeitszeit (in Personenmonaten) blieb davon unberührt.

Anpassungen im dritten Projektjahr (2025):
Im letzten Projektjahr wurde insbesondere die Durchführung des Regionaldialogs (AP 4.4) angepasst. Anstelle der ursprünglich vorgesehenen Durchführung im Oktober/November 2025 wurde die Veranstaltung bewusst in den Zeitraum Juni/Juli 2025 vorgezogen, um sie im Rahmen der WOCHE DES WASSERSTOFFS durchführen zu können. Ziel war es, eine breitere Sichtbarkeit der Projektergebnisse über Thüringen hinaus zu erreichen und Handlungsempfehlungen noch vor Abschluss des Leitfadens (AP 4.3) gemeinsam mit regionalen Akteur:innen zu diskutieren. Daraus ergab sich eine Verschiebung von AP 4.1.3 um zwei Monate nach hinten sowie eine leicht verzögerte Bearbeitung der Arbeitspakete 4.2.3 und 4.3, die jeweils einen Monat später abgeschlossen wurden. Der Leitfaden konnte dennoch pünktlich zum Projektende fertiggestellt werden.

Im Rahmen der Ergebnissynthese des Arbeitspakets 4 zur regionalen H2-Marktdiffusion wurde darüber hinaus eine moderate Anpassung in der Veröffentlichungsform des Leitfadens vorgenommen. Wie im Projektantrag vorgesehen, wurde der Leitfaden gemeinsam durch das Projektkonsortium SolarInput e.V. (SI), Friedrich-Schiller-Universität Jena (FSU) und Bauhaus-Universität Weimar (BUW) strukturell sowie grafisch abgestimmt und als kohärentes Gesamtdokument erarbeitet. Die wissenschaftlichen Analysen aus AP1 und AP2 wurden mit den im hybriden Markthub (AP 3) erhobenen Akteursperspektiven zusammengeführt, ausgewertet und zur Ableitung konkreter Handlungsempfehlungen für regionale Akteure aus Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft genutzt. Der Leitfaden erfüllt damit in vollem Umfang die inhaltlichen Zielsetzungen des Arbeitspakets. Im Zuge der finalen Zusammenstellung und mit Blick auf die zielgruppengerechte Veröffentlichung der Ergebnisse hat sich jedoch ein zusätzlicher Mehrwert ergeben, der uns zu folgender Anpassung veranlasst hat: Der Leitfaden wurde nicht als einzelnes Dokument, sondern in zwei inhaltlich abgegrenzten Teilen veröffentlicht:

- Teil A: Leitfaden Grüner Wasserstoff für Industrie und Energie (auf der H2Thek veröffentlicht durch die FSU und SI)
- Teil B: Leitfaden Grüner Wasserstoff im Straßenschwerverkehr mit dem Titel „Grüner Wasserstoff als Schlüssel zur Dekarbonisierung im Straßenschwerverkehr – Ergebnisse und Empfehlungen für Thüringen und darüber hinaus“ (auf der H2Thek veröffentlicht durch die BUW)

Diese Aufteilung stellt keine inhaltliche Abkehr vom ursprünglich geplanten Leitfaden dar, sondern dient einer zielgruppenorientierten und wirkungsvolleren Ansprache. Insbesondere Ministerien, Verwaltungen, RIS-Beiräte sowie Unternehmen profitieren aus unserer Sicht von kompakteren, sektorenspezifischen Publikationen. Zudem ermöglicht die Trennung eine klarere Darstellung der unterschiedlichen methodischen Zugänge, die je nach Sektor stärker qualitativ oder quantitativ ausgerichtet waren. Die inhaltliche Stringenz und Vergleichbarkeit bleiben dabei allerdings gewahrt, da beide Dokumente aus dem gemeinsamen Leitfadenkonzept hervorgegangen sind und gegenseitig aufeinander verweisen.

III. Verwertbarkeit der Ergebnisse

Wissenschaftliche Verwertung und Veröffentlichung

- Erfolgte am 17.02.2026: Open-Access-Publikation der mitteldeutschen Befragung „Wasserstoff im Schwerlastverkehr - Befragung der ÖPNV- und Logistikbranche in Mitteldeutschland 2024“ in der Digitalen Bibliothek Thüringen: https://doi.org/10.25643/dbt.69141 (DOI: 10.25643/dbt.69141), auch über die Internet-Suche auffindbar und abrufbar
- Erfolgt am 30.10.2025: Open-Access-Publikation der bundesweiten Befragung „Antriebswende im Schwerverkehr: Bundesweite Umfrage zu Kraftomnibussen und Straßennutzfahrzeugen in Deutschland 2025“ in der Digitalen Bibliothek Thüringen: https://doi.org/10.25643/dbt.68257 (DOI: 10.25643/dbt.68257), auch über die Internet-Suche auffindbar und abrufbar
- Erfolgte am 17.02.2026: Open-Access-Publikation des Leitfadens „Grüner Wasserstoff als Schlüssel zur Dekarbonisierung des Straßenschwerverkehrs: Ergebnisse und Empfehlungen für Thüringen und darüber hinaus“ in der Digitalen Bibliothek Thüringen: https://doi.org/10.25643/dbt.69145 (DOI: 10.25643/dbt.69145), auch über die Internet-Suche auffindbar und abrufbar
- Vorbereitung weiterer Fachveröffentlichungen auf Basis der Umfrageergebnisse und Handlungsempfehlungen des Projekts u.a. Journalpaper mit dem Arbeitstitel: Zero-emission bus fleets in public transport: Transformation pathways of German transport operators to 2045
- Nutzung der Befragungsdaten für einen Grundlagensynthesebericht zu „Brennstoffzellenantriebe / Wasserstoffmobilität im Kontext der Sektorkopplung“ im Rahmen der öffentlich über das Web zugänglichen Wissenslandkarte des Bundesministeriums für Verkehr (BMV) (Forschungs-Informationssystem, FIS). Abrufbar unter: https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/489972/
- Wissenschaftliche Verwertung der Projektergebnisse in einem laufenden Promotionsvorhaben an der Professur Verkehrssystemplanung der Bauhaus-Universität Weimar

Verwertung in Lehre, Ausbildung und Nachwuchsförderung

- Integration der Projektthemen- und ergebnisse in das Mastermodul im Studiengang Umweltingenieurwissenschaften „Öffentlicher Verkehr und Mobilitätsmanagement“ an der Bauhaus-Universität Weimar durch die Durchführung von Seminaren zum Thema Wasserstoffeinsatz im ÖPNV
- Studentische Exkursionen zur Stadtwirtschaft Weimar GmbH mit Fokus auf H_2-Infrastruktur- und Anwendung im ÖPNV, welche durch die Nutzung von Projektkontakten realisiert werden konnten
- Betreuung und Erarbeitung einer Studienarbeit zum Thema „Antriebstransformation im Straßengüterverkehr - Entwicklung einer dezentralen H_2-Infrastruktur für einen Unternehmensfuhrpark“
- Erarbeitung von Workshopmaterialien, die zur Diskussion über Chancen und Herausforderungen der H_2-Anwendung im Verkehr eingesetzt werden können – z. B. in der Lehre, in Workshops mit Schüler:innen oder bei öffentlichen Veranstaltungsformaten wie Tag der offenen Tür oder Lange Nacht der Wissenschaft
- Anstoß für eine Werbemaßnahme, die sich auf die Beklebung eines Wasserstoffbrennstoffzellenbusses der Stadtwirtschaft Weimar GmbH bezieht, die zum Einen die Fahrgäste auf den Wasserstoffbrennstoffzellenantrieb des Busses aufmerksam macht und gleichzeitig für das Studieren dieses Themenkomplexes an der Bauhaus-Universität Weimar wirbt (Umweltingenieurwissenschaften, Vertiefung Mobilität und Verkehr sowie Energiesysteme)

Verwendung der Projektergebnisse in Netzwerken und strategischen Prozessen

- Vorstellung und Diskussion der Ergebnisse, Akteurslandkarten und des Leitfadens gegenüber dem HYPOS e.V. sowie der Thüringer Allianz für Wasserstoff in der Industrie (ThAWI) zur strategischen Ausrichtung des Netzwerks, Weiterentwicklung der Netzwerkarbeit und Orientierung bei der Entwicklung regionaler Transformationsstrategien, Abstimmung mit der ThAWI über Weiternutzung der H2Thek-Inhalte
- Strategischer Input für die Diskussionen im Mobilitätsnetzwerk Thüringen (beauftragt durch das Thüringer Ministerium für Digitales und Infrastruktur) zur Dekarbonisierung des Verkehrssektors, speziell in der Arbeitsgruppe 3 - Straßengebundener ÖPNV und ITF 2030 unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Uwe Plank-Wiedenbeck
- Einbringung der Ergebnisse, insbesondere der Handlungsempfehlungen in den Strategiebeirat im Rahmen der Umsetzung der Thüringer Regionalen Innovationsstrategie (RIS Thüringen) -> hier in den Beirat „Nachhaltige und intelligente Mobilität und Logistik“ durch den Sprecher des Beirats Prof. Dr.-Ing. Uwe Plank-Wiedenbeck

Wirtschaftliche und praktische Verwertung

- Nutzung der Projektergebnisse durch das Ingenieurbüro Prof. Dr. U. Freundt im Rahmen einer Präsentation bei der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) zum Thema Risiken in der Nutzung schwerer emissionsfreier Fahrzeuge im Kontext der Tragfähigkeit und Erneuerung von Brücken
- Verwertung und weitere Bereitstellung der H2Thek-Inhalte durch das European Digital Innovation Hub (EDIH MID Germany) -> zukünftig geplant: Wissenstransfer in Schulungs- und Weiterbildungsformaten

Öffentliche Kommunikation und Sichtbarkeit

- Breite Verbreitung der Projektergebnisse über digitale Kanäle: Webseiten der Bauhaus-Universität Weimar, Webseite des SolarInput e.V., h2-well-Webseite, regelmäßige Beiträge im h2-well-Newsletter
- LinkedIn- und Instagram-Kampagne im November und Dezember 2025 über die Ergebnisse der bundesweiten Befragung „Antriebswende im Schwerverkehr: Bundesweite Umfrage zu Kraftomnibussen und Straßennutzfahrzeugen in Deutschland 2025“ (EDIH MID Germany, h2well, bauhaus.mobility), Instagram-Kanal bauhaus.mobility
- Mitorganisation der erstmaligen Teilnahme des h2-well-Bündnisses an der WOCHE DES WASSERSTOFFS, darunter aus dem Projekt h2-well Markthub mit der Fachkonferenz „Zukunftswerkstatt Öffentlicher Verkehr“ am 26. und 27. Juni 2025
- Veröffentlichung einer Pressemitteilung der Bauhaus-Universität Weimar über die Befragungsergebnisse: https://www.uni-weimar.de/de/universitaet/aktuell/bauhaus-journal-online/titel/antriebswende-bundesweite-umfrage-zeigt-trend-zu-alternativen-antrieben-im-schwerverkehr/; Zweitveröffentlichung bzw. inhaltliche Aufnahme in ca. zehn weitere Fachportale und Pressedienste (u. a. idw, die linde, eplortalogistics, wissenschaftaktuell, HYPOS, amz)
- Fachbeitrag im Wirtschaftsspiegel – Wirtschaftsmagazin aus der Mitte Deutschlands, Ausgabe 06/2025

Transferformate und langfristige Verwertung

- Die Ergebnisse wurden im Rahmen des bundesweiten Regionaldialogs „Zukunftswerkstatt Öffentlicher Verkehr“ in der Woche des Wasserstoffs 2025 praxisnah mit Verkehrsunternehmen und Kommunen diskutiert
- Der entwickelte Leitfaden „Grüner Wasserstoff als Schlüssel zur Dekarbonisierung“ wird als Transferinstrument nutzbar und über das Internet langfristig über open-access-Bibliothekskataloge zugänglich gemacht
- Bereitstellung aller Inhalte und Materialien über die digitale Plattform H2-Thek über die Projektlaufzeit hinaus (darunter Leitfäden, Marktpotenziale, Akteurslandkarten, Veranstaltungsmaterialien, Vorträge) und Überführung der Inhalte zur europäischen Transferinitiative European Digital Innovation Hub MID (Mobilität, Infrastruktur und Digitalisierung) als Informations- und Weiterbildungsmaterial für Kommunen und Unternehmen

IV. Während der Durchführung bekannt gewordene Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Seit dem Start des Projekts h2-well Markthub im Jahr 2023 hat sich das Themenfeld Wasserstoff weiterhin sehr dynamisch weiterentwickelt – technologisch, politisch, infrastrukturell und wirtschaftlich. Die Diskussion über Wasserstoff ist in dieser Zeit deutlich realistischer und zugleich strategischer geworden: Stand zu Projektbeginn vielerorts noch der Demonstrationscharakter im Vordergrund, so verschiebt sich der Fokus zunehmend auf anwendungsseitige Forschung, sektorenübergreifende Integration (Sektorenkopplung) sowie auf Fragen der Wirtschaftlichkeit und Skalierbarkeit. Viele zentrale Herausforderungen bestehen jedoch weiterhin fort, etwa das Henne-Ei-Problem des Marktaufbaus oder die

lückenhafte Nutzung wirtschaftspolitischer Steuerungsinstrumente wie des CO_2-Preises, dessen Lenkungswirkung bislang nicht konsequent genutzt wird.
Ein entscheidender Schritt war die Verabschiedung der RED III-Richtlinie im Jahr 2023, in deren Rahmen erstmals klare Vorgaben zur RFNBO-Zertifizierung (Renewable Fuels of Non-Biological Origin) geschaffen wurden. Diese definiert, unter welchen Bedingungen Wasserstoff als „grün" gilt – eine wesentliche Grundlage für die langfristige Investitions- und Planungssicherheit. Darüber hinaus wurde mit dem HYDEX ein nahezu tagesaktueller Preisindex eingeführt, der die Gestehungskosten von Wasserstoff in Deutschland abbildet und damit eine zunehmende Markttransparenz ermöglicht. Ergänzend entstehen bundesweit und regional digitale Marktplattformen, die Angebot und Nachfrage von Wasserstoffakteuren sichtbar machen und die Netzwerkarbeit deutlich erleichtern.
Mit der Verabschiedung des europäischen Wasserstoffkernnetzes („EU Hydrogen Backbone") im Oktober 2024 wurde ein weiterer Meilenstein zur Schaffung einer überregionalen H_2-Infrastruktur erreicht. Dennoch zeigt sich weiterhin ein erheblicher Rückstand bei der realen Elektrolysekapazität: Bis Ende 2025 lag diese in Deutschland bei rund 185 MW – deutlich unter dem Zielwert von 10 GW bis 2030. Gleichzeitig wurde die Diskussion über alternative Wasserstoffarten intensiviert. Während grüner Wasserstoff weiterhin politisch priorisiert wird, gewinnen auch blaue und türkise Varianten in Verbindung mit CCS-Technologien an Aufmerksamkeit, insbesondere mit Blick auf den notwendigen Importanteil in den kommenden Jahren. In Thüringen wurde mit der Gründung der ThAWI – Thüringer Allianz für Wasserstoff in der Industrie eine wichtige Netzwerkstruktur geschaffen, die erstmals alle relevanten Akteure im Land koordiniert und langfristig zusammenführt. Das Feld entwickelt sich zunehmend auch industriell weiter: So wurde 2025 in Erfurt eine neue Produktionsstätte für Elektrolyseure eröffnet. Das Unternehmen sieht hierin ein zukunftsfähigeres Geschäftsfeld als im bisherigen Automobilzulieferbereich – ein deutliches Signal für den Strukturwandel in der Industrie. Ein weiterer Hinweis auf die Professionalisierung des Feldes ist die Entwicklung zentraler Fachveranstaltungen: Der Mitteldeutsche Wasserstoffkongress, der 2025 zum fünften Mal stattfand, wird ab 2026 als überregionale Plattform ausgebaut und richtet sich künftig an Fachakteure aus ganz Nord- und Mitteldeutschland. Dies zeigt die wachsende Relevanz des Themas, aber auch das zunehmende Bedürfnis nach koordinierter Wissens- und Strategiebildung auf überregionaler Ebene.

Auch im Bereich Mobilität konnten relevante Fortschritte beobachtet werden. Die Zahl der in Deutschland zugelassenen Brennstoffzellenbusse (FCEV) stieg von 182 (03/2024) auf über 600 Fahrzeuge im Jahr 2025. In der h2-well-Region zeigt die Stadtwirtschaft Weimar mit mittlerweile neun Wasserstoffbussen im Regelbetrieb, wie der Einsatz im ÖPNV erfolgreich gelingen kann – insbesondere dort, wo batterieelektrische Alternativen kurzfristig an Netzkapazitäten scheitern. Diese Entwicklung wird flankiert durch neue gesetzliche Vorgaben: Ab dem 01.01.2026 müssen mindestens 65 % der neu beschafften ÖPNV-Fahrzeuge emissionsfrei sein – eine Vorgabe, die den Handlungsdruck auf Verkehrsbetriebe weiter erhöht. Gleichzeitig kam es im Verlauf des Projekts zu einem Regierungswechsel auf Bundesebene, der zu einem leichten Strategiewechsel in der Förderpolitik führte. Während zuvor wasserstoffspezifische Programme stark im Fokus standen, wird nun vermehrt in Schnellladeinfrastruktur für batterieelektrische Fahrzeuge investiert, und die Quoten sowie Fördermittel für Wasserstoffbusse leicht reduziert. Dennoch zeigt sich gerade im Bereich Schwerlastverkehr, dass Wasserstoffanwendungen wirtschaftlich und technisch

vielversprechend sind. Erste Tankstellen arbeiten profitabel, und der H_2-Preis sinkt moderat – was Investitionen erleichtern sollte – dennoch wird die Bankability von Projekten wichtiger denn je, was auch zu vielen Rückschlägen bei Projekten führte.

Insgesamt lässt sich feststellen: Der Wasserstoffsektor hat sich während der Projektlaufzeit des h2-well Markthub weiterentwickelt, diversifiziert und professionalisiert. Der Diskurs ist deutlich differenzierter: Die Frage ob Wasserstoff ein zentraler Baustein der Energietransformation ist, ist beantwortet – nun geht es um die Frage, wie der Markthochlauf effizient, marktfähig und sektorenübergreifend gelingen kann. Projekte wie h2-well Markthub, die regionale Perspektiven, sektorale Analysen und praxisnahe Wissensaufbereitung miteinander verbinden, leisten dazu einen wichtigen Beitrag.

V. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

	BUW
Personal	162.084,95 €
Dienstreisen	2.250,26 €
FuE-Aufträge	-
Sonstiges	-
Gesamtausgaben	**164.335,20 €**
Zuwendungsfähige Ausgaben gemäß Zuwendungsbescheid	162.730,94 €
zuzüglich Projektpauschale (PP)	32.546,19 €
Gesamtzuwendung inkl. PP	195.277,13 €
Differenz = Zuwendungsfähige Ausgaben o. PP. – Gesamtausgaben Hinweis: Differenzbetrag wird aus Projektpauschale getragen.	-1.604,26 €

Literaturverzeichnis

[1] Agora Verkehrswende, Agora Energiewende, and Frontier Economics, Eds.: Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe, 2018. Online verfügbar unter: https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2017/SynKost_2050/Agora_SynCost-Studie_WEB.pdf. Zuletzt aufgerufen am: 22.09.2023.

[2] A. Burkert: Endenergiebezogene Analyse Diesel versus Elektromobilität, *Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH*, 24 Aug., 2021. https://www.springerprofessional.de/elektromobilitaet/dieselmotor/endenergiebezogene-analyse-diesel-versus-elektromobilitaet/16673694 (accessed: Oct. 4 2023).

[3] Quantron AG, Ed.: BEV or FCEV? The complementary roles of Battery and Fuel Cell electric Trucks. Gersthofen, 2023. Online verfügbar unter: https://www.quantron.net/wp-content/uploads/2023/01/Quantron-AG_Whitepaper-BEV-or-FCEV.pdf. Zuletzt aufgerufen am: 21.03.2023.

Anhang

- Kurzzusammenfassung der Befragungen 2024 und 2025
- Leitfaden „Grüner Wasserstoff als Schlüssel zur Dekarbonisierung des Straßen-schwerverkehrs: Ergebnisse und Empfehlungen für Thüringen und darüber hinaus“

h2well
hydrogen technology
for better living

Ergebnisse einer Befragung
der ÖPNV- und Logistikbranche in
Mitteldeutschland zum Thema

„Wasserstoff im Schwerlastverkehr“

16. August 2024

- Kurzversion -

DURCHGEFÜHRT IM RAHMEN DES FORSCHUNGSPROJEKTS:

h2well Markthub

ERARBEITET, DURCHGEFÜHRT UND AUSGEWERTET VON:

Bauhaus-Universität Weimar

Professur Verkehrssystemplanung
Prof. Dr.-Ing. Uwe Plank-Wiedenbeck,
M. Sc. Hilde Teichmann

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium für Bildung und Forschung

wir! Wandel durch Innovation in der Region

EINORDNUNG DER BEFRAGUNG

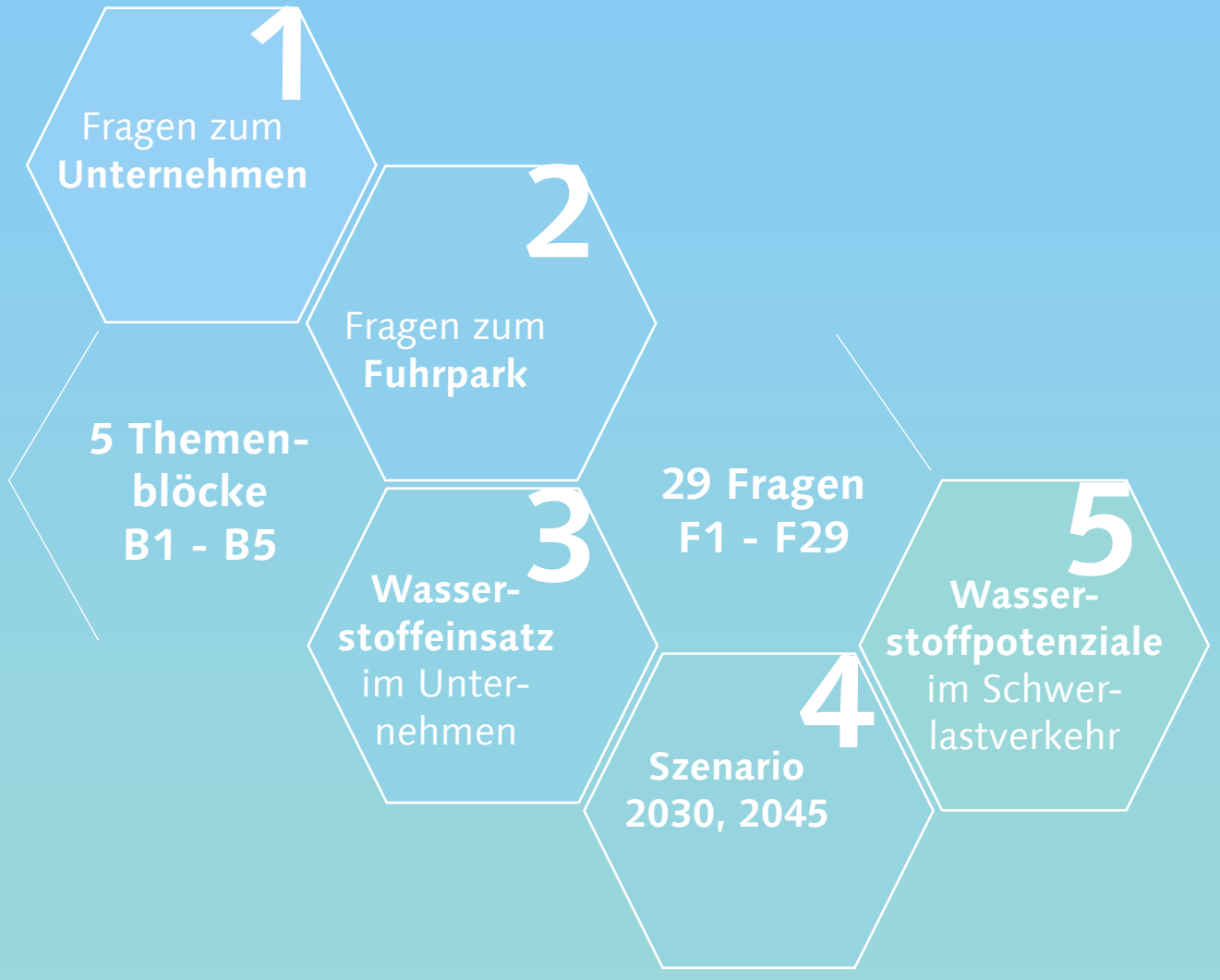
Im Hinblick auf die Erreichung der Klimaschutzziele sieht sich der Verkehrssektor sowohl gegenwärtig als auch zukünftig mit der Notwendigkeit einer umfassenden Transformation seiner Antriebstechnologien und Energieträger konfrontiert. Die Beschäftigung mit neuen Antriebstechnologien, die Erkundung neuer, wirtschaftlicher Energieträger sowie die Fuhrparkumstellung stellen daher aktuelle und relevante Herausforderungen für den gesamten Verkehrssektor und dessen Unternehmen dar.

Zeitgleich mit dem Markthochlauf der Wasserstofferzeugung gewinnt die Potenzial- und Bedarfsabschätzung für Wasserstoffanwendungen insbesondere im Industrie- und Energiesektor erheblich an Bedeutung. Jedoch auch für die Dekarbonisierung des Verkehrs, insbesondere des Straßenschwerlastverkehrs, stellt Wasserstoff aus technologischer Sicht einen sinnvollen, potentiellen Energieträger als Alternative zur Batterie dar. Eine H_2-Bedarfsabschätzung für den Schwerlastverkehr ist daher unerlässlich und zwingend erforderlich.

Um eine erste Markterkundung zu initiieren, inwiefern Wasserstoff tatsächlich als alternativer Kraftstoff in ÖPNV- und Logistikunternehmen in Betracht gezogen wird, wurde im Rahmen des Forschungsprojekts „h2-well Markthub" im April und Mai 2024 die Befragung „Wasserstoff im Schwerlastverkehr" mit einer ausgewählten Stichprobe in Mitteldeutschland durchgeführt.

Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse lassen erkennen, dass die ÖPNV- und Logistikbranche zukünftig durchaus einen Bedarf an Wasserstoff haben wird. Zudem kann gezeigt werden, dass die Zustimmung zu Wasserstoffantrieben im Schwerlastverkehr, insbesondere im ÖPNV-Bereich, grundsätzlich hoch ist. Geringe Wirtschaftlichkeit sowie fehlende Infrastrukturen und Förderungen hemmen jedoch den Wasserstoffeinsatz. Die Befragungsergebnisse verweisen dennoch auf das nicht zu unterschätzende Einsatzpotenzial im Schwerlastverkehr, sofern geeignete politische und infrastrukturelle Voraussetzungen gegeben sind. Die Befragung belegt somit die Relevanz von Wasserstoff für den Schwerlastverkehr und begründet die Notwendigkeit einer bundesweiten Branchenbefragung, welche resultierend aus dieser Befragung im ersten Quartal des Jahres 2025 stattfinden soll.

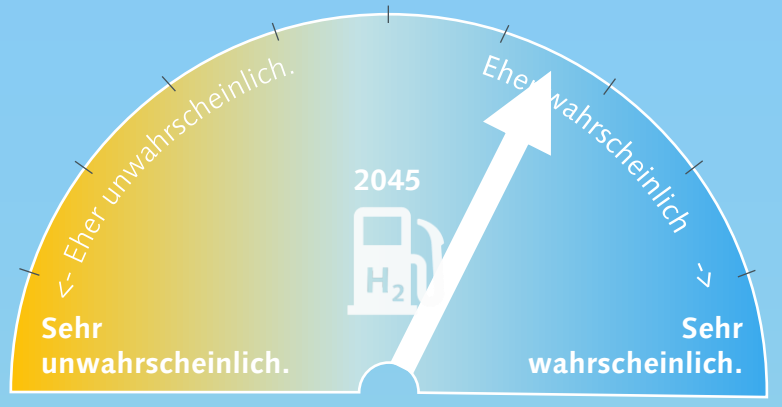
Aufbau der Befragung



KERNAUSSAGE 1

Der **Einsatz von Wasserstoff** als Energieträger in den **Bereichen ÖPNV und Logistik** stellt ein **hoch relevantes** und zukunftsweisendes Thema dar, das **nicht länger als Nische** betrachtet werden kann.

Die dargestellte These lässt sich damit begründen, dass sich aktuell 80 bis 90 % der befragten Unternehmen mit dem Thema Fuhrparkumstellung auseinandersetzen. Zudem erachten es 53 bis 60 % der Unternehmen als eher bis sehr wahrscheinlich, im Jahr 2045 Brennstoffzellenfahrzeuge im Fuhrpark einzusetzen.



Durchschnittliche Einschätzung über den möglichen Einsatz von Brennstoffzellenfahrzeugen im Unternehmen im Jahr 2045. (n=29; ÖPNV- und Logistikbranche in Mitteldeutschland)

KERNAUSSAGE 2

Die **Hauptargumente**, die **FÜR den Wasserstoffeinsatz** im Schwerlastverkehr sprechen, sind:

Aus Sicht der ÖPNV-Branche:

- **Dekarbonisierung** | Unternehmensbeitrag zur Treibhausgasreduktion
- **Umweltverträglichkeit** | Leiser und emissionsfreier Betrieb
- **Technologie** | Lange Reichweiten & kurze Betankungszeiten

Aus Sicht der Logistik-Branche:

- **Dekarbonisierung** | Unternehmensbeitrag zur Treibhausgasreduktion
- **Wirtschaftlichkeit** | Steigender CO_2-Preis für Diesel
- **Umweltverträglichkeit** | Leiser und emissionsfreier Betrieb

KERNAUSSAGE 3

Die **Hauptargumente**, die **GEGEN den Wasserstoffeinsatz** im Schwerlastverkehr sprechen, sind:

Aus Sicht der ÖPNV-Branche:

- **Wirtschaftlichkeit** | Hoher Wasserstoffpreis und hohe Anschaffungskosten für FCEV
- **Infrastruktur** | Derzeit kein flächendeckendes Tankstellennetz nutzbar
- **Wirtschaftlichkeit** | Hohe Investitionen in Tankstelleninfrastruktur nötig

Aus Sicht der Logistik-Branche:

- **Infrastruktur** | Derzeit kein flächendeckendes Tankstellennetz nutzbar
- **Wirtschaftlichkeit** | Hoher Wasserstoffpreis und hohe Anschaffungskosten für FCEV
- **Fahrzeugmarkt** | Geringes Angebot an geeigneten FCEV

KERNAUSSAGE 4

Sicherheitsbedenken, ein als zu gering erachteter Wissensstand sowie **administrative und regulatorische Aufwände** stellen **keine Hauptgründe** mehr dar, die **gegen den Wasserstoffeinsatz** sprechen.

Die genannten Gründe wurden lediglich von 0 bis maximal 20 % der Befragten als Hauptgründe identifiziert. Dies gilt ebenso für die Faktoren Technologie, Arbeitsorganisation sowie Betriebsablauf.

KERNAUSSAGE 5

Wasserstoffantriebe gehören sowohl in der ÖPNV- als auch in der Logistikbranche jeweils **zu den drei beliebtesten alternativen Antriebsarten.**

Unter den drei bevorzugten Antriebsarten im ÖPNV finden sich neben wasserstoffbetriebenen FCEV auch BEV sowie herkömmliche Verbrennungsmotoren, die mit synthetischen Kraftstoffen (E-Fuels) betrieben werden sollen. In der Logistikbranche erhält der Wasserstoffverbrennungsmotor mit 68 % die höchste prozentuale Zustimmung, gefolgt von FCEV und BEV. Die alternativen Kraftstoffe Biogas, CNG und LNG sowie die Oberleitungstechnologie werden hingegen kaum bis gar nicht befürwortet.

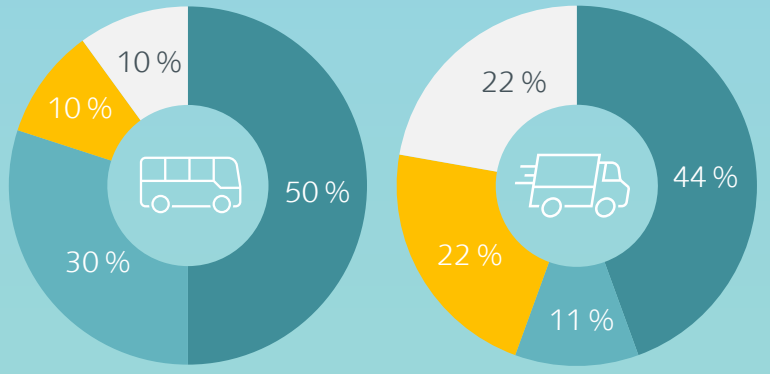
KERNAUSSAGE 6

Der durchschnittlich geschätzte **Anteil wasserstoffbetriebener Fahrzeuge** am deutschen Fahrzeugbestand **im Jahr 2045** liegt im **ÖPNV-Bereich bei 27,6 %** und im **Logistik-Bereich bei 35,2 %.**

Innerhalb der vorliegenden Schätzungen wird ein Anteil von mindestens 10 % am deutschen Fahrzeugbestand von 75 % der Befragten als wahrscheinlich angesehen. Die maximalen Schätzungen liegen bei 70 %.

KERNAUSSAGE 7

Die **Bedeutung des Wasserstoffs** für die Dekarbonisierung des Straßenverkehrs wird **von einem Großteil** der Unternehmen **als hoch eingeschätzt**.



(n=10, ÖPNV; n=18, Logistik)

Hoch |
Ein erheblicher H_2-Anteil am Kraftstoffmix wird nötig sein.

Mittel |
Neben anderen Energieträgern wird H_2 teilweise nötig sein.

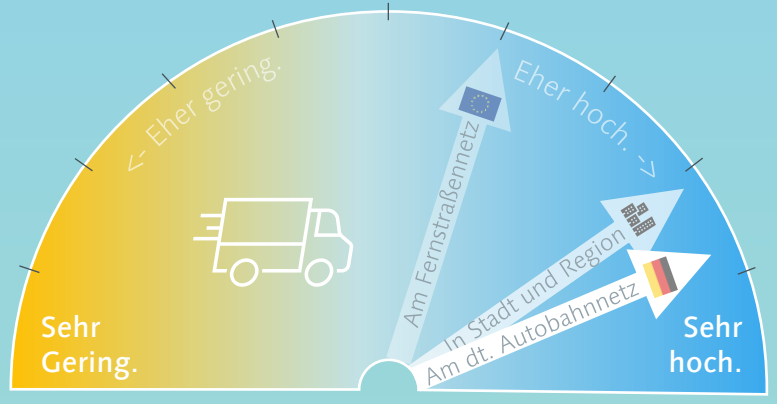
Gar keine |
Für den Verkehr unrelevant.

Unbekannt |
Nicht einschätzbar.

KERNAUSSAGE 8

Die **Verfügbarkeit einer flächendeckenden Wasserstoff-Tankstelleninfrastruktur** ist **eines der relevantesten Kriterien** für die Entscheidung **zum Einsatz von Wasserstoff** in Fahrzeugflotten.

Hierzu ist festzustellen, dass insbesondere der regionalen Tankstelleninfrastruktur in urbanen Räumen eine hohe Priorität zugesprochen wird. Demgegenüber ist die Tankstelleninfrastruktur am deutschen Autobahnnetz und am europäischen Fernstraßennetz für den ÖPNV von untergeordneter Bedeutung, während sie für die Logistikbranche von deutlich höherer Relevanz ist. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse von den jeweiligen Geschäftsfeldern der befragten Unternehmen abhängig sind (regionale, deutschlandweite oder europäische Logistik).



Relevanz einer flächendeckenden Tankstelleninfrastruktur auf verschiedenen Ebenen aus Sicht der Logistikunternehmen

KERNAUSSAGE 9

Neben der Wasserstoff-Tankstelleninfrastruktur werden insbesondere die folgenden **Kriterien für den Einsatz von Wasserstoff** in Fahrzeugflotten als sehr relevant erachtet:

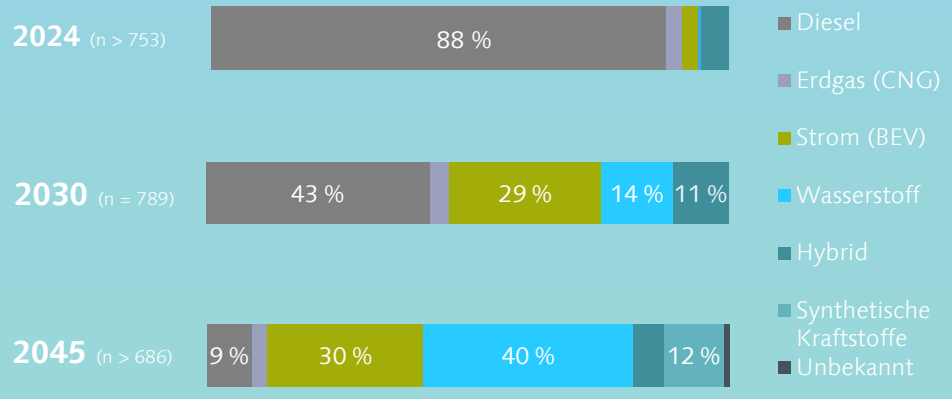
- Förderung der Anschaffung von **Brennstoffzellenfahrzeugen**
- Förderung für **Tankstelleninfrastruktur auf dem Betriebsgelände** (im ÖPNV-Bereich)
- **Weiterbildungsprogramme** zum Thema Wasserstoffanwendungen für Mitarbeitende
- Förderung für die **Installation von erneuerbaren Energien**
- Förderung für die **Errichtung von Elektrolyseuren**
- **Stabile Lieferketten** für importierten, **grünen Wasserstoff**

KERNAUSSAGE 10

Die **Zusammensetzung der Fuhrparks** im Schwerlastverkehr wird sich **hinsichtlich der Antriebsarten** nach gegenwärtiger Einschätzung **bereits im Jahr 2030** signifikant verändert haben und **deutlich heterogener** sein. Eine dominierende alternative Antriebsart ist nicht erkennbar.

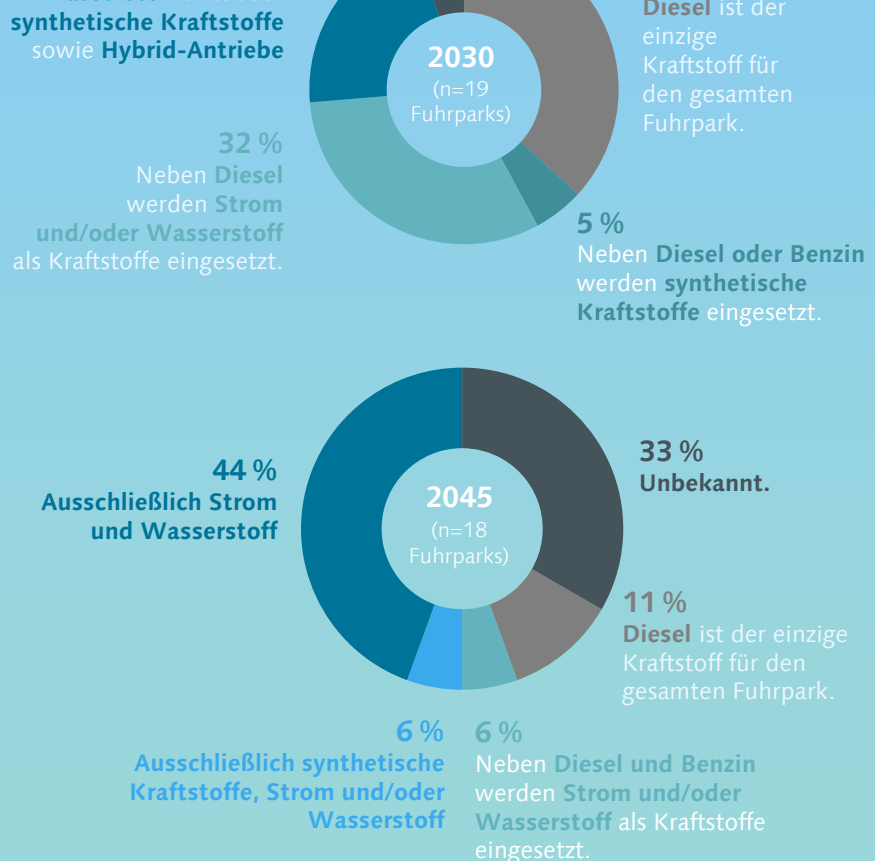
FCEV werden sehr wahrscheinlich 2030 bereits einen kleinen bis gleich hohen Anteil am Fahrzeugbestand haben wie BEV. Für das Jahr 2045 lässt sich ein Fortbestehen dieses Trends erkennen, wobei bei den Befragten eine größere Unsicherheit zu diesem Thema festzustellen ist. Nach Angaben der Befragten läge der Anteil der FCEV-Fahrzeuge sowohl bei den SNF als auch bei den Linienbussen 2045 bei ca. 40 %.

Antriebsverteilung der Linienbusse
in den Fuhrparks der befragten ÖPNV-Unternehmen



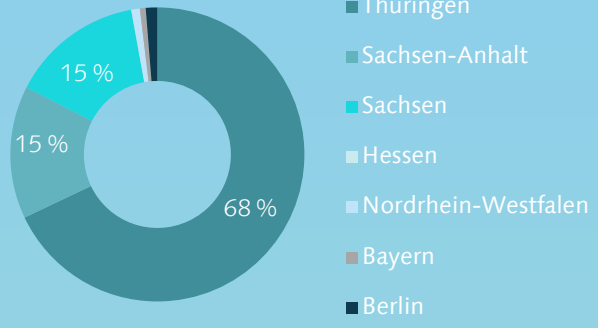
(n=Anzahl der angegebenen Fahrzeuge in den Fuhrparks der 10 befragten Unternehmen

Kraftstoffnutzung in den befragten
Logistik-Fuhrparks

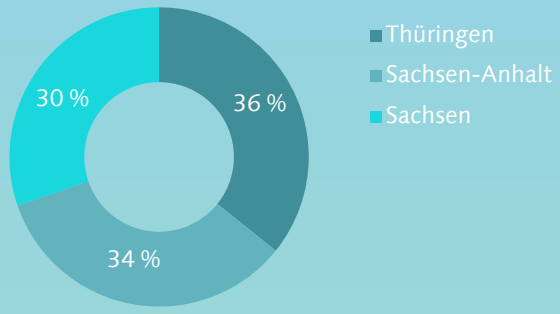


Angaben zur Stichprobe

Eingeladene Befragungsteilnehmende nach Bundesland, Logistik (n=315)



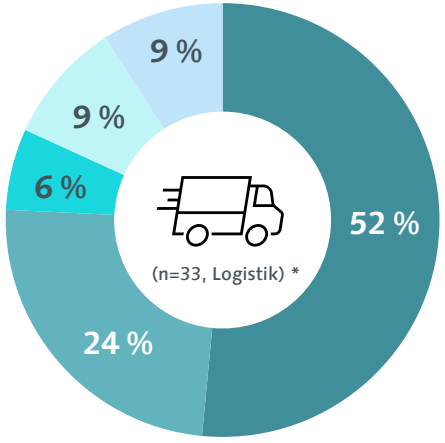
Eingeladene Befragungsteilnehmende nach Bundesland, ÖPNV (n=109) ***



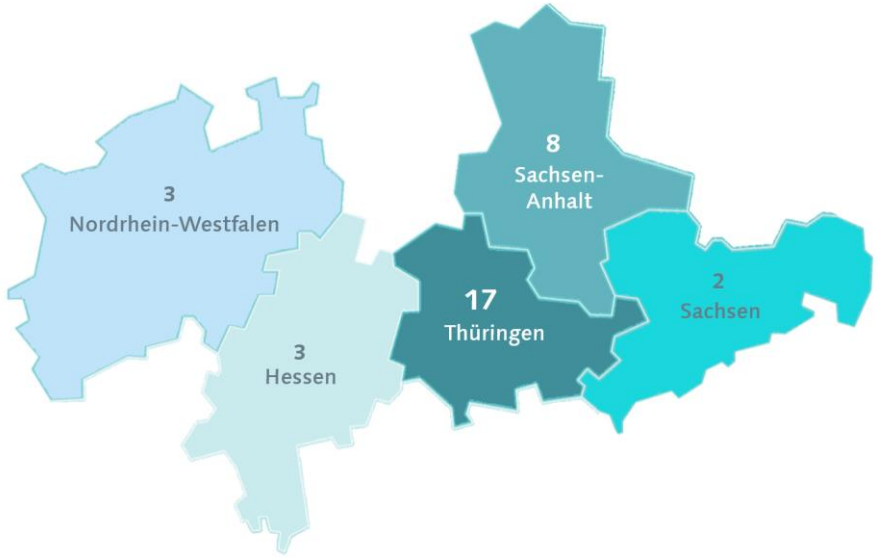
*** Zur Einordnung: Zahl der Verkehrsbetriebe in Mitteldeutschland: 127 [1]

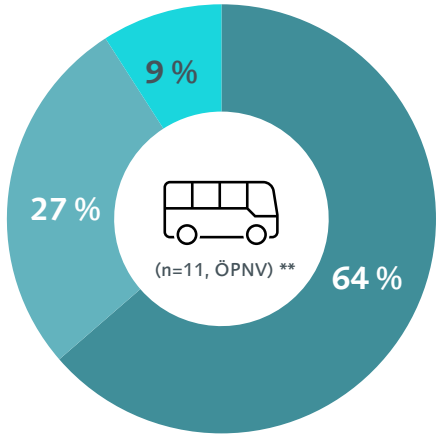
1 | Datamego GmbH (2024): Verkehrsbetriebe Statistik Deutschland.
Online verfügbar unter:
https://listflix.de/statistik/verkehrsbetriebe/.
Aufgerufen am: 12.06.2024.

Befragungsteilnehmende (Anzahl absolut und relativ nach Bundesland)

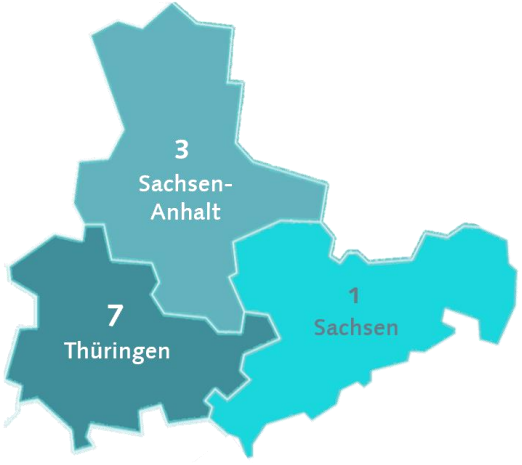


* Response-Rate: 10,5 %





** Response-Rate: 10,1 %



Abkürzungs-verzeichnis

B	Themenblock
BEV	engl. Battery Electric Vehicle, dt. Batterieelektrisches Fahrzeug
CNG	engl. Compressed Natural Gas dt. Verdichtetes Erdgas
CO_2	Kohlenstoffdioxid
F	Frage
FCEV	engl. Fuel Cell Electric Vehicle, dt. Brennstoffzellenelektrisches Fahrzeug
H_2	Wasserstoff
LNF	Leichte Nutzfahrzeuge (Gesamtgewicht < 3,5 t)
LNG	engl. Liquified Natural Gas dt. Verflüssigtes, gekühltes Erdgas
n	Anzahl, Stichprobenumfang
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
SNF	Schwere Nutzfahrzeuge
THG	Treibhausgas

Legende der Auswertung

Bezeichnung	Branche des Öffentlichen Personennah-verkehrs darunter: Straßenpersonen-verkehr	Logistikbranche, Externe und interne Warentransporte sowie Speditions-dienstleistungen darunter: Straßengüter-verkehr
Abkürzung	ÖPNV	Logistik
Piktogramm		

Impressum

Im Rahmen des Projektes h_2-well Markthub
gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
im Zeitraum 03/2023 - 12/2025

Herausgeber
Prof. Dr.-Ing. Uwe Plank-Wiedenbeck,
M. Sc. Hilde Teichmann

Bauhaus-Universität Weimar
Professur Verkehrssystemplanung
Schwanseestraße 13
99423 Weimar

uwe.plank-wiedenbeck@uni-weimar.de
hilde.marie.teichmann@uni-weimar.de

www.uni-weimar.de/vsp

Erscheinungsjahr
08/2024

Copyright
Die Nutzungsrechte liegen - soweit nicht explizit genannt -
bei der Bauhaus-Universität Weimar, Professur Verkehrssystemplanung.

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium für Bildung und Forschung

wir! Wandel durch Innovation in der Region

Zurück zum Anfang

Bauhaus-Universität
Weimar

Antriebswende im Schwerverkehr

Bundesweite Umfrage zu Kraftomnibussen und Straßennutzfahrzeugen in Deutschland 2025

- Kurzfassung -

Gefördert durch:

Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt

wir! Wandel durch Innovation in der Region

EINORDNUNG DER UMFRAGE

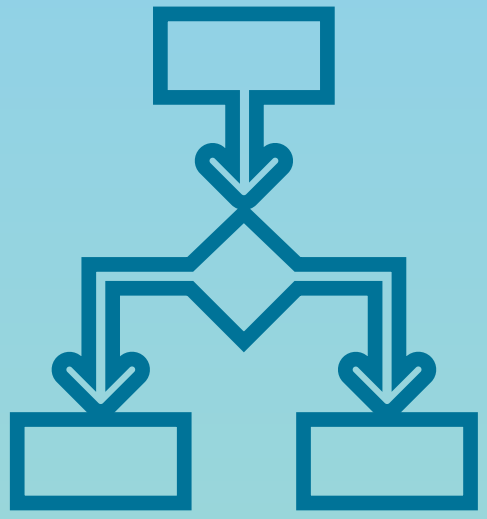
Im Hinblick auf die Erreichung der Klimaschutzziele sieht sich der Verkehrssektor sowohl gegenwärtig als auch zukünftig mit der Notwendigkeit einer umfassenden Transformation seiner Antriebstechnologien und Energieträger konfrontiert. Die Beschäftigung mit neuen Antriebstechnologien, die Erkundung neuer, wirtschaftlicher Energieträger sowie die Fuhrparkumstellung stellen daher aktuelle und relevante Herausforderungen für den gesamten Verkehrssektor und dessen Unternehmen dar.

Zeitgleich mit dem Markthochlauf der Wasserstofferzeugung gewinnt die Potenzial- und Bedarfsabschätzung für Wasserstoffanwendungen insbesondere im Industrie- und Energiesektor erheblich an Bedeutung. Jedoch auch für die Dekarbonisierung des Verkehrs, insbesondere des Straßenschwerverkehrs, stellt Wasserstoff aus technologischer Sicht einen potentiellen Energieträger als Alternative zur Batterie dar. Eine H_2-Bedarfsabschätzung für den Schwerverkehr ‚d.h. für den Verkehr mit Kraftomnibussen und Nutzfahrzeugen, ist daher unerlässlich und zwingend erforderlich.

Um eine Markterkundung zu initiieren, inwiefern der Einsatz alternativer Antriebe, darunter auch Wasserstoff tatsächlich in Verkehrs- und Logistikunternehmen in Betracht gezogen wird, wurde im Rahmen des Forschungsprojekts „h2-well Markthub" im März 2025 die Umfrage „Alternative Antriebe im Schwerverkehr“ mit einer bundesweiten Stichprobe aus mittleren und großen Unternehmen durchgeführt. Die Intention der durchgeführten Umfrage besteht in erster Linie darin, repräsentative Aussagen bezüglich der Entwicklung der Antriebsverteilung im Fahrzeugbestand zu treffen.

Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse lassen erkennen, dass die ÖV- und Logistikbranche zukünftig durchaus einen Bedarf an Wasserstoff haben wird. Zudem kann gezeigt werden, dass die Zustimmung zu Wasserstoffantrieben im Schwerverkehr, insbesondere im Langstrecken- und Sondernutzungsbereich, grundsätzlich hoch ist. Geringe Wirtschaftlichkeit sowie fehlende Infrastrukturen und Förderungen hemmen jedoch den Wasserstoffeinsatz. Die Befragungsergebnisse verweisen dennoch auf das nicht zu unterschätzende Einsatzpotenzial im Schwerverkehr, sofern geeignete politische und infrastrukturelle Voraussetzungen gegeben sind.

Methodik



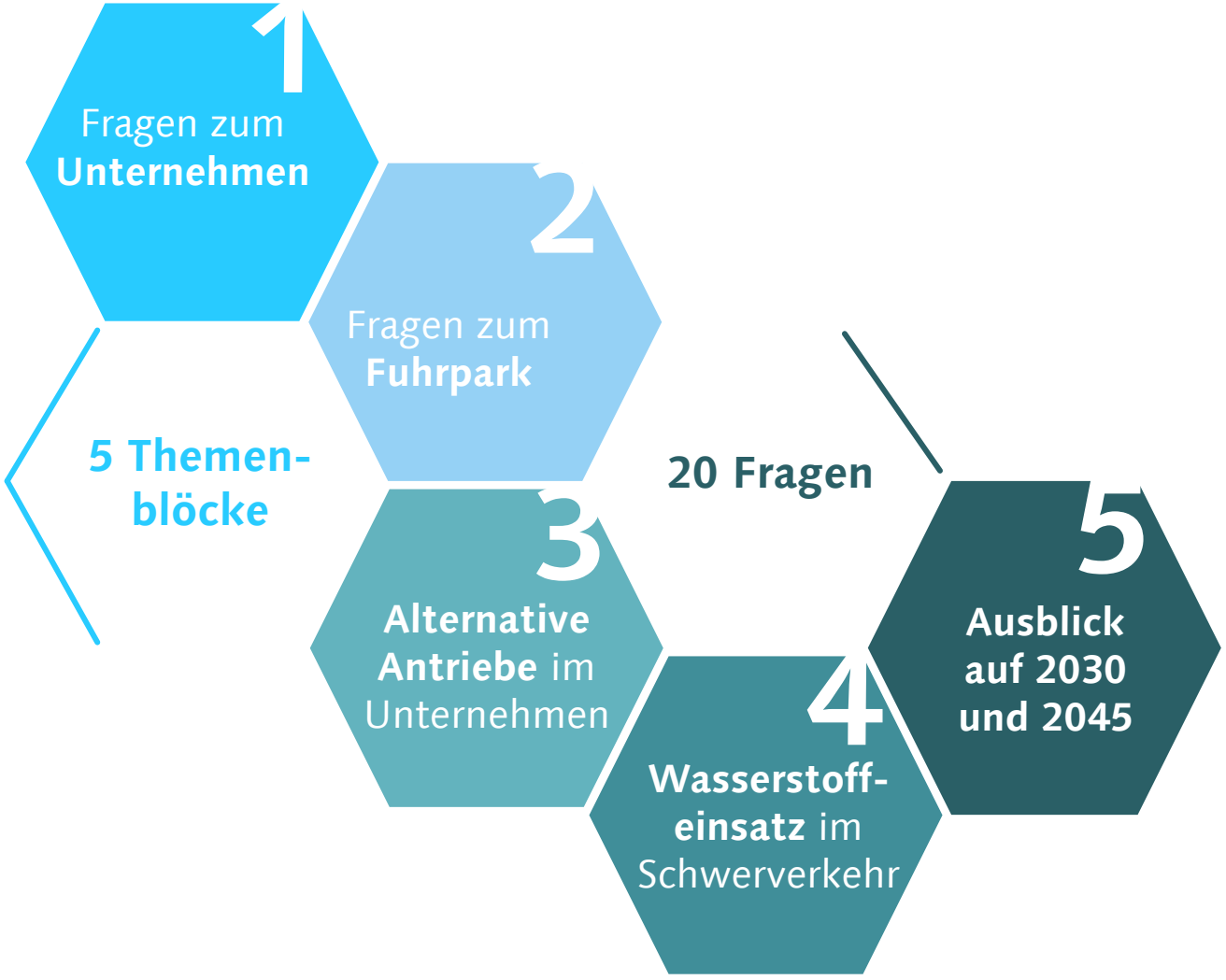
Ziel

- Markterkundung zur **Antriebswende im Schwerlastverkehr**
  darunter Straßenpersonenverkehr (ÖPNV und Reiseverkehr)
  sowie Straßengüterverkehr (Logistik-, Bau-, Entsorgungsverkehre)
- **Ableitung quantitativer Eingangsparameter** für szenarienbasierte Berechnungen des verkehrsbedingten Energiebedarfs im Jahr 2030 und 2045
- Ermittlung der Einschätzung von Marktakteur:innen zum Wasserstoffeinsatz im Schwerlastverkehr

Vorgehen

- Postalischer Versand von **2.000 Befragungseinladungen** und Nachfassungsschrieben per E-Mail,
  davon 1.000 Verkehrsunternehmen und 1.000 Logistikunternehmen
  (Quelle der Adressen: Bundesamt für Logistik und Mobilität „Verkehrsunternehmensdatei“ (BALM VUDAT); Auswahl nach höchster Fahrzeuganzahl und Stadtgröße)
- Befragung mittels eines digitalen Fragebogens (20 Fragen);
  qualitative und quantitative Datenerhebung
- **Befragungszeitraum: 01.03. – 31.03.2025 (4 Wochen)**

Aufbau der Befragung



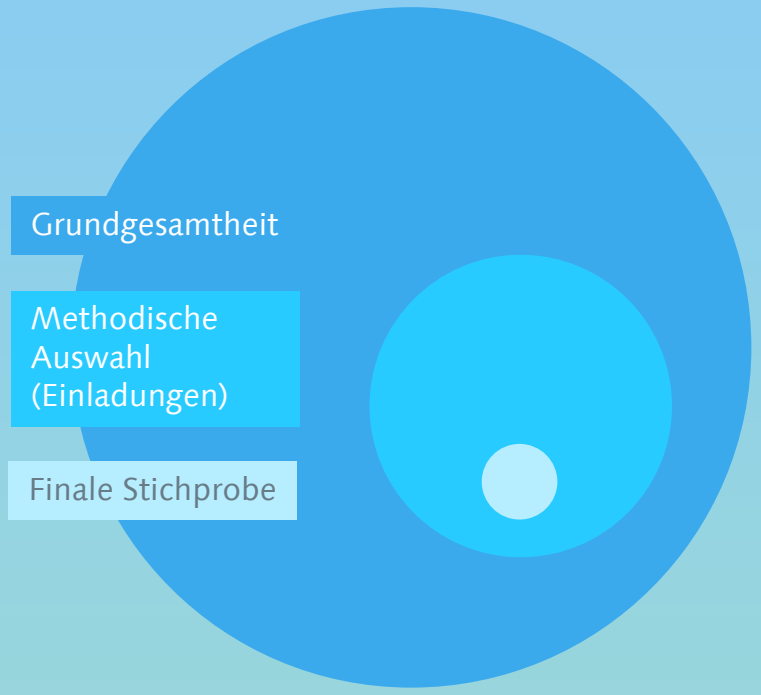
Hintergründe zur Stichprobe und Repräsentativität

Die Intention der durchgeführten Umfrage besteht in erster Linie darin, repräsentative Aussagen bezüglich der Entwicklung der Antriebsverteilung im Fahrzeugbestand zu treffen. Zu diesem Zweck wurde eine Erhebungsmethode gewählt, die darauf ausgerichtet ist, mittelgroße bis große Unternehmen mit einem umfangreichen Fahrzeugbestand zu erfassen. Zu diesem Zweck wurden 1.000 Logistikunternehmen und 1.000 Verkehrsunternehmen, die in der „Verkehrsunternehmensdatei" des Bundesamtes für Logistik und Mobilität (BALM VUDAT) [1] gelistet sind, anhand ihrer Größe in der Fuhrparkstärke (absteigend) in die Untersuchung einbezogen und zur Teilnahme an der Umfrage eingeladen. Die Selektion der Verkehrsunternehmen wurde darüber hinaus mit den in den deutschen Landeshauptstädten agierenden Verkehrsunternehmen sowie in absteigender Reihenfolge mit den deutschen Städten bzw. den zugehörigen Verkehrsverbünden mit der höchsten Einwohnerzahl abgeglichen und ergänzt.

Bezogen auf die erfasste Anzahl an Fahrzeugen lässt sich statistisch aussagen, dass die **Ergebnisse zu den Fragen 5, 18 und 19**, die die Kernaussagen der Umfrage beinhalten, unter den folgenden Parametern repräsentativ sind.

- Das **Konfidenzniveau** (die Wahrscheinlichkeit, dass die Stichprobe in Bezug auf die Fahrzeuganzahl repräsentativ für die Grundgesamtheit ist) beträgt sowohl für die Kraftomnibusse als auch für die Straßennutzfahrzeuge **99 %.**

- Die **Abweichung des dargestellten Umfrageergebnisses in den Fragen 5, 18 und 19** vom wahren Wert beträgt **± 1,3% für die Kraftomnibusse und ± 1,7 % für die Nutzfahrzeuge.**

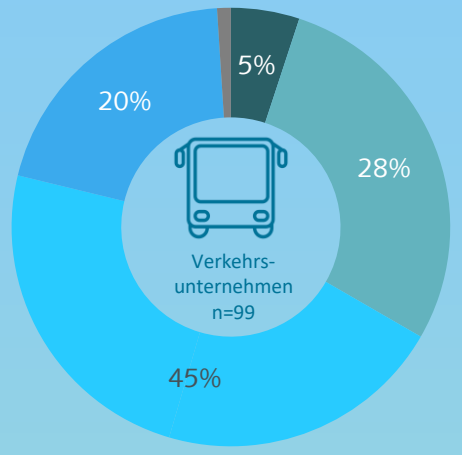


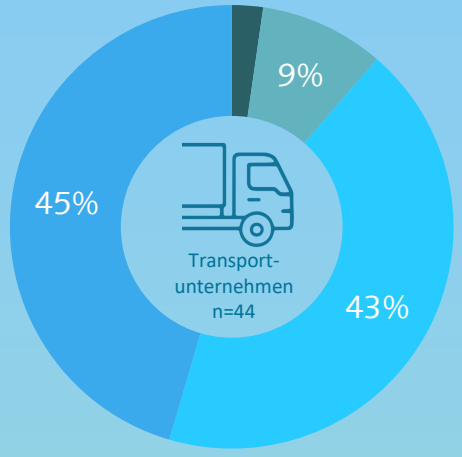
Hintergründe zur Stichprobe und Repräsentativität

Aus dem Erhebungsdesign resultiert, dass in der finalen Stichprobe über 88 Prozent der Unternehmen mittelgroße und große Unternehmen mit mehr als 50 Beschäftigten sind. Kleine Unternehmen sind mit 9,1 Prozent beteiligt, während Kleinstunternehmen mit bis zu neun Beschäftigten einen Anteil von rund 2 Prozent aufweisen.
Im Hinblick auf die bundesweite Unternehmensstruktur im Bereich Transport und Lagerei wird daher deutlich, dass die Unternehmensstichprobe von einer starken Überrepräsentation mittelgroßer und großer Unternehmen geprägt ist. Daraus resultiert, dass die in der Umfrage getroffenen Aussagen und Ergebnisse zu den Fragen 1 bis 20 (mit Ausnahme der Fragen 5, 18 und 19) nicht als repräsentativ für alle Verkehrsunternehmen in Deutschland zu betrachten sind. Anhand der Ergebnisse lassen sich demnach nur Aussagen über mittelgroße und große Verkehrsunternehmen (mit mind. 50 Mitarbeitenden) treffen. Die statistische Qualität der Aussagen bezogen auf die Unternehmensanzahl wird zudem mit folgenden Parametern geschätzt:

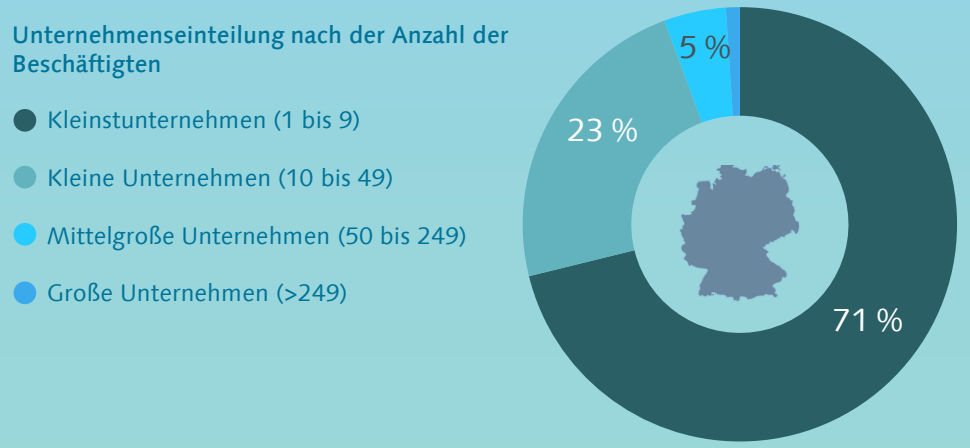
- Das **Konfidenzniveau** (die Wahrscheinlichkeit, dass die Stichprobe in Bezug auf die Unternehmensanzahl repräsentativ für die Grundgesamtheit ist) beträgt für die **Kraftomnibus- und Nutzfahrzeugunternehmen 90 %.**
- Die **Abweichung** der dargestellten Umfrageergebnisse **vom wahren Wert** beträgt statistisch **±8,3 %** für die Omnibusunternehmen und **± 12,4 %** für die Unternehmen mit Nutzfahrzeugen.

Wie viele Personen sind in Ihrem Unternehmen beschäftigt?





Zum Vergleich:
Bundesweite Unternehmensstruktur im Bereich Transport und Lagerei [2]



Angaben zur Stichprobe

Erfahrungen und qualitative Einschätzungen zur Antriebswende von bundesweit

99 **Verkehrsbetrieben** und **44** **Transportunternehmen**

Quantitative Aussagen über den aktuellen und zukünftig erwartbaren Antrieb von

8.475

Fahrzeugen des Straßen-personenverkehrs
(Minibusse, Kleinbusse, Linienbusse, Reisebusse)

6.074

Fahrzeugen des Straßengüterverkehrs

(Leichte und schwere Nutzfahrzeuge, Sonder-fahrzeuge (Bau- u. Entsorgungsfahrzeuge))

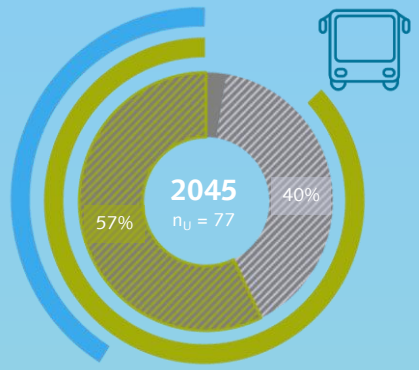
Unternehmen aus 14 von 16 Bundesländern vertreten
(mit Ausnahme von Berlin und dem Saarland)

Überwiegend mittelgroße und große Unternehmen unter den Beteiligten
(mit mindestens 50 Mitarbeitenden)

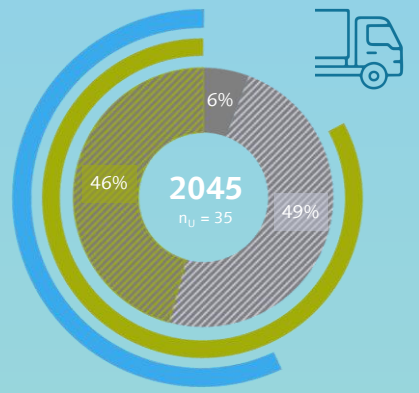
KERNAUSSAGE 1

Aus der Analyse der Antriebsverteilung geht mittelfristig ein deutlicher **Trend zu alternativen Antrieben** hervor, sowohl im Bereich der Kraftomnibusse als auch im Straßennutzfahrzeugbereich. (siehe Frage 19)

Im Jahr 2045 planen **87 %** ● der Verkehrsunternehmen unter anderem oder ausschließlich **batterieelektrische Solo- und Gelenkbusse** einzusetzen.
… planen **42 %** ● der Verkehrsunternehmen **Brennstoffzellenfahrzeuge** einzusetzen.



Im Jahr 2045 planen **83 %** ● der Logistik- und Transportunternehmen unter anderem oder ausschließlich **batterieelektrische Solo- und Gelenkbusse** einzusetzen.
… planen **57 %** ● der Logistik- und Transportunternehmen **Brennstoffzellenfahrzeuge** einzusetzen.



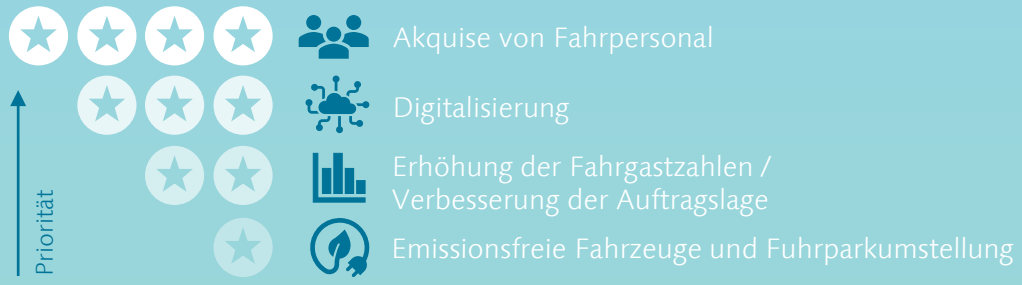
● Nur Diesel als Kraftstoff im Fuhrpark.

● Neben Diesel mind. ein anderer Kraftstoff im Fuhrpark.

● Keine Fahrzeuge, die ausschließlich mit Diesel betrieben werden.

KERNAUSSAGE 2

Das Thema **„Emissionsfreie Antriebe und Fuhrparkumstellung“** wird von Verkehrsunternehmen deutlich höher priorisiert als von Logistik- und Transportunternehmen. Jedoch wird das Thema auch bei den Verkehrsunternehmen **im Vergleich zu anderen Herausforderungen** (Fachkräftemangel, Digitalisierung und Verbesserung der Auftragslage / Erhöhung der Fahrgastzahlen) **am geringsten priorisiert**. Ein Großteil der Verkehrsunternehmen (52 %) schreibt der Umstellung des Fuhrparks auf emissionsfreie Antriebe eine eher hohe bis hohe Priorität zu. Bei weiteren 10 % der Unternehmen hat das Thema sogar höchste Priorität. Dennoch haben die drei oben genannten Herausforderungen im Durchschnitt eine noch höhere Priorität, wobei der Fachkräftegewinnung die höchste Priorität beigemessen wird (91 %). Eine vergleichbare Priorisierung ist bei den Transportunternehmen zu beobachten, wobei die Fuhrparkumstellung hier mit deutlicherem Abstand geringer priorisiert wird. Nur 35 % der Transportunternehmen messen der Fuhrparkumstellung eine geringe bis höchste Priorität bei. (siehe Frage 8)



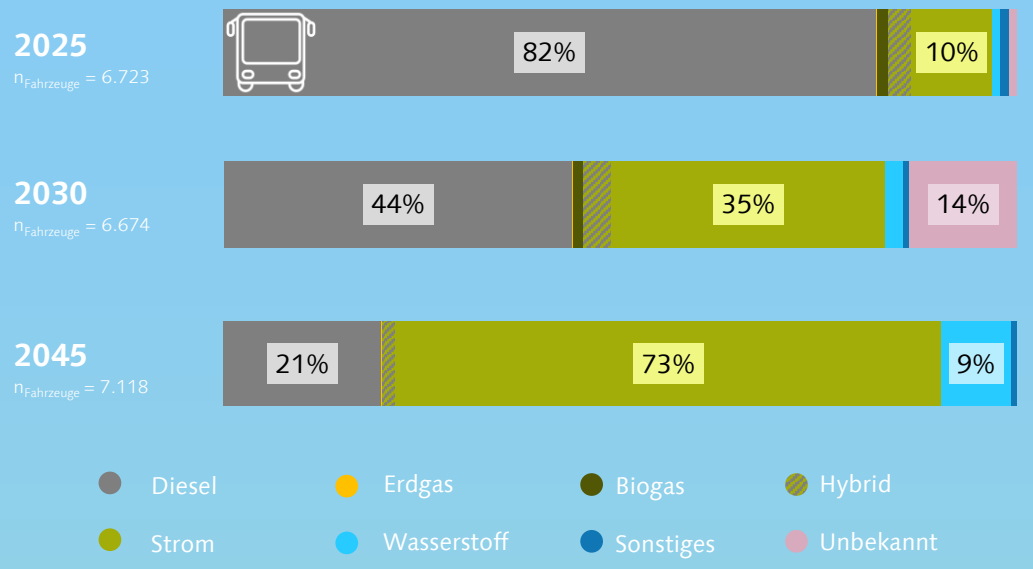
KERNAUSSAGE 3

Die **Zusammensetzung der Fuhrparks** im Schwerverkehr wird sich **hinsichtlich der Antriebsarten** nach gegenwärtiger Einschätzung **bereits im Jahr 2030** signifikant verändert haben und **deutlich heterogener** sein. Dort, wo Fahrzeuge sinnvoll **elektrifiziert** werden können, wird dies auch die **bevorzugte Lösung** sein. Wasserstoffantriebe werden die zweithäufigste alternative Antriebsart sein. (siehe Frage 18, 19)

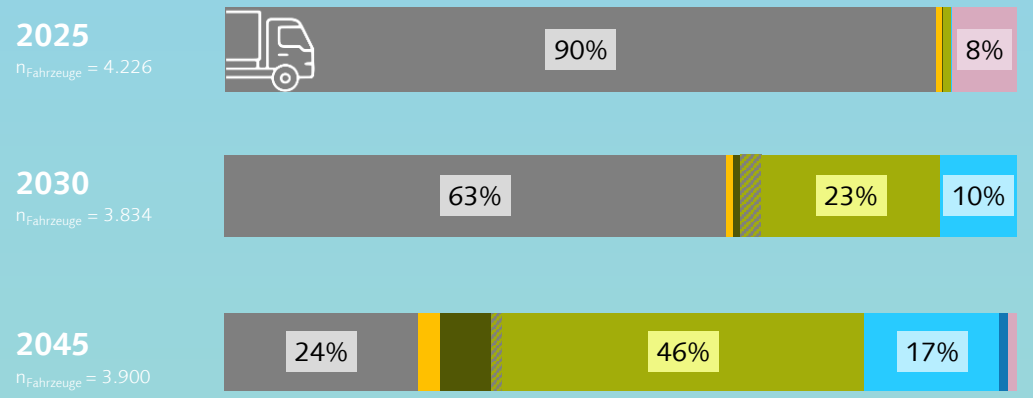
Im Kraftomnibusbereich wird bereits 2025 ein geringer zweistelliger Anteil der Flotte lokal emissionsfrei betrieben. Dieser Trend setzt sich fort, wobei batterieelektrische Antriebe in den nächsten 20 Jahren den Großteil der Antriebe ausmachen werden (2045: 73 %). Der Anteil wasserstoffbetriebener Solo- und Gelenkbusse wird nach Einschätzung der Unternehmen als stärkste Alternative zum batterieelektrischen Fahrzeug ebenfalls wachsen, jedoch weniger stark. Der Anteil dieselbetriebener Fahrzeuge geht deutlich zurück. Ein vergleichbarer Trend ist bei den schweren Straßennutzfahrzeugen (N3) der Transportunternehmen zu beobachten. Hier erfolgt der Rückgang des Dieselantriebs etwas verhaltener bis zum Jahr 2030, bis 2045 jedoch vergleichbar. Auch in diesem Fahrzeugbereich werden nahezu die Hälfte der Fahrzeuge 2045 batterieelektrisch angetrieben werden. Wasserstoff scheint hier jedoch eine deutlich früher realisierbare Option zu sein (bereits 2030 10 % der Fahrzeuge). Der Anteil wasserstoffbetriebener Nutzfahrzeuge ist nahezu doppelt so hoch wie bei den Solo- und Gelenkbussen. Im geringen zweistelligen Prozentbereich wird 2045 vermutlich auch Biogas- und Erdgas als Energieträger eingesetzt werden.

(Prognosen beziehen sich auf Schätzungen der befragten Unternehmen)

Geschätzte Antriebsverteilung der Solo- und Gelenkbusse
in den Fuhrparks der befragten Verkehrsunternehmen nach eigener Angabe



Geschätzte Antriebsverteilung der schweren Straßennutzfahrzeuge (N3)
in den Fuhrparks der befragten Transportunternehmen nach eigener Angabe

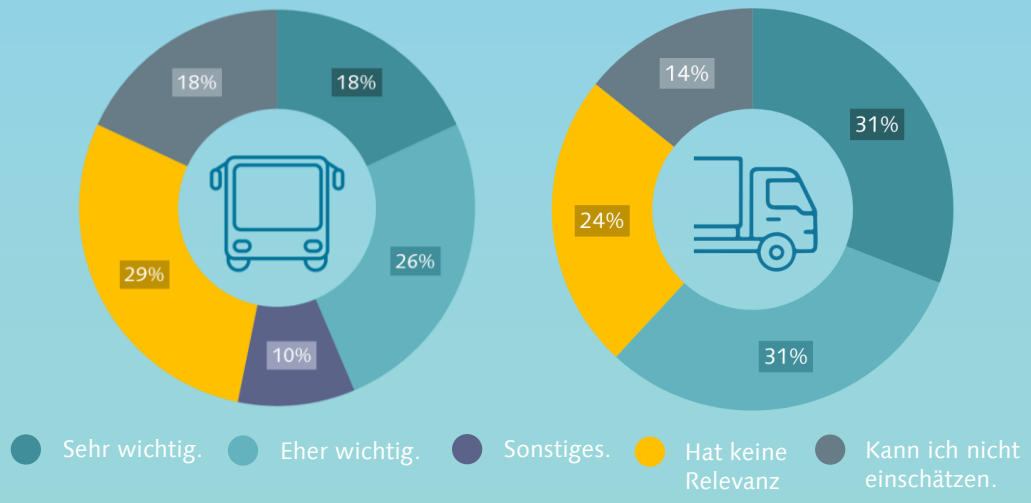


KERNAUSSAGE 4

Der **Einsatz von Wasserstoff** als Energieträger für Fahrzeuge des **Kraftomnibus**verkehrs sowie **Straßennutzfahrzeug**verkehrs stellt ein **relevantes** und zukunftsweisendes **Thema** dar, das zukünftig **nicht länger als Nische** betrachtet werden kann.

Die dargestellte These lässt sich damit begründen, dass aktuell 44 % der Unternehmen im Kraftomnibusbereich und 62 % der Unternehmen im Nutzfahrzeugbereich den Wasserstoffeinsatz in ihrer Branche als eher wichtig bis sehr wichtig erachten (siehe Abb. 1). Transportunternehmen sehen im Vergleich sogar eine etwas stärkere Relevanz im Wasserstoffeinsatz.

Abb. 1: Einschätzung über die Relevanz der Wasserstoffnutzung zur Dekarbonisierung der Fahrzeugantriebe im jeweiligen Sektor. (siehe Frage 14)
Links: Unternehmen aus dem Kraftomnibusbereich, n=94; Rechts: Unternehmen aus dem Nutzfahrzeugbereich, n=42



KERNAUSSAGE 5

Die **Hauptargumente**, die **FÜR den Wasserstoffeinsatz** im Schwerverkehr sprechen, sind:
(siehe Frage 15)

Aus Sicht der ÖV-Branche:

- **Technologie** | Längere Reichweite, kurze Tankzeit
- **Klimawandel** | Unternehmensbeitrag zur Dekarbonisierung
- **Umweltverträglichkeit** | Leiser und emissionsfreier Betrieb

Aus Sicht der Logistik-Branche:

- **Technologie** | Längere Reichweite, kurze Tankzeit
- **Nachfrage** | Von Kunden erwünscht & nachgefragt
- **Umweltverträglichkeit** | Leiser & emissionsfreier Betrieb

KERNAUSSAGE 6

Die **Hauptargumente**, die **GEGEN den Wasserstoffeinsatz** im Schwerverkehr sprechen, sind:
(siehe Frage 16)

Aus Sicht der ÖV-Branche:

- **Wirtschaftlichkeit** | Hoher Wasserstoffpreis
- **Infrastrukturinvest** | Hohe Investitionen in Tankstellen-infrastruktur nötig
- **Wirtschaftlichkeit** | Hohe Anschaffungskosten für FCEV

Aus Sicht der Logistik-Branche:

- **Wirtschaftlichkeit** | Hohe Anschaffungskosten für FCEV
- **Wirtschaftlichkeit** | Hoher Wasserstoffpreis
- **Infrastruktur** | Kein flächendeckendes Tankstellennetz verfügbar

KERNAUSSAGE 7

Wasserstoffantriebe (Brennstoffzelle und Wasserstoffverbrennungsmotor) **gehören** hinter dem batterieelektrischen Antrieb (Platz 1) sowie der Nutzung von synthetischen Kraftstoffen (Platz 2) sowohl im Kraftomnibus- als auch im Nutzfahrzeugbereich **zu den drei beliebtesten alternativen Antriebsarten**. Für 27 % der Verkehrsunternehmen und 28 % der Transportunternehmen ist der Wasserstoffbrennstoffzellenantrieb für den Betrieb ihrer Fahrzeuge interessant bzw. in Diskussion. Wasserstoffverbrennungsmotoren sind zudem für 19 % der Verkehrsunternehmen sowie für 35 % der Transport- und Logistikunternehmen eine in Betracht zu ziehende Alternative. Der alternative Kraftstoff CNG sowie die Oberleitungstechnologie werden hingegen kaum genannt.

(siehe Frage 10)

KERNAUSSAGE 8

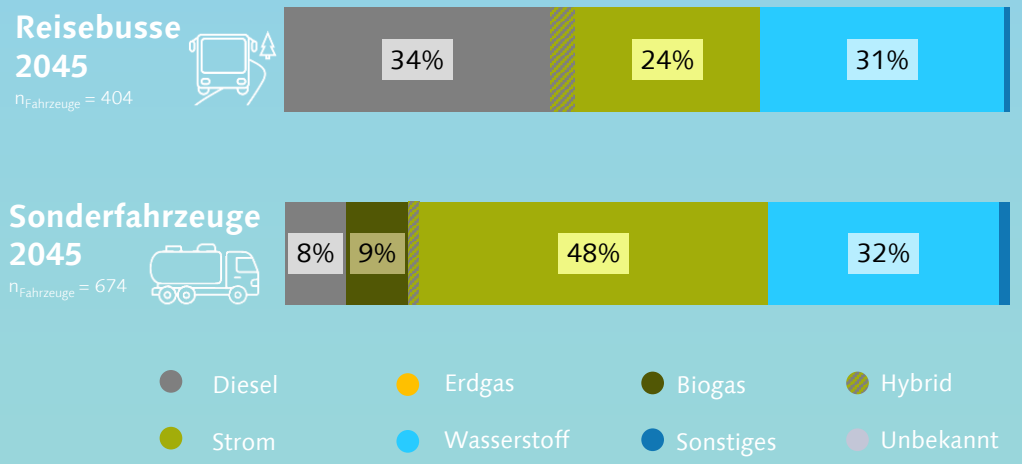
Sicherheitsbedenken, ein als zu geringer **H_2-Wissensstand** sowie **administrative oder planerische Aufwände** stellen **keine Hauptgründe** dar, die aus Sicht der Unternehmen **gegen den Wasserstoffeinsatz** sprechen. (siehe Frage 16)

Die genannten Gründe werden lediglich von zwei bis maximal zehn Prozent der teilnehmenden Unternehmen als Hauptgründe identifiziert.

KERNAUSSAGE 9

Anwendungen für **Wasserstoffantriebe werden insbesondere** im Langstreckenbereich, bei fehlender Netzinfrastruktur, bei schweren Fahrzeugen und bei hohem Transportgewicht gesehen. Die Unternehmen erwarten **in den Fahrzeugkategorien Reisebus und Sonderfahrzeuge** (Bau- oder Entsorgungsfahrzeuge) prozentual die meisten Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieben, da hier zukünftig die größten betrieblichen Vorteile gesehen werden. (siehe Frage 15 und 19)

Geschätzte Antriebsverteilung der Reisebusse sowie Sonderfahrzeuge im Jahr 2045 in den Fuhrparks der befragten Unternehmen nach eigener Angabe



KERNAUSSAGE 10

Die **Verfügbarkeit von Wasserstoff** in Form **stabiler Lieferketten** ist eines der **wichtigsten Kriterien für die Nutzung von Wasserstoff in Fahrzeugflotten**. Weitere Aspekte, die mind. 50 % der Unternehmen als eher wichtig bis sehr wichtig erachten, sind:

- Förderung für **Tankstelleninfrastruktur auf dem Betriebsgelände** (78 % der Verkehrsunternehmen und 81 % der Transportunternehmen)
- Gleichberechtigte Förderung der Anschaffung von **Brennstoffzellenfahrzeugen** (79 % der Verkehrsunternehmen und 71 % der Transportunternehmen)
- Förderung für die **Installation von erneuerbaren Energien** (79 % der Verkehrsunternehmen und 80 % der Transportunternehmen)
- **Redundante Tankstelleninfrastruktur auf Regional- und Bundesebene** (63 % der Verkehrsunternehmen und 80 % der Transportunternehmen auf regionaler Ebene; 76 % der Transportunternehmen auf Bundesebene)
- **Grüne Erzeugung des Wasserstoffs** (74 % der Verkehrsunternehmen und 74 % der Transportunternehmen)
- **H_2-Weiterbildungsprogramme** (70 % der Verkehrsunternehmen und 62 % der Transportunternehmen)
- **Anschluss an das H_2-Kernnetz** (57 % der Verkehrsunternehmen und 61 % der Transportunternehmen)

(siehe Frage 17)

KERNAUSSAGE 11

Die betrieblichen **Erfahrungen** der Verkehrsunternehmen mit **alternativen Antrieben** sind hinsichtlich der **Fahreigenschaften größtenteils positiv**. Dies lässt sich damit belegen, dass die meistgenannte Erfahrung der Bericht über eine zufriedenstellende Reichweite und Zuverlässigkeit der Busfahrzeuge im Betrieb ist (37 % der Verkehrsunternehmen). Weitere 22 % der Verkehrsunternehmen berichten von einer positiven Resonanz von Fahrpersonal und Fahrgästen. In Bezug auf negative Erfahrungen geben 30 % der Unternehmen an, dass die Reichweite bei niedrigen Temperaturen und in Verbindung mit benötigter Heizenergie sinkt. (siehe Frage 13)

KERNAUSSAGE 12

Die **größten Herausforderungen** der Unternehmen mit alternativen Antrieben beziehen sich auf die **Wirtschaftlichkeit**, die **Förderpolitik** sowie die **Infrastruktur**. Zudem werden im Nutzfahrzeugbereich hohe Ausfallquoten und im Kraftomnibusbereich ein noch nicht ausreichendes Fahrzeugangebot im alternativen Antriebsbereich genannt. (siehe Frage 12, 13)

FAZIT

Die Verkehrsunternehmen stehen dem Ziel eines emissionsfreien Verkehrs grundsätzlich positiv gegenüber. Der Trend zu alternativen Antrieben ist deutlich erkennbar, ebenso wie die damit verbundenen Herausforderungen. U.a. aufgrund fehlender langfristiger Aussagen aus der Politik ist die Unsicherheit hinsichtlich der Finanzierung sowie der zeitlichen und infrastrukturellen Realisierbarkeit der Dekarbonisierung in der Verkehrs- und Logistikbranche jedoch sehr groß.

Abkürzungsverzeichnis

BEV	engl. Battery Electric Vehicle, dt. Batterieelektrisches Fahrzeug
CNG	engl. Compressed Natural Gas, dt. Verdichtetes Erdgas
CO_2	Kohlenstoffdioxid
FCEV	engl. Fuel Cell Electric Vehicle, dt. Wasserstoff-Brennstoffzellenfahrzeug
GV	Güterverkehr (hier in der Auswertung als Hinweis auf die Transportunternehmen, die Güter befördern: Logistik- sowie weitere Unternehmen mit Straßennutzfahrzeugen)
H_2	Wasserstoff
HVO100	engl. Hydrotreated Vegetable Oil, dt. Kraftstoff aus hydriertem, pflanzlichem Öl
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
LNF	Leichte Nutzfahrzeuge (Gesamtgewicht < 3,5 t), Nutzfahrzeugklasse N1
LNG	engl. Liquified Natural Gas, dt. Verflüssigtes, gekühltes Erdgas
n	Anzahl, Stichprobenumfang
n_U	Anzahl, Stichprobenumfang bezogen auf die erfassten Unternehmen
n_F	Anzahl, Stichprobenumfang bezogen auf die erfassten Fahrzeuge
N	Grundgesamtheit
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PV	Personenverkehr (hier in der Auswertung als Hinweis auf die Verkehrsunternehmen, die Personen befördern: Nah- und Fernverkehr, privater Reisebusverkehr)
SNF	Schwere Nutzfahrzeuge (Gesamtgewicht > 3,5 t), Nutzfahrzeugklasse N2 und N3
THG	Treibhausgas

Impressum

Im Rahmen des Projektes h_2-well Markthub
gefördert vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) im Zeitraum 03/2023 - 11/2025

Autoren
M. Sc. Hilde Teichmann
Prof. Dr.-Ing. Uwe Plank-Wiedenbeck

hilde.marie.teichmann@uni-weimar.de
uwe.plank-wiedenbeck@uni-weimar.de

Herausgeber
Bauhaus-Universität Weimar
Professur Verkehrssystemplanung
Schwanseestraße 13
99423 Weimar

www.uni-weimar.de/vsp

Befragungszeitraum
03/2025

Veröffentlichung
10/2025

Copyright
Die Nutzungsrechte liegen - soweit nicht explizit genannt - bei der Bauhaus-Universität Weimar, Professur Verkehrssystemplanung.

Bauhaus-Universität Weimar

Zurück zum Anfang

Gefördert durch:

Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt

wir! Wandel durch Innovation in der Region

Durchgeführt im Rahmen des Forschungsprojekts:

h2well Markthub

Quellen

[1] Bundesamt für Logistik und Mobilität (BALM) (2025): Verkehrsunternehmensdatei (VUDAT) - Unternehmenssuche. Köln. 2025. Online verfügbar unter: https://www.balm.bund.de/DE/Service/Unternehmenssuche/suche_node.html. Zuletzt aufgerufen am: 24.10.2025.

[2] Statistisches Bundesamt (Destatis)(2022): Ergebnis 48121-0002 - Unternehmen, Tätige Personen, Umsatz und weitere betriebs- und volkswirtschaftliche Kennzahlen: Deutschland, Jahre, Unternehmensgröße, Wirtschaftszweige (WZ2008 1-/2-/3-St.) im Jahr 2022.Online verfügbar unter: https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?sequenz=tabelleErgebnis&selectionname=48121-0002#abreadcrumb .Aufgerufen am 24.10.2025.

h2well
hydrogen technology
for better living

Grüner Wasserstoff als Schlüssel zur Dekarbonisierung des Straßenschwerverkehrs

Ergebnisse und Empfehlungen für Thüringen und darüber hinaus

Erarbeitet im Rahmen des Forschungsprojekts:
h2well Markthub

Herausgegeben im Februar 2026 von:
Bauhaus-Universität Weimar

Gefördert durch:
Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt

wir! Wandel durch Innovation in der Region

Grüner Wasserstoff als Schlüssel zur Dekarbonisierung des Straßenschwerverkehrs - Ergebnisse und Empfehlungen für Thüringen und darüber hinaus

Erarbeitet im Rahmen des Projektes „Wissenschaftlich-strategische Begleitung und Förderung der Marktdiffusion von Wasserstofftechnologien in den Bereichen Mobilität und Logistik in der Innovationsregion (h2-well Markthub)“ von der Bauhaus-Universität Weimar

Weimar, Februar 2026

Digital verfügbar in der „H2Thek – Wasserstoff in der Region!“ unter

https://edih.digital/mod/page/view.php?id=2270

ENTWICKLUNG DES WASSERSTOFFMARKTHOCHLAUFS

Die Transformation des Energiesystems hin zur Klimaneutralität stellt die EU sowie Deutschland vor tiefgreifende strukturelle Herausforderungen. Die ambitionierten Treibhausgasreduktionsziele **bis 2045** erfordern eine umfassende **Dekarbonisierung** aller Sektoren. Neben der direkten Elektrifizierung auf Basis erneuerbarer Energien wird dabei zunehmend deutlich, dass zusätzliche klimaschonenden, molekulare Energieträger benötigt werden, um die **Energieversorgung langfristig CO_2-emissionsfrei, sicher, flexibel und resilient** zu gestalten. **Grüner Wasserstoff** ist in diesem Kontext ein **zentraler Baustein** der Energiewende, da er als vielseitig einsetzbares Molekül mehrere Aufgaben gleichzeitig erfüllen kann: Er ist **speicherbar, transportfähig, sektorenkoppelnd** und ermöglicht die Bereitstellung **hoher Temperaturen** sowie **chemischer Grundstoffe**, die in bestimmten Industrieprozessen nicht durch elektrische Lösungen ersetzt werden können [1]. Wasserstoff weist eine hohe gravimetrische Energiedichte auf und kann über bestehende oder angepasste Infrastrukturen wie Teile des Erdgasnetzes transportiert werden – hierzu wurde der deutsche Teil des europäischen Wasserstoffkernnetzes (EU Hydrogen Backbone) im Oktober 2024 genehmigt und befindet sich seitdem in der Umsetzung [2]. Diese Eigenschaften und Transportmöglichkeiten machen Wasserstoff besonders **attraktiv für Industrieprozesse,** die sehr hohe Mengen an molekularen Energieträgern benötigen – entweder um hohe Prozesstemperaturen zu erzeugen oder um Wasserstoff als Grundstoff einzusetzen, etwa in der **Stahl- oder Zementproduktion**. Auch im Wärmebereich kann Wasserstoff in spezifischen Anwendungsfällen eine Rolle spielen, z. B. in der kommunalen Wärmeversorgung zur Nutzung bestehender gasbasierter Wärmenetze. Im Mobilitätssektor ist Wasserstoff ebenfalls relevant, vor allem im **Straßenschwerverkehr, wie ÖPNV, Entsorgungs-, Bau - und Transportlogistik** - Bereiche, in denen Batterietechnologien Einschränkungen hinsichtlich Reichweite, Ladezeit oder Infrastrukturausbau aufweisen. Wasserstoff wird zudem vermutlich auch für die Herstellung von synthetischen Kraftstoffen für den **Flug- und Schiffsverkehr** verwendet werden.

In der Energiesystemperspektive unterstützt grüner Wasserstoff zudem die Integration **erneuerbarer Stromerzeugung**, da er „Überschussstrom“ durch Elektrolyse in **speicherbare Moleküle** überführen kann. Diese **saisonale Speicherkapazität** wird mit zunehmendem Ausbau von Wind- und Solarenergie immer wichtiger und trägt zur **Versorgungssicherheit** in wind- und sonnenarmen (Jahres-)Zeiten bei. Trotz dieser Potenziale steht der Wasserstoffmarkt Anfang der 2020er Jahre vor einem **klassischen Henne-Ei-Problem**. Der Aufbau einer verlässlichen und wirtschaftlich tragfähigen Wertschöpfungskette erfordert simultane **Fortschritte auf mehreren Ebenen**: Die **Erzeugungskapazitäten** müssen ausgebaut und finanziert werden, während gleichzeitig **Transport- und Verteilinfrastrukturen** geschaffen

werden müssen. Anwender in Industrie, Mobilität und Wärmeversorgung benötigen **Planungssicherheit** hinsichtlich **Preis, Verfügbarkeit und regulatorischen Rahmenbedingungen**, um eigene Investitionen tätigen und absichern zu können. **Fehlende Skalierung** führt heute zu hohen spezifischen Kosten, was wiederum die Nachfrage bremst und damit den Investitionsdruck auf Produzentenseite reduziert. Hinzu kommen **Unsicherheiten** in der Preisbildung und neue

regulatorischen Einordnungen wie die Zertifizierung von Herkunft und Treibhausgasbilanz des eingesetzten Wasserstoffs (RFNBO-Kriterien). Obwohl der Bedarf perspektivisch stark steigen soll, ist **grüner Wasserstoff derzeit kaum vorhanden**. Aktuell wird Wasserstoff **fast ausschließlich aus Erdgas hergestellt** und ist damit grauer Wasserstoff, der erhebliche CO_2-Emissionen verursacht [3]. Klimaneutraler, grüner Wasserstoff lässt sich zwar durch Elektrolyse mit erneuerbarem Strom produzieren, doch die in Deutschland vorhandene **Elektrolysekapazität liegt mit etwa 185 Megawatt** bei nur rund 2 % des bis 2030 angestrebten **Ziels von 10 Gigawatt** [4]. Selbst die anvisierten 10 Gigawatt werden nur einen Teil des Bedarfs decken können, weshalb neben der heimischen Produktion zukünftig **Importe** entscheidend sind. Neben grünem Wasserstoff gelten auch **blaue und türkise Varianten** als mögliche CO_2-arme Übergangslösungen, sind aber noch kaum verfügbar und teils umstritten. Insgesamt zeigt sich ein deutliches **Missverhältnis zwischen dem politisch gesetzten Anspruch und der bislang realisierten Produktion**. Nach einem anfänglichen Hype um Wasserstoff zu Beginn der 2020er Jahre entsteht in den Jahren 2024 und 2025 ein realistischeres Bild der technischen, planerischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen der Wasserstoffwertschöpfung. Gleichzeitig hat sich der Diskurs entscheidend verschoben: **Es geht längst nicht mehr um die Frage, ob** Wasserstoff ein relevanter Bestandteil des zukünftigen Energiesystems sein wird, **sondern vielmehr darum, wie** der Hochlauf effizient, sektorenübergreifend und marktkompatibel gestaltet werden kann. Erfolgsfaktoren liegen unter anderem in der Transformation industrieller Kernprozesse, im **Ausbau erneuerbarer Energien**, in der Ausgestaltung regulatorischer Mechanismen sowie in der **Koordination konsistenter regionaler, nationaler und europäischer Strategien.**

Der vorliegende **Leitfaden bündelt die Kernergebnisse des Projekts h2-well Markthub im Bereich des Straßenschwerverkehrs**. Damit soll er Orientierung für Akteure aus Politik, Verwaltung und Infrastrukturplanung bieten, die an einer nachhaltigen Verkehrsplanung und der Umsetzung eines emissionsfreien Verkehrs arbeiten. Wie der Markthochlauf in zentralen weiteren Sektoren gestaltet werden kann (Industrie, Wärme oder in der Abwasserreinigung), wird in einem weiteren Leitfaden des Konsortiums erläutert (veröffentlicht online in der H2Thek).

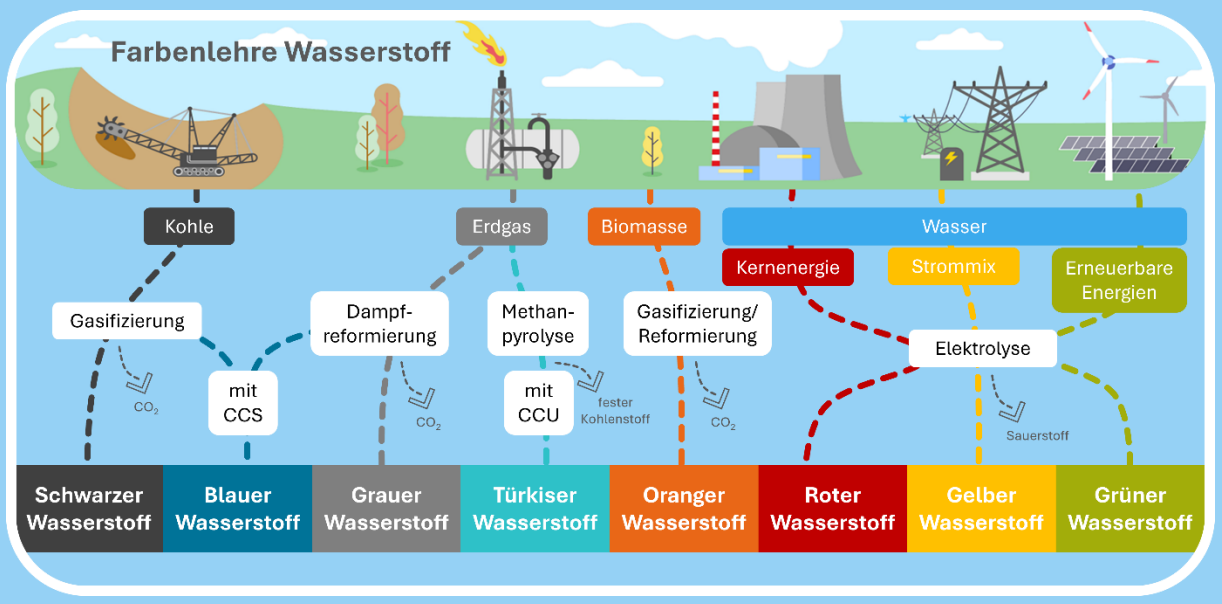


Abbildung 1: Herstellungsvarianten von Wasserstoff. Inhaltliche Quellen [5, 6], Illustration [6]. Grafik: Teichmann (2025)

RECHTLICHER RAHMEN

EU-EBENE

Europäisches Klimagesetz (2021)
50% THG-Reduktion im dt. Verkehr (2005-2030)

EU-Richtlinie über saubere Fahrzeuge (CVD, 2019)
Mindestquoten für die Beschaffung von Fahrzeugen im öffentlichen Sektor:
Lkw ab 2026 – mind. 15 % sauber
ÖPNV ab 2026: 65 % sauber, davon 50 % emissionsfrei

Verordnung über die Infrastruktur für alternative Kraftstoffe (AFIR, 2023)
Regelt den Ausbau der Ladeinfrastruktur und die Anzahl an Wasserstofftankstellen am EU-weiten Straßennetz (TEN-T)

Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED III, 2023)
Quoten für EEG im Fahrzeugkraftstoff
2030: Anteil von 29 % EE am Endenergiebedarf und mind. 1% RFNBOs (z.B. H_2)

BUNDESEBENE

Klimaschutzgesetz 2021 (KSG)
Reduktion der THG-Emissionen und Erreichung der Klimaneutralität im Jahr 2045;
48 % THG-Reduktion im Verkehr (1990-2030)

Saubere-Fahrzeuge-Beschaffungs-Gesetz (2021)
Mindestquoten für die Beschaffung von Fahrzeugen im öffentlichen Sektor:
Lkw ab 2026 – mind. 15 % sauber
ÖPNV ab 2026: 65 % sauber, davon 50 % emissionsfrei

Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie (2021)
Reduktion des Endenergiebedarfs/tkm im Verkehr um 15 - 20% (2005-2030)

LANDESEBENE

Thüringer Klimagesetz (2018)
Klimaneutralität in der 2. Hälfte des 21. Jh.;
60 - 70 % THG-Reduktion (1990-2030)

Thüringer Wasserstoffstrategie (2021)
Schwerlastfahrzeuge, Busse und Züge sind drei priorisierte Anwendungsfelder für Wasserstoff in der Mobilität

EINSATZOPTIONEN

Die EU-Verordnung AFIR, 2023 schreibt die Schaffung einer Wasserstofftankinfrastruktur im 200-km-Abstand auf dem TEN-V-Kernnetz sowie an städtischen Knoten bis Ende 2030 vor, denn: Wasserstoffantriebe gelten als eine vielversprechende Technologie für den Straßenschwerverkehr. Sie ermöglichen einen **lokal vollständig treibhausgasfreien Betrieb** bei gleichzeitiger Unabhängigkeit vom Stromnetz und gelten im Sinne der Clean Vehicles Directive (EU) als emissionsfrei.

Grundsätzlich kann Wasserstoff im Fahrzeug auf drei Wegen genutzt werden. Zum einen lässt er sich als Kraftstoff direkt in einem **H_2-Verbrennungsmotor** einsetzen, der ähnlich wie ein Erdgas- oder Dieselmotor funktioniert, jedoch emissionsfrei ist. Hier liegt der Technologiereifegrad (TRL) bei 6-8 von 9, d. h. die Technologie befindet sich bereits am Ende der experimentellen Entwicklung und befindet sich kurz vor dem Markteintritt. Zum anderen kann Wasserstoff in einer **Brennstoffzelle** genutzt werden, die bereits die Endstufe des TRL erreicht hat (TRL 7-9) und ein marktfähiges und serienreifes Produkt darstellt. Dabei reagiert **Wasserstoff mit Sauerstoff** aus der Umgebungsluft und es wird elektrische Energie frei; gespeichert wird er zuvor in Hochdrucktanks bei **350 bis 700 bar**. In der elektrochemischen Reaktion entstehen Elektrizität, Wärme und Wasserdampf, wobei der erzeugte Strom einen **Elektromotor** antreibt. [7]
Zudem kann **Wasserstoff als Rohstoff für synthetische Dieselkraftstoffe**, sogenannte **E-Fuels**, verwendet werden. E-Fuels sind chemisch nahezu identisch mit konventionellen Dieselkraftstoffen, bestehen jedoch nicht aus fossilen Rohstoffen, sondern aus **Elektrolyse-Wasserstoff** und z.B. aus biogenem oder aus der Luft gewonnenem **CO_2**. Mithilfe der **Fischer-Tropsch-Synthese** wird aus diesen beiden Molekülen ein Kohlenwasserstoffgemisch synthetisiert, das ebenso wie Diesel in einem **Verbrennungsmotor** verbrannt werden kann. Dieses Prinzip wird **Power-to-Liquid** (Strom-zu-Flüssigkraftstoff) genannt und kann dort zum Einsatz kommen, wo Elektrifizierung und direkte Wasserstoffanwendung (noch) nicht möglich sind, eine **Defossilisierung** jedoch benötigt wird. [8]

Im Vergleich zu batterieelektrischen Antrieben, die durch Fahrzeuggewicht, Ladezeiten und Ladeinfrastruktur limitiert sein können, bieten sowohl die Brennstoffzelle als auch der H_2-Verbrennungsmotor vor allem im **Schwerlastbetrieb Vorteile**. Typische Einsatzfelder sind daher **Langstrecken-Lkw, Reisebusse** und **Sonderfahrzeuge** wie Bau- oder Entsorgungsfahrzeuge. Auch

im **öffentlichen Nahverkehr** kann Wasserstoff dienlich sein, abhängig von Infrastruktur, Depotgröße und Umlaufplanung. In Deutschland befinden **sich 2025 bereits rund 500 Brennstoffzellenbusse im regulären ÖV-Betrieb**, was das Potenzial dieser Antriebstechnologie unterstreicht. [9, 10] Hinsichtlich des **Endenergiebedarfs** sind Brennstoffzellenfahrzeuge (BZ) **energiesparender als** konventionelle **Diesel-Fahrzeuge** mit Verbrennungs-motoren. So benötigt ein **BZ-Lkw** für eine Verkehrleistung von 100 Tonnen-kilometern (tkm) lediglich 47 kWh, ein Diesel-Lkw hingegen 96 kWh und damit mehr als die doppelte Energiemenge. Der **batterieelektrische Lkw** ist mit 33 kWh/100 tkm hingegen am **energieeffizientesten**. [7]

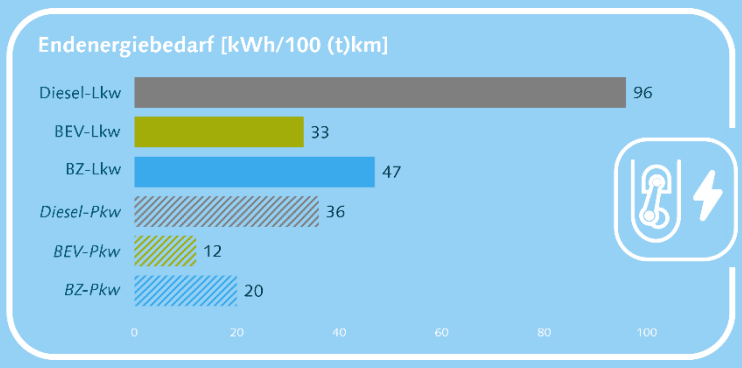


Abbildung 2: Endenergiebedarf bezogen auf eine Verkehrsleitung von 100 tkm bzw. Pkm. Inhaltliche Quelle [7], Grafik: Hilde Teichmann (2025)

VOR- UND NACHTEILE

+ lokal 100% THG-**emissionsfrei**
+ witterungs-, **temperaturunabhängiger und geräuscharmer Betrieb**
+ kurze **Tankzeiten** (10 - 15 min)
+ lange **Reichweiten** (350 - 1.000 km)
+ gewichtsmäßig ähnliche **Zuladungen** wie bei herkömmlichen Fahrzeugen möglich
+ **Abwärmenutzung** für Fahrgastraumheizung
+ **effizienter** als die Nutzung der konventionellen Verbrennertechnologie mit E-Fuels
+ **Unabhängigkeit** von Stromnetzausbau und Ladeinfrastruktur
+ Wenig Änderungen im **Betriebsablauf** nötig

- aktuell noch hoher **Wasserstoffpreis:** Grenzkosten für grünen Wasserstoff lagen im Q4/2025 zwischen 3 und 8 EUR/kg H_2 [11]
- Verfügbarkeit & Lieferkette erst im Aufbau
- hohe **Investitionen** für Fahrzeuge, neue Infrastruktur und Betriebsgelände-anpassungen
- **Fahrzeugmarkt** noch ausbaufähig
- **Tankstelleninfrastruktur** noch ausbaufähig
- **Förderfähigkeit** schwankend - abhängig von der politischen Priorisierung

EINSCHÄTZUNGEN DER BRANCHE

44 % der befragten Verkehrsunternehmen in der ÖV-Branche bewerten Wasserstoff als **eher wichtig bis sehr wichtig** und sehen ihn als notwendigen Baustein für einen klimaneutralen Personenverkehr**.** Dies geht aus einer Studie der Bauhaus-Universität Weimar hervor, welche im Rahmen des Forschungsprojekts »h2-well Markthub« im Frühjahr 2025 mit bundesweit 143 Unternehmen durchgeführt wurde. Befragt wurden hierbei 99 mittlere und große Verkehrsunternehmen sowie 44 Logistikunternehmen zu ihren Plänen und Sichtweisen in Bezug auf die Umstellung ihrer Fuhrparks auf alternative Antriebe. Gleichzeitig sehen **29 %** der Verkehrsunternehmen Wasserstoff im **ÖPNV nicht als sinnvolle Option**, da sie den Energieträger in anderen Sektoren als dringender benötigt betrachten**.** 18 % der Unternehmen sind unsicher und geben an, zu wenig Kenntnisse über Wasserstoffantriebe zu besitzen. Im **Güterverkehr** ist das Meinungsbild klarer: **62 % der Transportunternehmen** halten **Wasserstoff** für **eher wichtig bis sehr wichtig.** 24 % sehen hingegen keinen geeigneten Einsatzbereich**,** sofern der Energieträger anderweitig dringlicher gebraucht wird. 14 % sind unsicher aufgrund zu geringer Fachkenntnisse. [9]

Alle Ergebnisse gibt es hier:

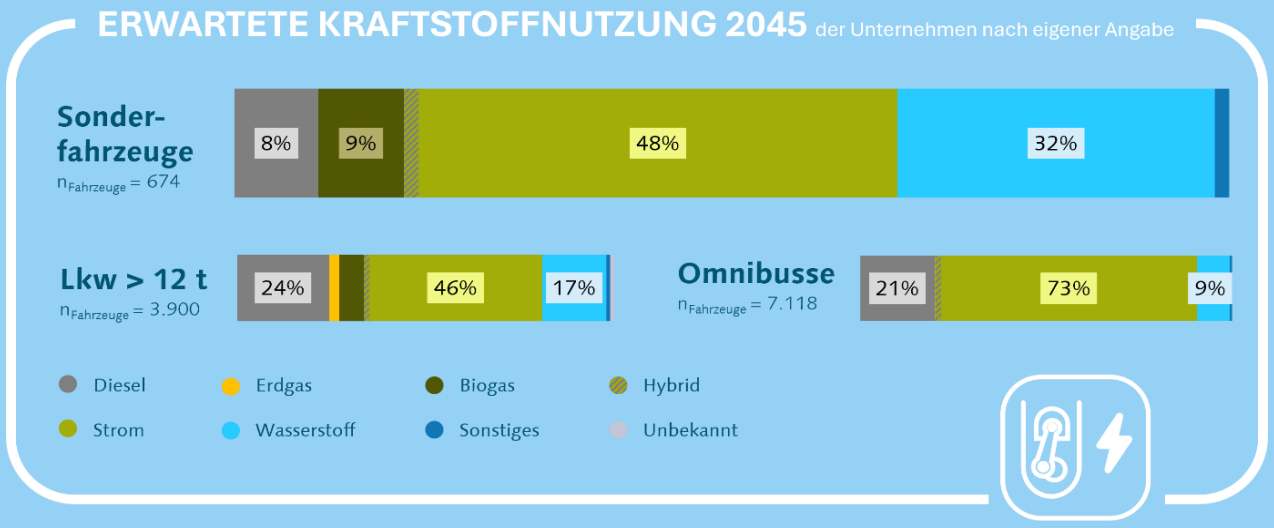


Abbildung 3: Erwartete Kraftstoffnutzung nach Fahrzeugkategorie 2045, Ergebnis der bundesweiten Umfrage "Antriebswende im Schwerverkehr", Grafik: Hilde Teichmann (2025)

Insgesamt zeigen die Ergebnisse der Befragung: Die **Branche erkennt das Potenzial von Wasserstoff**, doch der Informationsstand sowie sektorale und fördertechnische Rahmenbedingungen prägen die Bewertung deutlich. Grundsätzlich werden Wasserstoffantriebe bei Langstrecken sowie bei schweren Nutz- und Sonderfahrzeugen als zukunftsträchtig eingeschätzt. Die Unternehmen erwarten, dass **im Jahr 2045 ca. 30 % der Sonderfahrzeuge** mit Wasserstoff betrieben werden – Ähnliches gilt für die Reisebusse. Im **Omnibusbereich** sowie bei **Lkw über 12 t** wird ein Anteil von ca. **10 bis 20 % an wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen** erwartet. [9]

POTENZIELLER WASSERSTOFFBEDARF DES THÜRINGER VERKEHRS 2045

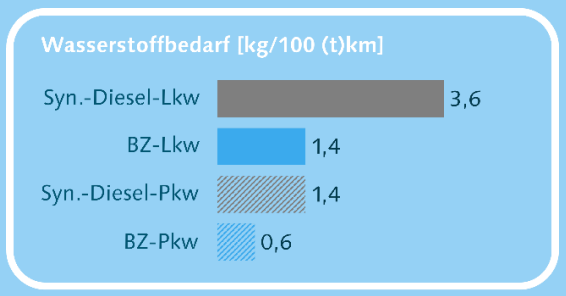


Abbildung 4: Wasserstoffbedarfe im Vergleich. Ein BZ-Lkw hat derzeit einen durchschnittlichen Verbrauch von 1,4 kg H2 für eine Verkehrsleistung von 100 tkm. Bei der Verwendung von synthetischen Kraftstoffen (E-Fuels) steigt der Verbrauch auf 3,6 kg H2/100 tkm. [7]

Die Umfrage „Antriebswende im Schwerverkehr“ zeigt, dass der Straßenschwerverkehr nach heutiger Einschätzung zukünftig einen Wasserstoffbedarf haben wird. [9] Um den **potenziellen Wasserstoffbedarf des Straßenschwerverkehrs in Thüringen im Jahr 2045** in absoluten Zahlen einschätzen zu können, wurde dieser auf Basis **zweier Szenarien** exemplarisch berechnet. Dabei wurde ein **Dekarbonisierungs**szenario als Maximalszenario angenommen, das ausschließlich emissionsfreie Energieträger i. S. d. SaubFahrzeugBeschG berücksichtigt. Synthetische Kraftstoffe werden dabei nicht berücksichtigt. Das **Maximalszenario** basiert auf einem Dekarbonisierungsszenario, welches annimmt, dass 50 % der Kraftomnibusse sowie schweren Nutzfahrzeuge und Sonderfahrzeuge mit Wasserstoff betrieben werden, ebenso wie alle Sattelzugmaschinen ≥ 40 t. Das **Minimalszenario** basiert auf den oben genannten Umfrageergebnissen (Wasserstoff wird eingesetzt in 10 % der Kraftomnibusse, 17 % der Lkw > 12 t sowie in 32 % der schweren Sonderfahrzeuge ≥ 40 t).

Basierend auf den Berechnungen der beiden Szenarien wird der Straßenverkehr in Thüringen einen **Wasserstoffbedarf in der Größenordnung von 0,6 - 1,7 TWh/a** haben. Das entspricht ca. **18.200 t - 51.500 t H_2** pro Jahr. Die dafür notwendige Primärenergie in Form von Strom aus erneuerbaren Energiequellen beläuft sich auf in etwa 1,1 - 3,2 TWh und ist in Abbildung 5 dargestellt. Im Verhältnis zum benötigten Wasserstoffbedarf des Stahlwerks Thüringen ist der Wasserstoffbedarf für die Anwendungen im Straßenschwerverkehr mengenmäßig vergleichbar. Der Straßengütertransport hat hierbei den größten Anteil am mobilitätsbedingten Wasserstoffbedarf. Der **Wasserstoffbedarf für**

Kraftomnibusse (ÖPNV- und Reisebusverkehr) wird auf Basis der Szenarien **lediglich zwischen 0,01 - 0,06 TWh** geschätzt. Weiterhin wird in der Abbildung 5 ein Vergleich zur Bruttostromerzeugung in Thüringen aus Erneuerbaren Energien (Solarenergie, Windenergie und Wasserkraft) gezogen, die sich im Jahr 2022 auf 5,4 TWh belief [12] und deren Potenzial sich mit Hilfe des Photovoltaik- und Windflächenrechners der Agora Think Tanks gGmbH auf über 30 TWh/a schätzen lässt.

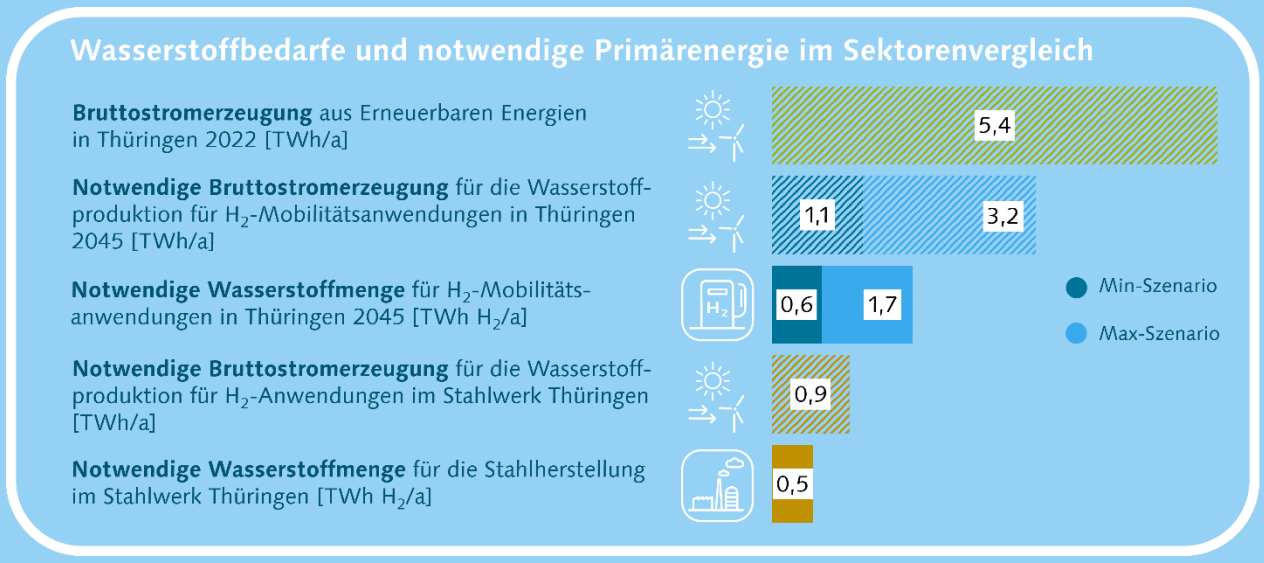


Abbildung 5: Potenzieller Wasserstoffbedarf des Straßenverkehrs in Thüringen 2045 sowie Einordnung der Mengenverhältnisse im Sektorenvergleich. Grafik: Hilde Teichmann (2025)

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Die Antriebswende im Verkehrssektor schreitet voran, jedoch nicht ohne Hindernisse. Vor allem **hohe Investitionskosten in Fahrzeuge und Betriebsinfrastruktur**, eine noch **lückenhafte öffentliche Infrastruktur**, **unzureichende Verfügbarkeit** von grünem Wasserstoff und Fahrzeugen sowie eine **unklare und wenig langfristige Förderlandschaft** zählen zu den größten Hemmnissen. Damit die Transformation gelingen kann, brauchen Unternehmen verlässliche Rahmenbedingungen, praktikable **digitale Prozesse** und **gezielte Unterstützung seitens Politik und Verwaltung.** Die folgenden Handlungsempfehlungen zeigen auf, welche Maßnahmen auf Landesebene in Thüringen und darüber hinaus auf Bundesebene und EU-Ebene notwendig sind, um die Antriebswende und Wasserstoffnutzung im Verkehrssektor zu beschleunigen und die wirtschaftliche **Wettbewerbsfähigkeit** Deutschlands und auch Thüringens zu sichern und zu stärken.

Politische & regulatorische Maßnahmen

- **Thüringenweite H_2-Strategie aktualisieren** und als verbindliches Arbeitsinstrument als Teil der RIS-Strategie in den RIS-Feldern „Nachhaltige und intelligent Mobilität und Logistik“ sowie „Nachhaltige Energie und Ressourcenverwendung“ ausgestalten
- **Dekarbonisierungsstrategien für den ÖPNV** auch in den **Nahverkehrsplänen** der Kreise und Kommunen verpflichtend berücksichtigen.
- **Kurz-, mittel und langfristig verbindliche Vorgaben zur Antriebswende** für alle Verkehrsträger formulieren.
- **Klare und praxisnahe Umsetzung** der europäischen Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED III) in das Bundesimissionsschutzgesetz (**BImSchG)** und ihre Verordnung (**BImSchV**).
- **CO_2-abhängige Mautsysteme** weiterführen - emissionsfreie Fahrzeuge mittelfristig entlasten.

Finanzielle Anreize & Förderprogramme

Regionale Akteure im gesamten Prozess von Planung bis Anwendung umfassend unterstützen (ThEGA als Service- und Weiterbildungsstelle weiter ausbauen)

Förderprogramme für grünen Wasserstoff im Schwerverkehr aufstellen – Infrastruktur und Fahrzeugbeschaffung (hierbei Pfadabhängigkeiten im öffentlichen Nahverkehr berücksichtigen - Wasserstoffeinsatz von Fall-zu-Fall prüfen)

(Differenzkosten)förderung für saubere Fahrzeuge im kommunalen Einsatz i. S. d. SaubFahrzeugBeschG einführen -> hierbei Förderfähigkeit von Investitionskosten (CAPEX) sowie Betriebskosten (OPEX) z. B. für Energiekosten oder Weiterbildungen

Abschluss langfristiger Verträge zw. Produzenten und Abnehmern (Supply and Purchase Agreements) unterstützen, um Investitionssicherheit und „Bankability“ zu erhöhen

KFZ-Steuererleichterungen für emissionsfreie Nutzfahrzeuge mittelfristig sichern.

CO_2-Preis als steuerndes Instrument konsequent und ambitioniert nutzen.

Netzentgelte für den Transport von Wasserstoff **anfangs gering halten**

Infrastruktur & Technik

Tankstellen mittelfristig über ein Verteilnetz **an das H_2-Kernnetz anbinden**, um H_2-Transportkosten und Emissionen zu senken

Sektorenkopplung bei der Wasserstoffherstellung stärken und Verkehrssektor als lokalen Abnehmer mitdenken

Regionalität in der Ausschreibung und Beschaffung als Leistungskriterium einführen (Kurze Transportwege, Verfügbarkeit und Resilienz)

Bauzeiten und Genehmigungen für H_2-Infrastruktur beschleunigen, priorisieren und praktikable digitale Verwaltungsprozesse einführen.

EU-weite Standards für Tankstellen, Speicher und Lieferketten sowie den Herkunftsnachweis von Wasserstoff schaffen (lieferantenunabhängige Kompatibilität).

Wissen & Umsetzung

Regionale Netzwerkstrukturen und Wissensaustausch fördern
-> Thüringer Allianz für Wasserstoff in der Industrie (ThAWI) als Multiplikator stärken

Verpflichtende Weiterbildung für Personal in Genehmigungsbehörden sowie Weiterbildungsmöglichkeiten für Mitarbeitende der Landes- und Kommunalverwaltung schaffen (z.B. Aufnahme in Jahresfortbildungsprogramme der Ministerien)

Klare Umstiegspfade und **Flottenstrategien** (z. B. für ÖPNV, Logistik) entwickeln und **Best-Practices** aufbereiten und verbreiten z. B. durch die ThEGA und ThAWI.

Praxisnahe Schulungsprogramme für Personal aus Fahrbetrieb, Werkstatt und Fuhrparkmanagement etablieren (Vorschlag: gemeinsam mit Fahrzeug- und Komponentenherstellern)

Niedrigschwellige Informations- und Dialogangebote schaffen und etablierte Formate nutzen (z. B bundesweite Veranstaltungen wie die „WOCHE DES WASSERSTOFFS“ aktiv landesweit unterstützen und koordinieren z. B. durch die ThAWI)

Wasserstoffgrundlagenwissen bereits in den Schulen vermitteln und in die **Lehrpläne** aufnehmen.

Insgesamt ergeben sich für Thüringen und darüber hinaus wertvolle Mehrwerte einer regionalen Wasserstoffwirtschaft:

- Von grünen Wasserstoffkonzepten **profitiert die regionale Wirtschaft und Industrie mittel- und langfristig** (produktions- sowie anwenderseitig)

- Regionale Wasserstoffkonzepte sind ein **zentraler Schlüssel zur Erreichung von Klimaneutralitätszielen**

- Regionale Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff kann einen entscheidenden Beitrag zur **Versorgungssicherheit, Resilienz und Netzstabilität** liefern

- Durch regionale Produktion können sich **wertvolle Sektorenkopplungseffekte** entfalten, die über die Dekarbonisierung hinausgehen z.B. **O_2-Nutzung oder grüne Kohlenstoffproduktion**, etc.

- Bei der Nutzung hoher H_2-Mengen ist der **Import von grünem Wasserstoff wichtig** und sinnvoll für die regionale Wirtschaft. Der Anschluss an das H_2-Kernnetz ist hierbei ein großer Standortvorteil, den es mittel- bis langfristig für die H_2-Tankinfrastruktur zu nutzen gilt.

Abkürzungsverzeichnis

BEV	*engl. Battery-Electric Vehicle; dt. Batterieelektrisches Fahrzeug*
BImSchG	*Bundesimissionsschutzgesetz*
BImSchV	*Bundesimissionsschutzverordnung*
BZ	*Brennstoffzelle*
CAPEX	*engl. capital expenditures; dt. Investitionsausgaben*
CO_2	*Summenformel für Kohlenstoffdioxid o.a. Kohlendioxid*
EE	*Erneuerbare Energien*
EU	*Europäische Union*
FCEV	*engl. Fuel-Cell-Electric-Vehicle; dt. Brennstoffzellenfahrzeug*
H_2	*Summenformel für Wasserstoff*
i. S. d	*im Sinne des*
OPEX	*engl. operational expenditures; dt. Betriebsausgaben, Betriebskosten*
ÖPNV	*Öffentlicher Personennahverkehr*
PEM	*engl. Proton-Exchange-Membrane oder Polymer-Elektrolyt-Membrane; dt. Protonen-Austausch-Membran oder Polymer-Elektrolyt-Membran – hier verwendet für die PEM-Elektrolyse-Technologie*
PtX	*engl. Power-to-X; dt. Strom-zu-X wobei X symbolisch für andere Energieträger z.B. in Form von Wärme, Flüssigkeiten oder Gasen steht*
RFNBO	*engl. Renewable Fuels of Non-Biological Origin; dt. Erneuerbare Kraftstoffe nicht-biogenen Ursprungs: synthetischer, flüssiger oder gasförmiger Kraftstoff, der mit Strom aus erneuerbaren Energien hergestellt wird, z. B. grüner Wasserstoff oder Wasserstoffderivate*
RED III	*engl. Renewable Energy Directive; dt. Erneuerbare-Energien-Richtlinie (EU)*
RIS	*Regionale-Innovationsstrategie des Freistaats Thüringen*
SaubFahrzeugBeschG	*Saubere-Fahrzeuge-Beschaffungs-Gesetz*
ThAWI	*Thüringer Allianz für Wasserstoff in der Industrie; Netzwerk der Thüringer Wasserstoffwirtschaft geleitet durch die ThEGA*
ThEGA	*Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur; landeseigene Energieagentur des Freistaats Thüringen, die Kommunen, Unternehmen und weitere Akteure zu Energieeffizienz, erneuerbaren Energien und Klimaschutz berät, Projekte koordiniert und Netzwerkarbeit leistet*
Tkm	*Tonnenkilometer (Einheit für die Verkehrsleistung)*
TRL	*Engl. Technology Readiness Level; dt. Technologiereifegrad (1-9, wobei 9 das Maximum ist)*
TWh	*Terawattstunde; Maßeinheit für die Energiemenge (1 TWh entspricht ca. dem jährlichen Strombedarf von rund 250.000 durchschnittlichen Haushalten)*

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Herstellungsvarianten von Wasserstoff. Inhaltliche Quellen [5, 6], Illustration [6]. Grafik: Teichmann (2025) 2
Abbildung 2: Endenergiebedarf bezogen auf eine Verkehrsleitung von 100 tkm bzw. Pkm. Inhaltliche Quelle [7], Grafik: Hilde Teichmann (2025) 4
Abbildung 3: Erwartete Kraftstoffnutzung nach Fahrzeugkategorie 2045, Ergebnis der bundesweiten Umfrage "Antriebswende im Schwerverkehr", Grafik: Hilde Teichmann (2025) 5
Abbildung 4: Wasserstoffbedarfe im Vergleich. [7] 5
Abbildung 5: Potenzieller Wasserstoffbedarf des Straßenverkehrs in Thüringen 2045 sowie Einordnung der Mengenverhältnisse im Sektorenvergleich. Grafik: Hilde Teichmann (2025) 6

Quellen

[1] DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (2019): WASSERSTOFF Schlüssel für das Gelingen der Energiewende in allen Sektoren. Bonn. Online verfügbar unter: https://www.dvgw.de/medien/dvgw/leistungen/publikationen/wasserstoff-schluessel-energiewende-sektoren-dvgw-factsheet.pdf. Zuletzt aufgerufen am 22.12.2025.

[2] Bundesnetzagentur (2024): Wasserstoff-Kernnetz. Online verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/Kernnetz/start.html#:~:text=Der%20Antrag%20wurde%20von%20der,auf%20Umstellungen%20bestehender%20Erdgasleitungen%20basieren. Zuletzt aufgerufen am 22.12.2025.

[3] Brüggemann, Anke (2024): Hochlauf der grünen Wasserstoffwirtschaft – wo steht Deutschland? KfW Research Nr. 475. Online verfügbar unter: https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Fokus-Volkswirtschaft/Fokus-2024/Fokus-Nr.-475-November-2024-Wasserstoff.pdf#:~:text=Im%20vergangenen%20Jahr%20wurden%20rund%2042%20TWh,wurde%20durch%20die%20Elektrolyse%20von%20Wasser%20hergestellt. Zuletzt aufgerufen am: 19.12.2025.

[4] Deutsche Energie-Agentur (2025): Elektrolysekapazitäten in Deutschland Stand und Ausblick, Stand Oktober 2025. Online verfügbar unter: https://www.dena.de/DATEN3090. Zuletzt aufgerufen am: 19.12.2025.

[5] HySON Institut (2022): H2Facts – Teil 1, Wasserstofferzeugungsarten und Nebenprodukte. Online verfügbar unter: https://www.h2well.de/neuigkeiten-leseansicht/h2facts-teil-1.html. Zuletzt aufgerufen am: 22.12.2025.

[6] Wurbs, Sven/ Stöcker, Philipp/ Gierds, Jörn/ Stemmler, Christoph/ Fischedick, Manfred/ Henning, Hans-Martin/ Matthies, Ellen/ Pittel, Karen/Renn, Jürgen/ Sauer, Dirk Uwe/ Spiecker genannt Döhmann, Indra (2024): Wasserstoff – Welche Bedeutung hat er im Energiesystem der Zukunft? (Kurz erklärt!). Online verfügbar unter: https://doi.org/10.48669/esys_2024-1. Zuletzt aufgerufen am: 22.12.2025.

[7] Eitze et. al (2024): Wasserstoff-Kompass – Handlungsoptionen für die Wasserstoffwirtschaft. Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: https://www.wasserstoff-kompass.de/news-media/dokumente/langzeitspeicherung-von-wasserstoff-1. Zuletzt aufgerufen am: 02.12.2025. Seiten 418-423.

[8] eFuel Alliance e.V. (2025): Was sind eFuels?. Berlin. Online verfügbar unter: https://www.efuel-alliance.eu/de/efuels/was-sind-efuels. Zuletzt aufgerufen am: 02.12.2025.

[9] Teichmann, Hilde; Plank-Wiedenbeck, Uwe (2025): Antriebswende im Schwerverkehr - Bundesweite Umfrage zu Kraftomnibussen und Straßennutzfahrzeugen in Deutschland 2025. Weimar. Online verfügbar unter: https://www.db-thueringen.de/receive/dbt_mods_00068257. Zuletzt aufgerufen am: 02.12.2025.

[10] NOW GmbH (2025): Brennstoffzellenbus-Cluster (BZBC) – Atlas. Online verfügbar unter: https://www.now-gmbh.de/netzwerkfinder/brennstoffzellenbus-cluster/. Zuletzt aufgerufen am 22.12.2025.

[11] E-Bridge Consulting GmbH (2025): Hydex & HydexPLUS – Kostenindizes für Wasserstoff. Online verfügbar unter: https://e-bridge.de/kompetenzen/wasserstoff/h2index/. Zuletzt aufgerufen am 22.12.2025.

[12] Thüringer Landesamt für Statistik (2025): Energiebilanz Thüringen 2022. Online verfügbar unter: https://statistik.thueringen.de/datenbank/Dateienlink/ENERGIEBILANZ_2022.PDF. Zuletzt aufgerufen am 22.12.2025.

Impressum

Grüner Wasserstoff als Schlüssel zur Dekarbonisierung des Straßenschwerverkehrs - Ergebnisse und Empfehlungen für Thüringen und darüber hinaus

Erarbeitet im Rahmen des Projektes „Wissenschaftlich-strategische Begleitung und Förderung der Marktdiffusion von Wasserstofftechnologien in der Innovationsregion (h2-well Markthub)“ gefördert vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt im Zeitraum 03/2023 - 12/2025

Autorinnen und Autoren
M. Sc. Hilde Marie Teichmann, Prof. Dr.-Ing. Uwe Plank-Wiedenbeck

Herausgeber
Bauhaus-Universität Weimar, Professur Verkehrssystemplanung
Schwanseestraße 13, 99423 Weimar

Veröffentlichung
Weimar | 02/2026

„H2Thek – Wasserstoff in der Region!“
https://edih.digital/course/view.php?id=58

Bauhaus-Universität Weimar

Gefördert durch:

Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt

wir! Wandel durch Innovation in der Region

h2well Markthub