

Hinweispapier für die Gesellschaft

Betrachtungszeitraum: 07.2022 – 12.2024



In dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) geförderten Forschungsprojekts **ELISA** – Elektrischer, innovativer Schwerverkehr auf Autobahnen – wurde zwischen Mai 2019 und Dezember 2024 im Realbetrieb eine Pilotstrecke für die oberleitungsgebundene Energieversorgung von elektrisch angetriebenen Nutzfahrzeugen im öffentlichen Straßenraum erprobt. Der Realbetrieb des sogenannten eHighway-Systems wurde von einer wissenschaftlichen Evaluation begleitet. Die Forschung im Rahmen des Projekts **ELISA** zeichnet sich durch einen ganzheitlichen und interdisziplinären Evaluationsansatz aus, der das eHighway-System im Zusammenspiel mit seiner Systemumwelt analysiert. Wichtige Erkenntnisse aus der ersten Projektphase (Mai 2019 bis Juni 2022) wurden bereits in den Hinweispapieren zur ersten Phase veröffentlicht. Das aktuelle Hinweispapier berücksichtigt nun insbesondere die Ergebnisse der zweiten Projektphase (Juli 2022 bis Dezember 2024).

Dieses Hinweispapier fasst die wesentlichen Erkenntnisse aus Sicht der Gesellschaft zusammen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf den Ergebnissen zur Wahrnehmung und Akzeptanz des eHighway-Systems in der Öffentlichkeit. In die Analyse flossen Aspekte wie kognitive Verzerrung, unbewusste Faktoren und differenzierte Meinungsbilder in die Analyse ein, um ein umfassendes Bild der gesellschaftlichen Perspektive zu gewinnen. Ergänzend wurden die dem Projekt **ELISA** zugegangene Bürger- und Presseanfragen analysiert. Darüber hinaus enthält das Hinweispapier eine Abschätzung des Nachfragepotenzials sowie eine Darstellung möglicher Nachnutzungsmöglichkeiten der **ELISA**-Teststrecke.

1. Stand der Technik

Das eHighway-System ermöglicht das dynamische Laden von hybriden oder batterie-elektrischen Lkw über einen Pantographen während der Fahrt. Die sogenannten Oberleitungs-Lkw (O-Lkw) beziehen mittels eines auf dem Lkw installierten Pantographen Strom von einer über dem rechten Fahrstreifen errichteten Oberleitungsinfrastruktur. Der bezogene Strom wird gleichzeitig für den Antrieb und das Aufladen der Batterie genutzt. Wird der mit Oberleitungen ausgestattete Streckenabschnitt verlassen oder muss ein langsameres Fahrzeug überholt werden, wird der Pantograph abgesenkt. In diesem Fall fährt der O-Lkw mit Energie aus der zuvor geladenen Batterie weiter.

In der ersten Projektphase zwischen Mai 2019 und Juni 2022 wurden fünf Oberleitungs-Hybrid-Lkw (OH-Lkw) der ersten Generation auf zwei fünf Kilometer langen Teststrecken in nördlicher und südlicher Fahrtrichtung auf der A5 zwischen Darmstadt und

Frankfurt erprobt. Aufbauend auf den positiven Erkenntnissen wurde für die zweite Projektphase die Oberleitungsanlage in südlicher Richtung auf 12 km verlängert, sodass insgesamt 17 km Oberleitungsinfrastruktur für die Erprobung zur Verfügung standen. Die verlängerte Teststrecke wurde im August 2023 in Betrieb genommen.

Parallel zur Erweiterung der Oberleitungsteststrecke wurden die fünf OH-Lkw der ersten Generation kontinuierlich bis Juni 2024 weiter eingesetzt. Weiterhin wurden fünf OH-Lkw der zweiten Generation mit einer deutlich leistungsstärkeren E-Maschine sowie einer größeren Batterie von bestehenden und neuen Transportunternehmen in Betrieb genommen. Ebenfalls wurde ein rein-elektrischer O-Lkw (O-BEV) von einem Transportunternehmen für einige Monate sowie für Forschungsfahrten auf der Teststrecke eingesetzt. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über die Konfigurationen der O-Lkw Generationen.

Tabelle 1: Oberleitungs-Lkw Generationen im ELISA-Realbetrieb (IVV 2025)

O-Lkw Generation	1	2	3
Fahrzeugtyp	Sattelzug	Sattelzug	Koffer- aufbau
E-Maschine	130 kW	260 kW	230 kW
Batterie- kapazität	18,5 kWh	99 kWh	297 kWh
Verbrennungs- motor	450 PS	360 PS	/
Plug-In Laden	Nicht möglich	Möglich	Möglich

Mit der Überprüfung des eHighway-Systems in den Realbetrieb sowohl durch das Projekt in Hessen als auch durch zwei weitere deutsche Projekte in Schleswig-Holstein und Baden-Württemberg erreichte das eHighway-System das Technology Readiness Level (TRL) 7.

Mit dem Abschluss der Realerprobung in den Feldversuchen ist der Nachweis eines erfolgreichen Einsatzes des eHighway-Systems gelungen, sodass im nächsten Schritt die Markteinführung, das Erreichen der TRL 9 vorbereitet werden kann.

2. Hinweise für die Gesellschaft

2.1. Akzeptanz auf Seiten der Öffentlichkeit

In Deutschland konzentrierte sich die Forschung zur Akzeptanz des eHighway-Systems bislang auf die Erhebung der Akzeptanz der Bevölkerung in den Regionen der jeweiligen Forschungsprojekte (Hessen: ELISA, Baden-Württemberg: eWayBW, Schleswig-Holstein: FESH), siehe Abbildung 1. Eine bundesweite Untersuchung der Akzeptanz des eHighway-Systems hat in Deutschland bislang nicht stattgefunden. Auch wurde in der Vergangenheit die Akzeptanz mit unterschiedlichen wissenschaftlichen Methoden ermittelt, was einen Vergleich der Ergebnisse zwischen den Regionen erschwert. Das IVV führte zwischen November 2024 und Januar 2025 eine bundesweite Befragung durch, bei der 1.212 Rückmeldungen eingingen. Befragt wurden annähernd gleich viele Männer und Frauen, Personen mit unterschiedlichen Bildungsabschlüssen sowie Vertreter aller Altersgruppen.

Insgesamt haben 77,1 % der Befragten bereits vom eHighway-System gehört oder sind mit diesem sehr vertraut. Die ELISA-Teststrecke auf der A5 in Hessen ist die bekannteste aller Oberleitungsteststrecken unter allen Befragten (91 % Bekanntheitsgrad in Hessen, 43 % in Baden-Württemberg, 12 % in Schleswig-Holstein). Zurückzuführen ist dies

vermutlich auf die überregionale Berichterstattung sowie die Lage auf der hochfrequentierten A 5 und die Nähe zum Frankfurter Flughafen.

In Hessen sowie in Schleswig-Holstein sind die Teststrecken in den jeweiligen Bundesländern am bekanntesten (Abbildung 2). Lediglich in Baden-Württemberg ist die ELISA-Teststrecke bekannter als die eWayBW-Teststrecke. Darüber hinaus hat in Baden-Württemberg nur jeder fünfte Befragte von einer der drei Teststrecken gehört.



Abbildung 1: Übersicht der Regionen und Forschungsprojekte (IVV 2025)

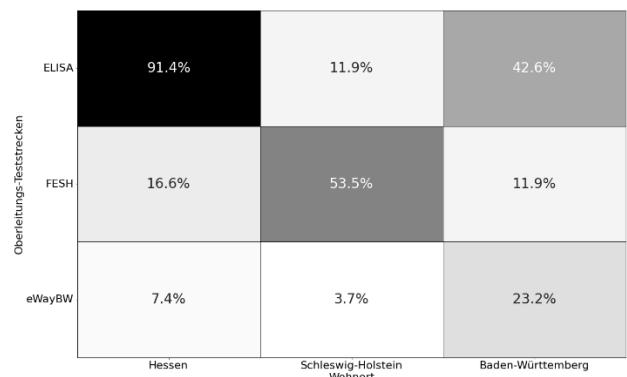


Abbildung 2: Bekanntheit der eHighway-Teststrecken nach Wohnort. (IVV 2025) [Die Darstellung zeigt den Prozentsatz der Befragten aus Hessen, Schleswig-Holstein und Baden-Württemberg, die die verschiedenen eHighway-Teststrecken kennen.]

Insgesamt zeigen die Ergebnisse zur Akzeptanz des eHighway-Systems unter den Befragten auf, dass diese dem eHighway-System neutral bis leicht positiv gegenüberstehen. Lediglich leichte Unterschiede zwischen den einzelnen Regionen konnten beobachtet werden (Abbildung 3). Es wurde jedoch auch festgestellt, dass ein Zusammenhang zwischen

einer niedrigen Akzeptanz des Systems seitens der Befragten und der Vertrautheit mit der Technologie vorliegt. So ist die Akzeptanz bei Personen, denen das eHighway-System sehr bekannt ist, geringer als bei Personen, die die Technologie weniger gut kennen.

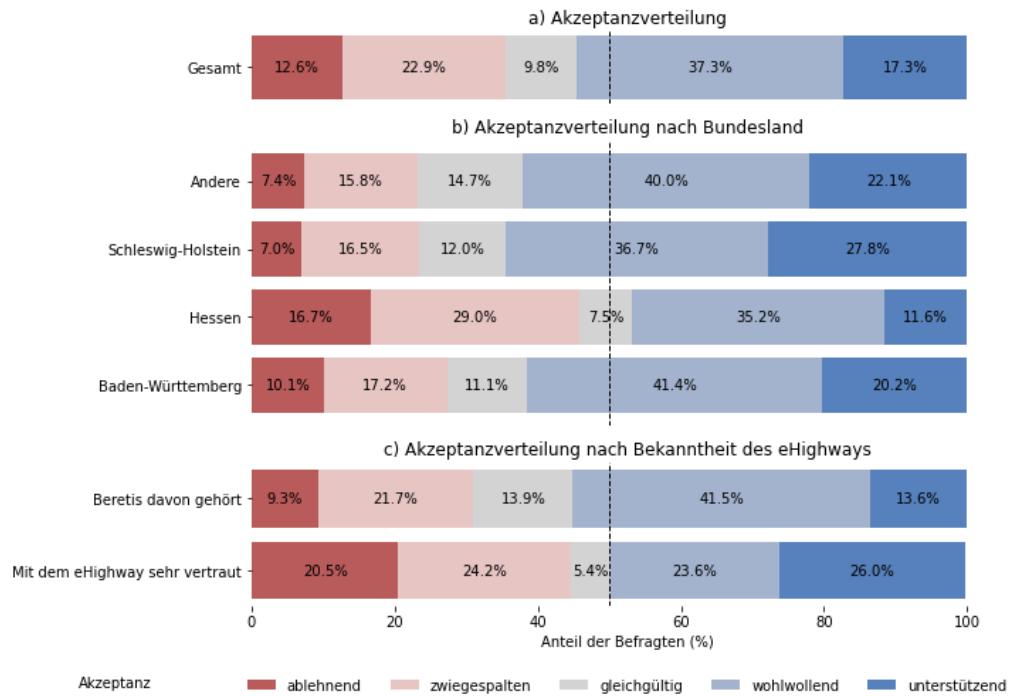


Abbildung 3 Häufigkeitsverteilung der a) eHighway-Akzeptanz der Befragten b) nach Bundesland und c) nach Vertrautheit mit dem eHighway-System (IVV 2025)

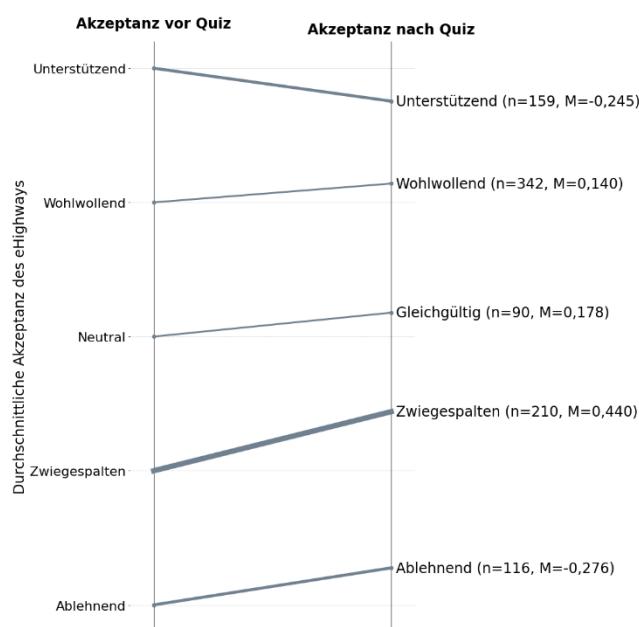


Abbildung 4: Veränderung der Akzeptanz der Befragten vor und nach dem Quiz (IVV 2025)

Vor dem Hintergrund der Ergebnisse, wonach eine hohe Vertrautheit mit dem eHighway-System mit einer geringeren Akzeptanz einhergeht, wurde im Rahmen der Befragung mittels vier Quizfragen mit anschließender Antwort- und Informationsbereitstellung der Wissensstand der Teilnehmenden zum eHighway-System erhoben. Darüber hinaus wurden die Befragten gebeten nach dem Quiz erneut eine Einschätzung hinsichtlich ihrer Einstellung gegenüber dem eHighway-System abzugeben.

Die Auswertung der Rückmeldungen zum Quiz verdeutlicht bestehende Wissenslücken unter den Befragten hinsichtlich der Umweltvorteile und der Errichtungskosten der Oberleitungsinfrastruktur. Um diese Wissenslücken zu schließen, sollten mehr wissenschaftlich fundierte Fakten zum eHighway-System der Gesellschaft bereitgestellt werden.

Im Durchschnitt steigt die Akzeptanz der Befragten nach dem Quiz ($M= +0,176$) (Abbildung 4). Die Gruppe, die das eHighway-System zunächst leicht ablehnte, zeichnete sich durch die stärksten Akzeptanzsteigerungen aus ($M= +0,440$). Unter den

Befragten, die den eHighway zunächst stark ablehnten, verringerten 15 % von diesen (n=159) ihre Akzeptanz ($M = -0,2245$). Selbst Befragte, die angaben, den bereitgestellten wissenschaftlichen Fakten nicht zu vertrauen, erhöhten ihre Akzeptanz ($M = +0,154$), allerdings in geringerem Maße als diejenigen, die den Fakten vertrauten ($M = +0,256$). Folglich ist davon auszugehen, dass Veröffentlichungen der Ergebnisse wissenschaftlicher Feldversuche und faktenbasierte Kommunikation die Akzeptanz des eHighway-Systems steigern, selbst wenn die Akzeptanz in der Bevölkerung bereits leicht positiv ist.

Weiterhin zeigen die Ergebnisse der Befragung auf, dass unbewusste, kognitive Verzerrungen (cognitive biases) einen Einfluss auf die Akzeptanz des eHighway-Systems haben. Es stellte sich heraus, dass Personen, die das Oberleitungssystem ablehnen, dazu neigen, wissenschaftlichen Informationen zu misstrauen (**Bestätigungsfehler**): Nur 10 % der Befragten, die den eHighway strikt ablehnen, vertrauen den bereitgestellten wissenschaftlichen Fakten. Der Anteil der Befragten, die wissenschaftlichen Fakten vertrauen, steigt mit dem Grad der Akzeptanz des eHighway.

Ebenfalls zeigt sich aus den Befragungsergebnissen der **Mitläufereffekt**, der besagt, dass Menschen ihre Meinung an die wahrgenommene Mehrheitsmeinung anpassen. eHighway-Skeptiker glauben meist, dass die Öffentlichkeit das System ebenfalls ablehnt. Die Befragten, die das System ablehnen, neigen zu der Annahme, dass die Bevölkerung ihre Meinung teilt. 75 % glauben, dass ihre Mitbürger das System ebenfalls ablehnen, 22 % nehmen eine neutrale Haltung hierzu ein, und nur 3 % glauben an eine

Zustimmung anderer, abweichend von ihrer eigenen Meinung. Weiterhin besteht ein starker positiver Zusammenhang zwischen der persönlichen anfänglichen Akzeptanz und der wahrgenommenen Akzeptanz in der Bevölkerung ($p = 0,614^{**}$, $n=912$). Die Regressionsanalyse zeigt, dass die wahrgenommene Akzeptanz der Bevölkerung ein signifikanter Prädiktor für die Akzeptanz der Teilnehmer ist ($\chi^2 = 498,43$, $df = 4$, $p < .001$; Nagelkerke $R^2 = .443$).

Außerdem scheint der Widerstand gegen Investitionen in Oberleitungsinfrastruktur eher aus dem Widerstand gegen Veränderungen als gegen die Technologie an sich zu resultieren (**Status-quo-Verzerrung**). Die Teilnehmenden wurden gefragt, welche der Antriebssysteme sie kennen und in welche sie investieren würden (Abbildung 5). Keines der Antriebssysteme stieß bei mehr als 50 % der Befragten auf ein Investitionsinteresse. Batterie-elektrische Lkw (BEV) wiesen das größte Investitionsinteresse auf (47 % der Befragten), gefolgt von Wasserstoff (44 %) und Oberleitungssystemen (36 %). Besonders auffällig ist, dass die Befragten angeben, dass in BEV und Wasserstoff-Brennstoffzellen-Lkw investiert werden sollte, jedoch die Bekanntheit dieser alternativen Antriebssysteme vergleichsweise gering ist. Basierend auf den Ergebnissen der Studie von Scherrer (2023) ist anzunehmen, dass diese Auffälligkeit auf die hohe Medienpräsenz von BEV und Wasserstoff-Brennstoffzellen-Lkw, im Gegensatz zu den anderen Technologien, zurückzuführen ist. Das eHighway-System hingegen wird beispielsweise im politischen Umfeld deutlich weniger diskutiert und hat eine geringe Medienpräsenz.

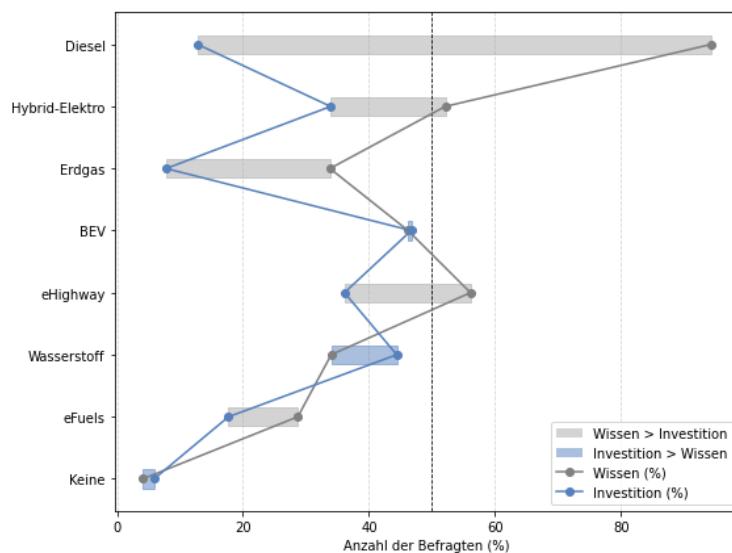


Abbildung 5: Verhältnis zwischen dem Wissen und der Empfehlung zur Investition in verschiedene alternative Lkw-Antriebstechnologien (IVV 2025)

Abbildung 6 zeigt den Zusammenhang zwischen Investitionsempfehlungen in verschiedene Lkw-Antriebssysteme auf. Die Befragten, die Investitionen in Dieselfahrzeuge befürworten, lehnen Investitionen in alternative Antriebssysteme generell ab. Weiterhin zeigt sich ein positiver Zusammenhang zwischen der Bereitschaft in das eHighway-System, BEV und Wasserstoff-Lkw zu investieren. Daher ist davon auszugehen, dass die zurückhaltende Einstellung gegenüber dem eHighway-System eher durch die Ablehnung des Wandels allgemein als durch die Ablehnung des Oberleitungssystems im Speziellen motiviert ist.

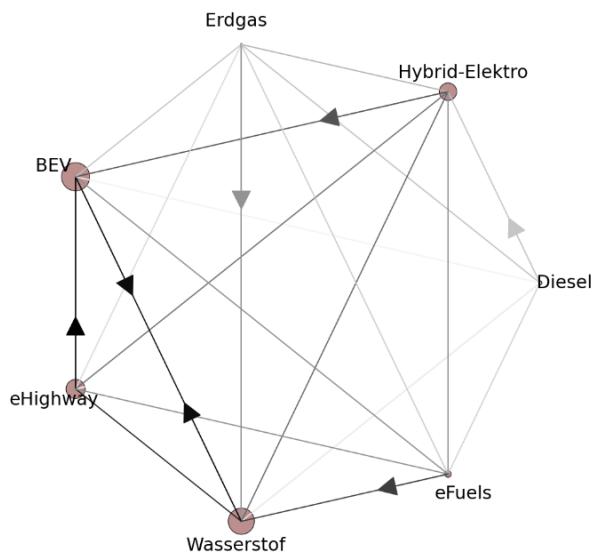


Abbildung 6: Visualisierung von Mustern bei der gemeinsamen Auswahl von Investitionen in alternative Antriebssysteme (IVV 2025)

2.2. Bürger- und Presseanfragen

Mit Beginn des Realbetriebs der Oberleitungsanlage auf der A5 wurden Bürger-, Presse- und Politikanfragen seitens der Autobahn GmbH des Bundes aufgrund ihrer Rolle als Hauptansprechpartner für die Öffentlichkeitsarbeit dokumentiert. Diese wurden durch das IVV mit Hilfe einer qualitativen Inhaltsanalyse analysiert.

Zwischen dem Projektbeginn im Jahr 2017 und dem Ende des Realbetrieb im Dezember 2024 gingen bei der Projektleitung der Autobahn GmbH des Bundes insgesamt 98 Anfragen ein. Abbildung 7 zeigt die Anzahl der Anfragen pro Thema, Stakeholder und Jahr. Die Zahl der Anfragen innerhalb der Kategorien ist nicht konstant, sondern schwankt im Laufe der Zeit.

Im Durchschnitt wurden 5,5 Bürgeranfragen pro Jahr gestellt (insgesamt 44). Das Interesse der Bürger war vor der Errichtung der Oberleitungsanlage sowie zu Beginn der Betriebsphase hoch und reduzierte sich im Laufe des Projektes. Besonders hervor sticht das Thema „Auswirkungen des eHighway-Systems auf den Verkehrsablauf“, insbesondere vor Beginn des Realbetriebs.

Im Durchschnitt wurden 6 Presseanfragen pro Jahr gestellt (insgesamt 47). Im Gegensatz zu den Bürgern konzentrierte sich die Presse in der Zeit von 2019 bis 2023 vor allem auf Ergebnisse und Projektfortschritte. In den Jahren 2017, 2018 und 2024 lagen keine Presseanfragen vor.

Seitens der Politik wurden im gesamten Zeitraum nur wenige Anfragen (insgesamt 8) gestellt. Nach der Bundestagswahl im Jahr 2021 ist ein leichter Anstieg zu verzeichnen. Der Fokus der Anfragen seitens der Politik lag thematisch auf den Kosten, dem Projektfortschritt und den Ergebnissen.

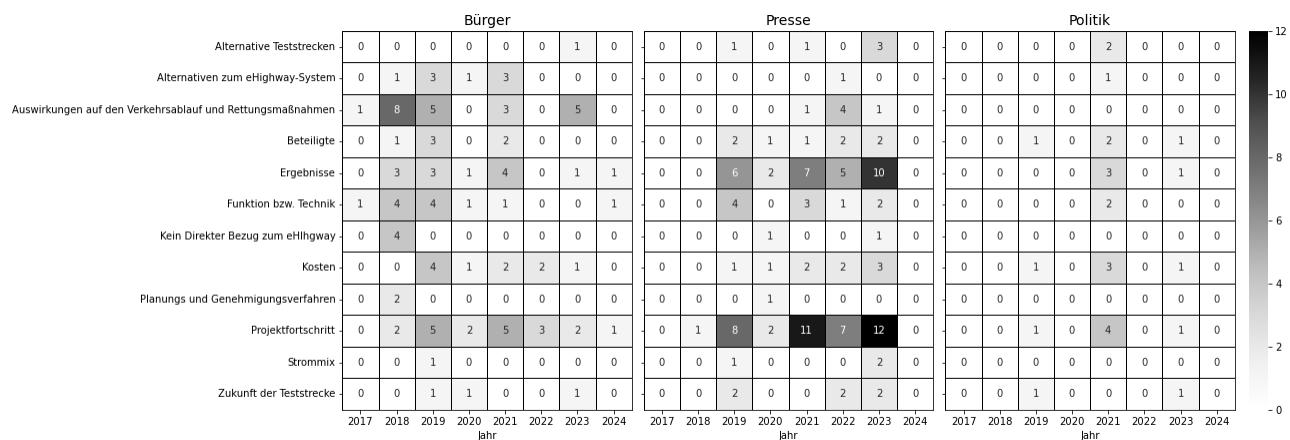


Abbildung 7: Anzahl der Anfragen pro Thema, Interessenvertreter und Jahr (IVV 2025)

Insgesamt lassen die Ergebnisse vermuten, dass die geringe Zahl der Anfragen auf die vorwiegend regionale Bekanntheit des Projekts in der Öffentlichkeit zurückzuführen ist. Ein weiterer Aspekt ist die schwere Zugänglichkeit zur Plattform, über die die Anfragen eingereicht werden konnten. Das geringe politische Engagement ließe sich mit einem gewissen politischen Desinteresse gegenüber der Oberleitungs-Thematik erklären. Zum einen, weil das Potenzial des eHighway-Systems politisch noch nicht erkannt wurde, zum anderen, da eine Befassung mit dem Projekt unerwünschte Aufmerksamkeit hätte erregen können.

2.3. Analyse der Unfalldaten

Bei der Bewertung der Verkehrssicherheit müssen unterschiedliche Aspekte berücksichtigt werden. So wurden im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitforschung des Projekts ELISA bereits festgestellt, dass Verkehrsteilnehmende sich auf Autobahnabschnitten mit Oberleitungen sicher fühlen (Wauri 2024). Dies gilt sowohl für Pkw- und Lkw-Fahrer konventioneller Fahrzeuge als auch für Fahrer von O-Lkw beim Einsatz des Pantographen (Wauri, 2024; Linke, 2025). Ergänzt werden diese Erkenntnisse um die Analyse der Unfalldaten im Bereich der Oberleitungsanlage. Dazu wurden die Unfalldaten zwischen 2018 und 2024 mit dem besonderen Blick auf die Auswirkungen der verlängerten Oberleitungsanlage und auf mögliche Auffälligkeiten in den Unfalldaten analysiert.

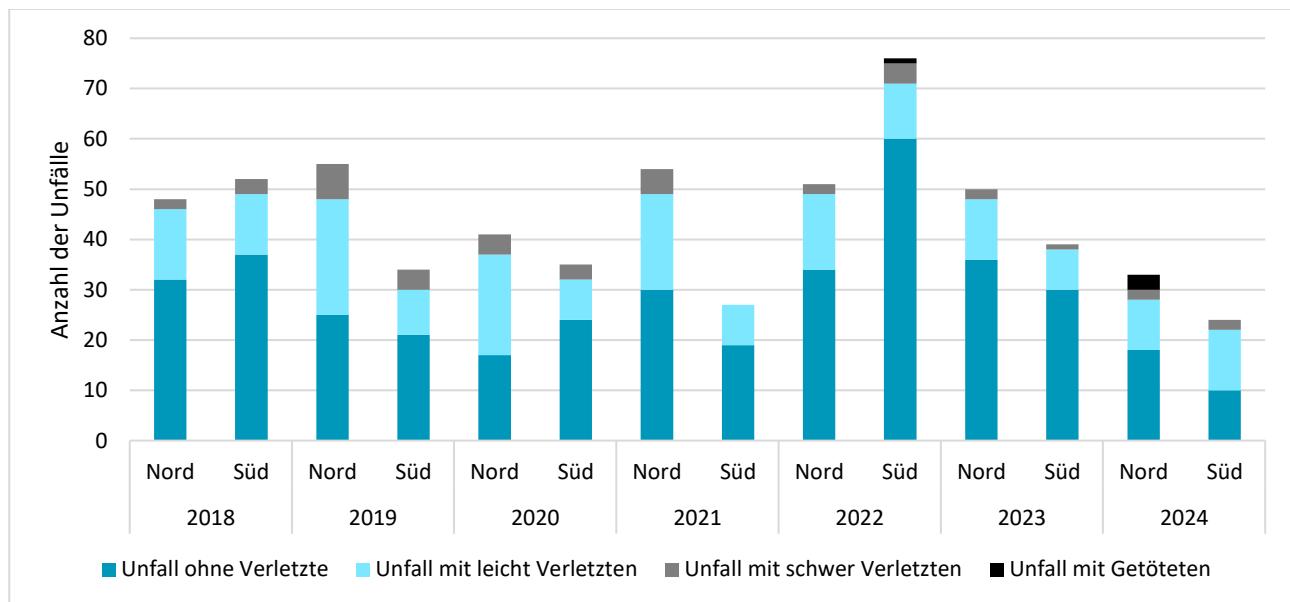


Abbildung 8: Unfallzahlen in südliche und nördliche Fahrtrichtung im Bereich der verlängerten Oberleitungsanlage (IVV 2025)

Die Analyse der Unfallzahlen im Jahresverlauf ab 2019 zeigt auf, dass es im Jahr 2020 zu einem Rückgang der Unfälle kam, was mit der coronabedingten Reduktion des Verkehrsaufkommens übereinstimmt. Ab 2021 steigen die Zahlen wieder an. Ein Trend, der auch deutschlandweit in den Unfallstatistiken nachgewiesen wurde (Schönebeck et al. 2022).

Auffällig ist der Anstieg der Unfälle im Jahr 2022, dem Jahr der Erweiterung der Oberleitungsinfrastruktur um sieben Kilometer. Diese Zunahme ist jedoch nicht auf den Betrieb der Oberleitung selbst, sondern auf die dafür eingerichteten Baustellen und geänderten

Verkehrsführungen zurückzuführen. Diese Erkenntnis geht einher mit bestehenden Studien zu erhöhten Unfallzahlen im Bereich von Baustellen (Bakaba and Ortlepp, 2012; Richter et al., 2023).

Die Analyse der Unfalltypen zeigt, dass insbesondere Unfälle durch Fahrunfälle bzw. im Längsverkehr während der Bauzeit zugenommen haben – ein in der Literatur bekanntes Phänomen bei Baustellen aufgrund geänderter Spurführungen oder Geschwindigkeitsanpassungen (Bakaba and Ortlepp, 2012).

Räumlich gesehen treten Unfallschwerpunkte vermehrt an Autobahnauffahrten, Tank- und Rastanlagen sowie Kreuzungsbereichen auf und sind somit unabhängig von der Oberleitungsinfrastruktur. Dies deutet darauf hin, dass die Unfälle weniger durch die Oberleitungsinfrastruktur, sondern durch die bestehende Verkehrsinfrastruktur wie Rampen oder Kurvenradien verursacht werden, wie von Richter et al. (2023) aufgezeigt wird. Auf längeren, geraden Streckenabschnitten ereignen sich hingegen weniger Unfälle.

Ein weiterer Aspekt der Untersuchung betrifft den Einfluss der Geschwindigkeitsbegrenzungen während der Bauarbeiten. So führten die differenzierten Begrenzungen auf einzelne Fahrspuren im Sommer 2022 zu einem Unfallpeak. Mit Einführung einer einheitlichen Begrenzung auf 100 km/h reduzierten sich die Unfallzahlen ab Anfang 2023 deutlich und stabilisierten sich auf einem niedrigen Niveau.

Zusammenfassend wird festgehalten, dass in den Unfalldaten keine Auffälligkeiten während des regulären Oberleitungsanlagenbetriebs zu erkennen sind. Unfälle mit schwerem Ausgang blieben auf konstant niedrigem Niveau. Die Ergebnisse legen nahe, dass durch sorgfältige Planung der Baustellenphasen und angepasste Verkehrsregelungen auch während infrastruktureller Erweiterungen das Sicherheitsniveau aufrechterhalten werden kann. Damit liefert die Untersuchung wichtige Erkenntnisse zur sicheren Integration des eHighway-Systems insbesondere der Oberleitungsinfrastruktur in bestehende Verkehrsinfrastrukturen.

2.4. Nachfrage- und Ausbaupotential der ELISA-Teststrecke

Für die Abschätzung des Nachfragepotenzials weiterer Oberleitungsstreckenabschnitte auf der A5 wurden verschiedene Bewertungskriterien berücksichtigt. Das Ergebnis zeigt, dass die Region Rhein-Main bzw. Südhessen ein größtenteils sehr hohes Nachfragepotenzial aufweist, siehe Abbildung 9. Bei der Erweiterung der ELISA-Teststrecke in südlicher Fahrtrichtung bzw. bei Erhöhung der Anzahl an O-Lkw im Rahmen des erweiterten ELISA-Projekts konnte ferner festgestellt werden, dass eine große Anzahl an Logistikdienstleister an einem generellen Ausbau des Systems interessiert sind.

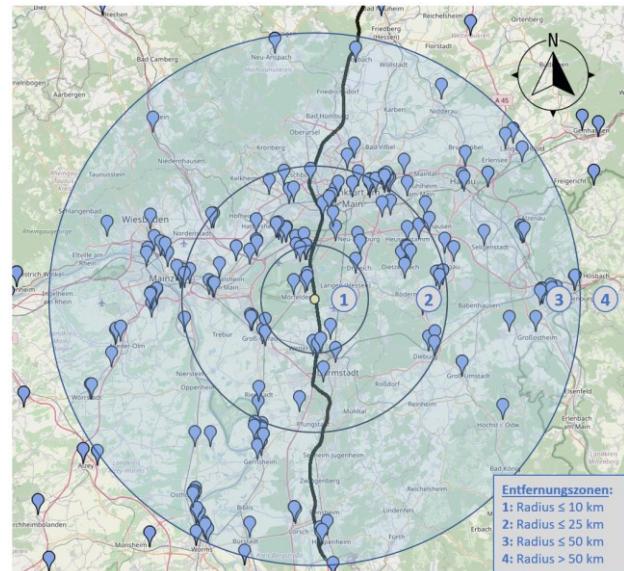


Abbildung 9 Beispielhafte Darstellung der Entfernungszonen zu Logistikstandorten (IVV 2025)

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass die Lage der ELISA-Teststrecke im betrachteten Korridor K3 im Vorfeld sehr passend ausgewählt wurde (Abbildung 10). Der Korridor K3 weist neben einem hohen Ausbaupotenzial insbesondere auch ein sehr hohes Nachfragepotenzial auf und ist im Vergleich mit der parallel verlaufenden A67 (Korridor K4) oder der A661 (Korridor K5) bevorzugt bei einem Ausbau des Systems zu berücksichtigen. Im weiteren südlichen Verlauf sollte die Elektrifizierung entlang der A67 (Korridor K2) und im nördlichen Verlauf entlang der A5 zwischen Frankfurter Kreuz und Bad Homburger Kreuz (Korridor K8) in Betracht gezogen werden, um das dynamische Laden auf der Nord-Süd-Achse sicherzustellen.

Im weiteren Verlauf sollte das Oberleitungsnetz auch Streckenabschnitte mit geringerem Nachfragepotenzial einschließen. Im ersten Schritt könnte ein regional angelehnter Ausbau (Insellösung) jedoch zielführender sein, um eine möglichst hohe Anzahl an Logistikdienstleistern ansprechen zu können. Um eine Verknüpfung nach Frankfurt am Main zu gewährleisten, könnte als ein nächster Ausbauschritt die Elektrifizierung entlang der A3 (Korridor K6) in Betracht gezogen werden. Es ist zu beachten, dass innerhalb der Region Rhein-Main bzw. Südhessen die Voraussetzungen insgesamt vorhanden sind, um ein solches System zielführend installieren zu können. Parallel können weitere Regionen in Deutschland erschlossen werden, wie bspw. im Raum Stuttgart, und diese Regionen entlang der Verbindungsachsen zusammengeführt werden.

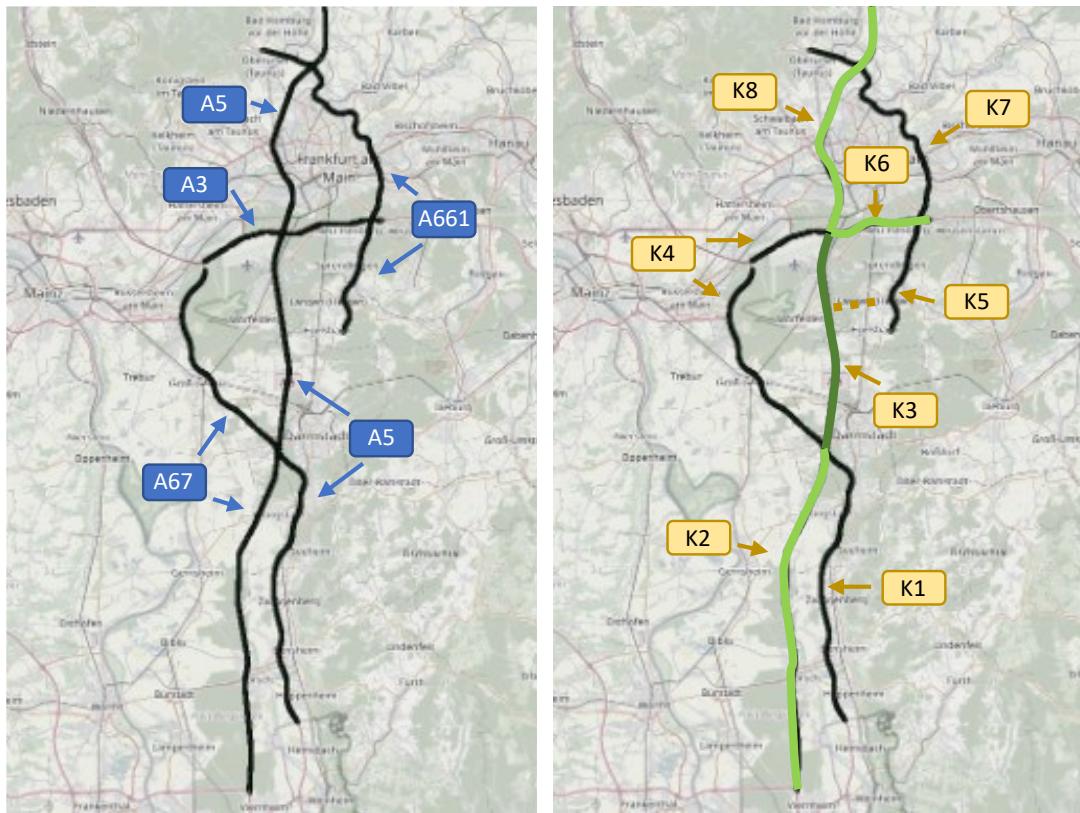


Abbildung 10: Übersicht der Autobahnen (links) und Korridore (rechts) des betrachteten Streckennetzes in Südhessen (IVV 2025) [rechte Abbildung: dunkelgrün = Autobahnabschnitt mit bestehender Oberleitungsinfrastruktur, hellgrün = Empfehlung für nächste Ausbauschritte]

2.5. Nachnutzung der ELISA-Teststrecke

Im ELISA-Feldversuch wurden die O-Lkw insbesondere im Pendelverkehr bzw. als Schwerverkehre im Nahverkehr eingesetzt. Die errichtete ELISA-Teststrecke bietet darüber hinaus jedoch weitere verschiedene Möglichkeiten zur Nachnutzung. Bei Integration der ELISA-Teststrecke in ein entsprechendes Gesamtnetz wird auch die Möglichkeit erschlossen, dem straßengebundenen Fernverkehr ein zuverlässiges Energieversorgungssystem anzubieten. Der Ausbau eines nationalen Verkehrsnetzes an elektrifizierten Streckenabschnitten wurde dagehend bereits vielfach analysiert und das entsprechende Potenzial aufgezeigt (Hacker et al. 2020; Jöhrens et al. 2020; Rolko 2020; Wilke et al. 2024).

Neben dem Schwerverkehr kann die ELISA-Teststrecke auch für den Fernbusmarkt relevant sein. So bietet die FlixBus als eines der größten Verkehrsunternehmen im Fernbusverkehr mit dem sogenannten FlixBus eine Vielzahl an Verbindungen an, welche über den Streckenabschnitt der ELISA-Teststrecke verkehren. Neben den internationalen Verbindungen, wie zum Beispiel von Luzern nach Hamburg (N33) oder von Ulm nach Kopenhagen (N110), sind insbesondere die nationalen

Verbindungen von Bedeutung. Diese umfassen zum Beispiel die Verbindungen von Stuttgart nach Hamburg (Linie 198), von Straßburg nach Frankfurt (Linie 108) oder von München nach Essen (Linie 027). Alle diese Verbindungen verkehren zumindest teilweise auf den betrachteten Korridoren bzw. im Streckenabschnitt der ELISA-Teststrecke.

Weiterhin kann die ELISA-Teststrecke auch für den Regionalbusverkehr nachgenutzt werden. Das größte Potenzial bietet hierbei der AirLiner der HEAG mobilo GmbH, welcher im Pendelverkehr zwischen Darmstadt und dem Frankfurter Flughafen über die ELISA-Teststrecke verkehrt. Auch der Verkehrsverbund Rhein-Neckar bietet mit den sogenannten AirportBus einen Pendelverkehr zwischen Heidelberg und dem Frankfurter Flughafen über die ELISA-Teststrecke an. Bei einem entsprechenden Ausbau des Systems lassen sich weitere Regionalbusverkehre, aber auch Schienenersatzverkehre, erschließen.

Die primäre Nutzung der Oberleitungsinfrastruktur auf Autobahnen ist die Energiebereitstellung als verkehrsbezogenes Energiesystem. Demgegenüber lassen sich alternative (sekundäre) Nutzungsmöglichkeiten identifizieren, welche sich als zusätzliche Vorteile eines solchen Systems

darstellen lassen. Der größte Vorteil, welcher das eHighway gegenüber den statischen Systemen aufweist, ist die Bereitstellung der Energie während des Fahrprozesses selbst. Dies impliziert die Möglichkeit, dass eine Oberleitungsanlage nicht nur als Energiebereitsteller, sondern auch als Energieabnehmer dient und in abschüssigem Gelände die überschüssige (potenzielle oder rekuperierte) Energie aus den O-Lkw aufnimmt, kurzzeitig speichert und diese Energie an die in entgegengesetzter Richtung verkehrenden O-Lkw abgibt. Die Bereitstellung von rückgewonnener Energie kann nur durch dynamische Energieversorgungssysteme erreicht werden und in Gebieten mit besonderer Topografie gezielt eingesetzt werden. Ein weiterer besonderer Vorteil des System eHighway ist es, dass mehrere O-Lkw gleichzeitig mit elektrischer Energie versorgt werden können. Damit eignet sich das System besonders bei Kolonnenfahrten, dem sogenannten Platooning.

Da das System eHighway linear und nicht punktuell betrieben wird, ist eine reduzierte und somit ressourcenschonende Übertragungsleistung ausreichend. Dadurch können auch dezentrale Energieversorgungsanlagen, wie Solar- oder Windkraftanlagen, zielführend an das System gekoppelt werden und die Strompreise dynamisch an die aktuelle Leistung der dezentralen Energieversorgungsanlagen angepasst werden. Durch eine gezielte Variation der Strompreise, bspw. in Abhängigkeit an das Angebot, die Tageszeit oder die Lage eines eHighway-Streckenabschnitts, kann zudem eine Verkehrsbeeinflussung und Verkehrslenkung erreicht und Schwerverkehre auf

den gewünschten Korridoren gebündelt werden. Nicht zuletzt ergeben sich über die beobachtbare Energienachfrage neue Möglichkeiten zur Beschreibung, Bewertung und Vorhersage der Verkehrs nachfrage im Straßengüterverkehr.

Ein weiterer bedeutender Vorteil ergibt sich aus der Kombination von batterie-elektrischen, autonomen Lkw mit dem Konzept des dynamischen Ladens über Oberleitungen. Durch die Energieversorgung während der Fahrt entfallen zeitaufwändige Zwischenstoppes zum Nachladen. Damit wird es grundsätzlich möglich, Lkw nahezu rund um die Uhr zu betreiben und so die Transportleistung erheblich zu steigern.

Autonome Oberleitungs-Lkw könnten insbesondere im Hub-to-Hub-Verkehr eingesetzt werden. Auf diesen planbaren Streckenabschnitten würden sie Waren kontinuierlich zwischen Logistikzentren transportieren – ganz ohne Fahrpersonal. Dadurch ergeben sich Vorteile wie:

- Reduzierte Betriebskosten: Es fallen keine Fahrerpausezeiten oder Personalkosten an.
- Erhöhte Verfügbarkeit der Fahrzeuge: Die O-Lkw könnten 24/7-Betrieb betrieben werden.

Darüber hinaus kann die Oberleitungsinfrastruktur selbst einen zusätzlichen Nutzen für die Fahrzeugautomatisierung bieten: Sie dient nicht nur der Energieversorgung, sondern auch als Orientierungshilfe zur Spur- und Streckenerkennung. Damit erhöht sich die Redundanz der Sensorsysteme autonomer Lkw, was die Sicherheit im automatisierten Betrieb weiter steigern kann.

3. Schlussfolgerungen und Ausblick

In der zweiten Projektphase des Projekts ELISA II-B lag der Forschungsfokus im Bereich der gesellschaftlichen Evaluation auf vier zentralen Themen: dem Nachfragepotential, der Nachnutzung und den Ausbaumöglichkeiten der Oberleitungsanlage sowie der umfassenden Erhebung der gesellschaftlichen Akzeptanz des eHighway-Systems.

Die Nachnutzung der ELISA-Teststrecke auf der A5 wurde hinsichtlich ihrer Lage, Ausstattung und ihres Potenzials für Logistikunternehmen bewertet. Die Region Rhein-Main/Südhessen weist ein sehr hohes Nachfragepotenzial auf, sowohl für O-Lkw als auch für Fern- und Regionalbuslinien. Viele Logistikdienstleister zeigen Interesse an einer Ausweitung des Systems. Die bestehende Infrastruktur sowie die Lage an wichtigen Verkehrskorridoren (z. B. TEN-V-Netz) begünstigen eine weiterführende Nutzung. Die wesentlichen Ergebnisse dieser Analyse sind:

- Eine Nachnutzung der ELISA-Teststrecke ist möglich.
- Die ELISA-Teststrecke kann in ein Gesamtnetz integriert werden.

Besonders der Korridor K3 (A5) eignet sich für den Ausbau, auch im Vergleich zu Korridor K4 (A67) und K5 (A661). Eine sukzessive Erweiterung – beginnend mit einer regionalen Insellösung – wird empfohlen, u. a. in südlicher Richtung entlang der A67 (K2) und nördlich bis zum Frankfurter Kreuz (K8). Auch die A3 (K6) bietet Potenzial für Anschlussmaßnahmen.

Neben dem Güterverkehr kann die Teststrecke auch für den Fernbusmarkt, z. B. FlixBus, sowie für Regionalverkehre wie den AirLiner oder den AirportBus genutzt werden. Die Oberleitungsinfrastruktur bietet nicht nur Energieversorgung während der Fahrt, sondern kann auch rekupierte Energie speichern und weiterleiten. Zudem eignet sich das System für mehrere Lkw gleichzeitig (Platooning) und erlaubt die Einbindung dezentraler Energiequellen. Weitere wesentliche Erkenntnisse sind:

- Es sind verschiedene Möglichkeiten zur Nachnutzung der Teststrecke als verkehrsbezogenes Energieversorgungssystem vorhanden.
- Es bestehen neben der Nutzung als verkehrsbezogenes Energieversorgungssystem weitere alternative Nutzungsmöglichkeiten des Systems eHighway.
- Die Kombination von autonomen, batterie-elektrischen Lkw mit dynamischem Laden über Oberleitungen ermöglicht einen nahezu durchgehenden, effizienten und treibhausgasemissionsfreien Gütertransport ohne Fahrer.

Für die erfolgreiche Umsetzung des eHighway-Systems im großen Maßstab ist die Akzeptanz in der Bevölkerung von zentraler Bedeutung. Daher wurde untersucht, ob und in welchem Maß das System von der Öffentlichkeit akzeptiert wird und ob kognitive Verzerrungen diese Wahrnehmung beeinflussen. Ziel war es, neben bewussten Faktoren auch unbewusste Mechanismen der Meinungsbildung zu verstehen und darauf aufbauend Strategien zur Steigerung der Akzeptanz zu entwickeln. Die wesentlichen Ergebnisse dieser Analyse sind:

- Das eHighway-System wird von der deutschen Bevölkerung insgesamt neutral bis positiv bewertet, mit nur geringen Unterschieden zwischen Regionen mit und ohne Teststrecke.
- Personen mit hoher Mediennutzung zeigen tendenziell eine geringere Akzeptanz.
- Der Zugang zu wissenschaftlich fundierten Informationen erhöht die Akzeptanz, insbesondere bei Personen mit geringer Mediennutzung.
- Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Unterstützung von Investitionen in batterieelektrische Fahrzeuge, Wasserstoff-Lkw und dem eHighway sowie ein negativer Zusammenhang mit der Förderung konventioneller Dieseltechnologien. Die Zurückhaltung gegenüber dem eHighway kann somit als Teil einer allgemeinen Skepsis gegenüber neuen Technologien interpretiert werden.
- In der Bevölkerung existieren verzerrte Vorstellungen zum eHighway: Die Kosten werden häufig überschätzt, während die Umweltvorteile unterschätzt werden. Diese Fehleinschätzungen tragen möglicherweise zu einer geringeren Akzeptanz bei.

4. Schrifttum und weiterführende Literatur

Bakaba, J. E., & Ortlepp, J. (2012). Untersuchung der Verkehrssicherheit in Autobahnbaustellen. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.

Burghard, U.; Scherrer, A.; Helferich, M.; Breuer, M. (2024): Are overhead catenary trucks perceived as legitimate and accepted? Evidence from Germany. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 134, 104323. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2024.104323>

Gnann, T.; Jöhrens, J.; Hacker, F.; Burghard, U.; Heining, F.; Helms, H.; Göckeler, K.; Mottschall, M.; Scherrer, A.; Speth, D. (2023): BOLD - Accompanying research for overhead catenary trucks in Germany (Final report). Berlin, Heidelberg, Karlsruhe: Öko-Institut, ifeu, Fraunhofer ISI.

Hacker, F., Blanck, R., Görz, W., Bernecker, T., Speiser, J., Röckle, F., et al. (2020). StratON: Bewertung und Einführungsstrategien für oberleitungsgebundene schwere Nutzfahrzeuge. Berlin. <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/StratON-O-Lkw-Endbericht.pdf>. Zugegriffen: 11. Januar 2024

Hacker, F.; Jöhrens, J.; Plötz, P. (2020): Wirtschaftlichkeit, Umweltwirkung und Ausbauszenarien von Oberleitungs-Lkw in

Deutschland: Eine Synthese (No. Version 1). Öko-Institut, ifeu, Fraunhofer ISI., Berlin, Heidelberg, Karlsruhe.

Jöhrens, J., Rücker, J., Kräck, J., Allekotte, M., Helms, H., Biemann, K., et al. (2020). Roadmap OH-Lkw: Einführungsszenarien 2020-2030. Heidelberg. <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Roadmap-OH-Lkw-Bericht-Einfuehrungsszenarien-web.pdf&ved=2ahUKEwjx1LiO6sWLAXB7LsIHV9gL8EQFnoECAgQAQ&usg=AOvVaw0yfSE2-0PciNFsnsGiTFi8>. Zugegriffen: 20. März 2020

Kassens-Noor, E., Boltze, M., Bremer, L., Öztürk, Ö., Schöpp, F., Wauri, D., et al. (2023). ELISA II-B - Vorbereitung, Durchführung und Evaluation eines realitätsnahen Probebetriebs von OH-Lkw auf der ELISA-Versuchsanlage. Band 8.

Linke, R. (2025): Integration alternativer Lkw-Antriebssysteme bei Transportunternehmen – Entwicklung eines Bewertungsverfahrens am Beispiel von Oberleitungs-Hybrid-Lkw (Dissertation)

Mayring, P., & Fenzl, T. (2022). Qualitative Inhaltsanalyse. In Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung (S. 691–

706). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-37985-8_43

Richter, T. (Verfasser), Hofmann, W. (Verfasser), Seebo, D. (Verfasser), Daghestani, H. (Verfasser), Martin, D. (Verfasser), Bakaba, J. E. (Herausgeber), et al. (2023). Ansätze zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf Bundesautobahnen. Forschungsbericht / Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft. Hannover: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Unfallforschung der Versicherer. <https://www.udv.de/resource/blob/130998/103ded9eaf113e61851a464843e306d2/79-vs-auf-bab-data.pdf>

Rolko, K. (2020). Simulationsbasierte Optimierung der Ausstattung von Teilstrecken mit Systemen zur Energieversorgung von Lastkraftwagen während der Fahrt. Technische Universität Darmstadt, Darmstadt. Abgerufen von <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/id/eprint/13358>

Scherrer, A. (2023). How media coverage of technologies affects public opinion: Evidence from alternative fuel vehicles in Germany. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 47, 100727. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2023.100727>

Schönebeck, S., Schepers, A., Pöppel-Decker, M., Färber, N., Fitschen, A. (2022). Voraussichtliche Entwicklung von Unfallanzahlen und Jahresfahrleistungen in Deutschland - Ergebnisse 2022. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST).

Wauri, D. (2024). Verkehrsverhalten und Verkehrsablauf auf Fernstraßen mit eHighway-System (Dissertation). Technische Universität Darmstadt, Darmstadt. Abgerufen von <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/26899/>

Wilke, J. K., Schöpp, F., Linke, R., & Kassens-Noor, E. (2024). Hinweise zum Ausbau einer Oberleitungsinfrastruktur auf Autobahnen zur Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs. Straßenverkehrstechnik, Kirschbaum Verlag, 68, 806–813.

Wilke, Jürgen Klaus. (2025). Verfügbarkeit und Ausfallursachen von Oberleitungssystemen auf Autobahnen - Empfehlungen zum Netzausbau und zum Betrieb (Dissertation). Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Darmstadt. Abgerufen von <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/30018/>

5. Autorinnen und Autoren des Hinweispapiers

Niki Buggenhout, Technische Universität Darmstadt, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik

Dr.-Ing. Regina Linke, Technische Universität Darmstadt, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik

Laurenz Bremer, Technische Universität Darmstadt, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik

Dr.-Ing. Jürgen K. Wilke, Technische Universität Darmstadt, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik

Prof. Eva Kaßens-Noor, Ph.D. MIT, Technische Universität Darmstadt, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik

6. Beteiligte Institutionen

Die Autobahn GmbH des Bundes

Geschäftsbereich Verkehrsmanagement,
Betrieb und Verkehr
Abteilung Verkehrsmanagement
Bessie-Coleman-Straße 7
60549 Frankfurt am Main

Technische Universität Darmstadt

Institut für Verkehrsplanung und
Verkehrstechnik (IVV)
Otto-Berndt-Straße 2
64287 Darmstadt

Siemens Mobility GmbH

Krauss-Maffei-Straße 2
80997 München

e-netz Südhessen AG

Forschung & Entwicklung
Dornheimer Weg 24
64293 Darmstadt