

# Internationales Verkehrswesen

## POLITIK

Neue Regeln, mehr Effizienz?

## INFRASTRUKTUR

Automatisch, digital - bessere  
Daten für die Verkehrswende

## LOGISTIK

KI für den Warentransport:  
Der Algorithmus denkt mit

## MOBILITÄT

Neue Strategien im vernetzten ÖPNV

## TECHNOLOGIE

Wie der organisatorische und  
technologische Wandel wirklich  
gelingen kann

# Technologie, Innovation – und die Praxis

Das lange Warten auf die Verkehrswende



Foto: TU Darmstadt, IVV (2021)

# Das eHighway-System

## Erkenntnisse aus der ersten Pilotphase der Oberleitungsteststrecke auf der A5

Alternative Antriebssysteme, eHighway, Oberleitungsinfrastruktur, Oberleitungs-LKW, ELISA

Zur Dekarbonisierung des Straßengüterverkehrs wird derzeit eine Vielzahl alternativer Antriebssysteme erforscht und diskutiert. Seit 2019 wird das sogenannte eHighway-System, eine Technologie zur dynamischen Versorgung von LKW mit Strom über einen Pantographen während der Fahrt, auf der hessischen Oberleitungsteststrecke zwischen Frankfurt am Main und Darmstadt erprobt. Ziel dieses Beitrags ist die zusammenfassende Darstellung der wichtigen Erkenntnisse, die im Projekt, im Rahmen von zielgruppenspezifischen Hinweispapieren, erarbeitet wurden.

Regina Linke, Jürgen K. Wilke, Ferdinand Schöpp, Özgür Öztürk, Laurenz Bremer, Maya Scheyltjens, Eva Kaßens-Noor

**D**er fortwährende Klimawandel erfordert zügiges Handeln. Zukunftsfähige Lösungen werden benötigt. Hiervon betroffen ist vor allem der Verkehrssektor, im Speziellen der Transportsektor. Viele Lösungsansätze, die einen emissionsfreien und somit klimaverträglichen Straßengüterverkehr ermöglichen sollen, werden derzeit diskutiert und erprobt. Als besonders interessant zeigt sich mehr und mehr die Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs mittels Oberleitungen. Die Kombination der Effizienz der Schiene mit der Flexibilität der Straße nutzt das als „eHighway“ bezeichnete System zur kontinuierlichen Stromversorgung von Lastkraftwagen während der Fahrt aus [1, 2]. Der sogenannte Oberleitungs-LKW (O-LKW) ist eine Kombination aus einem batterieelektrischen LKW oder einem hybriden LKW

und einen Stromabnehmer. Der Stromabnehmer oder auch Pantograph wird eingesetzt, um dynamisch Energie über eine straßenseitig errichtete Oberleitungsinfrastruktur aufzunehmen [3]. Sobald ein Streckenabschnitt mit verfügbarer Oberleitungsinfrastruktur von einem O-LKW erreicht wird, wird eine kraftschlüssige Verbindung zwischen dem Pantographen und der Oberleitung hergestellt – das Fahrzeug fährt nun elektrisch mit der aus der Oberleitung bezogenen Energie. Zeitgleich wird die im Fahrzeug verbaute Batterie geladen. Endet der mit der Oberleitungsinfrastruktur ausgestattete Streckenabschnitt oder soll ein vorausfahrendes, langsames Fahrzeug überholt werden, wird der Pantograph automatisch abgesenkt. Der O-LKW bezieht seine Energie nun aus der aufgeladenen Batterie. [4-14]

Tabelle 1: Technische Eigenschaften der O-LKW-Generationen

	1. Generation	2. Generation	3. Generation
Anzahl der O-LKW	5	5	1
Betriebsbeginn	05/2019	07/2022	09/2023*
Leistung Verbrennungsmotor	450 PS (331 kW)	360 PS (265 kW)	/
Leistung Elektromotor	130 kW	260 kW	230 kW
Batteriekapazität (brutto)	18,5 kWh	99 kWh	297 kWh
Plug-in	Nein	Ja	Ja
Zulässiges Gesamtgewicht (Sonderzulassung)	41,8 t (Kombinierter Verkehr 44 t)	41,8 t (Kombinierter Verkehr 44 t)	28 t

\*nach aktuellem Planungsstand

### Die Oberleitungsteststrecke auf der A5

Das eHighway-System wird zum gegenwärtigen Zeitpunkt in Deutschland auf drei Teststrecken erprobt. Vor allem die hessische Teststrecke auf einem Teilabschnitt der Bundesautobahn 5 zwischen Frankfurt am Main und Darmstadt nimmt eine Vorreiterrolle ein: Als erstes seiner Art wird hier das eHighway-System im realen Straßenverkehr im Rahmen des Forschungsprojekts „Elektrischer, innovativer Schwerverkehr auf Autobahnen“ (ELISA) umfassend evaluiert.

Die auf der ELISA-Teststrecke errichtete Oberleitungsinfrastruktur bezieht elektrische erneuerbare Energie aus mehreren Gleichrichterunterwerken, welche an das Mittelspannungsnetz angeschlossen sind. Die Hauptkomponenten der Oberleitungsanlage sind Masten, Ausleger, Tragseil und Fahrdrabt. Insgesamt wurde für die erste Pilotphase (2019 bis 2022) eine Autobahnstrecke von fünf Kilometern je Fahrtrichtung zwischen der Anschlussstelle Langen/Mörfelden und der Anschlussstelle Weiterstadt mit Oberleitungsinfrastruktur ausgestattet [15]. Für die zweite Pilotphase (2023 bis 2024) wurde eine einseitige Erweiterung der ELISA-Teststrecke in Fahrtrichtung Süden um etwa 7 Kilometer realisiert und befindet sich derzeit in der Erprobung.

In der ersten Pilotphase zwischen Mai 2019 und Juni 2020 sind schrittweise fünf O-LKW der ersten Generation von fünf diversifizierten Transportunternehmen in Betrieb genommen und in die täglichen Routen integriert worden. Für die zweite Pilotphase wurden zusätzlich fünf weitere O-LKW der zweiten Generation an bestehende und neue Transportpartner ausgeliefert. Der-

zeit werden somit zehn O-LKW regulär eingesetzt. Mit der Auslieferung der dritten Generation von O-LKW im September 2023 wird erstmalig ein rein-elektrischer O-LKW den Betrieb aufnehmen. Dieser wird die Möglichkeit besitzen, sowohl dynamisch über den Pantographen sowie stationär über eine Plug-in Funktion zu laden. Damit ergibt sich eine Synergie, die langfristig einen entscheidenden Beitrag zum klimaneutralen Straßengüterfernverkehr leisten kann. Eine Übersicht über die O-LKW Generationen ist in *Tabelle 1* zu finden.

### Evaluation der ersten Pilotphase

Über den Untersuchungszeitraum der ersten Pilotphase zwischen Mai 2019 und Juni 2022 wurde das eHighway-System fahrzeug- und infrastrukturseitig getestet und eine Vielzahl relevanter verkehrlich-technischer und energietechnischer, ökologischer, ökonomischer, rechtlich-organisatorischer und aktorenspezifischer Fragestellungen, die für einen Ausbau des Systems relevant sind, gemeinsam mit Wissenschafts- und Industriepartnern evaluiert [16]. Die Ergebnisse der Evaluation wurden durch das Projektkonsortium in zielgruppenspezifischen Hinweispapieren zusammengefasst, mit dem Ziel, den Informationsbedarf diverser Akteurs- und Interessengruppen zu decken. Zu den entsprechenden Akteurs- und Interessengruppen gehören: Transporteure [7], Fahrzeughersteller [8], Energieversorgungsunternehmen [9], Oberleitungsinfrastrukturbetreiber [10], Oberleitungsinfrastrukturerrichter [11], Straßeninfrastrukturbetreiber [12], Straßenbetriebsdienst [13], Gesamtgesellschaft [14] (siehe *Bild 1*).

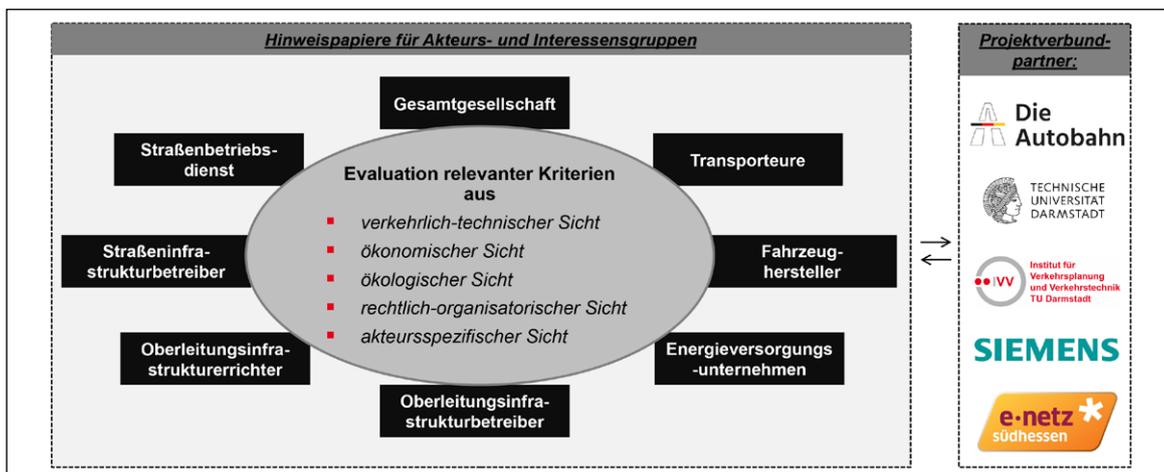


Bild 1: Übersicht über im Projekt betrachtete Akteurs- und Interessengruppen  
Darstellung: Autoren

Mit diesem Beitrag verfolgt das Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik der Technischen Universität Darmstadt das Ziel, die wissenschaftlichen Erkenntnisse der Hinweispapiere zusammenzufassen. Die Inhalte der zielgruppenspezifischen Hinweispapiere dienen hierbei als Grundlage und werden in der nachfolgenden Zusammenfassung entsprechend zitiert.

### **Erkenntnisse aus Sicht der Transporteure**

Die Ergebnisse der Begleitforschung des Einsatzes der fünf O-LKW der ersten Generation zeigen auf, dass die eingesetzten O-LKW die operativen und technischen Anforderungen der Transportunternehmen erfüllen und erfolgreich in logistische Prozesse integriert werden konnten [7, 17]. Unter Berücksichtigung des derzeitigen Standorts und Länge der Oberleitungsinfrastruktur stellt sich der regionale Shuttle-Verkehr als besonders vorteilhaftes Einsatzszenario heraus [5, 15, 16].

Die O-LKW der ersten Generation operieren in verschiedenen Betriebsmodi, darunter Hybrid- und Elektromodi mit und ohne Nutzung der Oberleitungsinfrastruktur. Die Zusammensetzung der Betriebsmodi hängt von verschiedenen Faktoren ab wie der Rekuperation, der Länge und dem Ausnutzungsgrad einer Oberleitungsinfrastruktur, der aufgenommenen elektrischen Energie während der verbundenen Fahrt sowie der Lage der elektrifizierten Strecke(n) im Fahrtverlauf [5, 6]. Der Stromverbrauch der O-LKW bei elektrischer Fahrt unter der Oberleitung beträgt bei konstanter Geschwindigkeit (ca. 85 km/h) im ebenen Gelände und mittlerer Auslastung eines Fahrzeugs in etwa 1 bis 1,3 kWh je Kilometer [19]. Der Gesamtverbrauch der O-LKW ist trotz der noch begrenzten Oberleitungsinfrastruktur bereits merklich geringer als der eines vergleichbaren Diesel-LKWs. Beeinflusst wird der Gesamtverbrauch besonders durch den elektrifizierten Streckenanteil. Bei einem ausreichend hohen Anteil elektrifizierter Streckenabschnitte können Kraftstoff-Einsparungen von bis zu 100 % erreicht werden [19]. Damit einher geht auch die Reduktion der Treibhausgasemissionen. Insofern O-LKW elektrisch betrieben werden, können Treibhausgasemissionen in erheblichem Umfang eingespart werden. Ein treibhausgasemissionsfreier Transport ist möglich, insofern die Fahrzeuge über einen ausreichend leistungsfähigen Elektromotor verfügen, die verbaute Batterie angemessen dimensioniert ist und das eHighway-System ausschließlich mit Ökostrom versorgt wird. [7]

Einen großen Einfluss auf den erfolgreichen Betrieb von O-LKW hat außerdem die Akzeptanz der O-LKW durch die Fahrer:innen. Die Ergebnisse von Experteninterviews sowie einer schriftlichen Befragung zeigen, dass die Fahrer:innen zufrieden mit dem O-LKW sind und die Fahrt als abwechslungsreich empfinden. Die Bedienung erfordert erhöhte Aufmerksamkeit, wird aber mit zunehmender Erfahrung als wenig anstrengend empfunden. Die Mehrheit der Fahrer:innen zeigt Interesse am langfristigen Einsatz des O-LKW. [7]

### **Erkenntnisse aus Sicht der Fahrzeughersteller**

Bisher wurden in der ersten Pilotphase Sattelzugmaschinen mit einem Pantographen ausgestattet. Dazu wurde die Sattelplatte nach hinten verschoben um Platz hinter der Fahrerkabine für das Traggestell des Pantographen

zu schaffen [8]. Durch diese bauliche Veränderung wird der gesamte Sattelzug verlängert. Die Zulassung der LKW konnte jedoch mit einer entsprechenden Ausnahmegenehmigung ermöglicht werden. Weiterhin entsteht durch die Integration des Pantographen sowie der Batterie in das Basisfahrzeug eine Erhöhung des Leergewichts. Diese Gewichtserhöhung von ca. 1,8 t konnte durch die Genehmigung eines zulässigen Gesamtgewichts des Sattelzugs von bis zu 41,8 t ebenfalls ausgeglichen werden, sodass weiterhin ein Zuladungsgewicht vergleichbar zum konventionellen LKW möglich ist. [8, 17]

Ein wichtiges Ziel des Realbetriebs der ersten Generation von O-LKW war die Analyse der Veränderung der Verfügbarkeit und der Zuverlässigkeit der O-LKW. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Gesamtverfügbarkeit der O-LKW untereinander variiert [8, 20]. Bei der ausschließlichen Betrachtung der Verfügbarkeit des Pantographen kann eine höhere Verfügbarkeit nachgewiesen werden. Insgesamt ist von einer kontinuierlichen Erhöhung der Gesamtverfügbarkeit aufgrund der Weiterentwicklung der O-LKW basierend auf den Erkenntnissen des Realbetriebs auszugehen. [8]

### **Erkenntnisse aus Sicht der Energieversorgungsunternehmen**

Über den Zeitraum der ersten Pilotphase wurde ein durchschnittlicher Grundlastverbrauch von 2,93 kWh/15 min ermittelt. Die Energieversorgung erfolgte über den Spotmarkt und konnte flexibel auf Nachfrageschwankungen reagieren. Es wurde festgestellt, dass bei der aktuellen Frequentierung und den Leistungskennwerten der O-LKW zu keinem Zeitpunkt kritische Netzengpässe oder Energieversorgungsengpässe auftraten. [9]

Die Ergebnisse der Akzeptanzbefragung von Personen aus dem Energiesektor lässt eine positive Haltung der Energiewirtschaft gegenüber der Oberleitungstechnologie ableiten. Hervorzuheben ist sowohl die hohe erkannte Zukunftsfähigkeit im eigenen Geschäftsfeld als auch die wohlwollende Haltung gegenüber einem Ausbau. Als größte Chance der straßengebundenen Oberleitungstechnologie ist hier gleichermaßen die Reduzierung der Schadstoffemissionsbelastung wie auch die Reduzierung der Importabhängigkeit bei fossilen Brennstoffen und das Einhalten der Klimaschutzziele 2030 zu nennen. Große Herausforderungen sieht die Branche in den die Oberleitung tangierenden Genehmigungsverfahren und den rechtlichen Rahmenbedingungen. [9, 21]

### **Erkenntnisse aus Sicht der Oberleitungsinfrastrukturbetreiber**

Mit Inbetriebnahme der Oberleitungsinfrastruktur auf der A5 im Mai 2019 konnte erstmalig der Realbetrieb auf einer deutschen Autobahn ermöglicht werden. Die Rolle des Oberleitungsinfrastrukturbetreibers übernimmt die Autobahn GmbH des Bundes. Die 24/7-Überwachung und Steuerung der Anlage erfolgt in der Verkehrszentrale Deutschland in Frankfurt am Main. Die dortige Leitstelle bot aufgrund ihrer Infrastruktur für den Betrieb des Autobahnverkehrs optimale Voraussetzungen, den Betrieb der Oberleitungsanlage mit geringem Aufwand zu integrieren. Die Mitarbeitenden der Verkehrszentrale wurden für den Umgang mit der Oberleitungsanlage sowie in den dazugehörigen Störfall- oder Notfallmanage-

mentprozessen geschult. Als erste Zwischenbilanz des vierjährigen Betriebs der Oberleitungsanlage kann festgehalten werden, dass die Betriebs- und Störfallprozesse etabliert sind und die Mitarbeitenden der Verkehrszentrale und der Rettungsdienste ihre Arbeit im Oberleitungsbetrieb normgerecht und routiniert durchführen. Auf diese Weise kann die hohe Verfügbarkeit der Infrastruktur gewährleistet werden. [10]

### Erkenntnisse aus Sicht der Oberleitungsinfrastrukturerrichter

Für die Errichtung der Oberleitungsanlage konnten Erfahrungswerte aus dem Schienenverkehr übertragen sowie neue Erkenntnisse bei der Errichtung auf einer deutschen Autobahn gewonnen werden. Beachtet wurden bei der Planung der Oberleitungsanlage verschiedene Faktoren wie Umweltbedingungen, Standortanforderungen, Materialauswahl und geologische Gegebenheiten. Die Auswirkungen des Winterdienstes, Salzablagerungen, Korrosion und Hitze wurden ebenfalls betrachtet. Im Wesentlichen wurden Standardkomponenten aus der Bahnelektrifizierung verwendet, aber in einigen Fällen erforderten spezifische Standortbedingungen, wie die Unterführung einer niedrigen Brücke, individuelle Lösungen. [11]

### Erkenntnisse aus Sicht der Straßeninfrastrukturbetreiber

Im Projekt ELISA liegen die Funktionen des Straßeninfrastrukturbetreibers und des Oberleitungsinfrastrukturbetreibers in derselben Hand – bei der Autobahn GmbH des Bundes. Neben der Aufrechterhaltung des Oberleitungsanlagenbetriebs ist aus Sicht des Straßeninfrastrukturbetreibers die Aufrechterhaltung des Verkehrsablaufs sowie die mögliche Veränderung im Fahrverhalten der Verkehrsteilnehmenden aufgrund des eHighway-Systems entscheidend. Zur Analyse des Fahrverhaltens wurden PKW- und LKW-Fahrer:innen befragt. Die Ergebnisse zeigen, dass mehr als zwei Drittel der Befragten keinen Fahrstreifenwechsel aufgrund des Systems durchführen. Etwa 10,3 % wechseln aus Neugier den Fahrstreifen, um nach O-LKW Ausschau zu halten. Die Bedenken gegenüber dem System sind gering, mit Ausnahme einiger Bedenken hinsichtlich Rettungseinsätzen und Ablenkung. [12]

Die Analysen der Verkehrsdaten innerhalb des Streckenabschnitts der Oberleitungsanlage zeigen keine signifikanten Unterschiede im Verkehrsablauf vor und nach der Einführung des eHighway-Systems auf. Bauliche Anpassungen an zuvor bestehenden Bauwerken im Anlagenbereich wurden vorgenommen. Diese hatten zwar nur einen geringen Einfluss auf den Verkehrsfluss, sind jedoch mit zusätzlichen Aufwänden beim Straßeninfrastrukturbetreiber verbunden. [12]

### Erkenntnisse aus Sicht des Straßenbetriebsdiensts

Die Ergebnisse zeigen, dass die Oberleitungsanlage einen Einfluss auf die Unterhaltungsmaßnahmen im Rahmen des Straßenbetriebsdienstes hat. Beeinflusst werden durch die Oberleitungsanlage insbesondere die Gehölz- und Grünpflege entlang des ausgestatteten Abschnittes. Durch die Errichtung eines Fahrzeugrückhaltesystems höchster Aufhaltstufe wird die Bankettpflege

erschwert, da die Mitarbeitenden die Betonschutzwand übersteigen müssen. Für zukünftige vergleichbare Streckenabschnitte werden geringer dimensionierte Schutzsysteme vorgesehen, wovon eine Minderung des Einflusses auf die Arbeiten erwartet wird. Neben den bestehenden Unterhaltungsmaßnahmen übernimmt der Straßenbetriebsdienst außerdem die Aufgabe der monatlichen Befahrung der Oberleitungsanlage, um mögliche Mängel oder Schäden feststellen zu können. [13]

### Erkenntnisse aus Sicht der Gesamtgesellschaft

In die Evaluation aus Sicht der Gesamtgesellschaft flossen insbesondere die Erhebungen zur gesellschaftlichen Akzeptanz des eHighway-Systems ein. Die Auswertungen zeigten, dass zum aktuellen Zeitpunkt die Akzeptanz des eHighway-Systems in der Gesellschaft uneinheitlich ist. Die gespaltene Meinung entsteht insbesondere aufgrund der Sorge hinsichtlich der Erschwerung von Rettungseinsätzen, dem Eingriff in das Landschaftsbild und möglichen Zeitverlusten entlang der Strecke. Weiterhin zeigen die Analysen auf, dass öffentlichkeitswirksame Ereignisse wie der Bau der Teststrecke oder Streckeneröffnungen das Interesse am eHighway-System erhöht haben. Eine kontinuierliche Informationsbereitstellung und Aufklärung über die Möglichkeiten des eHighway-Systems, einen Beitrag zu den Klimaschutzziele zu leisten, bilden eine wichtige Grundlage für den Ausbau des Systems. [14]

### Ausblick

Während der ersten Pilotphase des Projekts ELISA konnten wichtige Erkenntnisse für den Aufbau und Betrieb von Oberleitungsinfrastrukturen sowie den Betrieb von O-LKW gesammelt werden. Mit der baulichen Erweiterung und dem Betrieb der verlängerten Teststrecke sowie der Inbetriebnahme zweier neuer O-LKW-Generationen werden in der zweiten Pilotphase bis Mitte 2025 bestehende Erkenntnisse validiert und weitere wichtige Erkenntnisse zum netzweiten Ausbau des eHighway-Systems ermöglicht.

### Veröffentlichte Hinweispapiere zum Herunterladen unter:

Die Hinweispapiere sind kostenlos erhältlich und können über die Website des Instituts für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik der Technischen Universität Darmstadt bezogen werden:  
[https://www.verkehr.tu-darmstadt.de/vv/forschung\\_ivv/projekte\\_ivv/forschungsergebnisse/index.de.jsp](https://www.verkehr.tu-darmstadt.de/vv/forschung_ivv/projekte_ivv/forschungsergebnisse/index.de.jsp)



Wir danken dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) für die Förderung des Forschungsprojekts ELISA II-B, in dessen Rahmen wir diese Forschung durchgeführt haben. Wir bedanken uns auch für die kontinuierliche zielorientierte Zusammenarbeit mit unseren Projektpartnern: die Autobahn GmbH des Bundes, Siemens Mobility GmbH, e-netz Südhessen AG und den assoziierten Transportpartnern. Außerdem möchten wir uns bei Herrn Prof. Boltze für seinen überaus wertvollen Beitrag innerhalb der ersten Pilotphase bedanken. Darüber hinaus schätzen wir die Unterstützung durch Scania sowie den Austausch mit den Kollegen:innen der weiteren eHighway-Projekte sehr.

### LITERATUR

- [1] Kassens-Noor, E.; Linke, R.; Wilke, J.; Bremer, L.; Schöpp, F.; Öztürk, Ö.; Wauri, D.; Darcy, C. (2023): EHighways are feasible: evidence from the longest electric road system test track in the World. In: Transport Policy. (in Prüfung/under review).

- [2] Die Autobahn GmbH des Bundes; Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik der TU Darmstadt; Siemens Mobility GmbH; e-Netz Südhessen AG (2023): Evidenzbasierte Forschungsergebnisse: Erkenntnissen der Erprobung einer Oberleitungsinfrastruktur durch Lastkraftwagen im Straßengüterverkehr, auch bekannt als eHighway-System. [www.verkehr.tu-darmstadt.de/media/verkehr/fgvv/veroeffentlichungen\\_2/20230320\\_Evidenzbasierte\\_Forschungsergebnisse\\_ELISA.pdf](http://www.verkehr.tu-darmstadt.de/media/verkehr/fgvv/veroeffentlichungen_2/20230320_Evidenzbasierte_Forschungsergebnisse_ELISA.pdf) (abgerufen am: 02.07.2023).
- [3] Lehmann, M.; Wauri, D.; Sommer, H.; Boltze, M. (2021): A.1 Systemdefinition und Systemüberblick zum eHighway. In: Elektrifizierung von Autobahnen für den Schwerverkehr. Umsetzung des Systems eHighway. Boltze, M.; Lehmann, M.; Riegelhuth, G.; Sommer, H.; Wauri, D. (Hrsg.): Bonn: Kirschbaum Verlag, (2021), S. 150-153.
- [4] Boltze, M.; Linke, R.; Schöpp, F.; Wilke, J. K.; Öztürk, Ö.; Wauri, D. (2020): Insights into the Operation of Overhead Line Hybrid Trucks on the ELISA Test Track. In conference proceedings: 4th Electric Road Systems Conference, pp. 20-21.
- [5] Schöpp, F.; Öztürk, Ö.; Linke, R.; Wilke, J. K.; Boltze, M. (2021): Electrification of Road Freight Transport – Energy Consumption Analysis of Overhead Line Hybrid Trucks. In conference proceedings: Transportation Research Board 100th Annual Meeting, Washington DC (United States).
- [6] Schöpp, F.; Öztürk, Ö.; Linke, R.; Wilke, J. K.; Boltze, M. (2021): Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs. Kraftstoff- und Stromverbrauchsanalyse von Oberleitungs-Hybrid-Lastkraftwagen. In: Internationales Verkehrswesen, H. 3, S. 40-45.
- [7] Linke, R.; Schöpp, F.; Öztürk, Ö.; Kassens-Noor, E.; Wauri, D. (2023): Hinweispapier für Transporteure, Hinweispapier im Rahmen des Teilprojekts ELISA II-B: Vorbereitung, Durchführung und Evaluation eines realitätsnahen Probebetriebs von OH-LKW auf der ELISA-Versuchsanlage. [www.verkehr.tu-darmstadt.de/vv/forschung\\_ivv/projekte\\_ivv/hinweispaepere/index.de.jsp](http://www.verkehr.tu-darmstadt.de/vv/forschung_ivv/projekte_ivv/hinweispaepere/index.de.jsp)
- [8] Linke, R.; Schöpp, F.; Öztürk, Ö.; Kassens-Noor, E.; Wauri, D.; et al. (2023): Hinweispapier für Fahrzeughersteller, Hinweispapier im Rahmen des Teilprojekts ELISA II-B: Vorbereitung, Durchführung und Evaluation eines realitätsnahen Probebetriebs von OH-LKW auf der ELISA-Versuchsanlage. [www.verkehr.tu-darmstadt.de/vv/forschung\\_ivv/projekte\\_ivv/hinweispaepere/index.de.jsp](http://www.verkehr.tu-darmstadt.de/vv/forschung_ivv/projekte_ivv/hinweispaepere/index.de.jsp)
- [9] Hein, C.; Petermann, D.; Lerch-Mitsch, K.; Hepp, A.; Schneider, M.; et al. (2023): Hinweispapier für Energieversorgungsunternehmen, Hinweispapier im Rahmen des Teilprojekts ELISA II-B: Vorbereitung, Durchführung und Evaluation eines realitätsnahen Probebetriebs von OH-LKW auf der ELISA-Versuchsanlage. [www.verkehr.tu-darmstadt.de/vv/forschung\\_ivv/projekte\\_ivv/hinweispaepere/index.de.jsp](http://www.verkehr.tu-darmstadt.de/vv/forschung_ivv/projekte_ivv/hinweispaepere/index.de.jsp)
- [10] Gurske, D.; Koch, H.; Bedoya Zapata, A.; Reußwig, A.; Schöpp, F.; et al. (2023): Hinweispapier für Oberleitungsinfrastrukturbetreiber, Hinweispapier im Rahmen des Teilprojekts ELISA II-B: Vorbereitung, Durchführung und Evaluation eines realitätsnahen Probebetriebs von OH-LKW auf der ELISA-Versuchsanlage. [www.verkehr.tu-darmstadt.de/vv/forschung\\_ivv/projekte\\_ivv/hinweispaepere/index.de.jsp](http://www.verkehr.tu-darmstadt.de/vv/forschung_ivv/projekte_ivv/hinweispaepere/index.de.jsp)
- [11] Wauri, D.; Sommer, H.; Mayer, B. (2023): Hinweispapier für Oberleitungsinfrastrukturerichter, Hinweispapier im Rahmen des Teilprojekts ELISA II-B: Vorbereitung, Durchführung und Evaluation eines realitätsnahen Probebetriebs von OH-LKW auf der ELISA-Versuchsanlage. [www.verkehr.tu-darmstadt.de/vv/forschung\\_ivv/projekte\\_ivv/hinweispaepere/index.de.jsp](http://www.verkehr.tu-darmstadt.de/vv/forschung_ivv/projekte_ivv/hinweispaepere/index.de.jsp)
- [12] Gurske, D.; Reußwig, A.; Schöpp, F.; Wilke, J. K.; Özgür, Ö.; et al. (2023): Hinweispapier für Straßeninfrastrukturbetreiber, Hinweispapier im Rahmen des Teilprojekts ELISA II-B: Vorbereitung, Durchführung und Evaluation eines realitätsnahen Probebetriebs von OH-LKW auf der ELISA-Versuchsanlage. [www.verkehr.tu-darmstadt.de/vv/forschung\\_ivv/projekte\\_ivv/hinweispaepere/index.de.jsp](http://www.verkehr.tu-darmstadt.de/vv/forschung_ivv/projekte_ivv/hinweispaepere/index.de.jsp)
- [13] Koch, H.; Zimmermann, M.; Riemer, P. (2023): Hinweispapier für Straßenbetriebsdienst, Hinweispapier im Rahmen des Teilprojekts ELISA II-B: Vorbereitung, Durchführung und Evaluation eines realitätsnahen Probebetriebs von OH-LKW auf der ELISA-Versuchsanlage. [www.verkehr.tu-darmstadt.de/vv/forschung\\_ivv/projekte\\_ivv/hinweispaepere/index.de.jsp](http://www.verkehr.tu-darmstadt.de/vv/forschung_ivv/projekte_ivv/hinweispaepere/index.de.jsp)
- [14] Schöpp, F.; Wilke, J. K.; Öztürk, Ö.; Kassens-Noor, E.; Wauri, D.; et al. (2023): Hinweispapier für Gesamtgesellschaft, Hinweispapier im Rahmen des Teilprojekts ELISA II-B: Vorbereitung, Durchführung und Evaluation eines realitätsnahen Probebetriebs von OH-LKW auf der ELISA-Versuchsanlage. [www.verkehr.tu-darmstadt.de/vv/forschung\\_ivv/projekte\\_ivv/hinweispaepere/index.de.jsp](http://www.verkehr.tu-darmstadt.de/vv/forschung_ivv/projekte_ivv/hinweispaepere/index.de.jsp)
- [15] Giebel, S.; Hahn, G. (2021): B.4 Technische Gestaltung. In: Elektrifizierung von Autobahnen für den Schwerverkehr. Umsetzung des Systems eHighway. M. Boltze, M. Lehmann, G. Riegelhuth, H. Sommer, D. Wauri (Hrsg.), Kirschbaum Verlag, Bonn (2021), 150-153.
- [16] Boltze, M.; Wauri, D.; Riegelhuth, G.; Reußwig, A. (2021): B.2 Beschreibung des Projektes ELISA. In: Elektrifizierung von Autobahnen für den Schwerverkehr. Umsetzung des Systems eHighway. Boltze, M.; Lehmann, M.; Riegelhuth, G.; Sommer, H.; Wauri, D. (Hrsg.): Bonn: Kirschbaum Verlag, (2021), S. 132-144.
- [17] Linke, R.; Özgür, Ö.; Kassens-Noor, E. (2023): Analysis of the technical and operational integration of overhead contact line hybrid trucks by transport companies; In: Transportation Research Part D: Transport and Environment (in Prüfung/ under review).
- [18] Jöhrens, J.; Lehmann, M.; Bramme, M.; Brauer, C.; Bulenda, A.; Burghard, U.; Kaßens-Noor, E.; Linke, R.; Burgert, T.; Öztürk, Ö.; Staub, M.; Werner, M.; Schöpp, F.; Wilke, J. K.; Worbs, M.; Doll, C. (2022): Aktuelle technische Erkenntnisse zum eHighway-System aus Feldversuch und Begleitforschung. Arbeitspapier des Arbeitskreises Technik (AK Technik) der Feldversuchs- und Forschungsprojekte. [www.verkehr.tu-darmstadt.de/media/verkehr/fgvv/veroeffentlichungen\\_2/2022-05-02\\_ERS\\_Working\\_Paper\\_Technikbewertung\\_final.pdf](http://www.verkehr.tu-darmstadt.de/media/verkehr/fgvv/veroeffentlichungen_2/2022-05-02_ERS_Working_Paper_Technikbewertung_final.pdf) (abgerufen am: 02.07.2023).
- [19] Schöpp, F.; Öztürk, Ö.; Linke, R.; Boltze, M. (2022): Electrification of Road Freight Transport: Energy Flow Analysis of Overhead Line Hybrid Trucks. Presented at the Transportation Research Board 101st Annual Meeting, Washington DC (United States).
- [20] Linke, R.; Wilke, J. K.; Öztürk, Ö.; Schöpp, F.; Kassens-Noor, E. (2022): The future of the eHighway system: a vision of a sustainable, climate-resilient, and artificially intelligent megaproject. In: Journal of Mega Infrastructure & Sustainable Development. DOI: 10.1080/24724718.2022.2131087.
- [21] Hein, C.; Lerch-Mitsch, K.; Wilke, J. K. (2023): Akzeptanz für straßengebundene Oberleitungstechnologie. In: Magazin für die Energiewirtschaft, H. 1, S. 16-19.
- [22] Wilke, J. K.; Linke, R.; Schöpp, F.; Bremer, L.; Öztürk, Ö.; Kassens-Noor, E. (2023): Availability and downtime reasons of the first operational phase for the first ehighway system in germany; XXVII World Road Congress, Prague, Czech Republic, 02-06 October, 2023 (akzeptiert für conference proceedings).



**Regina Linke, M.Sc.**  
Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Darmstadt  
[linke@verkehr.tu-darmstadt.de](mailto:linke@verkehr.tu-darmstadt.de)



**Jürgen K. Wilke, Dipl.-Ing.**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Darmstadt  
[juergen.wilke@verkehr.tu-darmstadt.de](mailto:juergen.wilke@verkehr.tu-darmstadt.de)



**Ferdinand Schöpp, M.Sc.**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Darmstadt  
[schoepf@verkehr.tu-darmstadt.de](mailto:schoepf@verkehr.tu-darmstadt.de)



**Özgür Öztürk, Ph.D.**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Darmstadt  
[ozturk@verkehr.tu-darmstadt.de](mailto:ozturk@verkehr.tu-darmstadt.de)



**Laurenz Bremer, M.Sc.**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Darmstadt  
[bremer@verkehr.tu-darmstadt.de](mailto:bremer@verkehr.tu-darmstadt.de)



**Maya Scheyltjens, M.Sc.**  
Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Darmstadt  
[scheyltjens@verkehr.tu-darmstadt.de](mailto:scheyltjens@verkehr.tu-darmstadt.de)



**Eva Kaßens-Noor, Prof. Ph.D.**  
Professorin des Instituts für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Darmstadt  
[ivv@verkehr.tu-darmstadt.de](mailto:ivv@verkehr.tu-darmstadt.de)