



In dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten Forschungsprojekt „Elektrischer, innovativer Schwerverkehr auf Autobahnen“ (ELISA II-B) wird der Realbetrieb einer Pilotstrecke mit oberleitungsgebundener Energieversorgung und der Nutzung durch elektrisch angetriebene Nutzfahrzeuge im öffentlichen Straßenraum erprobt. ELISA zeichnet sich unter anderem durch einen ganzheitlichen, interdisziplinären Evaluationsansatz des eHighway-Systems im Zusammenwirken mit seiner Systemumwelt aus. Das notwendige Fundament hierfür bildet der Feldversuch, für den ein Teilabschnitt der Bundesautobahn BAB 5 zwischen Frankfurt am Main und Darmstadt beidseitig mit einer Oberleitung über je fünf Kilometer Länge ausgestattet wurde. Über den Untersuchungszeitraum zwischen Mai 2019 und Juni 2022 wurde das eHighway-System fahrzeug- und infrastrukturseitig getestet und eine Vielzahl relevanter verkehrs- und energietechnischer, ökologischer, ökonomischer und aktorenspezifischer Aspekte, die für einen möglichen Ausbau des Systems relevant sein können, gemeinsam mit Wissenschafts- und Industriepartnern evaluiert.

Dieses Hinweispapier richtet sich an Straßeninfrastrukturbetreiber. Relevante Kernergebnisse aus dem Projekt ELISA werden aufgezeigt. Insbesondere werden Hinweise zum Verkehrsablauf und zum Fahrverhalten von Verkehrsteilnehmenden zusammengetragen. Wesentliche Erkenntnisse zu baulichen Änderungen und deren Einfluss auf die Erstellungskosten werden dargelegt. Hinweise zu ökologischen Fragestellungen werden aufbereitet – hierunter essenzielle Ergebnisse zu Treibhausgas-Emissionen, Luftschadstoff- sowie Lärm-Immissionen. Neben der Bewertung des Betriebskonzepts werden darüber hinaus des Weiteren Hinweise zur Akzeptanz auf Seiten der Straßeninfrastrukturbetreiber aufgezeigt.

1. Inhaltsverzeichnis

- 1. Inhaltsverzeichnis 1
- 2. Systembeschreibung eHighway 1
- 3. Hinweise für Straßeninfrastrukturbetreiber 3
- 4. Schlussfolgerungen und Ausblick..... 7
- 5. Schrifttum und weiterführende Literatur 8
- 6. Autorinnen und Autoren des Hinweispapiers .. 8
- 7. Beteiligte Institutionen..... 8

2. Systembeschreibung eHighway

Der fortwährende Klimawandel erfordert zügiges Handeln. Zukunftsfähige Lösungen werden benötigt. Hiervon betroffen ist vor allem der Verkehrssektor, im Speziellen der Transportsektor. Viele Lösungsansätze werden diskutiert und derzeit 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 geschickt aus: Sogenannte Oberleitungs-Hybrid-Lastkraftwagen (OH-Lkw) werden neben ihrem traditionellen Verbrennungsmotor mit einer elektrischen Maschine, einer Batterie sowie einem Strom-

Gefördert durch:



Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit



Erneuerbar mobil

abnehmer – dem sogenannten Pantograph – ausgestattet. Straßenseitig wird eine Oberleitungsinfrastruktur errichtet. Sobald ein Streckenabschnitt mit verfügbarer Oberleitungsinfrastruktur von einem OH-Lkw erreicht wird, wird durch den Pantographen eine kraftschlüssige Verbindung zwischen OH-Lkw und Oberleitung hergestellt – das Fahrzeug bezieht nun Strom aus der Oberleitung und fährt elektrisch. Zeitgleich wird die im Fahrzeug verbaute Batterie geladen. Endet der mit dem eHighway-System ausgestattete Streckenabschnitt oder soll ein vorausfahrendes, langsames Fahrzeug überholt werden, wird der Pantograph abgesenkt. Der OH-Lkw bezieht seine Energie nun aus der aufgeladenen Batterie. Aufgrund der Feldversuchscharakteristik ermöglicht derzeit noch ein Verbrennungsmotor die Überwindung auch größerer Entfernungen – perspektivisch wird dieser mit einem fortschreitenden Netzausbau an Bedeutung verlieren und später nicht mehr notwendig sein. Eine Dekarbonisierung des aktuell noch immer durch den Verbrennungsmotor geprägten Straßengüterverkehrs rückt durch einen effizienten Ausbau des eHighway-Systems in greifbare Nähe [Lehmann et al. 2021].

Das eHighway-System wird zum gegenwärtigen Zeitpunkt in Deutschland auf drei Teststrecken untersucht. Vor allem die hessische Teststrecke („ELISA“) nimmt eine Vorreiterrolle ein: Als erste seiner Art wird hier das eHighway-System im realen Straßenverkehr umfassend evaluiert.



Bild 1: ELISA-eHighway-Teststrecke BAB 5 zwischen Frankfurt am Main und Darmstadt

Die auf der ELISA-Teststrecke errichtete Oberleitungsinfrastruktur bezieht elektrische Energie aus zwei Gleichrichterunterwerken, welche an das Mittelspannungsnetz angeschlossen sind. Die eigentliche Oberleitungsanlage setzt sich u.a. zusammen aus Masten, Ausleger, Tragseil und Fahrdraht. Insgesamt sind etwa fünf Kilometer

Autobahnstrecke je Fahrtrichtung zwischen der Anschlussstelle Langen/Mörfelden und der Anschlussstelle Weiterstadt mittels Fahrdraht elektrifiziert. Hierzu wurden in einem Abstand von bis zu 57 Metern insgesamt 223 Masten parallel zum äußeren Fahrbahnrand und 6 Masten im Bereich der Tank- und Rastanlage Gräfenhausen in Mittellage errichtet [Giebel, Hahn 2021]. Eine einseitige Erweiterung der ELISA-Teststrecke in Fahrtrichtung Süden um etwa 7 Kilometer wird bis Mitte 2023 realisiert.

Zwischen Mai 2019 sind schrittweise fünf OH-Lkw der ersten Generation in den Realbetrieb bei fünf diversifizierten Transportunternehmen gestartet. Bei den OH-Lkw der ersten Generation handelt es sich um Sattelzugmaschinen der Scania Baureihe R450 A4x2NB R17N. Diese sind mit einem parallelen Hybridantrieb ausgestattet. Im Wesentlichen besteht die in den Lkw verbaute Technik aus einem 450 PS starken Verbrennungsmotor, einer 130 kW starken E-Maschine, einer 18,5 kWh-Batterie und dem Pantographen.

Bezeichnung	OH-Lkw-Konfiguration
Generation	Generation 1.1 und 1.2
Fahrzeugtyp	Scania R450 A4x2NB
Fahrerkabine	R17N (nur Notliege)
Antrieb	Parallelhybrid
Leistung des Verbrennungsmotors (Diesel)	450 PS (Tankgröße: 300 dm ³)
Leistung der E-Maschine	130 kW
Batterie	18,5 kWh
Abmessung	Gesamtlänge inkl. Sattelauf- lieger: 16,85 m Höhe: 3,95 m Länge: 6,1 m Breite: 2,55 m
Leergewicht der Sattelzugmaschine	9,1 - 9,2 t
Zulässiges Gesamtgewicht des Sattelzugs	41,786 t (KV: 44 t)

Tabelle 1: Technische Informationen der ersten OH-Lkw-Generation

3. Hinweise für Straßeninfrastrukturbetreiber

3.1. Verkehrsverhalten

Die Untersuchungen zum Verkehrsverhalten umfasst die Durchführung einer Personenbefragung, welche neben dem Verkehrsverhalten auch die Akzeptanz der Pkw-Fahrenden und Lkw-Fahrenden gegenüber dem System eHighway beinhaltete. An dieser Stelle werden die relevanten Erkenntnisse bzgl. des spezifischen Verkehrsverhalten der Verkehrsteilnehmenden auf Fernstraßen im Allgemeinen und zum Gegenvergleich auf Fernstraßen mit eHighway-System aufgezeigt.

Nach Auswertung der bisherigen Ergebnisse (vgl. Bild 2) ist festzustellen, dass mehr als zwei Drittel der Verkehrsteilnehmenden keinen Fahrstreifenwechsel infolge der ELISA-Versuchsanlage durchführen (würden). Es zeigt sich, dass ein zusätzlicher, vom Verkehrsgeschehen unabhängiger Fahrstreifenwechsel, wenn überhaupt aus Neugier vollzogen wird. So geben rund 10,3 % der Befragten an, einen anderen Fahrstreifen zu wählen, um nach OH-Lkw Ausschau zu halten oder sich die auf der Strecke befindlichen OH-Lkw bzw. die ELISA-Versuchsanlage genauer anzusehen (7,0 % bzw. 7,8 %).

Weitere Auswertungen zeigten auch, dass die Verkehrsteilnehmenden kaum Befürchtungen gegenüber dem System eHighway haben. So gibt zwar etwa jede vierte Person an, Befürchtungen bzgl. Behinderungen von Rettungseinsätzen zu haben (24,8 %), jedoch befürchtet nur jede fünfte Person eine aktive Ablenkung vom Verkehrsgeschehen (18,7 %). Ferner haben 43,8 % der Befragten keinerlei Befürchtungen. Anzumerken ist, dass sich 69,1 % der Verkehrsteilnehmenden überhaupt nicht in ihrem persönlichen Sicherheitsempfinden bei einem Befahren der ELISA-Versuchsanlage beeinträchtigt fühlen. Gleichermäßen zeigt Bild 3, dass das Sicherheitsempfinden von 74,6 % der Befragten nicht negativ von der Anwesenheit eines OH-Lkw beeinflusst wird. Die vergleichsweise geringe Stichprobenanzahl (N=114) lässt sich darauf zurückführen, dass bisher nicht jede an der Befragung teilnehmende Person die Möglichkeit hatte, einen OH-Lkw auf dem Streckenabschnitt der ELISA-Versuchsanlage zu sehen.

Die Oberleitungsinfrastruktur der ELISA-Versuchsanlage stellt mit seinen Querträgern und den Fahrleitungen über dem rechten Fahrstreifen einen potenziellen Einfluss auf die Sichtbarkeit der Beschilderung dar, den es im Rahmen der Personenbefragung zu untersuchen galt.

Verteilung nach Angaben zu Gründen eines Fahrstreifenwechsels

alle Teilnehmenden | n = 243

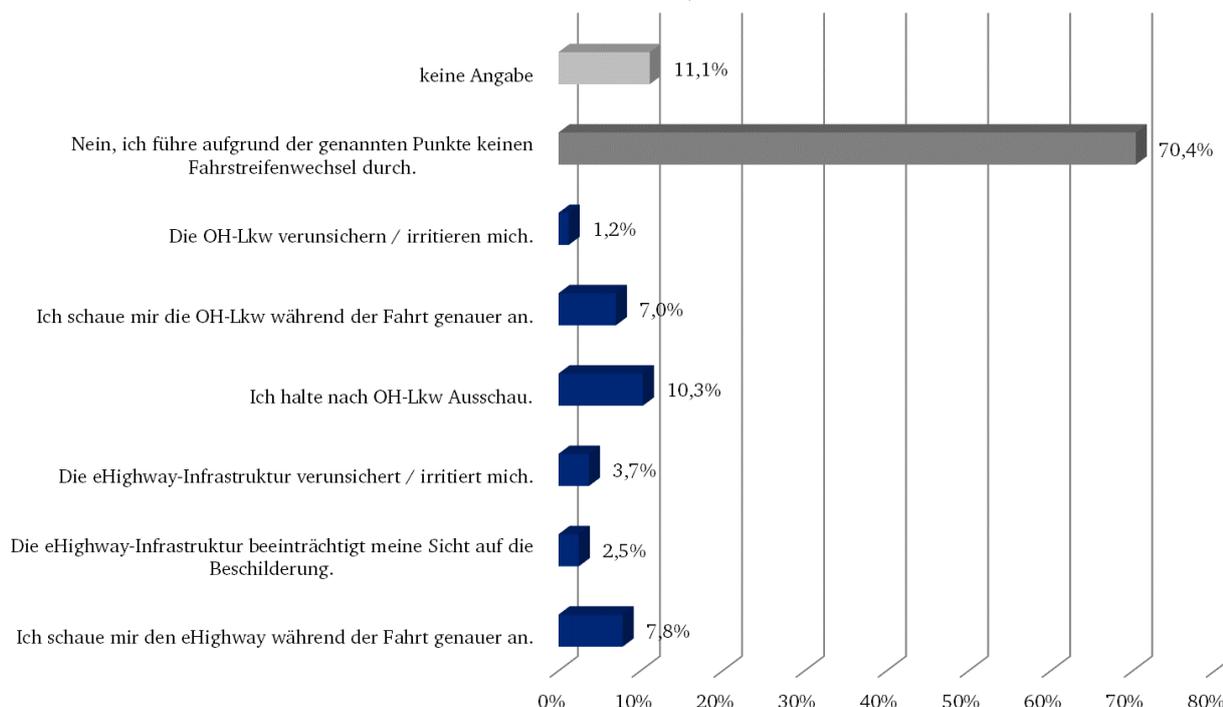


Bild 2: Angaben zum Fahrstreifenwechselverhalten infolge des eHighway (Mehrfachnennungen möglich) [%] (IVV 2021)

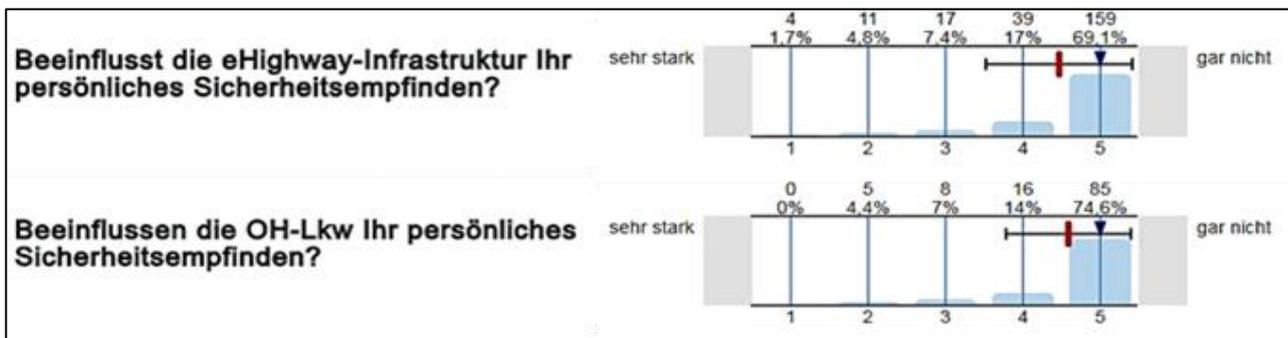


Bild 3: oben: Sicherheitsempfinden infolge OH-Lkw [%] (N=230) unten: Sicherheitsempfinden infolge OH-Lkw [%] (N=114) (IVV 2021)

Nach Auswertung der erhobenen Daten konnte festgestellt werden, dass knapp 83 % der 216 befragten Verkehrsteilnehmenden nicht negativ durch die eHighway-Infrastruktur in ihrer Sicht auf die Beschilderung beeinflusst wurden. In diesem Zusammenhang konnte ebenso gezeigt werden, dass mehr als zwei Drittel der Verkehrsteilnehmenden keinen Fahrstreifenwechsel vollziehen, um die Verkehrszeichen besser wahrnehmen zu können. Die subjektiv empfundene Beanspruchung beim Lesen der Beschilderung erhöht sich ebenso nicht signifikant.

3.2. Verkehrsablauf

Der Verkehrsablauf unter dem Einfluss des Systems eHighway wurde anhand einer umfassenden Analyse der Verkehrsdaten auf dem ELISA-Streckenabschnitt evaluiert. Entsprechende Kenngrößen vor der Errichtung des eHighway wurden dabei mit den Kenngrößen desselben Streckenabschnitts nach der Errichtung des eHighway verglichen.

Analysen der Verkehrsbelastungen vor Errichtung der Versuchsanlage und während des Betriebs zeigten keine signifikanten Unterschiede, die auf eine Errichtung des eHighway-Systems zurückzuführen sind. Auch konnten für den Leicht- und Schwerverkehr keine wesentlichen Veränderungen in den spezifischen Fahrstreifenbelastungen identifiziert werden. Ein Vergleich der Fahrstreifenbelastungen sowohl im Bereich vor und nach der ELISA-Versuchsanlage als auch im Bereich der ELISA-Versuchsanlage zeigte ebenfalls keine signifikanten Unterschiede.

Der Vergleich der mittleren Geschwindigkeiten vor der Errichtung der ELISA-Versuchsanlage mit den mittleren Geschwindigkeiten während des Betriebs der ELISA-Versuchsanlage zeigte keinen wesentlichen Unterschied, sowohl für den Leichtverkehr als auch für den Schwerverkehr. In Bezug auf dem ersten und zweiten Fahrstreifen konnte bspw. für den Schwerverkehr mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % eine Differenz der mittleren Geschwindigkeiten zwischen -0,08 km/h und 1,63 km/h ermittelt werden.

So konnte z.B. vor der Errichtung der ELISA-Versuchsanlage auf dem rechten Fahrstreifen eine mittlere Geschwindigkeit von 88,39 km/h festgestellt werden, nach Errichtung der ELISA-Versuchsanlage erhöhte dieser Wert auf 89,57. Weitere Analysen zeigten jedoch, dass dies auf die geänderten Verkehrsbelastungen zwischen 2017 und 2021 zurückzuführen und ist demnach nicht dem Einfluss des eHighway Systems geschuldet. Für den Leichtverkehr konnte nach der Errichtung mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % eine mittlere Differenz zwischen -1,97 km/h und -1,78 km/h für den Leichtverkehr festgestellt werden; die Fahrzeuge des Leichtverkehr fahren demnach auf dem ersten Fahrstreifen im Mittel 2 km/h langsamer.

Die mittleren Reisezeiten des Leicht- und Schwerverkehrs (vgl. Bild 4) stehen in direktem Zusammenhang mit den mittleren Geschwindigkeiten. Die mittlere Reisezeit des Schwerverkehrs lag vor sowie nach der Errichtung der ELISA-Versuchsanlage bei weniger als 70 min (auf 100 km). Die mittleren Reisezeiten für den Leichtverkehr unterliegen naturgemäß größeren Schwankungen, da sich diese Fahrzeuggruppe auf sämtliche vier Fahrstreifen aufteilt und in einem höheren Maße von dem aktuellen Verkehrszustand abhängt, zeigen aber auch keine wesentlichen Unterschiede vor einer Errichtung und während des Betriebs der ELISA-Versuchsanlage. Die mittlere Reisezeit für den Leichtverkehr verändert sich nach der Errichtung um ca. 1 min.

Die mittleren Zeitlücken (i.ü.S. Abstände der Fahrzeuge zueinander) beziehen sich auf den Gesamtverkehr (Leicht- und Schwerverkehr). Wengleich die mittleren Zeitlücken naturgemäß von den Verkehrszuständen abhängen, wird deutlich, dass sich die Kennwerte vor und nach der Errichtung der ELISA-Versuchsanlage nicht signifikant voneinander unterscheiden und den üblichen tagesspezifischen und verkehrabhängigen Belastungen unterliegen.

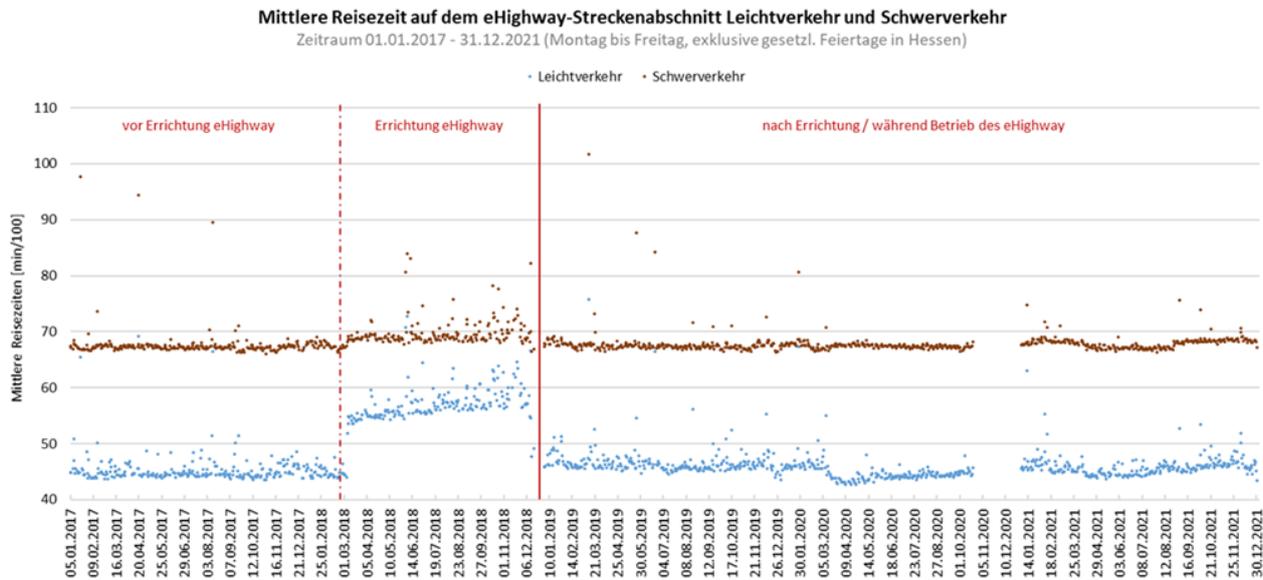


Bild 4: Beispiel mittlere Reisezeit Leichtverkehr (blau) und Schwerverkehr (braun)

So sind typischerweise die mittleren Zeitlücken in den Morgen- und Nachtstunden wesentlich größer als zu den Hauptverkehrszeiten zwischen 07:00 Uhr und 23:00 Uhr. Im gesamten Tagesverlauf konnten keine signifikanten Unterschiede in den mittleren Zeitlücken vor einer Errichtung der ELISA-Versuchsanlage und während des Betriebs detektiert werden. Unterschiede sind zumeist auf Tagesschwankungen, Verflechtungsvorgänge oder Schwankungen infolge Baustellen zurückzuführen und nicht auf eine Errichtung des eHighway

Die Betrachtung des Abstands-, Annäherungs-, und Folgeverhaltens infolge der Infrastruktur des eHighway zeigte keine signifikante Veränderung, so dass zusammenfassend kein wesentlicher Einfluss der ELISA-Versuchsanlage auf den Verkehrsablauf identifiziert werden konnte.

3.3. Bauliche Änderungen an Bestandsbauwerken im Anlagenbereich

Im Zusammenhang mit der Errichtung und der Vorbereitung des Betriebs der ELISA-Versuchsanlage ergab sich die Notwendigkeit von baulichen Eingriffen in bestehende Bauwerke im Bereich der ELISA-Versuchsanlage. Ferner hatte die Errichtung der Anlageninfrastruktur Änderungen der Streckencharakteristik zur Folge, die eine Neu Beurteilung des notwendigen Fahrzeugrückhaltesystems bedingten.

Im Bereich der ELISA-Versuchsanlage sind zwei Brückenbauwerke betroffen. Die Fahrdrähte wurden per sog. elastischen Stützpunkten an den Brücken befestigt. Weiter wurden an einer Brücke aufgrund der geringeren Durchfahrthöhe sog. Wippabweiser

installiert, um zu verhindern, dass der Stromabnehmer der OH-Lkw beim plötzlichen Ausscheren während eines Anbügelvorgangs gegen das Brückenbauwerk schlägt.

In Anlehnung an das Vorgehen bei elektrifizierten Bahnstrecken wurden sämtliche Bauwerke im Rissbereich der Oberleitungsanlage geerdet - sofern sie das nicht schon waren - und die Erdungsleitungen niederohmig mit geerdeten Bauteilen der Oberleitungsanlage verbunden. Das Vorgehen entspricht den Vorgaben der EN 50122-1 (VDE 0115-3) /DIN VDE 0141 für Bahn Oberleitungen und soll der Sicherheit dienen im Falle, dass ein gerissener Fahrdrabt mit einem Bauwerk im Rissbereich in Berührung kommt.

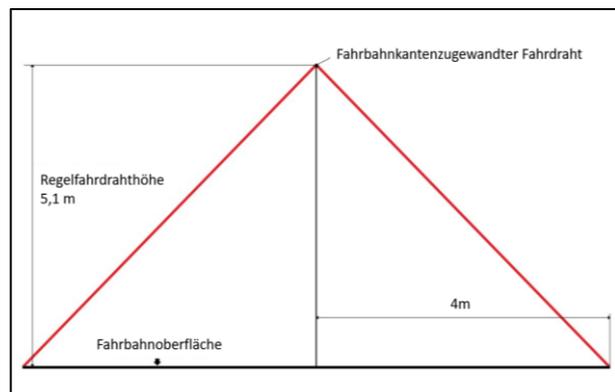


Bild 5: Skizze Rissbereich Oberleitung [Hessen Mobil, 2019]

Der Rissbereich ist ein nach oben mit der Spitze stehendes, gleichschenkliges Dreieck, dessen Grenze eine gerissene Oberleitung in der Regel nicht überschreitet. Die maximale halbe Breite des auf die

Fahrbahn projizierten Rissbereichs beträgt 4 m ab dem lotrechten Projektionspunkt des Fahrdrachts auf der Fahrbahnoberfläche (siehe Bild 5). Während des bisherigen Betriebs kam es zu keinem Fahrdrachtabriss.

Hinsichtlich der Auslegung der Anforderungen an das Fahrzeugrückhaltesystem im Anlagenbereich zeigte sich, dass die eingangs durch die Bundesanstalt für Straßenwesen als besonders hoch eingestufte Anforderungen sich als nicht notwendig erwiesen. Während des ELISA Feldversuchs konnte keine Häufung von Gefahrensituationen, welche die passiven Schutzeinrichtungen betreffen, festgestellt werden.

3.4. Durchführung von Großraumtransporten im Anlagenbereich

Im Zuge der Anlagenerrichtung und der damit einhergehenden Höhenbegrenzung über dem ersten Fahrstreifen wurde durch die zuständige Verkehrsbehörde veranlasst, dass der erste Fahrstreifen für Fahrzeuge mit Überhöhe (ab 4 m) gesperrt wird. Großraumtransporte, die vor dem Anlagenbereich bereits auf die Autobahn aufgefahren sind, können auf den zweiten Fahrstreifen ausweichen, während solche die im Bereich der Versuchsanlage auffahren, den ersten Fahrstreifen zumindest kreuzen müssen. In diesem Fall muss die an der jeweiligen Auffahrt vorzufindende Fahrdrachthöhe entsprechend berücksichtigt werden. Der Punkt minimaler Fahrdrachthöhe befindet sich unter einer Brücke und beträgt 4,57 m. Da die Spannungshöhe von unter 1 kV keinen elektrischen Schutzbereich für nichtelektrotechnische Arbeiten bedingt, gibt es auch keine zusätzliche elektrotechnische Einschränkung. Im Verlaufe des bisherigen Forschungs- und Regelbetriebs kam es zu keiner negativen Auswirkung von Großraumtransporten auf den Anlagenbetrieb. Die einzige Kollision mit der Oberleitung geht auf ein unsachgemäß gesichertes Kranfahrzeug (ohne Überhöhe) zurück. Grundsätzlich ist die Durchführung von Großraumtransporten unter 4,50 m zwar auf dem ersten Fahrstreifen nur eingeschränkt möglich, es kann jedoch auf den zweiten Fahrstreifen ausgewichen werden. Da das Spannungsniveau wie gesagt keinen über den mechanischen hinausgehenden Sicherheitsabstand verlangt, kann bei Oberleitungen dasselbe Vorgehen wie bei Brückenbauwerken niedriger Höhe angewandt werden. Damit ergibt sich bei einem Mindestabstand von 15 cm lediglich im Bereich der Brücken und nur auf dem ersten Fahrstreifen eine Beeinträchtigung des Streckenabschnitts für Fahrzeuge mit einer Höhe von über 4,35 m.

3.5. Einfluss der baulichen Änderungen auf die Gesamterstellungskosten eines eHighway-Systems

Die beschriebenen baulichen Anpassungen führen zu teils erheblichen Mehraufwendungen bei der Erstellung des eHighway-Systems. Allerdings bleibt festzuhalten, dass einige der Kostentreiber bei zukünftigen Ausbauprojekten entweder effizienter umgesetzt werden können (z. B. Kamerainfrastruktur) oder mit deutlich reduzierten Anforderungen (z. B. Fahrzeugrückhaltesystem), wodurch Kosten reduziert werden können.

3.6. Luftschadstoff-Immissionen Strecke

Im Rahmen des ELISA-Projekts wurden Feinstaub-Immissionen von OH-Lkw untersucht. Hierzu wurden acht Messfahrten im Regelbetrieb durchgeführt. Dabei wurde ein OH-Lkw (El Leon) unter seinen realen Einsatzbedingungen durch einen hinterherfahrenden Pkw, in welchem entsprechende Messtechnik installiert wurde, mit einem Abstand von etwa 30-40 Metern begleitet. Auf der Relation zwischen Ober-Ramstadt und Frankfurt am Main wurden wertvolle Erkenntnisse gesammelt, die zur Analyse der Luftschadstoff-Immissionen beitragen. Die Messungen wurden in den frühen Morgenstunden durchgeführt, so dass der Einfluss des vorherrschenden Verkehrsgeschehens möglichst reduziert werden konnte. Zur Messung wurde als Messtechnik auf den Naneos Partector 2 zurückgegriffen. Gemessen wurde der sogenannte LDSA-Wert (Iund-deposited surface area). Im Vergleich zu anderweitigen Messmethoden wird hierbei nicht die absolute Partikelmasse beziehungsweise Partikelanzahl, sondern aufgrund der gesundheitsschädlichen Wirkung der Partikel die Ablagerung im menschlichen Körper fokussiert.

Die sich an die Messungen anschließende Datenanalyse stützte sich vor allem auf eine grafische Untersuchung der erhobenen Messwerte und das Erkennen von wiederkehrenden Mustern, die eine Kausalität zur den zeitgleich erfassten Fahrzeugdaten aufwies. Zunächst wurden hierfür die durch den Naneos Partector 2 erhobenen Immissionsmesswerte mit den erhobenen und ausgewerteten Fahrzeugdaten übereinandergelegt. In weiterer Folge wurden solche Fahrabschnitte, zu denen der OH-Lkw keinen Kraftstoffverbrauch aufwies, besonders fokussiert. Für solche Abschnitte wurde vermutet, dass geringere Immissionsmesswerte im Messfahrzeug festzustellen sein müssten. Weiterhin wurden solche Fahrabschnitte von den Analysen ausgeschlossen, zu denen das Messfahrzeug den unmittelbaren Kontakt zum vorausfahrenden OH-Lkw verloren hatte. In Ergänzung wurden solche Situationen

von der Analyse ausgeschlossen, zu denen eine zu hohe Verkehrsbelastung vorlag und hierdurch eine zu starke Einwirkung der Hintergrundbelastung nicht ausgeschlossen werden konnte. Als zusätzlicher Schritt wurden die Daten auf einer Google-Earth-Karte visualisiert, und mithilfe dieser die Feinstaubmesswerte grafisch wiedergegeben.

Die Auswertung der Messfahrten zeigt zunächst, dass die Veränderung der vom OH-Lkw ausgehenden Emission in einem hinterherfahrenden Kraftfahrzeug als Immission messbar ist – unter Berücksichtigung, dass aufgrund der geringen Stichprobengröße von bisher acht Messfahrten das Ergebnis durch weitere Messungen zusätzlich belegt werden sollte. An dieser Stelle bleibt zusätzlich festzuhalten, dass von dem jeweils vorherrschenden Verkehrsgeschehen erhebliche Einflüsse auf die Messungen ausgehen können. Im Umkehrschluss: Je niedriger das Verkehrsaufkommen während den Messungen, desto höher die anschließende Qualität der erhobenen Daten. Ferner beeinflusst eine nasse bzw. trockene Fahrbahn die Messwerte. Messungen, die nicht zu trockenen Witterungsbedingungen durchgeführt werden, lassen keine belastbaren Erkenntnisse zu.

Inwiefern durch einen OH-Lkw Feinstaub-Immissionen reduziert werden können, lässt sich zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht abschließend beantworten. Es lassen sich erste Tendenzen ableiten, dass ein Zusammenhang zwischen elektrischem Fahren und geringerer Luftschadstoff-Immissionen vorliegen könnte. Es bedarf hierzu aber weiterer Untersuchungen.

Generell zeigt sich, dass die Messung von Luftschadstoff-Immissionen im Rahmen eines Feldversuchs unter realen Einsatzbedingungen ein herausforderndes Unterfangen darstellt. Es stellt sich als schwierig heraus, die gemessenen Immissionen einem gezielten Emittenten zuzuordnen. Die erarbeiteten Ergebnisse sind hierdurch nicht frei von verschiedenen Unsicherheitsfaktoren. Ob diese Unsicherheitsfaktoren allein durch eine Vergrößerung der Stichprobe eliminiert werden können, kann nicht abschließend beantwortet werden.

3.7. Bewertung des Betriebskonzepts

Im Projekt ELISA wird der Anlagenbetrieb durch die Autobahn GmbH des Bundes übernommen (Vgl. Hin-

weispapier für OL—Betrieber). Ferner ist die Autobahn GmbH auch für den Betrieb der Straßeninfrastruktur des deutschen Autobahnnetzes zuständig. Die Überwachung und Steuerung der hessischen Verkehrsstelematik-Anlagen erfolgt im 24/7 Betrieb in dem mit Operatoren besetzten Kontrollzentrum der Verkehrszentrale Deutschland. Auf diese Infrastruktur wurde beim Aufbau des Anlagenbetriebs der Oberleitungsanlage zurückgegriffen.

Die Rollen des Straßeninfrastrukturbetreibers und des Oberleitungsinfrastrukturbetreibers liegen also im Fall von ELISA in einer Hand. Der Betrieb erfolgt aus der Verkehrszentrale Deutschland heraus, deren operatives Personal dafür entsprechend geschult wurde. Zusammen mit den auf dem Streckenabschnitt der Anlage zuständigen Einsatzkräften von Feuerwehr und Polizei wurden dazu entsprechende Prozesse definiert, die im Notfall ein effizientes Handeln aller Beteiligten ermöglichen. Die organisatorische und teils auch räumliche Nähe des Oberleitungsbetriebspersonals zu den verschiedenen, in den Straßenbetrieb eingebundenen Stellen, birgt Vorteile im Hinblick auf eine schnelle und unkomplizierte Abstimmung zwischen Autobahnbetrieb, Verkehrsbehörde, Autobahnmeisterei/Betrieb, Verwaltung von Bauwerken/Autobahnausstattung und dem Betriebspersonal der ELISA-Versuchsanlage.

Der Oberleitungsbetrieb konnte so ohne Weiteres mit der bestehenden Infrastruktur der Verkehrszentrale Deutschland umgesetzt werden. Hierfür wurden drei zusätzliche Operatorenstellen vorgesehen, um einen Schichtbetrieb zu ermöglichen. Sowohl die neu eingestellten Operatoren als auch die zum Zeitpunkt des Betriebsstarts bereits zur Personaldecke der VZD gehörenden Operatoren wurden im Umgang mit der Versuchsanlage geschult. Die Software zum Anlagenbetrieb ist von allen Operatorenarbeitsrechnern möglich, wobei einer der Rechner zum „ELISA-Arbeitsplatz“ definiert wurde. Es steht außerdem ein ELISA-Einsatzfahrzeug zur Verfügung mit dem Betriebspersonal im Bedarfsfall zur Versuchsanlage gelangen kann oder Kontrollfahrten durchführen kann.

Insgesamt wird das Betriebskonzept als nah am Zielzustand eingeschätzt. Für Ausbauprojekte müssen notwendige Änderungen abhängig vom Vorhaben ermittelt und implementiert werden, weshalb sich keine pauschale Aussage treffen lässt.

4. Schlussfolgerungen und Ausblick

Im Projekt ELISA liegen die Funktionen des Straßeninfrastrukturbetreibers und des Oberleitungsinfrastrukturbetreibers in derselben Hand – bei der Autobahn GmbH. Durch die bereits vorhandene Leitstelle des Straßeninfrastrukturbetreibers konnte der Integrationsaufwand für die Steuerung

der Oberleitungsanlage reduziert werden. Der Betrieb der Anlage aus der Verkehrszentrale Deutschland heraus erwies sich als gut geeignet. Für Ausbauprojekte müssen Änderungen am Betriebskonzept individuell beurteilt werden.

Im Rahmen der Anlagenerrichtung konnten teils deutliche Mehraufwendungen für bauliche Änderungen beobachtet werden. Durch zukünftige Anpassungen an Anforderungen und Planungsprozesse ist allerdings davon auszugehen, dass die Mehraufwände reduziert werden können.

Zusammenfassend konnte nach bisherigem Kenntnisstand kein wesentlicher Einfluss der ELISA-Versuchsanlage auf den Verkehrsablauf identifiziert werden. So sind bspw. keine wesentlichen Unterschiede in den mittleren fahrstreifen-spezifischen Verkehrsbelastungen, den mittleren Geschwindigkeiten sowie den mittleren Reisezeiten oder Weglücken identifiziert worden. Dies spiegelt sich auch im spezifischen Verkehrsverhalten der Verkehrsteilnehmenden auf dem Streckenabschnitt wider, bei dem deutlich wird, dass die Verkehrsteilnehmenden ihr Verhalten weitestgehend unabhängig vom eHighway-System anpassen, sondern in Abhängigkeit der jeweiligen Verkehrssituation.

5. Schrifttum und weiterführende Literatur

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.

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. M. Boltze, M. Lehmann, G. Riegelhuth, H. Sommer, D. Wauri (Hrsg.), Kirschbaum Verlag, Bonn (2021), 150-153.

Schöpp, F.; Öztürk, Ö.; Linke, R.; Wilke, J.; Boltze, M. (2021): Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs. Kraftstoff- und Stromverbrauchsanalyse von Oberleitungs-Hybrid-Lastkraftwagen. In: Internationales Verkehrswesen, Ausgabe 3 | 2021.

6. Autorinnen und Autoren des Hinweispapiers

Dominik Gurske, Die Autobahn GmbH des Bundes

Danny Wauri, Siemens Mobility GmbH

Jürgen Wilke, Technische Universität Darmstadt, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik

Özgür Öztürk Ph.D, Technische Universität Darmstadt, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik

7. Beteiligte Institutionen

Die Autobahn GmbH des Bundes

Geschäftsbereich Verkehrsmanagement,
Verkehr und Betrieb
Abteilung Verkehrsmanagement –
Verkehrszentrale Deutschland
Bessie-Colemann-Straße 7
60549 Frankfurt am Main

Siemens Mobility GmbH

Siemenspromenade 6
91052 Erlangen

Technische Universität Darmstadt

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

e-netz Süd Hessen AG

Forschung & Entwicklung
Frankfurter Straße 110
64293 Darmstadt