



In dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) geförderten Forschungsprojekt „Elektrischer, innovativer Schwerverkehr auf Autobahnen“ (ELISA) wird die Errichtung und 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 bildete ein 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 einen Untersuchungszeitraum von vier Jahren wurde das eHighway-System fahrzeug- und infrastrukturstetig getestet und sämtliche relevanten verkehrs- und energietechnischen, ökologischen, ökonomischen und akteursspezifischen Aspekte, die für einen möglichen Ausbau des Systems relevant sein können, gemeinsam mit Wissenschafts- und Logistikpartnern evaluiert.

Dieses Hinweispapier richtet sich an Straßenbetriebsdienste. Relevante Knergebnisse aus dem Projekt ELISA werden aufgezeigt. Insbesondere werden Einflüsse auf Unterhaltungsmaßnahmen zusammengetragen. Ein besonderer Fokus wird auf die Auswirkungen verschiedener Fahrzeugrückhaltesysteme auf die Tätigkeiten des Betriebsdienstes gelegt.

1. Stand der Technik

Der erste Teil des Hinweispapiers entstand während der Evaluationsphase zum Betrieb der im Teilprojekt ELISA I errichteten 10 Kilometer Oberleitungsinfrastruktur.

Dabei wurde aufgezeigt, dass die größten Auswirkungen im Rahmen von Errichtung und Betrieb des eHighway nicht primär auf die Oberleitung selbst zurückzuführen waren, sondern auf die neu errichtete passive Schutzeinrichtung in Form einer Ortbetonwand.

Ist ein zu elektrifizierender Streckenabschnitt nicht mit einer Betonschutzwand ausgestattet, sollte bei der Errichtung einer solchen Anlage die Reinigung der Entwässerungsschlitzte als zusätzliche Aufgabe in das Leistungsspektrum der zuständigen Betriebsdienste aufgenommen werden. Ebenso empfiehlt sich im Rahmen einer Neubewertung aller relevanten

Anforderungen an die Fahrzeugrückhaltesysteme nach dem Aufbau der Oberleitungsmasten, die damit verbundenen Grünpflegearbeiten angemessen zu berücksichtigen. Diese erwiesen sich im Verlauf des Feldversuchs als herausfordernd.

Im Zuge der Erweiterung der Oberleitungsstrecke im Rahmen des Projekts ELISA III ergab sich durch die Neubewertung der Anforderungen an die Fahrzeugrückhaltesysteme entlang der Oberleitung die Möglichkeit, auf Fahrzeugrückhaltesysteme anderer Bauart zurückzugreifen als auf der ursprünglich 10 Kilometer langen Teststrecke.

2. Hinweise für Straßenbetriebsdienste

Auf der ursprünglichen Strecke der ELISA-Versuchsanlage wurde als Fahrzeugrückhaltesystem eine Schutzwand aus Ort beton eingesetzt. Diese weist eine Höhe von 1,10 m auf und besteht aus 3,0 m langen Elementen, die kraftschlüssig verbunden sind. An den Übergängen der Elemente befinden sich nach Zusammenfügen 0,30 m breite Entwässerungsschlitzte.

Bei der Erweiterung der ELISA-Versuchsanlage wurden zwei neue Arten von Fahrzeugrückhaltesystemen verwendet:

Die erste Schutzwand aus Betonfertigbauteilelementen hat eine Höhe von 0,81 m und je 3,50 m lange Elemente mit jeweils zwei Entwässerungsschlitzten pro Element - diese jeweils mit einer Breite von je 0,30 m.

Die zweite Stahlschutzplanke MegaRail hat eine Systemhöhe von 1,10 m sowie einen Pfostenabstand von 1,0 m (siehe Abbildung 1).



Abbildung 1: Betonfertigbauteile und Stahlsystem (Autobahn GmbH, 2024)

Da sich bei der Evaluation des ursprünglichen Streckenabschnitts herausgestellt hat, dass sich die betrieblichen Mehraufwände im Bereich der ELISA-Versuchsanlage fast ausschließlich auf das Fahrzeugrückhaltesystem zurückführen lassen, lag der Fokus bei der Betrachtung der neuen Streckenabschnitte hauptsächlich auf dem Vergleich der betrieblichen Mehraufwände in Abhängigkeit des jeweiligen Fahrzeugrückhaltesystems.

Die Bewertung der Einflüsse und Auswirkungen auf die Straßenbetriebsdiensttätigkeiten erfolgte auf Basis von Aussagen und mittels Fragebogen seitens der Mitarbeitenden der Autobahnmeisterei (AM) Darmstadt geäußerten Feststellungen sowie eigenen Beobachtungen.

2.1. Einflüsse der infrastrukturellen Randbedingungen der ELISA-Versuchsanlage auf Unterhaltungsmaßnahmen (anlagenresultierend)

Zur Beurteilung der Einflüsse der ELISA-Versuchsanlage bzw. der infrastrukturellen Randbedingungen auf Unterhaltungsmaßnahmen wurden jene Leistungspositionen (LP) betrachtet, die im Leistungsheft

für den Straßenbetrieb auf Bundesfernstraßen (BMVI, 2023) beschrieben sind und als relevant für die anlagenresultierenden Unterhaltungsmaßnahmen angesehen werden können.

- Fahrbahn kehren (Leistungspositionen 4.1.1)

Sowohl die Schutzwand aus Ort beton als auch die Schutzwand aus Betonfertigbauteilelementen haben Entwässerungsschlitzte, die durch Sedimentation verstopfen können. Entsprechend verbleiben Verschmutzungen auf der Fahrbahn.

Beim Reinigen der Entwässerungsschlitzte kommt es zudem zu einer unvermeidbaren Verschmutzung der Fahrbahn, die im Anschluss gereinigt werden muss. Bei der Stahlschutzplanke kann das Material ohne nennenswertes Hindernis in den Seitenraum befördert werden.

- Schächte, Rohrleitungen, Durchlässe und Düker reinigen (Leistungspositionen 4.2.2)

Die Gewährleistung der Entwässerung wurde bei beiden Schutzwänden und unbehandeltem Bankett nur als unzureichend bewertet. Hauptgrund hierfür war, dass sich durch das Versickern des Abwassers im Bankett Sedimente ablagerten und durch Pflanzen überwuchert wurden. Infolgedessen floss das Oberflächenwasser nicht mehr ungestört durch die Öffnungen über die Bankette ab. Als Konsequenz lagen sich weitere Sedimente ab. Bereits nach kurzer Zeit waren die Entwässerungsschlitzte so sedimentiert, dass die Entwässerung stark beeinträchtigt war (Abbildung 2).



Abbildung 2: Durch Pflanzen und Sedimente blockierte Öffnung am Fuße einer Schutzwand aus Ort beton (Autobahn GmbH, 2024)

Um eine ausreichende Entwässerung gewährleisten zu können, mussten die Öffnungen in regelmäßigen Intervallen gereinigt werden. Im Anschluss war eine

Reinigung der Fahrbahn (Leistungspositionen 4.1.1) erforderlich.

Als vielversprechend zeigten sich Bankettarbeiten, welche die Entwässerung stark verbesserten.

Im Bereich der Stahlschutzplanken entfällt dieser Aufgabenbereich.

- Fahrbahnen räumen und streuen (Leistungspositionen 5.2.1)

Die topographische Lage der ELISA-Versuchsanlage ist durch geringe Niederschlagsmengen, auch in den Wintermonaten, gekennzeichnet. In der Regel genügt daher das präventive Ausbringen von Feuchtsalz zur Glättebekämpfung.

Potenzielle Herausforderungen ergeben sich vor allem aus der Barrierefunktion der eingesetzten Schutzeinrichtungen. Im Bereich der Schutzwände wurde das Räumen der Fahrbahn in den Seitenraum durch das linienhaft geschlossene Fahrzeugrückhaltesystem erschwert bzw. verhindert. Das Schmelzwasser von Schneearablagerungen konnte zu einer beschleunigten Verstopfung der Entwässerungsschlitz führen, wodurch Oberflächen- und Tauwasser auf der Fahrbahn verblieb. In der Folge kam es vereinzelt zu einem Rückstau bis auf die Fahrstreifen. Dies erhöhte insbesondere bei niedrigen Temperaturen das Risiko von Glättebildung auf der Fahrbahn.

Neben einer verbesserten Entwässerung, die den Abfluss von Oberflächen- und Tauwasser von der Fahrbahn sicherstellt, konnte durch den Einsatz von Schneeräumtechnik mit rotierenden Werkzeugen – beispielsweise einer Schneefrässchleuder – eine Verlagerung des Schnees in den Seitenraum ermöglicht werden. Im Bereich der Stahlschutzplanken bietet die hohe Durchlässigkeit den Vorteil, dass Schneeschmelze ungehindert vom Seitenstreifen in den Seitenbereich abfließen kann.

- Kontrolltätigkeiten

Kontrolltätigkeiten wie Sichtkontrollen oder Sofortmaßnahmen an der Fahrbahn waren nicht Bestandteil des ursprünglichen Leistungshefts, stellen jedoch zentrale Aufgaben des Straßenbetriebsdienstes dar. Die durchgängig geschlossenen Fahrzeugrückhaltesysteme erschweren dabei die Sicht auf außerhalb der Fahrbahn liegende Anlagenteile erheblich. So sind beispielsweise die Fundamente der ELISA-Masten vom Fahrzeug aus nicht einsehbar. Zusätzlich stellt die eingeschränkte Übersteigbarkeit der 0,81 m bzw. 1,10 m hohen Fahrzeugrückhaltesysteme ohne Hilfsmittel eine weitere Herausforderung dar.

2.2. Auswirkungen unterschiedlicher Fahrzeugrückhaltesysteme auf die Durchführung des Straßenbetriebsdienstes

Die unzureichende Fahrbahnentwässerung bei den Ort betonschutzwänden im ursprünglichen Streckenabschnitt sowie eine Neubewertung der Abkommenswahrscheinlichkeit und damit verbundene veränderte Anforderungen an die passiven Schutzeinrichtungen führten dazu, dass bei der Erweiterung der ELISA-Versuchsanlage zwei alternative Fahrzeugrückhaltesysteme eingesetzt wurden: eine Schutzwand aus Betonfertigbauteilelementen sowie die Schutzplanke „MegaRail“. Die Unterschiede in Bauart und Abmessungen dieser Systeme ermöglichen einen Vergleich der Betriebsdienstarbeiten in Abhängigkeit vom jeweils eingesetzten Fahrzeugrückhaltesystem.

Schutzplanken sind nicht flächig geschlossen, wodurch sie die Fahrbahnentwässerung nicht negativ beeinflussen. Im Gegensatz dazu zeigt der Vergleich der beiden Schutzwandtypen, dass bei beiden Ausführungen eine zuverlässige Entwässerung ohne zusätzlichen Aufwand nicht gewährleistet werden kann. Die Ablagerung von Sedimenten in den Entwässerungsschlitz am Fuß der Schutzwände führt auch bei der Variante aus Betonfertigbauteilelementen – trotz einer annähernden Verdopplung der Schlitzlänge je Element – zu erheblichen Einschränkungen beim Wasserabfluss. Durch die höhere Anzahl an Öffnungen ergibt sich sogar ein tendenziell erhöhter Unterhaltungsaufwand.

Eine deutliche Verbesserung der Entwässerung konnte durch die Regulierung und Profilierung des Bankets auf der fahrbahnabgewandten Seite der Ort betonschutzwand erreicht werden (siehe Abbildung 3). In einem 1,50 m breiten Bereich wurde der Boden verdichtet und mit einer nach außen gerichteten Querneigung versehen. Dies verhinderte einen Bewuchs von außen und förderte den Wasserabfluss in den Seitenraum. In der Folge verlangsamte sich die Ablagerung von Sedimenten in den Entwässerungsschlitz spürbar. Um die erreichte Verbesserung der Entwässerung langfristig aufrechtzuerhalten, ist jedoch weiterhin eine regelmäßige Reinigung der Öffnungen erforderlich.



Abbildung 3: Regulierung und Profilierung des Banketts mit einer nach außen gerichteten Querneigung (Autobahn GmbH, 2024)

Bei der Durchführung der regulären Bankettarbeiten ergaben sich durch die ELISA-Versuchsanlage sowie die bereits errichtete Schutzwand gewisse Einschränkungen. So war die Höhe der eingesetzten Lkw-Kipper begrenzt, da der Baggerarm beim Beladen andernfalls in kritische Nähe zur Oberleitung geraten wäre. Zudem erfolgte das Abschälen des Banketts überwiegend nach Einschätzung des Baggerführers, da die Schutzwände eine direkte Sicht auf den Arbeitsbereich erschwerten. Die ELISA-Anlage beeinflusste die bauliche Umsetzung darüber hinaus insofern, als einzelne Oberleitungsmasten weniger als 1,50 m hinter den Schutzwänden positioniert waren. In diesen Bereichen mussten die Arbeiten daher mit einer kleineren Baggerschaufel oder teilweise manuell ausgeführt werden.

Vielversprechende Ansätze zur nachhaltigen Gestaltung von Bankettarbeiten ergaben sich aus dem Projekt „Feldversuch eHighway Schleswig-Holstein“ (FESH). Im Seitenraum wurden dabei Pflanzen der Gattung Klappertopf eingesetzt, die als sogenannte Halbschmarotzer gelten. Diese Pflanzen entnehmen über ihre Wurzeln Nährstoffe aus dem Wurzelwerk benachbarter Wirtspflanzen, wodurch deren Wachstum gehemmt wird (vgl. NABU, 2005).

Im Hinblick auf Bankettarbeiten an Oberleitungsanlagen mit Schutzwänden erscheint der Einsatz von Klappertopf-Pflanzen vielversprechend, da er eine langfristige Freihaltung der Entwässerungsschlitz bei gleichzeitig geringem zusätzlichen Aufwand in der Grünpflege ermöglichen könnte. Inwieweit sich die Anpflanzung des Klappertopfes bei langfristiger Betrachtung tatsächlich auf die Pflegearbeiten auswirkt, lässt sich derzeit noch nicht abschließend beurteilen. Ebenso bleibt offen, ob abhängig vom

eingesetzten Fahrzeugrückhaltesystem unterschiedliche Pflegeaufwände zu erwarten sind.

Generell führen alle Fahrzeugrückhaltesysteme zu einem erhöhten arbeitstechnischen Aufwand bei der Grünpflege. Als wesentlicher Grund wurde die eingeschränkte Übersteigbarkeit identifiziert. Besonders negativ fiel die Rückmeldung der Mitarbeitenden der Autobahnmeisterei Darmstadt bei den 1,10 m hohen Ortbetonschutzwänden und Stahlschutzplanken aus, aber auch bei den 0,81 m hohen Schutzwänden aus Betonfertigbauteilen wurde ein erschwerter Zugang zum Seitenraum bemängelt. Abbildung 4 zeigt montierte Übersteighilfen an einer Stahlschutzplanke, die sich in der Praxis als hilfreich für die Grünpflegearbeiten erwiesen haben.

Der Pfostenabstand an der MegaRail-Stahlschutzplanke beträgt 1,0 m, wodurch ein maschinelles Mähen nur bedingt möglich ist. Infolgedessen ist im Bereich der Schutzplanke überwiegend ein händisches Freischneiden erforderlich. Auch hier zeigt sich die Problematik des Übersteigens der Schutzeinrichtung, was sich zusätzlich auf die Leistungsfähigkeit der Mitarbeitenden auswirkt. Im Bereich der Schutzwände erfolgte das Mähen ebenfalls händisch. Bei entsprechender Fläche und Befahrbarkeit, könnte das Anwenden eines Mäherroboters eine sinnvolle Ergänzung sein. Der testweise Einsatz eines ferngesteuerten Mäherroboters reduzierte den erhöhten Aufwand durch das Einklappen des Mähauslegers am Mehrzweckgeräteträger. Der Einsatz der Freischneider durch die Beschäftigten bleibt jedoch weiterhin



Abbildung 4: Übersteighilfe fest an Schutzplanke montiert (Autobahn GmbH, 2025)

erforderlich. Eine elektrische Gefährdung ist als gering einzustufen, da weder die Erdungskabel noch die Masten unter Spannung stehen. Ein direkter Kontakt mit diesen Einrichtungen tritt nur selten und in der Regel nur kurzzeitig auf, beispielsweise beim Freischneiden der Masten mit Freischneidern.

Gehölzpflegearbeiten haben aufgrund der nahezu gleichen Barrierewirkung der unterschiedlichen Schutzeinrichtungen den gleichen arbeitstechnischen Mehraufwand zur Folge. Zusätzlich mussten, bedingt durch das oberirdisch von Mast zu Mast geführte Erdungskabel, mithilfe einer Hebebühne gezielt jene Äste entfernt werden, die bei einem Herabfallen oder Umkippen das Kabel hätten beschädigen

können. Dieses Vorgehen ermöglichte lediglich ein punktuell Verhindern von Schäden an der Oberleitungsanlage durch Gehölze. Eine durchgehende Gehölzpflege über längere Streckenabschnitte würde einen erheblichen zusätzlichen Aufwand bedeuten. Um dem entgegenzuwirken, könnte bei zukünftigen Streckenabschnitten Abhilfe geschaffen werden, indem dieses Kabel möglichst unterirdisch verlegt wird.

3. Schlussfolgerungen und Zukunftsaussichten

Die ELISA-Versuchsanlage beeinflusste zahlreiche Maßnahmen des Straßenbetriebsdienstes. Besonders die Änderungen der infrastrukturellen Randbedingungen – insbesondere die eingesetzten Fahrzeugrückhaltesysteme – führten zu spürbaren Auswirkungen. Um den Aufwand und die Verletzungsgefahr bei Tätigkeiten im Seitenbereich zu reduzieren, sollte eine vereinfachte Übersteigbarkeit bzw. Durchlässigkeit der derzeit linienhaft geschlossenen Fahrzeugrückhaltesysteme angestrebt werden.

Darüber hinaus spielt eine funktionierende Entwässerung in Streckenabschnitten mit Schutzwänden eine zentrale Rolle. Durch die Ablagerung von Sedimenten sowie den Bewuchs mit Pflanzen in den vorhandenen Entwässerungsschlitzten kann der Wasserabfluss erheblich beeinträchtigt werden. Regelmäßige Reinigungsmaßnahmen sowie die Sicherstellung eines geregelten Wasserabflusses im Seitenraum – beispielsweise durch ein reguliertes und profiliertes Bankett – tragen wesentlich zur Fahrbahnentwässerung bei.

Im Bereich der Stahlschutzplanken ergeben sich aufgrund ihrer hohen Durchlässigkeit Vorteile hinsichtlich der Fahrbahnentwässerung, der Schneeräumung bzw. Schneeschmelze sowie der Reinigung der Fahrbahn. Hinsichtlich der Grün- und Gehölzpflege lassen sich jedoch aufgrund der Systemhöhe und der geringen Pfostenabstände keine nennenswerten Vorteile gegenüber Streckenabschnitten mit Schutzwand feststellen.

4. Schrifttum und weiterführende Literatur

BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Leistungsheft für den Straßenbetrieb auf Bundesfernstraßen, Ausgabe 2023, online verfügbar unter: <https://www.bast.de/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/Daten/Leistungsheft-Strassenbetrieb.html>, zuletzt abgerufen am 31.03.2025

NABU – Naturschutzbund Deutschland e. V.: Der Große Klapptopf ist Blume des Jahres 2005, online verfügbar unter: <https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/pflanzen/pflanzen-portraits/wildpflanzen/02847.html>, zuletzt abgerufen am 01.04.2025

5. Autorinnen und Autoren des Hinweispapiers

Dr. Achim Reußwig, Die Autobahn GmbH des Bundes
Susanne Schulz, Die Autobahn GmbH des Bundes

Dominik Gurske, Die Autobahn GmbH des Bundes
Özgür Öztürk, Die Autobahn GmbH des Bundes

Matthias Zimmermann, Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen (ISE) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)
Matthias Wallner, Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen (ISE) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)

6. Kontakt

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
Otto-Berndt-Straße 2
64287 Darmstadt

Siemens Mobility GmbH
Siemenspromenade 6
91052 Erlangen

e-netz Südhessen AG
Forschung & Entwicklung
Frankfurter Straße 110
64293 Darmstadt