

SAFER-LC: Innovative Lösungen für mehr Sicherheit am Bahnübergang

Ein europäisches Forschungsprojekt untersucht Möglichkeiten zur Optimierung der Gestaltung und des Managements von Bahnübergängen.

ANNIKA DRESSLER | JAN GRIPPENKOVEN

Im hochsicheren System „Bahn“ stellen Kreuzungen mit dem Straßenverkehr nach wie vor Punkte mit erhöhtem Risiko dar. Das europäische Projekt SAFER-LC zielt auf die Identifikation von Unfallursachen und die Ableitung von Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit an Bahnübergängen ab. Dabei werden das physische Erscheinungsbild von Übergängen, existierende Systeme von Signalen und Barrieren und die technischen Möglichkeiten der Digitalisierung und Vernetzung ebenso unter die Lupe genommen wie die Strukturen und Prozesse, in welche die Abwicklung des Schienen- und Straßenverkehrs eingebettet ist.

Herausforderungen für sichere Kreuzungen von Schiene und Straße

Die Sicherheit an höhengleichen Kreuzungen von Straße und Schiene wird nicht allein vom Bahnbetreiber verantwortet, sondern hängt in hohem Maße vom angemessenen Verhalten der Straßenverkehrsteilnehmer ab. Genau an dieser geteilten Sicherheitsverantwortung und

der Regelmäßigkeit, mit der sich Straßennutzer – beabsichtigt oder unbeabsichtigt – nicht angemessen verhalten, scheidet bislang in Deutschland und Europa die „Vision Zero“. Allein an den 16871 Bahnübergängen der DB Netz AG waren im Jahr 2016 140 Unfälle mit 29 Todesfällen und 36 Schwerverletzten zu beklagen [1]. Hinzu kommen Unfälle im Netz von Privatbahnen, die über eine ähnliche Anzahl von Bahnübergängen verfügen, zu denen keine verlässlichen und öffentlich zugänglichen Statistiken vorliegen. 95 % aller Bahnübergangsunfälle entlang der Strecken der DB Netz wurden von Straßenverkehrsteilnehmern verursacht [1]. Die zu Unfällen führenden Fehler und Verstöße sind vielfältig: Unaufmerksamkeit, Klettern über Vollschrankenanlagen, Umfahren geschlossener Halbschranken und vieles mehr. Die Herausforderungen in Bezug auf die Bahnübergangssicherheit stellen sich im Rest Europas in ähnlicher Form dar – sowohl, was den hohen Anteil der Straßenverkehrsteilnehmer unter den Verursachern betrifft [2], als auch in Bezug auf die zugrundeliegenden Fehler und Verstöße. Neben Personenschäden resultieren aus Bahnübergangsunfällen häufig hohe Sachschäden, aufwendige Instandsetzungsaufgaben und, zur Unzufriedenheit der Kunden, auch mitunter immense Verzögerungen im Personenverkehr.

Der generelle Ansatz der Verkehrsunternehmen, Bahnübergänge zu schließen, zu untertunneln oder zu überbrücken ist zur Verringerung der Unfallzahlen zu begrüßen. Auch der Einsatz von technischen Sicherungen wie beispielsweise zweischlägigen Vollschrankenanlagen mit Gefahrenraumfreimeldung bietet ein hohes Sicherheitsniveau. Allerdings sind den Möglichkeiten der Aufwertung von Bahnübergangssicherungen Grenzen gesetzt. Insbesondere aufgrund der hohen Kosten und der verkehrlichen Gegebenheiten ist es kaum möglich, alle Bahnübergänge zu schließen oder mit bewährten technischen Sicherungssystemen wie Schranken und Lichtsignalanlagen aufzuwerten. Die gemeinsame Suche nach alternativen Möglichkeiten zur Erhöhung der Sicherheit an Bahnübergängen ist Hauptgegenstand des europäischen Verbundprojektes SAFER-LC¹.

Ziele des Projekts SAFER-LC und Beteiligte

Ziel des Projekts im Rahmen der EU-Forschungsinitiative „Horizont 2020“ ist es, durch die Entwicklung eines Pakets innovativer Sicherheitsmaßnahmen für Bahnübergänge einen Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit im internationalen Schienen- und Straßenverkehr zu leisten. Das System „Bahnübergang“ wird dabei aus vielen unterschiedlichen Blickwinkeln untersucht. Der betriebliche Kontext des Schienen- und Straßenverkehrs inklusive technologischer Entwicklungen und Trends wird ebenso betrachtet wie die gegenwärtigen infrastrukturellen Gegebenheiten auf Straßen- und Schienenseite, die ein bestimmtes Verhalten von Straßenverkehrsteilnehmern bedingen. Auch die organisationalen, rechtlichen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen, unter denen die eingesetzten Sicherheitsmaßnahmen wirken sollen, werden in SAFER-LC adressiert.

Das im Mai 2017 gestartete Projekt bringt Verkehrsexperten aus ganz Europa zusammen: Unter den 17 Partnern aus insgesamt zehn Ländern sind Bahn- und Schienennetzbetreiber wie die französische SNCF und die griechische TRAINOSE ebenso vertreten wie Verkehrsforschungszentren und Technische Hochschulen

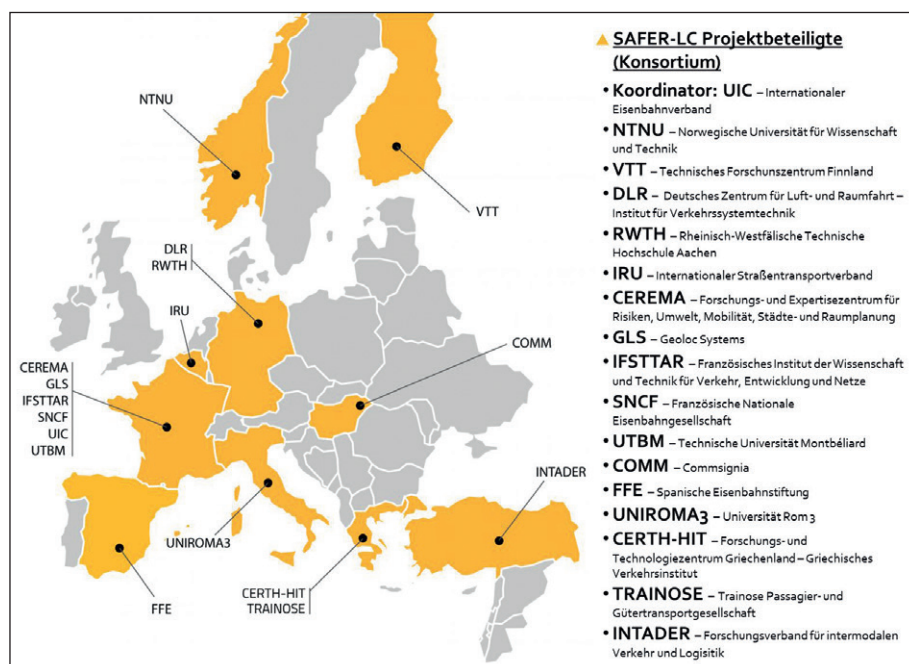


Abb. 1: SAFER-LC-Projektbeteiligte

¹ SAFER-LC (Safer Level Crossing by Integrating and Optimizing Road – Rail Infrastructure Management and Design) has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 723205.



– aus Deutschland das DLR-Institut für Verkehrssystemtechnik und die RWTH Aachen –, Technologieunternehmen für Verkehrs-Infrastruktur-Kommunikation und Vertreter der Straßenverkehrsträger wie die International Road Transport Union (IRU). Die Koordination und Projektleitung übernimmt der Internationale Eisenbahnverband UIC (Abb. 1).

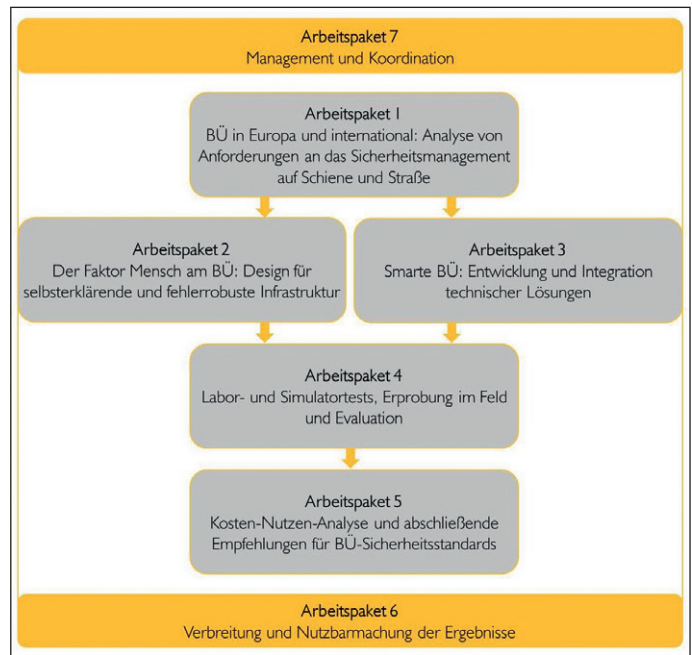
Für zusätzliche Unterstützung konnten Experten aus der internationalen Eisenbahn- und Straßenverkehrspraxis gewonnen werden, die als Fachbeirat die Schritte des Projekts begleiten, Rückmeldungen geben und über Best-Practice-Beispiele aus ihren Ländern informieren. Hierzu gehören zum Beispiel Vertreter von Bahn- und Bahninfrastrukturunternehmen wie der britischen Network Rail, der spanischen ADIF, der belgischen Infrabel oder der neuseeländischen Kiwirail. Auch Vertreter von Verkehrsministerien und Organisationen für Sicherheit im Straßenverkehr sind dabei.

Die Arbeiten im Überblick

Das Projekt SAFER-LC ist in sieben Arbeitspakete (AP) unterteilt (Abb. 2), in denen jeweils eine Gruppe von Projektpartnern mit passenden Kompetenzen zusammenarbeitet. Im ersten Paket (AP1) wird ein umfassender Überblick über die internationale Situation in puncto Bahnübergänge erarbeitet, aus dem Anforderungen und Empfehlungen für die spätere Maßnahmenentwicklung und -erprobung abgeleitet werden. Analysiert werden unter anderem die vorhandenen technischen und nichttechnischen Sicherungsvarianten, deren länderspezifische Verbreitung, die jeweiligen rechtlichen Regelungen bezüglich des Einsatzes und die Aufteilung der Verantwortlichkeiten (zum Beispiel zwischen den Trägern der bahn- und straßenseitigen Bau- last). Die Kombination dieser Erkenntnisse mit Daten über die Häufigkeit bestimmter Unfallarten an bestimmten Bahnübergängen erlaubt die Erkennung besonders sicherheitskritischer Konstellationen, zum Beispiel mit Blick auf die Gestaltung der Verkehrsumgebung, die eingesetzte Technik, die Organisation der Prozesse und den rechtlichen Rahmen.

Unter Berücksichtigung der Risikokonstellationen werden im zweiten Arbeitspaket (AP2) Erklärungsmodelle für das Verhalten von Nutzern an Bahnübergängen und den von der Gestaltung darauf ausgeübten Einfluss erarbeitet. Anhand solcher Modelle werden Optimierungsansätze identifiziert und alternative Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit durch selbsterklärende und fehlerrobuste Gestaltung der Infrastruktur am Bahnübergang oder durch Warnsysteme in Fahrzeugen konzipiert. Auch das dritte Paket (AP3) ist der Entwicklung von Sicherheitsmaßnahmen gewidmet: Hier liegt der Fokus auf der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie zur Überwachung des Zustands von Bahnübergängen durch Sensorik auf Schienen- und Straßenseite. So sollen zum Beispiel gefährliche Entwicklungen wie bei Rückstau auf den Gleisen halten-

Abb. 2: Übersicht über die Arbeitsinhalte des SAFER-LC-Projekts



de Fahrzeuge oder regelwidrige Querungen möglichst frühzeitig erkannt werden. Zusätzlich wird geprüft, wie etablierte und aufkommende Standards der Kommunikationstechnologie genutzt werden können, um auf Basis der ermittelten Zustände Straßennutzern und Betriebsverantwortlichen geeignete Rückmeldungen zu übermitteln.

Die zu entwickelnden Sicherheitsmaßnahmen werden im vierten Arbeitspaket (AP4) empirisch erprobt. Dabei können die Forscher auf eine breite Palette von Methoden und Untersuchungsaufbauten zurückgreifen. Zunächst wird ein Katalog von Beurteilungskriterien für die Güte technischer und nichttechnischer Sicherheitslösungen entwickelt. In diesen fließen neben Indikatoren für die Sicherheit des Nutzerverhaltens auch technische, wirtschaftliche und verkehrsbezogene Gesichtspunkte ein. Anhand von Analysen der erhobenen Daten werden die entwickelten Maßnahmen dann zunächst mit Blick auf ihre Effektivität

und mögliche Verbesserungen bewertet. In AP5 schließen sich Kosten-Nutzen-Analysen an. Hier liegt der Fokus auf der Bewertung der Lösungen für die praktische Umsetzung. Am Ende werden Empfehlungen für das europäische Bahnwesen zu geeigneten Sicherheitsmaßnahmen sowie förderlichen organisationalen und rechtlichen Rahmenbedingungen abgeleitet.

Begleitend und abschließend wird dafür gesorgt, dass die Ergebnisse des Projekts für Entscheider und Teilnehmer im Schienen- und Straßenverkehr zugänglich und nutzbar gemacht werden (AP6). Als zentrale Anwendungshilfe soll eine Online-Toolbox zur Bahnübergangssicherheit erstellt werden, welche von allen zu Rate gezogen werden kann, die mit dem Betrieb von Eisenbahnen, Bahninfrastruktur und Straßenverkehrsmanagement zu tun haben. Daneben werden die Ergebnisse auf Fachkonferenzen und in Fachbeiträgen veröffentlicht.



**Zweiwegebagger
Atlas AB 1604 ZW**

- junge Maschinen
- viele Anbaugeräte
z.B. Hammer, Schwellen-
fach-, Sortiergreifer ...
- regelmäßig gewartet
- Bahnabnahme
- Rückfahrkamera
- Zusatzkreislauf Stopfgerät



Schienenscheren

MFSRC-240
bis 52 kg/mtr. Schiene
Gewicht: 2.500 kg
Trägergerät ab 19 to.

ATLAS HANNOVER Baumaschinen GmbH & Co.
Bremer Straße 6
30880 Laatzen
Tel.: 05102/7004-32
Fax: 05102/7004-44
Ansprechpartner: Erik Manowski
E-Mail: manowski@atlas.hannover.de



**Vermietung,
Verkauf und Service**



Abb. 3: Verhaltensentscheidungen werden von vielen Faktoren beeinflusst – auch dem empfundenen Aufwand bei der Ausführung des Verhaltens.

Entwicklung und Erprobung von Sicherheitsmaßnahmen

Das Thomas Edison zugeschriebene Wort vom Erfinden als „einem Prozent Inspiration und neunundneunzig Prozent Transpiration“ beschreibt auch gut die Aufgaben in der Entwicklung und Verbesserung von Sicherheitskonzepten für Bahnübergänge. Der kreative Prozess setzt zunächst einen umfassenden Überblick über existierende Sicherungskonzepte und eine hohe Bewusstheit über die damit verbundenen Probleme voraus. Darum werden in den ersten Projektphasen Daten zusammengetragen, um den Bestand an Bahnübergängen in Europa und die verschiedenen Sicherungssysteme zu beschreiben. Diesem Bestand werden detaillierte Unfallanalysen gegenübergestellt, um Probleme zu identifizieren. Die Datensammlung ist

eine herausfordernde Aufgabe, weil es trotz der Standardisierungsbemühungen in der europäischen Eisenbahn- und Straßenverkehrssicherheit große Unterschiede zwischen den Ländern in der Dokumentation dieser Sachverhalte und der Verfügbarkeit der Ergebnisse gibt. Zusätzlich zur Analyse der aktuellen Situation wird die Forschungsliteratur systematisch nach Vorschlägen für Sicherungssysteme und Befunden zu deren Wirksamkeit durchsucht. Dabei werden auch mögliche Hindernisse bei der Nutzung aussichtsreicher Maßnahmen betrachtet und damit verbundener Änderungsbedarf erwogen – zum Beispiel würde in Deutschland die Rechtsituation derzeit eine Kombination des Andreas-Kreuzes mit anderen Verkehrszeichen wie dem Stoppschild nicht erlauben.

In der Entwicklung neuer sicherheitswirksamer Gestaltungsansätze und der Bewertung existierender Vorschläge stehen neben den systemseitigen Voraussetzungen die Funktionsweisen menschlichen Verhaltens und Erlebens im Mittelpunkt: Wie nehmen unterschiedliche Nutzer des Bahnübergangs – Auto- und Lkw-Fahrer, Motorradfahrer, Radfahrer, Fußgänger, Kinder, Ältere usw. – die relevanten Informationen wahr und wie treffen sie ihre Verhaltensentscheidungen? Grundlage sind Erkenntnisse und Modelle aus der Psychologie, zum Beispiel zur Ausrichtung der Aufmerksamkeit oder zu Risikoeinschätzungen und darin wirksamen Verzerrungen, die dazu führen, dass das menschliche Verhalten oft von einer augenscheinlich rationalen Norm abweicht. Zum Beispiel strapazieren häufig schon geringfügige Unannehmlichkeiten – die Psychologie spricht von „subjektiven Kosten“ – die Moti-

vation zur Ausführung sicherer Verhaltensweisen stark (Abb. 3). Unsicheres Verhalten kann auch die Folge fehlerhafter Annahmen über die Bedeutung von Zeichen sein, wie im Fall des roten Blinklichts, das von vielen als Warnsignal, nicht aber als Anhaltegebot aufgefasst wird [3]. Die besten Gestaltungslösungen für Bahnübergänge sind solche, die umfangreiches Vorwissen unnötig machen, natürliche Verhaltenstendenzen sicherheitsförderlich nutzen und psychologische Hürden für richtiges Verhalten minimieren (ein Beispiel s. Abb. 4).

Aus den erarbeiteten Sicherheitskonzepten werden die aussichtsreichsten ausgewählt und empirisch erprobt. Je nach Anforderungen kommen unterschiedliche Methoden zum Einsatz. Für eine effiziente Untersuchung in frühen Entwicklungsphasen etwa bieten sich die Fahrsimulatoren des DLR an. Hier kann für eine Vielzahl verschiedener Maßnahmen systematisch analysiert werden, wie Straßennutzer in der Annäherung an Bahnübergänge reagieren, also zum Beispiel wohin sie schauen, wie sie ihre Geschwindigkeit wählen und wie sie selbst ihre Verhaltensentscheidungen begründen. Für die gezielte Erprobung technischer Systeme zur Überwachung von Bahnübergängen stehen geschützte Testanlagen zur Verfügung. Ein Beispiel ist die Forschungsanlage des CEREMA in Rouen, auf der Systeme zur Fernüberwachung des technischen Zustands der Bahnübergangs- und Schieneninfrastruktur mithilfe eingebetteter Sensoren getestet werden sollen. Auf der Teststrecke der SNCF in Vaires wird an neuen, genaueren Systemen der Geolokalisation von Zügen gearbeitet, mit denen anhand der Zeit

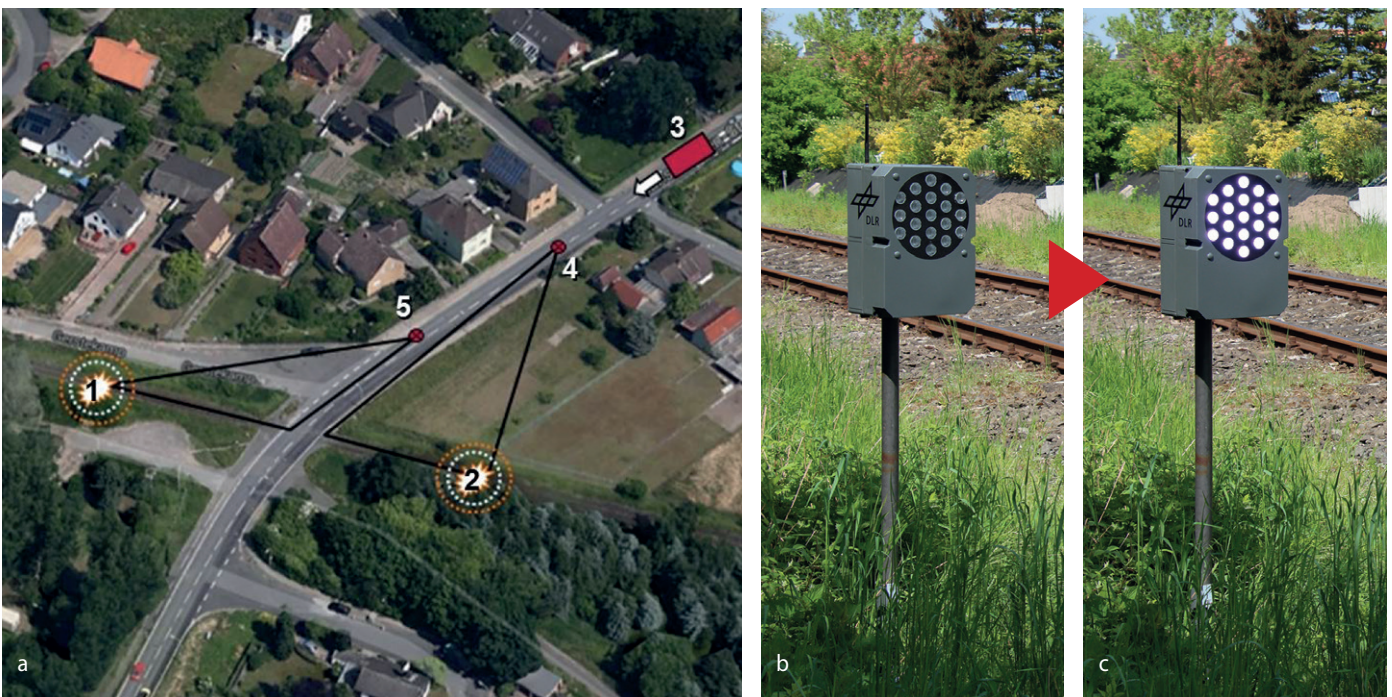


Abb. 4: Beispiel für eine innovative Sicherheitsmaßnahme für Bahnübergänge: Das PeriLight-System. a) Aktiviert ein sich näherndes Fahrzeug (3) einen Sensor (hier an Punkt 4), werden blinkende Lichtreize im linken und rechten Gesichtsfeld des Fahrers ausgelöst (1 und 2), die während der Annäherung (4 und 5) ins Sichtfeld rücken. Dadurch wird die Aufmerksamkeit automatisch auf die relevanten Bereiche zur Entdeckung eines sich eventuell nähernden Zuges gelenkt. b) und c) Rechte Leuchte des Prototyps in den Zuständen „aus“ und „an“. [6]

bis zur Ankunft am Übergang zum Beispiel Verschlusszeiten effizienter gesteuert können.

Mit zunehmendem Reifegrad der entwickelten Sicherheitskonzepte sollen diese auch im Realverkehr erprobt werden. Dafür kann das Verhalten von Straßennutzern an realen Bahnübergängen zum Beispiel mit dem „Forschungsbahnübergang“ des DLR, einem mobilen System zur Verkehrsüberwachung, analysiert werden [4]. Interessierte Kommunen oder Werksbahnen, die als Unterstützer der DLR-Forschung mitwirken möchten, sind eingeladen sich zu melden. In der Umgebung von Thessaloniki soll an 50 Übergängen der Einsatz mobiler Kommunikationstechnologien zur Erhöhung der Sicherheit getestet werden. Sich annähernde Züge übertragen Daten an ein zentrales Kommunikationssystem. Dieses übermittelt Nutzern, die sich dem Bahnübergang annähern, Hinweise und Warnungen an mobile Endgeräte im Fahrzeug. Für die Übermittlung der Meldungen wird unter anderem die Integration der Informationen in eine App erprobt, die von den teilnehmenden griechischen Taxi- und Lkw-Flotten zur Disposition und Navigation genutzt wird. Einige Fahrzeuge werden zudem mit der Messplattform des DLR für naturalistische Fahrstudien [5] ausgestattet, sodass später die Reaktionen der Fahrenden detailliert analysiert werden können. Neben den unmittelbaren Wirkungen auf das Verhalten der Bahnübergangsnutzer und der damit verbundenen Sicherheit werden auch Indikatoren wie der Verkehrsfluss auf Straße und Schiene, die technische Ausfallsicherheit und Lebenszykluskosten der Systeme sowie organisatorische, rechtliche und gesellschaftliche Umsetzungsbedingungen analysiert.

Die gesamteuropäische und systemische Perspektive auf die Sicherheit im Schienen- und Straßenverkehr birgt große Chancen, durch optimierte Gestaltung auf allen Ebenen – physisch, technisch, nutzerzentriert, organisatorisch und rechtlich – der Vision Zero näher zu kommen. Der Fortgang des Projekts kann auf der Website <http://safer-ic.eu> verfolgt werden. Hier sind auch weiterführende Informationen und Links sowie die Ergebnisberichte aus den ersten Phasen zu finden. ■

QUELLEN

- [1] DB Netze (2016): Bahnübergänge im Spiegel der Statistik – Bahnübergangsstatistik 2016, Berlin, München: DB Netz AG / Tiv Sio Industrie Service GmbH
- [2] European Railway Agency (2016): Railway Safety Performance in the European Union, Valenciennes, Frankreich: European Railway Agency
- [3] Grippenkoven, J.; Gimm, K.; Stamer, M.; Naumann, A.; Schnieder, L.: Fehlverhalten von Verkehrsteilnehmern an Bahnübergängen mit Blinklichtsicherung, SIGNAL+DRAHT 12/2015, S. 23–27
- [4] Schnieder, L.; Grippenkoven, J.; Wang, W.; Lackhove, C. (2015): Untersuchung beobachtbaren Verhaltens von Straßenverkehrsteilnehmern am Forschungsbahnübergang Braunschweig-Bienrode. In: 16. Braunschweiger Symposium AAET 2015 - Automatisierungssysteme, Assistenzsysteme und eingebettete Systeme für Transportmittel (S. 138–152). Braunschweig: ITS Niedersachsen
- [5] Kaschwich, C.; Wölfel, L. (2017): AIM in-vehicle platform for ITS services. Journal of large-scale research facilities, 3, A109
- [6] Grippenkoven, J.: PeriLight – effektive Blicklenkung am Bahnübergang, EI – DER EISENBAHNINGENIEUR 1/2016, S. 48–51



Dr. Annika Dressler

Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Tätigkeitsanalyse und Bewertung
annika.dressler@dlr.de



M. Sc. Jan Grippenkoven

Gruppenleiter Tätigkeitsanalyse
und Bewertung
jan.grippenkoven@dlr.de

beide Autoren
Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt (DLR), Institut für Verkehrs-
systemtechnik, Braunschweig



WISSEN, WAS BAHNEN BEWEGT



Fachmedien für die
ganze Bahn-Branche
Print · Digital · Online



www.eurailpress.de