

# Untersuchung des Verkehrsablaufs am Forschungsbahnübergang

Mit der Anwendungsplattform Intelligente Mobilität verfügt das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. über eine langfristig generisch wiederverwendbare Forschungsinfrastruktur. Dieser Ansatz reduziert in Forschungsprojekten Kosten und Zeiten für den Aufbau der benötigten Infrastruktur. Als mobiler Multisensoraufbau bezeichnet der Forschungsbahnübergang keinen räumlich fixierten Laboraufbau, sondern eine flexible Anlage, die eine detaillierte Beobachtung des Verkehrsverhaltens an verschiedenen Bahnübergängen ermöglicht.

► Die gesammelte Datenbasis ermöglicht zukünftig eine verlässliche Beurteilung atypischer und unfallbegünstigender Verhaltensweisen auf Seiten der Straßenverkehrsteilnehmer. Dies ist die Grundlage einer angemessenen und menschenzentrierten Entwicklung von Assistenzsystemen. Dies hat zum Ziel zukünftig die Sicherheit am Bahnübergang für alle Verkehrsteilnehmer zu erhöhen.

## MOTIVATION UND FORSCHUNGSFRAGESTELLUNG

Bahnübergänge stellen einen wesentlichen Unfallschwerpunkt im System Bahn dar. Trotz des eindeutigen Vorrangs des Schienenverkehrs (vgl. § 11 EBO) kommt es immer wieder zu Kollisionen an Kreuzungen von Straße und Schiene. Lange Bremswege in Folge des hohen Gewichts der Eisenbahnfahrzeuge und der geringen Haftreibung zwischen Stahlrad und Schiene, sowie die Spurführung der Bahn lassen den Triebfahrzeugführer einen Zusammenprall mit Hindernissen im Gefahrenraum kaum vermeiden. Dies führt oftmals zu schwerwiegenden Personen- und Sachschäden sowie psychischen Belastungen der Triebfahrzeugführer.

Nach Angaben der Deutschen Bahn AG ist die Zahl der Unfälle an Bahnübergängen 2010 im Vergleich zum Vorjahr angestiegen. Statistisch erfasst wurden in dem betreffenden Jahr 225 Unfälle mit insgesamt 45 Todesopfern [3]. Die genannten Unfallursachen sind das Versagen infrastrukturseitiger technischer Sicherungseinrichtungen (< 1% aller Unfälle), menschliches Versagen (ca. 6% aller Unfälle) seitens des Triebfahrzeugführers sowie Fehlverhalten der Straßenverkehrsteilnehmer (94% aller Unfälle).

Aus diesem Grund rückt für das DLR die Betrachtung dieser Unfallkategorie und damit der Autofahrer mit seinem individuellen Fahrverhalten in den Mittelpunkt der Forschung. Die grundsätzliche Vorgehensweise der vom DLR verfolgten menschenzentrierten, verkehrspsychologischen Forschung ist hierbei wie folgt:

- Schritt 1: Verstehen der Situation an Bahnübergängen. Hierbei werden Hypothesen über die Gründe straßenverkehrsteilnehmerseitigen Fehlverhaltens aufgestellt. Die entwickelten Hypothesen werden empirisch überprüft.
- Schritt 2: Sind die Gründe für das straßenverkehrsteilnehmerseitige Fehlverhalten offenbar, können Annahmen getroffen werden, über welche fahrzeug- oder infrastrukturseitigen technischen oder organisatorischen Maßnahmen oder Kombination hieraus die Sicherheit an Bahnübergängen verbessert werden kann.
- Schritt 3: Das zuvor identifizierte Bündel fahrzeug- oder infrastrukturseitiger technischer und organisatorischer Maßnahmen wird implementiert und in den Realbetrieb überführt.
- Schritt 4: Flankierend zum Realbetrieb werden empirische Untersuchungen der Wirksamkeit der getroffenen technischen und organisatorischen Maßnahmen durchgeführt. Das erklärte Ziel ist hierbei die Wirksamkeit der Assistenzkonzepte durch quantitative Angaben zu untermauern.

Angesichts dieser Herangehensweise bietet die flexible Einsatzmöglichkeit des Forschungsbahnübergangs einen besonderen Vorteil. Da die Lageplanfälle von Bahnübergängen teils sehr unterschiedlich sind, las-



**Dr.-Ing. Lars Schnieder**  
Projektleiter Anwendungsplattform Intelligente Mobilität (AIM), Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Institut für Verkehrssystemtechnik, Braunschweig  
lars.schnieder@dlr.de



**Jan Grippenkov M. Sc.**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter Gruppe Rail Human Factors, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Institut für Verkehrssystemtechnik, Braunschweig  
jan.grippenkov@dlr.de



**Prof. Dr.-Ing. Karsten Lemmer**  
Institutsleiter, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Institut für Verkehrssystemtechnik, Braunschweig  
karsten.lemmer@dlr.de



**Wei Wang M. Sc.**  
Teilprojektleiter Forschungsbahnübergang, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Institut für Verkehrssystemtechnik, Braunschweig  
w.wang@dlr.de



**Dipl.-Wirtsch.-Ing. Christoph Lackhove**  
Gruppenleiter Bahnbetrieb, stv. Teilprojektleiter Forschungsbahnübergang; Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Institut für Verkehrssystemtechnik, Braunschweig  
christoph.lackhove@dlr.de



**BILD 1:** Versuchsfahrzeug Viewcar

sen sich die entwickelten Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit durch Untersuchungen an unterschiedlichen Bahnübergängen validieren. Für die Entwicklung von Konzepten zur Erhöhung der Sicherheit an Bahnübergängen verfügt das Institut für Verkehrssystemtechnik in seinen Abteilungen Bahnsysteme und Automotive zudem über korrespondierende mobile und semi-stationäre Forschungsinfrastrukturen. Diese systemische Kompetenz gestattet für beide beteiligten Verkehrsträger sowohl simulationsbasierte Untersuchungen im Laborkontext, als auch die Durchführung von Feldstudien mit fahrzeug- bzw. infrastrukturseitiger Sensorik.

#### KORRESPONDIERENDE MOBILE UND SEMI-STATIONÄRE FORSCHUNGSINFRASTRUKTUREN

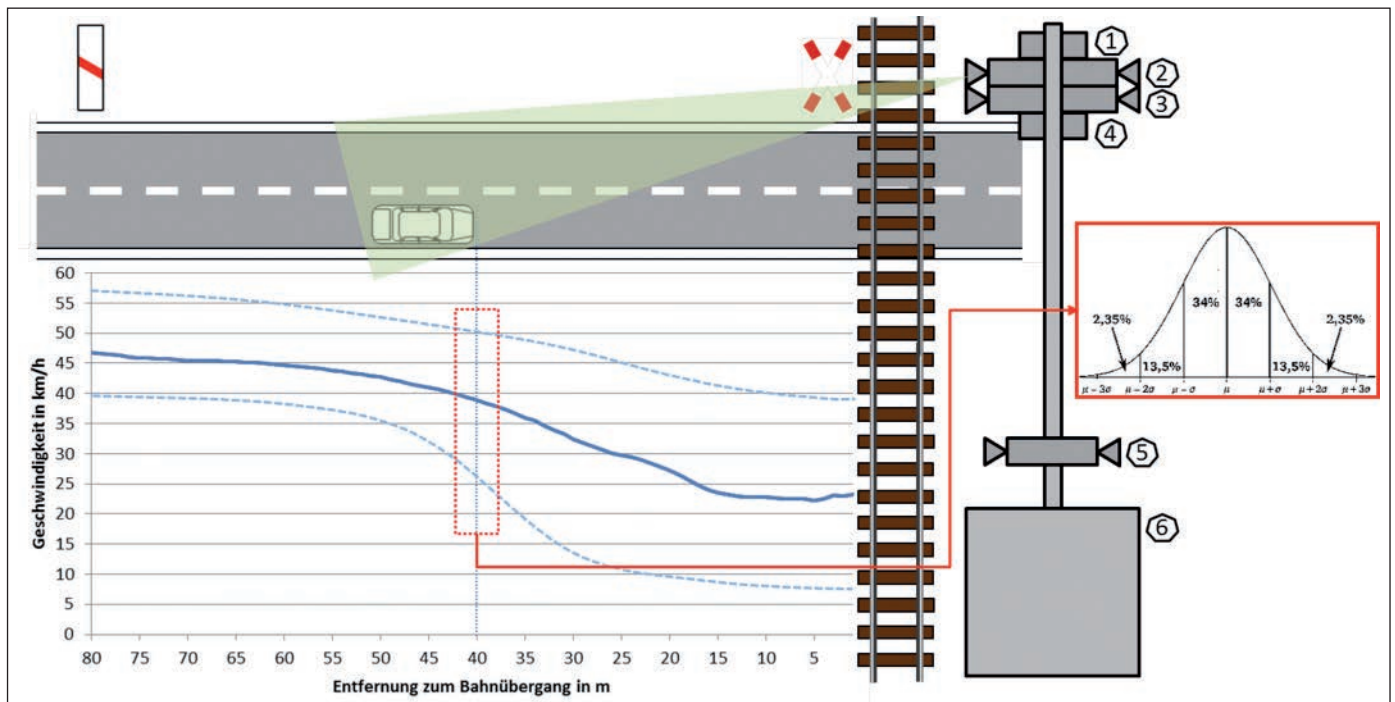
Das Institut für Verkehrssystemtechnik des DLR betreibt verschiedene Großforschungsanlagen. Diese einzelnen Bausteine können im Rahmen von Forschungsvorhaben bedarfsgerecht miteinander kombiniert werden. Für die Forschung zur Sicherheit an Bahnübergängen sind dies für den Straßenverkehr zugelassene spezielle Versuchsträger, mit denen Realfahrten vorgenommen werden können (vgl. Bild 1). Darüber hinaus verfügt das Institut über semistationäre infrastrukturseitige Erfassungseinrichtungen, die leicht an unterschiedliche Einsatzorte verlegt werden können, und dort für Langfriststudien zum Einsatz kommen können.

Mit dem Versuchsfahrzeug Viewcar des Instituts für Verkehrssystemtechnik des DLR

besteht die Möglichkeit der Durchführung (vgl. Bild 1) von Realfahrten. Hierbei kann neben der visuellen Wahrnehmung der Probanden auch das individuelle Fahrverhalten untersucht werden. Im Zuge der Realfahrten wird die Erfassung der Wahrnehmung der Versuchspersonen mit dem Verfahren des Eye-Trackings genutzt [7]. Mit der kontinuierlichen Aufzeichnung der Blickbewegungen wird genau nachvollzogen, wohin die Versuchsperson bei Anfahrt an den Bahnübergang geschaut hat. Die erhobene Fixationszeit ist das Maß für die Dauer der Informationsverarbeitung. Ausgewertet werden beispielsweise Fixationen auf einzelne Sicherungselemente von Bahnübergängen und den Gleisverlauf (vgl. [7]). Zur Auswertung des Fahrverhaltens werden während der Fahrt verschiedene Fahrzeugparameter aufgezeichnet (bspw. Fahrzeuggeschwindigkeit und GPS-Position), die in der anschließenden Auswertung Auskunft darüber geben, wie sich das Geschwindigkeitsprofil der Versuchspersonen in der Anfahrt an den Bahnübergang darstellt.

Mit dem Forschungsbahnübergang als semi-stationäre messtechnische Einrichtung kann das Verhalten der Verkehrsteilnehmer an Bahnübergängen in langfristigen Studien untersucht werden. Der Forschungsbahnübergang ergänzt die Durchführung von Realfahrten in idealer Weise. Durch den infrastrukturseitigen Ansatz der Datenerhebung kann das natürliche Verhalten aller Verkehrsteilnehmer beobachtet werden. Durch die genaue Differenzierung des Verhaltens verschiedener Verkehrsteilnehmer liegen differenzierte Informationen zu individuellem verkehrsmittelspezifischem (Fehl-) Verhalten

vor. Neben motorisiertem Verkehr können auch Fußgänger und Fahrradfahrer klassifiziert werden. Dies ist insofern interessant, als dass diese „Verkehrsteilnehmer ohne Nummernschild“ häufig eher geneigt sind, einen gesicherten Bahnübergang unerlaubterweise zu überqueren. Ferner bietet ein infrastrukturbasierter Ansatz der Datenerhebung die Möglichkeit einer kontinuierlichen Betrachtung über einen längeren Beobachtungszeitraum hinweg. Dies ist insbesondere für die wissenschaftliche Untersuchung von Beinaheunfällen relevant. In der Beurteilung menschlicher Fehler, die zu Unfällen beitragen, fällt somit die Abhängigkeit von häufig nicht ausreichend detaillierten Unfallberichten weg. Vor allem wird es mit dem Forschungsbahnübergang möglich, die vielen unfallträchtigen Verhaltensweisen aus denen glücklicherweise keine Unfälle resultieren, die aber grundsätzlich das Unfallrisiko erhöhen, zu untersuchen. Der Forschungsbahnübergang als messtechnische Einrichtung erlaubt es, Bewegungstrajektorien der Verkehrsteilnehmer bestehend aus Position und Geschwindigkeit in der Anfahrt auf den Bahnübergang gezielt zu analysieren und über eine große Grundgesamtheit charakteristische Geschwindigkeitsverläufe für unterschiedliche Bahnübergänge zu identifizieren (vgl. Bild 2). Dies kann der Forschung dazu dienen anhand einer statistisch belastbaren Stichprobe im Feldversuch die Wirkung infrastruktureller Veränderungen rund um den Bahnübergang auf die Verkehrsteilnehmer nachzuvollziehen. Durch die Ausprägung als semi-stationäre Einrichtung kann die Messeinheit an andere Standorte verlegt werden. Insofern gelingt eine Untersuchung des »



**BILD 2:** Mit dem Forschungsbahnübergang ist es möglich auf Grundlage der Daten einer Vielzahl von Verkehrsteilnehmern typische Geschwindigkeitsverläufe in der Anfahrt auf einen Bahnübergang zu betrachten. Atypische Verhaltensweisen können anhand der Verteilung der statistisch ermittelten Normwerte abgeglichen und klassifiziert werden. Die dargestellte Kurve stellt einen fahrzeugseitig ermittelten (nicht repräsentativen), beispielhaften Verlauf dar (1) Infrarotscheinwerfer für den Nachtbetrieb, (2) hochauflösende Stereokameras für den Nahbereich (3), niedrigauflösende Kameras für den Fernbereich, (4) Radarsensor, (5) Laserscanner, (6) Einhausung der Fusionsrechner

Verkehrsverhaltens an einem breiten Spektrum unterschiedlicher Bahnübergänge. Dies schließt die vergleichende Betrachtung verschiedener Sicherheits- und Überwachungsarten sowie variierender Lageplanfälle mit ein.

### KONZEPT DER SENSORDATEN-ERFASSUNG UND -FUSION DES FORSCHUNGSBAHNÜBERGANGS

Um die zuvor dargestellte Breite der Anwendungsfälle abzudecken kommt hierfür eine semi-stationäre messtechnische Einrichtung zum Einsatz. Die in der Anlage gewonnenen Datenströme liefern ein komplettes Abbild des natürlichen Verkehrsverhaltens aller beteiligten Verkehrsteilnehmer. Über eine Trajektorienerkennung und die Klassifikation der Verkehrsteilnehmer werden kritische Fahrsituationen erkannt, analysiert, bzw. können über eine Prädiktion vorhergesagt werden. Die hierüber gewonnenen Erkenntnisse ermöglichen die Entwicklung und Erprobung innovativer und nutzerzentrierter Assistenzsysteme zur Erhöhung der Sicherheit an Bahnübergängen. Den Kern bildet ein gegen Umwelteinflüsse robustes Multi-Sensor-System sowie die dazugehörigen Fusions- und Auswertelgorithmen. Das Wirkprinzip des entwickelten Multi-Sensor-Systems wird nachfolgend anhand der Verarbeitungskette dargestellt. Die Ableitung

der für die Forschungsfragestellungen relevanten Informationen geschieht in den Schritten Datenerhebung, einer anschließenden lokalen Datenfusion und einer abschließenden globalen Datenfusion.

Im Zuge der Sensordatenerfassung werden Sensordaten verschiedener Modalitäten generiert. Für eine optimale Systemauslegung wurden für die auf beiden Seiten des Bahnübergangs vorhandenen zulaufenden Straßenbereiche und den zwischen den Schranken liegenden Gefahrenraum spezifische diversitäre Sensorkonfigurationen gewählt. Für die jeweiligen lokalen Perspektiven (Zulauf 1, Zulauf 2 und Gefahrenraum) werden Sensordaten verschiedener Modalitäten miteinander kombiniert, um die Vorteile beider Welten miteinander zu vereinen und die spezifischen Nachteile gegenseitig auszugleichen. Für die Zuläufe werden daher Radar- und Videodaten erhoben. Für den Gefahrenraum werden stereoskopische Videodaten und Laserdaten ermittelt.

→ Radarsensoren liefern auch unter widrigen Sichtbedingungen zuverlässig Daten der Trajektorien einzelner Objekte. Aufgrund des physikalischen Wirkprinzips ist der Radarsensor nur für metallische bzw. radarreflektierende Objekte sensibel, so dass ein Großteil nicht-relevanter Objekte für die weitere Datenverarbeitung frühzeitig ausgeblendet werden kann.

→ Videosensoren berechnen mit Hilfe von Bildverarbeitungsalgorithmen den optischen Fluss aus den Kameradaten. Der Einsatz bildverarbeitender Sensorik ermöglicht eine zuverlässige Klassifikation beweglicher und stehender Verkehrsteilnehmer. Darüber hinaus kann eine Interpretation der Daten und damit eine Klassifikation in verschiedene Fahrzeugkategorien erfolgen. Für einen Dauerbetrieb auch in Nachtstunden werden die Sichtbereiche der Videosensoren mit Infrarotblitzen ausgeleuchtet.

→ Stereoskopische Videosensoren generiert Videodaten aus zwei zueinander um 30 cm horizontal parallel verschobenen aber ansonsten gleich orientierten lokalen Perspektiven. Dies erlaubt die Ableitung von 3D-Objektkandidaten, welche in der nachgelagerten Fusion mit berücksichtigt werden können. Auch der Gefahrenraum wird für einen nächtlichen Betrieb mit Infrarotblitzen ausgeleuchtet.

→ Laserscanner beleuchten den Gefahrenraum des Bahnübergangs, wobei einer der Laserscanner die Verkehrsszene (insbesondere die Seitenprofile aller durch ihn sichtbaren Objekte und Hindernisse) parallel zum Boden mit einem Öffnungswinkel von 190° erfasst. Ein zweiter Laserscanner ist mit dem Blick nach unten ausgerichtet, so dass der Erfassungsbereich eine diagonale Ebene bildet.

Im Rahmen einer lokalen Datenfusion werden die Ergebnisse der Radar- und Videosignalverarbeitung (für Zulauf 1 und Zulauf 2), bzw. der Stereo-Video- und Lasersignalverarbeitung (für den Gefahrenraum) zu einem lokalen Modell des betrachteten Ausschnitts zusammengeführt. Ergebnis dieser lokalen Sensordatenfusion sind im gemeinsamen Weltkoordinatensystem verortete lokale Trajektorien samt zugehöriger Klassifikation des erkannten Objekts. Zwecks globaler Fusion werden diese Daten an den Fusions-PC des Multi-Sensor-Systems geschickt. Die Verarbeitungskette der lokalen Fusion ist in Bild 3 für einen Zulauf anhand einer synchron von Radar- und Videosensoren aufgenommenen Verkehrsszene exemplarisch dargestellt. Es wird deutlich, dass die Radarsensoren bereits über eine gute Entfernungsschätzung verfügen (links). Die Querposition ist allerdings noch nicht optimal ermittelbar. Durch Einbeziehung des optischen Flusses der Videosensoren (Mitte) kann eine 3D-Rekonstruktion durchgeführt werden und eine höhere Genauigkeit der Querposition des Fahrzeugs abgeleitet werden.

Im Zuge der globalen Datenfusion werden die in das gemeinsame Weltkoordinatensystem eingepassten lokalen Trajektorien in einem gemeinsamen Modell zusammengeführt. Das Ergebnis dieser finalen Fusion wird in Form einer entsprechenden Trajektorie in die Datenbank eingetragen. Dies umfasst für jeden Messzeitpunkt Schätzungen zur aktuellen Position, Geschwindigkeit und Ausdehnung des Objekts. Ergänzt wird dieser Datensatz um eine Klassifikation des Objekts und eine Prädiktion der Trajektorie für die nächsten bis zu 5 Sekunden. Hierfür

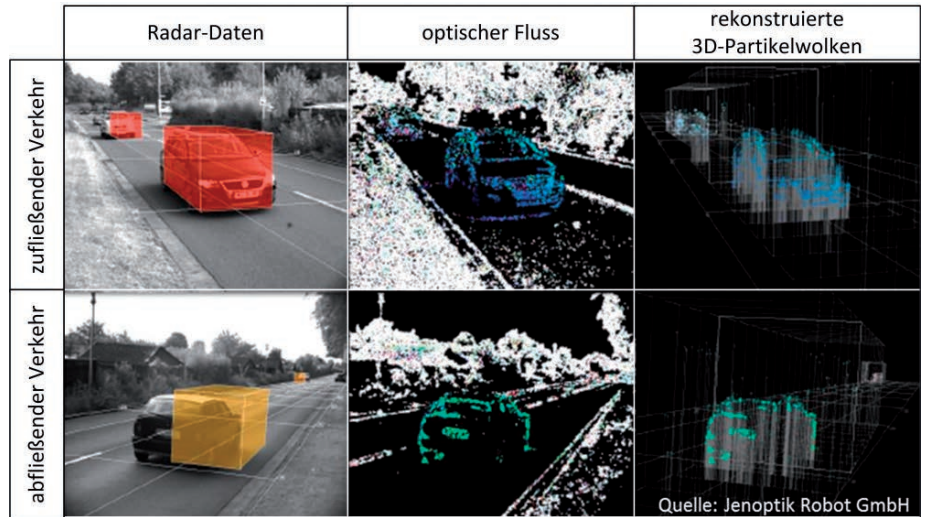


BILD 3: Lokale Fusion von Radar- und Videodaten für den Zulauf eines Bahnübergangs

müssen ggf. weitere Kontextinformationen wie beispielsweise das Öffnen und Schließen der Schranken mit einbezogen werden.

### DAS MOBILE GEHÄUSEKONZEPT DES FORSCHUNGSBAHNÜBERGANGS

Da der Forschungsbahnübergang ein breites Spektrum möglicher Anwendungsfelder abdecken soll, mussten in der Konzeption des Aufbaukonzepts verschiedene Anforderungen berücksichtigt werden:

→ Die Forschungsinfrastruktur muss möglichst flexibel an verschiedenen Orten zur Untersuchung verschiedener Lageplanfälle und Bahnübergangssicherungskonzepte eingesetzt werden können.

Das einzusetzende Gehäuse war daher hinsichtlich seiner räumlichen Abmessungen und des Gewichts zu minimieren, um eine mobile Einrichtung zu ermöglichen. Aus diesem Grund wurde ein modularer Ansatz verfolgt. Auf einer Betonplatte werden ein Kippmast und ein vorkonfigurierter Schaltschrank vor Ort zusammengefügt. Der Kippmast ermöglicht die situationsgerechte Ausrichtung der einzelnen Sensoren.

→ Die Mobilität der Einrichtung erfordert eine geeignete Bedienoberfläche zur Kalibrierung der Sensorik in verschiedenen Lageplanfällen. Die Algorithmik sieht vor, dass auf der Basis von Luftbildern Fahrzeugtrajektorien eingelernt werden. Darüber hinaus wird durch regelmäßige Selbsttests offenbart, wenn »



## sicher & barrierefrei

BAHNÜBERGANGSSYSTEME für höchste Ansprüche

### - / veloSTRAIL – eliminiert die Spurrille

- ◆ Ermöglicht unter anderem Rad- und Rollstuhlfahrern, Inline-Skatern, Rollkoffern und Kinderwägen ein äußerst sicheres & barrierefreies Überqueren von Straße und Schiene.
- ◆ jetzt für Zuggeschwindigkeiten bis max. 120 km/h > Prüfbericht bei uns erhältlich
- ◆ Innenplatten – in 600 und 1.200 mm lieferbar

KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. KG / STRAIL Bahnübergangssysteme & STRAILastic Gleisdämmsysteme  
D-84529 Tittmoning, Obb. / Göllstraße 8 / tel. +49 | 86 83 | 701-0 / fax -126 / info@strail.de / www.strail.de






**BILD 4:** Semi-stationäre Multi-Sensor-Einheit des Forschungsbahnübergangs

eine Rekalibrierung der Sensorik erforderlich ist. Diese erneute Kalibrierung erfolgt selbsttätig und wird von der Messereinrichtung protokolliert.

→ Die Installation technischer Infrastruktur im Verkehrsraum öffentlicher Straßen muss möglichen Gefährdungen hinsichtlich unbefugten Zugriffs oder mutwilliger Zerstörung durch eine vandalismugeschützte Gehäusekonstruktion Rechnung tragen. Aus diesem Grund wurde ein Gehäuse gewählt, welches sowohl der Einbruchschutzklasse RC 4, als auch der Feuerfestigkeitsklasse F30 genügt.

Bild 4 zeigt den Aufbau der semi-stationären Multi-Sensor-Einheit. Nach dem Herstellen eines Planums wird ein Betonsockel mit einem Lkw an die geplante Einsatzstelle geliefert und mit einem Kran abgesetzt. Anschließend werden die beiden vandalismugeschützten Schaltschränke auf das Fundament abgesetzt und dort fest verankert. Der Fuß des Kippmasts ist am Betonfundament fest verankert. Der Kippmast selbst wird an Ort und Stelle in den Fuß eingesetzt und dort verankert. Anschließend wird der vorkonfigurierte Sensorikträger am Kippmast befestigt und der Mast aufgerichtet. Es erfolgt durch die Anlage eine automatische Bestimmung extrinsischer Parameter (exakte Höhe und Ausrichtung der Sensoren bezogen auf den betreffenden Lageplanfall), so dass der Messaufbau entsprechend kalibriert werden kann. Das Fundament gewährleistet eine ausreichende Stabilität im Falle angreifender Windlasten, so dass die Standfestigkeit des Messaufbaus während einer mehrwöchigen Testkampagne aufrecht erhalten bleibt. Die Stromversorgung erfolgt im ersten Schritt über eine lokal verfügbare Energiequelle (z. B. Baustromverteiler). Eine Hochrüstung des Messaufbaus auf eine autarke Energieversorgung, ggf. mit Brennstoffzellen, ist als zukünftige Option vorgesehen.

## DATENSCHUTZ ALS ZENTRALE FRAGESTELLUNG

Frühzeitig im Projekt musste ein Konzept erstellt werden, in dem die relevanten Rechtsnormen identifiziert wurden und die sich daraus ergebenden Datenschutzfragestellungen mit technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen beantwortet wurden. Wesentliche Konsequenz der datenschutzrechtlichen Betrachtung ist die Behandlung personenbezogener Daten. Für den Forschungszweck der Unfallforschung und forschungsgeliteten Algorithmenentwicklung werden vorhandene personenbezogene Rohdaten bereits in der lokalen Rechnerinfrastruktur des Forschungsbahnübergangs in anonymisierte Forschungsdaten transformiert (mathematische Beschreibungen der Fahrzeugtrajektorien und Fahrzeugkategorien). Verlässt ein Fahrzeug den Bereich des Bahnübergangs, wird das korrespondierende personenbezogene Bildmaterial unmittelbar gelöscht. Zu Plausibilisierungszwecken können Aufnahmen ausgewählter Szenen mit geringer Auflösung und in Graustufen zeitlich unbegrenzt gespeichert werden. Die gewählte Auflösung und die Graustufen erlauben jedoch keinen Rückbezug auf personenbezogene Merkmale, d. h. es handelt sich um anonymisierte Daten.

## ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Das DLR baut im Rahmen der flexiblen „Anwendungsplattform Intelligente Mobilität (AIM)“ eine Forschungsinfrastruktur für Bahnübergänge auf. Diese Infrastruktur kann grundsätzlich an beliebigen Bahnübergängen installiert werden. Im Sommer 2013 wurde ein erster Prototyp des Multi-Sensor-Systems am Bahnübergang an der Tappenbecker Landstraße in Wolfsburg erprobt.

Die Ergebnisse dieser ersten Testkampagne fließen in die Entwicklung der Algorithmen und eine weitere Ausdifferenzierung des Sensorikkonzepts mit ein. In einem weiteren Integrationsschritt sind Testkampagnen am Bahnübergang Bienrode (Gebiet der Stadt Braunschweig) in konkreter Abstimmung mit dem Straßenbausträger und den Anrainern geplant. Anhand der Untersuchungen können Erkenntnisse über das natürliche Verhalten aller beteiligten Verkehrsteilnehmer am Bahnübergang auf der Grundlage einer großen Stichprobe gewonnen werden. Dieses Wissen kann zukünftig dazu beitragen, Assistenzsysteme zur Unterstützung der verschiedenen Verkehre zu entwickeln und ihre Wirksamkeit mithilfe der Forschungsinfrastruktur des DLR zu untersuchen. ◀

## Literatur

- [1] Schnieder, Lars; Lemmer, Karsten: Anwendungsplattform Intelligente Mobilität – eine Plattform für die verkehrswissenschaftliche Forschung und die Entwicklung intelligenter Mobilitätsdienste. Internationales Verkehrswesen (64) 4/2012, S. 62-63.
- [2] DB Netz AG. (2011). Anteil der Straßenverkehrsteilnehmer an den Unfällen an Bahnübergängen. Frankfurt am Main: DB Netz AG.
- [3] Deutscher Bundestag (PuK 2 - Parlamentskorrespondenz). (2012). Im Bundestag notiert: Unfälle am Bahnübergang. Berlin.
- [4] Grippenkov, J., Giesemann, S., & Dietsch, S. (2012). Contributing Human Factors in German Level Crossing Accidents. 30th European Annual Conference on Human Decision-Making and Manual Control Proceedings (pp. 97-107). Braunschweig: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
- [5] Anwendungsplattform Intelligente Mobilität (AIM): <http://www.dlr.de/fs/aim>
- [6] Schnieder, Lars; Grippenkov, Jan; Lemmer, Karsten; Wang, Wei; Lackhove, Christoph: Aufbau eines Forschungsbahnübergangs im Rahmen der Anwendungsplattform Intelligente Mobilität. Signal und Draht (105) 06/2013, S. 25-28.
- [7] Dietsch, Sandra; Grippenkov, Jan: Fahrverhalten – Nicht Sehen oder nicht Verstehen? In: Eisenbahningenieurkalender 2014, S. 289 – 300.

## ► SUMMARY

Investigation into traffic movements at the research level crossing – prospects for improving level-crossing safety

The Application Platform for Intelligent Mobility (AIM) of the German Aerospace Center (DLR) is a research infrastructure which is reusable and operated on a long term basis. In specific research projects this approach reduces the costs and time needed to implement the required infrastructure. The mobile sensor system of the research level crossing allows the detailed observation of traffic at level crossings. This observation helps to develop a reliable classification of atypical and accident-prone behaviors of the roadside traffic. Based on this classification, human centered assistance systems can be developed in the future, in order to improve safety at level crossings for all means of transportation.