

Forschung für die Bahn der Zukunft

Institut für
Verkehrssystemtechnik



Inhaltsverzeichnis

Institut für Verkehrssystemtechnik _____	3
Abteilung Bahnsysteme _____	4

Forschungsthemen der Abteilung Bahnsysteme

Test und Validierung _____	6
Zukunftsfähiger Bahnbetrieb _____	8
Life Cycle Management _____	10
Sensoren – Daten – Algorithmen _____	12
Rail Human Factors _____	14
Sicherheit und Zulassung _____	16

Laborinfrastruktur

Railway Simulation and Testing (RailSiTe®) _____	18
Railway Simulation Environment for Train Drivers and Operators (RailSET®) _____	20
Railway Driving and Validation Environment (RailDriVE®) _____	22

Institut für Verkehrssystemtechnik

Mobilität hat in unserer Wirtschaft und Gesellschaft einen hohen Stellenwert. Menschen wollen sicher, bequem und schnell ihr Ziel erreichen. Güter müssen über kurze und lange Strecken kostengünstig transportiert werden. Folgen der Mobilität zeigen sich in Umweltbelastungen, Unfällen und Staus.

Über 120 Wissenschaftler aus unterschiedlichen Fachrichtungen wie Ingenieure, Psychologen und Informatiker erbringen im Institut für Verkehrssystemtechnik an den Standorten Braunschweig und Berlin Forschungs- und Entwicklungsleistungen für Automotive- und Bahnsysteme sowie für das Verkehrsmanagement. Damit leisten sie einen Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit und Effizienz des straßen- und schienengebundenen Verkehrs. Sie entwerfen, entwickeln und evaluieren in interdisziplinären Teams Lösungen für nutzerorientierte Fahrerassistenz, zur Verkehrserfassung und -beeinflussung sowie zur Sicherung, Automatisierung und Disposition im Schienenverkehr. Dabei berücksichtigen sie die Anforderungen und Auswirkungen innerhalb des Gesamtverkehrssystems. Die enge Kooperation mit den Instituten und Einrichtungen des DLR ermöglicht die Nutzung von Synergien mit der Luft- und Raumfahrt sowie der Energietechnik.

2001 unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Karsten Lemmer am Braunschweiger Forschungsflughafen gegründet, ist das Institut für Verkehrssystemtechnik seitdem stark gewachsen und hat seine Forschungsaktivitäten ausgebaut. Die Wissenschaftler arbeiten auf nationaler und internationaler Ebene mit Partnern und Kunden aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik zusammen.

Die Qualität der Arbeit des Instituts ist nach ISO 9001:2008 und VDA 6.2 zertifiziert. Darüber hinaus wurde der Bereich Bahnsysteme durch das Eisenbahn-Cert (EBC) als Unterauftragnehmer der Benannten Stelle „Interoperabilität“ anerkannt.

Abteilung Bahnsysteme

Sicher und effizient auf der Schiene.

Die Forderung ist aktuell und unmissverständlich: Die Wettbewerbsfähigkeit des Verkehrsträgers Schiene muss erhöht werden. Ein wichtiger Schlüssel hierfür ist eine wirtschaftliche und leistungsfähige Leit- und Sicherungstechnik.

Wir entwickeln im Kontext der Bahnautomatisierung innovative Technologien, Methoden und Konzepte für das System Bahn. Seine betriebliche, technische und wirtschaftliche Optimierung ist das Ziel.

Unser Motto: Schienenverkehr sicher, effizient und wettbewerbsfähig gestalten, die europäische Harmonisierung vorantreiben.

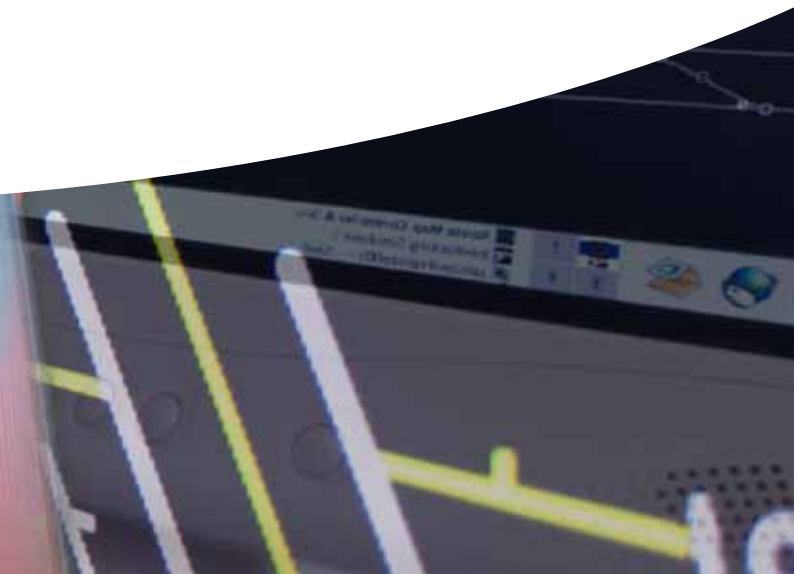
Das sind die Themen unserer Forschung und Entwicklung, die wir auf den folgenden Seiten näher vorstellen:

- Test und Validierung
- Zukunftsfähiger Bahnbetrieb
- Life Cycle Management (LCM)
- Sensoren – Daten – Algorithmen
- Rail Human Factors
- Sicherheit und Zulassung



Hinzu kommen Großforschungsanlagen und Simulations-Labore mit Alleinstellung. Sie unterstützen die Arbeiten und ermöglichen eine experimentelle Validierung der Forschungsergebnisse:

- Railway Simulation and Testing (RailSiTe®)
- Railway Simulation Environment for Train Drivers and Operators (RailSET®)
- Railway Driving and Validation Environment (RailDrive®)



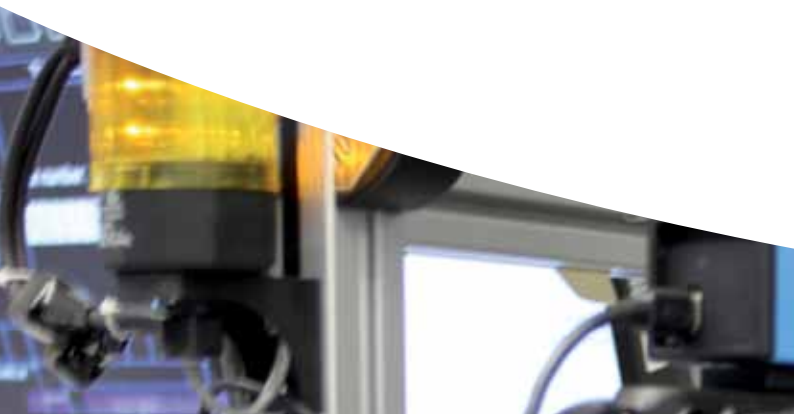
Test und Validierung

Individuell. Präzise. Schnell.

In unserem akkreditierten Labor RailSiTe® testen wir Komponenten, Schnittstellen und betriebliche Szenarien.

Aufgrund besonderer Sicherheitsanforderungen im Bahnbereich wird der Entwicklungsprozess für Leit- und Sicherungstechnik kontinuierlich durch einen parallel laufenden Testprozess begleitet. Dieser beginnt bei der Spezifikation, geht über die Ableitung von Testfällen und Testumgebungen und endet bei der Abnahme finaler Hardware und Systeme.

Das Institut für Verkehrssystemtechnik erforscht Prozesse, Methoden und deren konkrete Umsetzung, um Testprozesse zu optimieren. Als Forschungsinfrastruktur nutzen wir unser modulares Bahnlabor RailSiTe®: Vollständige Streckenprojektierungen können wir in unsere Laborumgebung laden, um bereits während der Projektierungsphase umfangreiche funktionale und betriebliche Tests durchzuführen. Auf diesem Weg können wir Fehler in vorgesehenen Nachrichtenpaketen oder sicherungstechnische Engpässe auf der Strecke identifizieren. Auch wenn sich eine Strecke bereits im Betrieb befindet, können wir betriebliche Änderungen und Optimierungen testen und bewerten.



Aufgrund der modularen Architektur des Labors können auch einzelne Komponenten des Bahnsystems in funktionalen und betrieblichen Szenarien in der Simulation getestet werden. Momentan liegt der Schwerpunkt der Arbeiten hier bei Konformitäts- und Interoperabilitätstests von Komponenten des European Train Control System (ETCS).

Die zu testenden Systeme sind aber nicht auf ETCS begrenzt. Aufgrund austauschbarer Schichten in den einzelnen Modulen können auch andere Leit- und Sicherungssysteme implementiert und untersucht werden. So können zum Beispiel neue Benutzeroberflächen für Stellwerke oder neue Schnittstellenkonzepte zu weiteren Komponenten der Leit- und Sicherungstechnik schnell und effektiv getestet werden.

Die im RailSiTe® durchgeführten Tests können auch zur Validierung der Systeme genutzt werden. Dazu stehen umfangreiche Methoden zur Ableitung von Testfällen aus Spezifikationen, Übertragung dieser Testfälle in Laborszenarien und deren automatisierter Durchführung, Protokollierung und Auswertung zur Verfügung.

Damit bietet das Institut für Verkehrssystemtechnik umfassendes Know-how im Bereich Tests und Validierung – speziell im Bereich Konformitäts- und Interoperabilitätstests – und darüber hinaus eine flexible Testinfrastruktur.

Übrigens: Das DLR Bahnlabor RailSiTe® ist Anfang 2012 für den funktionalen Konformitätstest von ETCS-Fahrzeuggeräten (ERA Subset076) nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert worden.

Zukunftsfähiger Bahnbetrieb

Wir forschen am Schienenverkehr der Zukunft: energieeffizient, leistungsstark, leise.

Ein leistungs- und wettbewerbsfähiger Bahnverkehr ist unabdingbar, um umwelt- und wirtschaftspolitische Ziele zu erreichen. Um die hierfür notwendige Leistungsfähigkeit und Qualität sicherzustellen, müssen Infrastrukturen entsprechend des Bedarfs ausgebaut und Engpässe beseitigt werden. Die Umweltvorteile des Schienenverkehrs werden durch eine gesteigerte Energieeffizienz weiter ausgebaut. Dabei muss die Lärmbelastung der Anwohner – insbesondere durch den Güterverkehr – durch neue systemische Ansätze auf ein gesundheitlich unbedenkliches Maß begrenzt werden.

Die Forschungen zum Bahnbetrieb unterstützen diesen Prozess mit folgenden Schwerpunkten:

- Betriebswissenschaftliche Untersuchungen
- Identifikation und Entwicklung von Lösungen für einen emissionsoptimierten Bahnbetrieb
- Optimierung von technischen und betrieblichen Maßnahmen zur Lärminderung des Bahnbetriebs

Für eine bedarfsgerechte Infrastrukturbemessung und optimale Fahrplangestaltung ist die Bewertung der Leistungsfähigkeit von Strecken oder Netzen sowie der Stabilität von Fahrplänen Voraussetzung. Am DLR werden dafür Simulationstools unterschiedlicher Anbieter und Simulationssystematiken genutzt. Das Institut kann somit die Auswirkungen verschiedener betrieblicher und technischer Lösungen auf die Betriebsqualität von Knoten, Strecken und Netzen ermitteln. Für hoch belastete Strecken, insbesondere für den zunehmenden Hinterlandverkehr der Nordseehäfen, werden Lösungen für die kurz-, mittel- und langfristige Beseitigung von Streckenengpässen entwickelt und bewertet.

Neben einer hohen Streckenleistungsfähigkeit und der Pünktlichkeit gewinnen sowohl die Verringerung der Emissionen als auch die Reduzierung der Betriebskosten durch eine energieeffiziente Fahrweise zunehmend an Bedeutung. Vor diesem Hintergrund leitet das DLR Empfehlungen für die Disposition des Netzbetreibers und für die Fahrplangestaltung ab. Dazu werden mittels mikroskopischer Eisenbahnbetriebssimulationen fahrdynamische Untersuchungen durchgeführt und unterschiedliche Dispositions- und Fahrscenarien bewertet. Das DLR unterstützt die Bahnindustrie sowie Bahnbetreiber bei der Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen für ein energiesparendes Fahren.

Der verursachte Lärm beeinträchtigt die positive Umweltwirkung des Schienenverkehrs. Dieser Aspekt darf eine Verkehrsverlagerung zu Gunsten der Bahn nicht behindern. Es müssen neue Wege gefunden werden, die durch eine integrierte Betrachtungsweise des Systems Bahn eine effiziente Lärminderung erlauben. Dazu steuern wir insbesondere betriebliche Lösungsansätze bei, die die optimale Wirkungsweise technischer Maßnahmen ermöglichen. Das DLR hat darüber hinaus eine einzigartige Expertise entlang der gesamten Wirkungskette des Lärms. Das betrifft die Emission und Ausbreitung von Schall, die Lärmwirkung sowie technische Lösungen zur Lärminderung.



Life Cycle Management

Wirtschaftlich durch den gesamten Lebenszyklus.

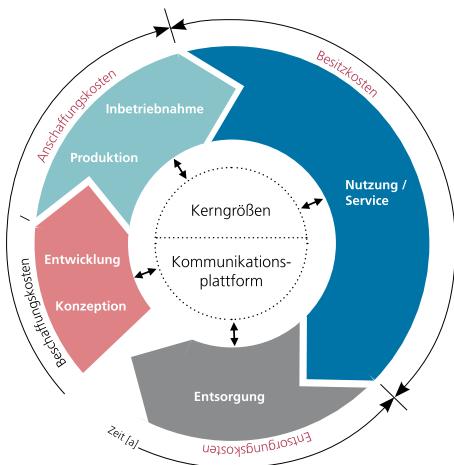
Die Akteure des Schienenverkehrs erleben einen zunehmenden Wettbewerb zwischen den Verkehrsträgern und eine wachsende Relevanz von ökologischen Themen. Um sich in diesem unternehmerischen Umfeld langfristig behaupten zu können, verlangt es nach betriebswirtschaftlich nachhaltigen Entscheidungen. Vor diesem Hintergrund bearbeiten wir Fragen zum Lebenszyklusmanagement und fokussieren uns auf folgende drei Schwerpunkte im Lebenszyklus der Eisenbahninfrastruktur:

- Entwicklung: Frühzeitige Identifikation und Ausgestaltung von Kostensenkungspotentialen
- Systemauslegung: Integrierte Bewertung unter Berücksichtigung von Ökonomie, Ökologie und Gesellschaft
- Anlagenbewirtschaftung: Bedarfsgerechte Instandhaltung

Das DLR unterstützt Bahntechnikhersteller bei der Entwicklung wirtschaftlicher Systeme. Unter Einsatz von Methoden der Systemanalyse und -beschreibung und dem Life Cycle Costing identifizieren wir Kostensenkungspotentiale, unterstützen deren Umsetzung und schätzen wirtschaftliche Effekte innovativer Technologien und Verfahren auf das komplexe Gesamtsystem ab.

Auf der Basis einer integrierten Bewertungsmethodik berät das DLR Hersteller, Betreiber und öffentliche Institutionen bei der Systemauslegung. Dabei werden die ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Auswirkungen von Infrastrukturmaßnahmen, Techniken und Betriebskonzepten untersucht. Daneben verfügen wir über Werkzeuge zur Bewertung der Migrationsfähigkeit innovativer Systeme und deren optimierte Einführung in bestehende Systemumgebungen (z.B. ETCS).





Zur Optimierung der Anlagenbewirtschaftung forscht das DLR an innovativen Verfahren und Technologien zur Umsetzung einer bedarfsgerechten, kosteneffizienten Instandhaltung. Denn uns ist klar: Instandhaltung der Komponenten in Abhängigkeit von Betriebsweise und Schädigung steigert die Systemverfügbarkeit und -sicherheit. Auch die Gestaltung von Instandhaltungsstrategien unter Berücksichtigung operativer sowie strategischer Entscheidungsparameter gehört für uns zu einer effizienten Anlagenbewirtschaftung.

Das DLR kombiniert das notwendige Wissen aus Bahnbetrieb, Technik und Betriebswirtschaft. So können die Forscher den gesamten Lebenszyklus der Eisenbahninfrastruktur ganzheitlich betrachten und optimieren. Durch die gemeinsame Betrachtung von technologischen Möglichkeiten und wirtschaftlicher Tragfähigkeit schaffen wir für Hersteller und Betreiber eine objektive Informationsbasis für wettbewerbsfähige Systeme und Entscheidungen. Mit dem vorhandenen Know-how und den entwickelten Werkzeugen unterstützen wir unsere Partner optimal in Fragen der Technologieauswahl, Technologieeinführung und des Anlagenmanagements. Die wirtschaftliche Effizienz des Systems Bahn ist ein entscheidender Faktor für seine Wettbewerbsfähigkeit - eine Voraussetzung für die Stärkung eines sicheren und umweltfreundlichen Verkehrs.

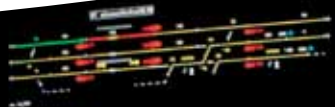
Sensoren – Daten – Algorithmen

Zuverlässig orten:

professionell, kostengünstig, individuell.

Die Ortung von Schienenfahrzeugen durch streckenseitige Einrichtungen wie z.B. Achszähler impliziert für gering ausgelastete Strecken häufig vergleichsweise hohe, fixe Kosten. Durch eine Verlagerung der Ortungsfunktionalität und der dafür notwendigen Technologie auf das Fahrzeug können diese Kosten auf regionalen Strecken gesenkt und der Betrieb wirtschaftlich gestaltet werden. Deshalb realisiert das DLR entsprechende Kundenanforderungen nach fahrzeugautarken, GNSS-basierten Ortungssystemen. Weitere vom DLR adressierte Anwendungen fahrzeugautarker Ortungssysteme beziehen sich auf die Fortschreibung der Zugbewegung zur Prognose des zukünftigen Fahrwegs sowie die georeferenzierte Angabe von Zustandsinformationen - sowohl der Infrastruktur als auch der Fahrzeuge. Solche Systeme zur Bereitstellung kombinierter Zustands-Ortungsinformationen können beispielsweise für eine verbesserte Instandhaltungsplanung und Logistik sowie zur Reiseinformation genutzt werden.

Für die zeitsynchrone Aufzeichnung der multiplen Ortungssensordaten steht ein vom DLR entwickeltes Tool zu Verfügung. Damit ist auch die Abspielung dieser Daten für eine realitätsnahe Simulation zum Test prototypischer sensorbasierter Algorithmen zur Ortung und Zustandserfassung von Schienenfahrzeugen möglich. Die für die Online-Fusion der Ortungssensordaten notwendigen Algorithmen werden ebenfalls vom DLR entwickelt. Sie dienen der Kombination von GNSS- und Fahrzeugsensordaten sowie dem Abgleich mit einer digitalen Streckenkarte - dem sogenannten Map-Matching. Dabei finden in den Algorithmen auch bahnspezifische Randbedingungen Berücksichtigung. Die Adaption des Ortungssystems entsprechend der Kundenwünsche und der anvisierten Anwendungen ist aufgrund der modularen Systemarchitektur problemlos möglich.



Ein Forschungsschwerpunkt im Rahmen der Ortungssystementwicklung ist die Ableitung von Aussagen über die Zuverlässigkeit des Ortungsergebnisses in Form der Integrität. Das ist die Voraussetzung für die Integration eines innovativen Ortungssystems in sicherheitskritische Anwendungen.

Das als mobiles Versuchsfahrzeug ausgebaute Zweiwegefahrzeug RailDrive® ist mit Ortungs-, Kommunikations- und Rechentechnik ausgestattet und kann damit für die teilautomatisierte Erzeugung von digitalen Streckenkarten sowie als Referenz zur Validation von Sensoren und Systemen externer Partner und Kunden eingesetzt werden. Eine gemeinsame Datenbasis mit dem Eisenbahnsimulationslabor RailSiTe® und dem RailSET®, der Simulationsumgebung des Triebfahrzeugführer Arbeitsplatz, ermöglicht die durchgängige Nutzung von Geodaten in den drei Laboren. Da die digitalen Karten essentiell für die gleisbezogene Ortung von Schienenfahrzeugen sind, arbeitet das DLR auch aktiv an der Standardisierung von Austauschformaten für Kartendaten und einem Konzept für das Lebenszyklusmanagement der digitalen Streckenkarten mit.



Rail Human Factors

Der Mensch im Mittelpunkt.

Usability first im Bahnbetrieb von morgen.

Um den Forschungsgegenstand der Bahnsysteme umfassend zu betrachten, ist es notwendig, den bisher stark technikgetriebenen Forschungsansatz mit dem wesentlichen Einflussfaktor Mensch zu vervollständigen. Hier setzt die interdisziplinäre Forschung des Instituts für Verkehrssystemtechnik an: Der Mensch steht als Teil des Gesamtsystems Bahn im Vordergrund. Egal, ob am Arbeitsplatz des Triebfahrzeugführers, des Fahrdienstleiters oder des Disponenten – bei uns werden innovative Konzepte der Mensch-Maschine-Interaktion im Bahnwesen unter Berücksichtigung des Menschen mit allen seinen Stärken und Schwächen erforscht.

In der kontinuierlichen Weiterentwicklung von Altsystemen hin zu neuen technischen Entwicklungen wie dem ETCS oder der Darstellung großer Mengen sicherheitsrelevanter Informationen im ESTW besteht eine besondere Herausforderung. Das DLR unterstützt Hersteller und Betreiber in Entwicklung und Fragen der nutzerfreundlichen Gestaltung von Ein- und Ausgabemedien bestehender und zukünftiger Bediensysteme. Die Berücksichtigung der Gebrauchstauglichkeit (Usability) in frühen Entwicklungsphasen führt zu einer intuitiven Nutzbarkeit der Systeme und ist damit auch ein wirtschaftlicher Faktor: Schulungen und kostenintensive Überarbeitungen können durch den geringen Aufwand einer Usability Analyse im Vorhinein vermieden werden.



Neben Nutzerzentrierter Systementwicklung und Usability spielt das Thema der Automatisierung eine wichtige Rolle in unserer Forschung. Wir wissen: Automatisierung ist nur begrenzt sinnvoll. Aufgaben sollten nur so weit erleichtert werden, dass sie den Nutzer angemessen entlasten. Automation in zu großem Umfang führt zu einer monotonen Arbeitsumgebung, was sich nachteilig auf die Aufmerksamkeit auswirkt und Fehler begünstigt. In schwierigen Situationen und Störfällen muss ein System so gestaltet sein, dass es den Bediener optimal unterstützt. Ein nutzerzentriert gestaltetes System trägt direkt zu einer beschleunigten Rückkehr in den planmäßigen Betrieb bei und verringert das Entstehen von Verspätungen und Anschlusschwierigkeiten.

Unsere Forschung basiert auf drei wesentlichen Eckpfeilern:

- Den Bediener verstehen
- Bestehende Systeme evaluieren
- Neue Konzepte entwickeln und erproben

Wir erforschen relevante menschliche Wahrnehmungs- und Entscheidungsprozesse, um den Bediener zu verstehen. Methoden des Usability Engineerings finden Anwendung in der Evaluation bestehender Systeme. Unter besonderer Berücksichtigung der Ergonomie und der intuitiven Bedienbarkeit werden Gestaltungskonzepte zukünftiger Systeme entwickelt.

Ein besonderes Plus: Versuche im Fahrsimulator RailSET® ermöglichen uns kontrollierte Forschungsarbeit unter realitätsnahen Bedingungen.

Unser Ziel: Über den menschenzentrierten Ansatz leisten wir einen wertvollen Beitrag zu einem nutzergerechten, sicheren und reibungsloseren Bahnverkehr von morgen.



Sicherheit und Zulassung

Wir optimieren die Sicherheitsnachweisführung. Darauf kann man sich verlassen.

Eine große Herausforderung in allen Bereichen des Gesamtsystems Bahn ist es, ein hohes Sicherheitsniveau bei möglichst geringem Aufwand für Hersteller, Betreiber und zulassende Behörde zu gewährleisten. Der Zulassungsprozess für Systeme der Leit- und Sicherungstechnik und der Schienenfahrzeugtechnik ist sehr komplex. Alle Anforderungen europäischer Regelwerke müssen von den Akteuren umgesetzt werden. Die kontinuierliche Optimierung dieser Prozesse dient dem Erhalt und der Verbesserung des hohen Sicherheitsniveaus des Bahnsystems sowie der Senkung der Kosten des Zulassungsprozesses selbst.

Die Sicherheit des Eisenbahnsystems hängt neben der Zuverlässigkeit der technischen Komponenten – insbesondere im Störungsbetrieb – auch von der Zuverlässigkeit des Menschen ab. Die Einbeziehung der menschlichen Einflussfaktoren in Betrachtungen zur Verlässlichkeit (RAMS) wird auch von DIN EN 50126-1 gefordert. Hier werden allerdings keine detaillierten Methoden zur Verfügung gestellt. Das Institut für Verkehrssystemtechnik des DLR entwickelt deshalb neue Methoden zur Analyse der menschlichen Zuverlässigkeit im Eisenbahnverkehr. Sie basieren auf kognitionspsychologischen Kenntnissen zur Fehlerentstehung und sind gleichzeitig handhabbar für die Eisenbahnpraxis.

In interdisziplinären Teams erarbeiten wir innovative Konzepte und Verfahren zur effizienten Sicherheitsnachweisführung. Zudem entwickeln wir Modelle zur Integration der menschlichen Zuverlässigkeit in die Bestimmung von Gefährdungsraten. Mit dem Einsatz eigener und gängiger Methoden unterstützen wir unsere

Kunden als Verifizierer, Validierer und Berater bei ihren Projekten. Dabei geht es um die Entwicklung von Systemen in den Bereichen der Bahnübergangssicherung, der Schienenfahrzeugtechnik und der Leit- und Sicherungstechnik. Die Verfahren für ganzheitliche Sicherheitsbetrachtungen nach CENELEC EN 5012x und IEC 61508 gehören ebenso zu unserem Portfolio wie Unfallursachenanalysen, Zulassungsbegleitung (einschließlich Cross Acceptance) und die Unterstützung bei der Umsetzung der CSM-Verordnung 352/2009.

Ein weiterer Schwerpunkt unserer Aktivitäten ist – neben Fragestellungen zum effizienten Nachweis der Sicherheit und zur Zulassung – die Gestaltung sicherer technischer Systeme. In erster Linie sind hier innovative Bahnübergangssicherungen zu nennen. In diesem Zusammenhang entwerfen wir Konzepte und technische Lösungen zur Verbesserung der Sicherheit und zur Optimierung des Bahnsystems.



Railway Simulation and Testing (RailSiTe®)

Das Labor.

Das RailSiTe® ist das eisenbahntechnische Simulations- und Testlabor des DLR. Seit 2012 ist es nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 für den funktionalen Konformitätstest von ETCS-Fahrzeuggeräten akkreditiert. Es ermöglicht detailgetreue technische und betriebliche Simulationen sowie Tests von Eisenbahnleit- und Sicherungssystemen. Das Labor ist dabei in der Lage, die komplette Kette des Systems Schienenverkehr funktional im Detail abzubilden. Und zwar gilt dies von der streckenseitigen Leit- und Sicherungstechnik, dem Stellwerk, über Streckeninfrastruktur und Luftschnittstelle zwischen Strecke und Zug bis hin zur Fahrzeugseite.

Die modulare Architektur ermöglicht es, einzelne Komponenten der Leit- und Sicherungstechnik sowohl als Softwaremodul als auch als Hardwarekomponente über reale physikalische Schnittstellen in die Simulation zu integrieren. Mit dem RailSiTe® können somit streckenseitige Komponenten wie Funkblockzentralen, Stellwerke oder Feldkomponenten sowie Streckenprojektierungen bezüglich ihrer betrieblich-technischen Funktionen getestet werden – für sich allein oder im Zusammenspiel.



CI

Das RailSiTe® ist eines von nur drei unabhängigen Laboren in Europa, die für Tests der Konformität und Interoperabilität von Subsystemen und Komponenten des European Train Control System (ETCS) eingesetzt werden. Es ist anerkannter Unterauftragnehmer des Eisenbahn Cert (EBC).

Es ermöglicht in seiner aktuellen Ausbaustufe:

- Validierung und funktionale Überprüfung von ETCS-Einheiten auf Komponentenebene bezüglich ihrer Konformität und Interoperabilität
- Validierung und funktionale Überprüfung des ETCS-Gesamtsystems im Zusammenspiel der fahrzeugseitigen und streckenseitigen Komponenten
- Bewertung von ETCS-Strecken hinsichtlich ihrer betrieblichen Eignung



Realitätsgetreue Nachbildung von Streckeninfrastrukturen

Railway Simulation Environment for Train Drivers and Operators (RailSET®)

Das Labor.

Im System Bahn interagieren Menschen als Triebfahrzeugführer, Fahrdienstleiter oder Disponenten mit verschiedenen technischen Schnittstellen – sowohl im Zug als auch in den Leitstellen. Die Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit mit der die Mitarbeiter ihre Aufgaben verrichten, beeinflussen auf der einen Seite die Sicherheit und die Leistungsfähigkeit des Eisenbahnsystems, werden aber ihrerseits durch eine Vielzahl von Faktoren im Zusammenspiel Mensch – Maschine – Umwelt beeinflusst.

Eine optimale Interaktion zwischen Mensch und System setzt auch im Bahnbereich die angemessene Berücksichtigung der Bediener bei der Systementwicklung voraus. Hierfür müssen die Anforderungen der Nutzer an Funktion, Gestaltung und Bedienung der betreffenden Schnittstellen erhoben und Zwischenergebnisse überprüft werden. Das Labor RailSET® – Railway Simulation Environment for Train Drivers and Operators – leistet einen zentralen Beitrag zu allen Stufen eines solchen menschenzentrierten Entwicklungsprozesses. Die bahnspezifische Simulationsumgebung ermöglicht eine realitätsgetreue Abbildung des Aufgabenkontextes an den Arbeitsplätzen von Triebfahrzeugführer und Fahrdienstleiter. So können Einflussfaktoren beliebig variiert und ihre Auswirkungen auf den Menschen untersucht werden.



Arbeitsplatz für Triebfahrzeugführer mit originalem Steuerungspult im RailSET®

Am Triebfahrzeugführer Arbeitsplatz finden Versuchspersonen ein originales Steuerungspult eines Triebfahrzeuges vor, das in eine abgeschlossene Kabine integriert ist. Sie erleben vom Fahrersitz aus eine komplett simulierte Fahrstrecke. Entlang der Strecke sind Fahrweegelemente (z. B. Signale und Bahnübergänge) visualisiert. Diese können entsprechend der zugrunde gelegten Leit- und Sicherungstechnik störungsfrei und störungsbehaftet simuliert werden, wodurch Untersuchungen verschiedener Betriebsszenarien ohne Beeinflussung oder gar Gefahren für den realen Bahnverkehr ermöglicht werden. So lassen sich neue Informations- und Assistenzsysteme oder Gestaltungsvarianten für interaktive Systeme am Arbeitsplatz des Triebfahrzeugführers sowie die Auswirkungen verschiedener Sicherungssysteme evaluieren.

Die Untersuchungsmöglichkeiten werden durch einen Simulationsarbeitsplatz für Fahrdienstleiter komplettiert.



Railway Driving and Validation Environment (RailDrivE®)

Das Versuchsfahrzeug auf Straße und Schiene.

Zum Test und zur Entwicklung von Systemen für eine kontinuierliche, schienenfahrzeugseitige Ortung hat das Institut für Verkehrssystemtechnik das Versuchs- und Messfahrzeug RailDrivE® aufgebaut. Dieses Zweibegefahrzeug ermöglicht als LKW die Vorbereitung von Versuchen, bevor es als Schienenfahrzeug direkt auf der gewünschten Teststrecke eingesetzt wird.

Die Einsatzfelder des RailDrivE® sind vielfältig. Mit dem Fahrzeug können unter realen Bedingungen neue Ortungskomponenten zur Bewertung von Fehlereinflüssen und zur Zulassungsunterstützung getestet werden. Das DLR übernimmt für Kunden auf Wunsch die Entwicklung geeigneter Algorithmen für die Fusion der verschiedenen Ortungssensordaten oder unterstützt sie dabei.

Darüber hinaus können Tests und Bewertungen verschiedener Sensorkombinationen durchgeführt werden, um daraus – gemäß den Kundenanforderungen – die beste Kombination abzuleiten.



Das RailDrivE®: Versuchs- und Messfahrzeug für Straße und Schiene



Das RailDrive® steht Kunden auch als Plattform für die Entwicklung von Anwendungen unter Nutzung des zukünftigen Europäischen Satellitennavigationssystems Galileo zur Verfügung. Neben dem Test und der Realisierung von Ortungssystemen kommt das Rail-Drive® für die Einmessung von Streckengeometrien zum Einsatz. Darauf aufbauend können digitale Karten des befahrenen Bereichs erzeugt werden.

Die Kombinationsmöglichkeit von fahrzeugautarken Ortungs- und drahtlosen Kommunikationssystemen ermöglicht die Entwicklung und den Test von infrastrukturunabhängigen Kollisionsvermeidungssystemen. Diese können als ergänzendes Sicherungssystem das Fahren im Rangierbetrieb, in Baustellenbereichen und auf bisher nicht technisch gesicherten Strecken sicherer gestalten. Auch die Erfassung ausgewählter fehlerhafter Zustände des Gleisoberbaus zählt zum Portfolio des RailDrive®.

Das RailDrive® bietet eine flexible, anpassungsfähige Plattform für Versuche zur Ortung und Zustandserfassung des Oberbaus im Schienenverkehr.

Zur Basisausstattung zählen eine GNSS-Antenne (Global Navigation Satellite System) und -Empfänger mit GSM- und Funkmodem zum Empfang von Korrektursignalen, mit deren Hilfe die absolute Position, die Geschwindigkeit und die Zeit präzise bestimmt werden. Als Distanz- bzw. Geschwindigkeitsmesser sind Dopplerradar verschiedener Hersteller, ein Achsimpulsgeber, ein optischer Sensor und ein Wirbelstromsensor installiert. Letzterer detektiert auch Weichen. Ein Inertialmesssensor liefert Informationen zur Drehrate und zu den Beschleunigungen des Fahrzeugs. Eine Balisenantenne, ein RFID-Antennensystem sowie ein Laserscanner zur Umfelderkennung ergänzen die übrigen fahrzeugseitigen Ortungssensoren. Zur Basisausstattung gehören darüber hinaus eine autarke Netzstromversorgung sowie zwei Rechnerarbeitsplätze mit integriertem Zeitserver zur synchronen Erfassung aller Sensordaten.

Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zudem fungiert das DLR als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den 16 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 7.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris und Washington D.C.



**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt**

Institut für Verkehrssystemtechnik

Prof. Dr.-Ing. Karsten Lemmer

Lilienthalplatz 7, 38108 Braunschweig
Rutherfordstraße 2, 12489 Berlin

Telefon: 0531 / 295-3401

Telefax: 0531 / 295-3402

E-Mail: verkehrssystemtechnik@dlr.de

Internet: www.dlr.de/ts