

Bahnsysteme

Institut für Verkehrssystemtechnik



Institut für Verkehrssystemtechnik _____	3
Abteilung Bahnsysteme _____	4

Forschungsthemen der Abteilung Bahnsysteme

European Train Control System (ETCS) _____	6
Life Cycle Management _____	8
Sicherheit und Zulassung _____	10
Rail Human Factors _____	12
Bahnbetrieb _____	14

Laborinfrastruktur

Railway Simulation and Testing (RailSiTe®) _____	16
Railway Simulation Environment for Train drivers and operators (RailSET) _____	17
Railway Driving and Validation Environment (RailDrive®) _____	18

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 100 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.

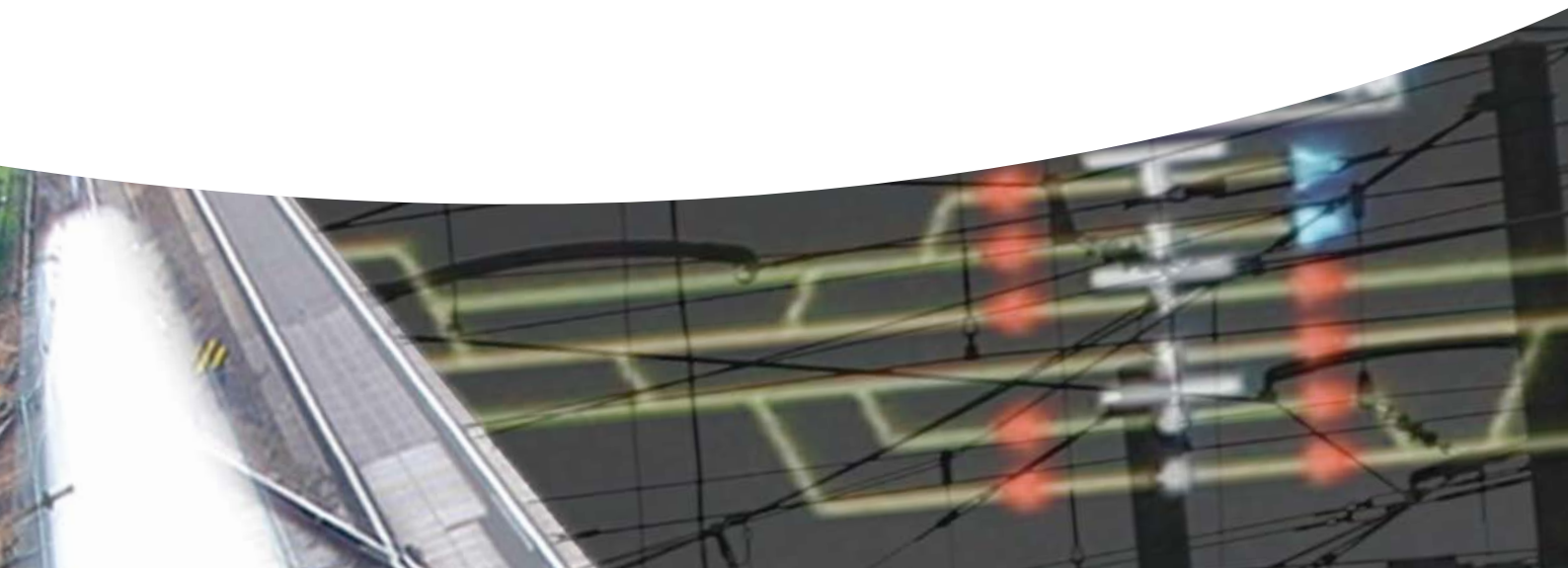
Unser Motto: Schienenverkehr sicher, effizient und wettbewerbsfähig gestalten, die europäische Harmonisierung vorantreiben.

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

- European Train Control System (ETCS)
- Life Cycle Management
- Sicherheit und Zulassung
- Rail Human Factors
- Bahnbetrieb

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

- Railway Simulation and Testing (RailSiTe)
- Railway Simulation Environment for Train drivers and operators (RailSET)
- Railway Driving and Validation Environment (RailDrIVE)



European Train Control System (ETCS)

Wir forschen, damit nationale Barrieren im Bahnverkehr verschwinden.

Wir helfen mit, Grenzen abzubauen.

Mit uns kommt Europa zum Zug.

ETCS wird in vielen Ländern bei neuen und bestehenden Strecken eingesetzt, um die verschiedenen nationalen Zugbeeinflussungssysteme zu ersetzen. Damit wird endlich ein länderübergreifendes einheitliches System etabliert. Das Institut für Verkehrssystemtechnik unterstützt die Realisierung von ETCS bei der Validierung von Komponenten und Streckenprojektierungen.

Entsprechend der in der Systemspezifikation (System Requirement Specification - SRS) definierten technischen Anforderungen und Funktionen testen wir fahrzeugseitige und streckenseitige ETCS-Komponenten im Auftrag der Hersteller. Die Ergebnisse des europaweiten Teststandards (Subset-076) dienen den Benannten Stellen (Notified Bodies - NoBo) zur Gewährleistung und Nachweisführung der Konformität und Interoperabilität der ETCS-Fahrzeugeinheiten.

Im Auftrag der Europäischen Union und der EU-Kommission erstellen und aktualisieren wir die Subset-076 Testfälle und Testsequenzen entsprechend der Weiterentwicklung und Verbesserung der Systemspezifikation. Dies geschieht gemeinsam mit den beiden anderen unabhängigen Testlaboren Cedex und Multitel sowie mit weiteren Partnern.

Wir entwickeln kontinuierlich die Testmethoden weiter. Ziel ist es, die Tests hinsichtlich Flexibilität und Anwendbarkeit zu verbessern. Dies ist notwendig, um die effizientere Ableitung und Anpassung an neue oder modifizierte Systemanforderungen und Systemfunktionen zu ermöglichen.

Neben den technischen Anforderungen der Systemspezifikation existieren betriebliche Anforderungen der Eisenbahnunternehmen. Sie weichen länderspezifisch stark voneinander ab. Wir untersuchen deshalb auch die Frage, wie technische und betriebliche Tests miteinander in Verbindung stehen. Wichtig ist hierbei, dass es beim Ausführen der Tests nicht zu Widersprüchen und unnötigen Wiederholungen kommt.

Es besteht die einzigartige Möglichkeit, sehr früh ETCS-Streckenausrüstungen in unserem Labor RailSiTe zu untersuchen. Darüber hinaus bieten wir umfangreiches Know-how zu Testmethodik und Testautomatisierung.

Wir beraten Verkehrsunternehmen, Infrastrukturbetreiber, Hersteller und die einschlägigen europäischen Institutionen. Vorrangiges Ziel ist es hierbei, Zeit und Kosten für die Realisierung von ETCS-Projekten im Einzelnen und für die Entwicklung, Ausbreitung und Etablierung von ETCS insgesamt zu reduzieren.

Übrigens: Als unabhängiger und neutraler Partner zählen zu unseren Kunden und Auftraggebern auch die Europäische Union und Kommission (EU/EC), die European Railway Agency (ERA), die ERTMS/ETCS Users Group (EEIG), die Bahnen wie zum Beispiel Deutsche Bahn, SBB und Leit- und Sicherungstechnik-Hersteller (UNISIG Firmen).

Life Cycle Management

Wir forschen über Wirtschaftlichkeit, Instandhaltung, Migration.

Das ist entscheidend für Effizienz und Verfügbarkeit.

Was wirklich zählt, ist der komplette Lebenszyklus von Infrastruktur und Fahrzeugen.

Die Akteure des Schienenverkehrs erleben einen zunehmenden Wettbewerb zwischen den Verkehrsträgern. Um sich in diesem unternehmerischen Umfeld langfristig behaupten zu können, verlangt es nach betriebswirtschaftlich nachhaltigen Entscheidungen. Vor diesem Hintergrund bearbeitet die Forschungsgruppe Life Cycle Management (LCM) folgende drei Schwerpunkte im Lebenszyklus der Eisenbahninfrastruktur:

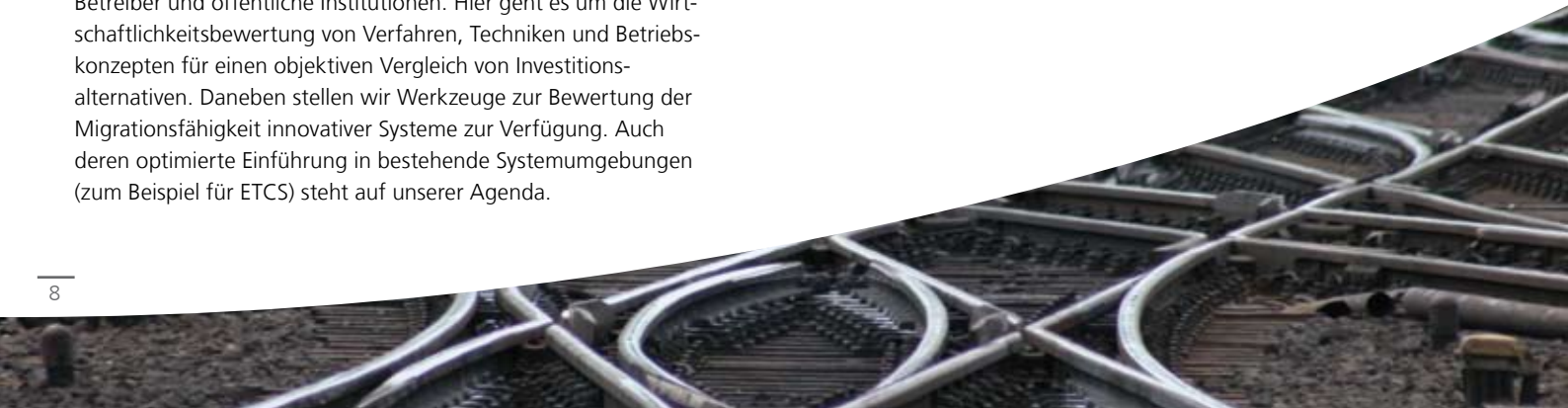
- Entwicklung: Frühzeitige Identifikation und Ausgestaltung von Kostensenkungspotentialen
- Systemmigration und -auslegung: Wirtschaftlichkeitsbewertung und ganzheitliche Optimierung von Migrationsprozessen
- Anlagenbewirtschaftung: Ganzheitliches Anlagenmanagement und bedarfsgerechte Instandhaltung

Das DLR unterstützt Bahntechnikerhersteller bei der Entwicklung wirtschaftlicher Systeme. Wir identifizieren Kostensenkungspotentiale, unterstützen die Umsetzung im Rahmen der Systemgestaltung und schätzen wirtschaftliche Effekte innovativer Technologien und Verfahren auf das komplexe Gesamtsystem ein. Dabei kommen Methoden der Systemanalyse und Systembeschreibung und das Life Cycle Costing zum Einsatz.

Bei der Systemmigration und -auslegung beraten wir Hersteller, Betreiber und öffentliche Institutionen. Hier geht es um die Wirtschaftlichkeitsbewertung von Verfahren, Techniken und Betriebskonzepten für einen objektiven Vergleich von Investitionsalternativen. Daneben stellen wir Werkzeuge zur Bewertung der Migrationsfähigkeit innovativer Systeme zur Verfügung. Auch deren optimierte Einführung in bestehende Systemumgebungen (zum Beispiel für ETCS) steht auf unserer Agenda.

Zur Optimierung der Anlagenbewirtschaftung: Wir forschen an innovativen Verfahren und Technologien für eine bedarfsgerechte, kosteneffiziente Instandhaltung. Es leuchtet ein: Instandhaltung der Komponenten in Abhängigkeit der Betriebsweise und Schädigung steigert die Systemverfügbarkeit und Systemsicherheit. Die Gestaltung von Instandhaltungsstrategien wird von uns in ein eigens entwickeltes ganzheitliches Asset Management integriert. Dabei kommen operative und strategische Entscheidungsparameter zum Zuge.

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 Informationsplattform für wettbewerbsfähige Systeme und Entscheidungen. Mit dem vorhandenen Know-how und den entwickelten Werkzeugen unterstützen wir unsere Partner in Fragen der Technologieauswahl, Technologieeinführung und des Anlagenmanagements.



Sicherheit und Zulassung

Wir forschen über Zuverlässigkeit.

Wir optimieren die Sicherheitsnachweisführung.

Darauf kann man sich verlassen.

Alles sicher auf der Schiene – das ist die entscheidende Herausforderung in allen Bereichen des Gesamtsystems Bahn. Der komplexe Zulassungsprozess für Systeme der Leit- und Sicherungstechnik und der Schienenfahrzeugtechnik bedarf stetiger Optimierung. Dies dient dem Erhalt und der Verbesserung des hohen Sicherheitsniveaus des Bahnsystems und hat auch die Reduzierung der Kosten für den Zulassungsprozess selbst zum Ziel. Für die Sicherheit des Eisenbahnsystems zählt neben der Zuverlässigkeit der technischen Komponenten – insbesondere im Störungsbetrieb – auch die Zuverlässigkeit des Menschen.

Die Einbeziehung der menschlichen Einflussfaktoren in Betrachtungen zur Verlässlichkeit (RAMS) wird auch von DIN EN 50126-1 gefordert, allerdings ohne dass hierfür Methoden zur Verfügung gestellt werden. Am DLR-Institut für Verkehrssystemtechnik werden deshalb neue Methoden zur Analyse der menschlichen Zuverlässigkeit im Eisenbahnverkehr entwickelt. Sie basieren auf kognitionspsychologischen Kenntnissen zur Fehlerentstehung und sind gleichzeitig handhabbar für die Eisenbahnpraxis.

Interdisziplinäre Teams erarbeiten innovative Konzepte und Verfahren zur effizienten Sicherheitsnachweisführung. Zudem entwickeln sie 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 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 und die Zulassungsbegleitung (einschließlich Cross Acceptance).

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.



Rail Human Factors

Wir forschen über den Faktor Mensch im Bahnsystem.

**So muss die Umgebung aussehen,
die Bahnfahren sicher und effizient macht.**

Usability first.

Das Eisenbahnsystem ist traditionell durch technische Weiter- und Neuentwicklungen geprägt. Dabei wurde lange Zeit dem Faktor Mensch wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Durch fortlaufende Automatisierung wurde versucht, den Einfluss menschlicher Handlungen immer weiter zu reduzieren – doch nicht alle Aufgaben können durch technische Systeme ersetzt oder abgesichert werden.

Hier setzt die interdisziplinäre Forschung des Instituts für Verkehrssystemtechnik an und zielt darauf ab, die technischen Systeme im Eisenbahnverkehr an die menschlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten anzupassen. Psychologen und Ingenieure forschen gemeinsam an der Integration der Human Factors in die Gestaltung der Arbeitsplätze.

Ein wesentlicher Aspekt der arbeitspsychologischen und ergonomischen Herangehensweise ist die Einbeziehung der Nutzer in den Forschungs- und Entwicklungsprozess. Deshalb stellen Studien zur Analyse der Mensch-Maschine-Interaktion mit echten Nutzern einen zentralen Bestandteil der Forschung dar.

Das sind einige unserer Schwerpunkte:

- Untersuchung von Monotonie
- Bewertung der menschlichen Zuverlässigkeit
- Erforschung der Auswirkungen von ETCS auf den Triebfahrzeugführer
- Evaluation von neu entwickelten oder überarbeiteten interaktiven Systemen.

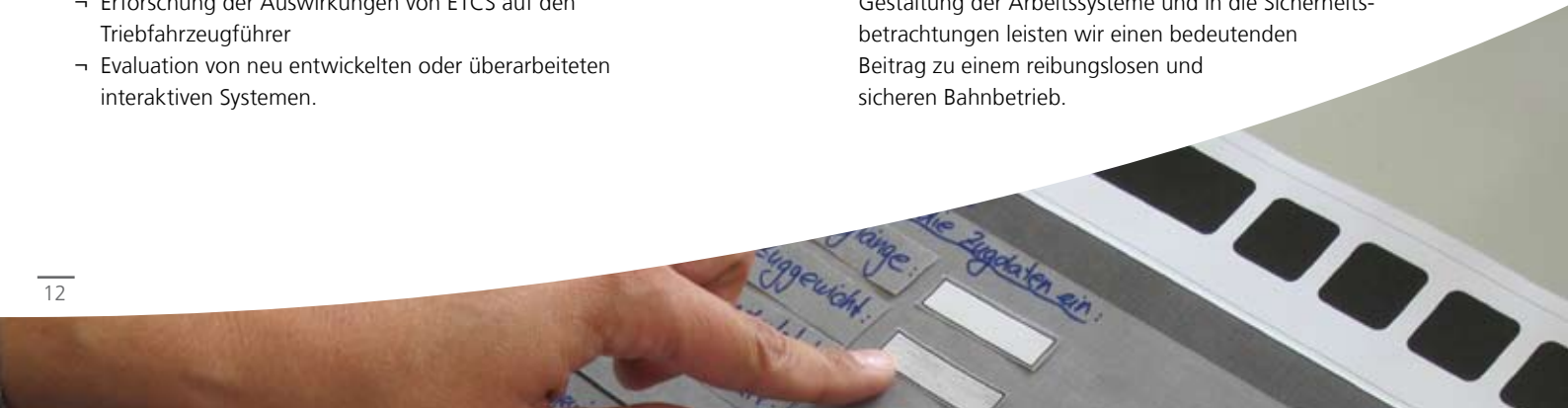
So muss zum Beispiel bei der Gestaltung von interaktiven Systemen an den Arbeitsplätzen im Bahnbereich neben der rein technischen Funktionsentwicklung die Gebrauchstauglichkeit (Usability) berücksichtigt werden, um einen optimalen Eisenbahnbetrieb zu gewährleisten. Wird die Usability bei der Systementwicklung nicht beachtet, kann dies im Extremfall dazu führen, dass zwar eine Vielzahl von wichtigen Funktionen zur Verfügung steht, diese aber von den Systemanwendern nicht effektiv und effizient genutzt werden können.

Die Forschungsarbeiten setzen deshalb auf die frühzeitige Berücksichtigung der Usability im Entwicklungsprozess. Es geht darum, spätere Kosten für Schulungen der Mitarbeiter oder Veränderungen am bereits eingeführten System so minimal wie möglich zu halten.

Zum Aufgabenspektrum gehört aber auch die Überprüfung der Usability bereits existierender interaktiver Systeme im Bahnbereich. Das gilt auch für die darauf aufbauende Ableitung von Empfehlungen für eine gebrauchstaugliche Gestaltung.

Ein dickes Plus: Versuche im Fahrsimulator RailSET ergänzen unsere Forschung.

Unser Ziel: Durch die Integration der Human Factors in die Gestaltung der Arbeitssysteme und in die Sicherheitsbetrachtungen leisten wir einen bedeutenden Beitrag zu einem reibungslosen und sicheren Bahnbetrieb.



Bahnbetrieb

**Wir forschen: Kosten, Energieverbrauch, Emissionen runter.
Strecken und Netze unter der Lupe.
Eine neue Dimension der Ortung und Kollisionsvermeidung.**

Anlagen zur Steuerung des Eisenbahnbetriebs sind häufig mit einem großen Ausrüstungsaufwand oder mit hohen Personalkosten auf der Streckenseite verbunden. Während für Hochgeschwindigkeits- und Fernverkehrsstrecken innovative Systeme einen kosteneffizienten und sicheren Betrieb gewährleisten, ist insbesondere für regionale Infrastrukturen die Entwicklung weiterer geeigneter Lösungen voranzubringen.

Die Forschungen zum Bahnbetrieb unterstützen diesen Prozess mit folgenden Schwerpunkten:

- Betriebswissenschaftliche Untersuchungen
- Identifikation und Umsetzung von Lösungen für einen emissionsoptimierten Bahnbetrieb
- Entwicklung einer fahrzeugseitigen Ortungsplattform

Für eine bedarfsgerechte Infrastrukturbemessung und optimale Fahrplangestaltung ist die Bewertung der Leistungsfähigkeit von Strecken und Netzen sowie der Stabilität von Fahrplänen Voraussetzung. Am DLR werden dafür Simulationstools verschiedener Anbieter und unterschiedlicher Simulationssystematik genutzt. Sie ermöglichen auch die Bewertung unterschiedlicher Betriebsverfahren. Das Institut kann somit die Auswirkungen unterschiedlicher betrieblicher und technischer Lösungen auf die Betriebsqualität von Knoten, Strecken und Netzen ermitteln.

Das DLR führt in diesem Zusammenhang auch methodische Untersuchungen zur Reduzierung von Streckenengpässen im Zusammenhang mit den wachsenden Hafenhinterlandverkehren durch. Im Ergebnis werden Handlungsempfehlungen abgeleitet und hinsichtlich Kosten und Nutzen bewertet.

Neben einer hohen Streckenkapazität und der Pünktlichkeit gewinnt die Verringerung der Emissionen durch eine energieeffiziente Fahrweise bei der Disposition von Zügen zunehmend an Bedeutung. Vor diesem Hintergrund leitet das DLR Empfehlungen für die Disposition des Netzbetreibers und für die Fahrplangestaltung ab. Dazu werden relevante Konfliktfälle identifiziert und mittels mikroskopischer Eisenbahnbetriebssimulationen fahrdynamische Untersuchungen durchgeführt. Darüber hinaus unterstützen wir die Bahnindustrie sowie Bahnbetreiber bei der Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen für ein kraftstoffsparendes Fahren.

Die Verlagerung der Ortungskomponenten auf das Fahrzeug kann für gering ausgelastete Strecken niedrigere Kosten implizieren als bei entsprechenden streckenseitigen Einrichtungen. Deshalb realisiert das DLR nach Kundenanforderungen fahrzeugseitige Ortungssysteme und entwickelt die für die Fusion der Ortungssensordaten notwendigen Algorithmen. Die so gewonnenen Ortungsinformationen fließen zum Beispiel in ein vom DLR entwickeltes, infrastrukturloses Kollisionsvermeidungssystem ein.

Übrigens: Als neutraler Partner wirken wir bei der Zertifizierung von sicherheitsrelevanten Anwendungen des künftigen europäischen Satellitennavigationssystems Galileo für den Schienenverkehr mit.

Railway Simulation and Testing (RailSiTe®)

Das Labor.

Das RailSiTe ist das eisenbahntechnische Simulationslabor des DLR. 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 Schiene 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 zum Beispiel Funkblockzentralen bezüglich ihrer betrieblich-technischen Funktionen getestet werden – für sich allein oder im Zusammenspiel.

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 ermöglicht:

- 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

Railway Simulation Environment for Train drivers and operators (RailSET)

Das Labor.

Die Interaktion zwischen dem Menschen als Lokführer, Fahrdienstleiter oder Disponent und dem technischen System findet sowohl im Zug als auch in den Leitstellen statt. Die Geschwindigkeit und Zuverlässigkeit, mit der die Mitarbeiter ihre Tätigkeiten verrichten, beeinflussen auf der einen Seite die Sicherheit und die Leistungsfähigkeit des Eisenbahnsystems, unterliegen aber gleichzeitig selbst bestimmten Einflussfaktoren.



Am Lokführer- und Fahrdienstleiterarbeitsplatz des Labors RailSET können diese Einflussfaktoren beliebig variiert werden und ihre Auswirkungen auf den Menschen untersucht werden. Für den Führerstand einer Lokomotive wurde ein Pult aus einem Triebzug in eine Kabine integriert. Die Versuchsperson sieht vom Fahrersitz die vorausliegende simulierte Fahrstrecke sowie die durch Seitenfenster vorbeiziehenden Landschaften. Die visualisierten Fahrwegelemente – Signale und Bahnübergänge – entlang der Strecke werden durch die Simulation entsprechend der zugrunde gelegten Leit- und Sicherungstechnik störungsfrei und störungsbehaftet simuliert. Dies ermöglicht Experimente ohne Auswirkungen oder gar Gefahren für den realen Eisenbahnverkehr. Zudem lassen sich neue Assistenzsysteme und Gestaltungsvarianten für interaktive Systeme am Arbeitsplatz des Lokführers sowie die Auswirkungen verschiedener Sicherheitsvorkehrungen evaluieren.

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 DLR das Versuchs- und Messfahrzeug RailDriVE aufgebaut. Dieses Zweiwegefahrzeug ermöglicht als LKW die Vorbereitung von Versuchen, bevor es als Schienenfahrzeug direkt auf der gewünschten Teststrecke eingesetzt wird.

Die Einsatzfelder des RailDriVE sind sehr vielfältig. Das Fahrzeug kann zur Untersuchung einzelner Ortungssensoren, aber auch eines gesamten Ortungssystems eingesetzt werden. Untersucht werden Genauigkeit und Verfügbarkeit der Ortungsinformationen. Hersteller können damit neue Ortungskomponenten testen – und zwar unter realen Bahnbetriebsbedingungen. Im Blickpunkt stehen die Bewertung von Fehlereinflüssen sowie die Zulassungsunterstützung. 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 steht Kunden auch als Plattform für die Entwicklung von Anwendungen des künftigen europäischen Satellitennavigationssystems Galileo zur Verfügung.

Neben dem Test und der Realisierung von Ortungssystemen kommt es für die Einmessung von Streckengeometrien zum Einsatz. Darauf aufbauend können digitale Karten des befahrenen Bereichs erzeugt werden.

Die Kombination von fahrzeugautarken Ortungs- und drahtlosen Kommunikationssystemen ermöglicht die Entwicklung und den Test von Kollisionsvermeidungssystemen, die infrastruktur-unabhängig sind. Diese können als ergänzendes Sicherungssystem das Fahren im Rangierbetrieb, in Baustellenbereichen und auf bisher nicht technisch gesicherten Strecken sicherer gestalten.



Zur Ausstattung: Das RailDriVE bietet eine flexible, anpassungsfähige Plattform für Versuche zur Ortung im Schienenverkehr. Das Zweiwegefahrzeug ist mit Ortungs- und Kommunikationskomponenten ausgerüstet, wobei die Basisausstattung je nach Einsatzzweck kurzfristig um Sensoren und Kameras erweitert werden kann.

Zur Basisausstattung zählen GNSS-Antenne und -Empfänger (Global Navigation Satellite System) mit GSM- und Funkmodem zum Empfang von Korrektursignalen zur Bestimmung der absoluten Position, der Geschwindigkeit und der Zeit. Als Distanz- und Geschwindigkeitsmesser sind Dopplerradare, ein Achsimpulsgeber, ein optischer Sensor und ein Wirbelstromsensor installiert. Letzterer detektiert auch Weichen. Ein Inertialmesssensor liefert Informationen zur Drehrate und den Beschleunigungen des Fahrzeugs. Eine Balisenantenne und ein RFID-Antennensystem ergänzen die übrigen fahrzeugseitigen Ortungssensoren. Zur Basisausstattung gehören darüber hinaus ein GSM-Modem, eine autarke Netzstromversorgung und ein Rechnerarbeitsplatz.

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 13 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 6.700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris und Washington D.C.



DLR

**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.**

in der Helmholtz-Gemeinschaft

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