



ETR

EISENBAHNTECHNISCHE RUNDSCHAU



IMPULSGEBER FÜR DAS SYSTEM BAHN



INNOTRANS 2026

Vorschau auf die 30. Internationale
Fachmesse für Verkehrstechnik

DZSF-ERPROBUNGSTRÄGER

Schienenfahrzeug zur Durchführung von Versuchsfahrten,
für Infrastruktur- und Umweltversuche

WIE FAHRRADFREUNDLICH IST DER FERNVERKEHR?

Fahrradmitnahme im Zug als intermodale Mobilitätsform –
eine Bestandsaufnahme

WARNSYSTEME

Lösungen für Gleisbaustellen in Europa
und der Welt

Plasser & Theurer

Hochleistung bringt mehr Kapazität

NEW!

Now available as a digital,
modular data platform



WORLD RAIL MARKET STUDY

DATA PLATFORM

forecast 2026 to 2031

The strongest data foundation
for rail market experts



ORDER NOW!

www.eurailpress.de/wrms26



InnoTrans im Jubiläumsjahr 2026



Liebe Leserinnen und Leser,

am 22. September hat das Warten ein Ende: die InnoTrans öffnet die Tore und begeht einen ganz besonderen Meilenstein: Wir feiern das 30-jährige Jubiläum der Weltleitmesse für Bahntechnik.

Als die InnoTrans im Oktober 1996 ihre Premiere feierte, präsentierten sich immerhin 172 Unternehmen auf einer überschaubaren Nettofläche von rund 4.500 Quadratmetern. Heute belegt die Messe mit zuletzt mehr als 2.900 Ausstellern alle 42 Hallen des Messegeländes und bietet, mit ihrem weltweit einzigartigen 3,5 Kilometer langen Gleis- und Freigelände, den Rahmen für die unbestrittene Leistungsschau unserer Branche. Und auch in diesem Spätsommer ist wieder mit Besucherrekorden auf dem Gelände um den Funkturm zu rechnen.

Die bemerkenswerte Entwicklung der InnoTrans geht dabei Hand in Hand mit dem Wachstum der Bahnindustrie am Standort Deutschland. Von den zuletzt 15,5 Mrd. € Umsatz erwirtschafteten die Mitgliedsunternehmen des VDB rund 40 Prozent im Export. Insbesondere für den deutschen bahndienstlichen Mittelstand ist die InnoTrans ein entscheidendes Tor zum Weltmarkt. In Deutschland entstehen im engen internationalen Austausch die besten Lösungen für die drängenden Fragen der Mobilität von morgen



– von der Dekarbonisierung durch alternative Antriebe bis hin zur digitalen Transformation. Die Innovationskraft unserer mittelständischen Betriebe zeigt sich in der gesamten Breite der Segmente: Sie liefern die hochpräzise Sensorik für die prädiktive Instandhaltung, entwickeln wegweisende Lösungen im Bereich der Cyber-

security oder setzen neue Maßstäbe bei der ressourceneffizienten Innenraumgestaltung, etwa durch innovative Lichtleitsysteme und Klimatechnik. Auch bei systemübergreifenden Großprojekten wie der Digitalen Automatischen Kupplung (DAK) oder dem Exportschlager ETCS sind es oft mittelständische Komponentenhersteller, die mit ihrer technologischen Exzellenz die Basis für den Erfolg legen. Dass 90 Prozent der Aussteller aus der Zulieferindustrie ihre Messeziele erreichen, unterstreicht die enorme Bedeutung der InnoTrans als Plattform.

In diesem Jubiläumsjahr können wir stolz auf drei Jahrzehnte Mobilitätsgeschichte zurückblicken und schreiben zugleich gemeinsam am nächsten Kapitel des Schienenverkehrs, in dem die InnoTrans Berlin weiterhin eine Schlüsselrolle spielen wird. Ich wünsche allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Messe inspirierende Begegnungen, erfolgreiche Geschäftsabschlüsse und den Mut zu neuen, wegweisenden Ideen. ●

Sarah Stark

Hauptgeschäftsführerin des Verbands
der Bahnindustrie in Deutschland (VDB) e.V.

Inhalt

Gastkommentar

3

InnoTrans im Jubiläumsjahr 2026

Sarah Stark

InnoTrans 2026

12

30 Jahre InnoTrans: So international wie noch nie

Christoph Müller

18

Die Eurailpress-Messevorschau zur InnoTrans 2026

Interview

52

Mut, nicht Fahrlässigkeit

Lars Schnieder

Verkehr & Betrieb

56

Das System Bahn in Beratung und Consulting

Marc-André Klemenz | Günter Koch | Frank Kutzera | Matthias Laug |
Daniel Schmidt-Breiting

63

Wie fahrradfreundlich ist der Fernverkehr? Eine aktuelle Bestandsaufnahme

Justus Aerts | Jannik Goersch | Nils Jaeger | Raphael Pfaff

68

Erfahrungen aus der Erstellung und Anwendung Digitaler Karten im Projekt AutomatedTrain

Gordon Isaac | Thomas Renner | Alexander Pfitzner

72

Der Erprobungsträger des DZSF

Jonathan Günther | Mario Fietze

Die InnoTrans ist die weltweit größte internationale Fachmesse und Leitmesse für Verkehrstechnik

12

Prof. Lars Schnieder über Innovation, Forschung und Lehre in Zeiten von KI und Cyber-Bedrohungen

52

Die Fahrradmitnahme in Zügen ist eine wichtige intermodale Mobilitätsform

63

Infrastruktur & Bau

78

Der teuerste Teil der Bahnplanung ist unsichtbar

Hanno Posch

82

Sicherheit mit System: Lösungen für Gleisbaustellen in Europa und der Welt

Britta Lissinna | Lynn Reinacher

88

Dynamischer Gleisstabilisator – von der Konsolidierung des Schotterbetts zum intelligenten Messsystem

Bernhard Antony

92

Innovation für den maschinellen Tausch von Zwischenlagen

Peter Tauschitz | Alois Kettl

95

Drei Neuheiten für den Fahrweg der Zukunft

Carola Zattler | Thomas Becker

Fahrzeuge & Komponenten

99

Von Sachsen auf die Schiene: Entwicklung und Fertigung moderner Bahngetriebe aus Penig

Matthias Mühlberg | Falk Ebert

104

Optimierung von Reibungsverlusten in Bahnratsatzlagern – Nachweise sowie Ausblick

Frank Bähr | Ferdinand Höfling

108

Von Entwurf bis Betrieb: Neue Bahnnorm definiert konkrete Sicherheitsbedürfnisse

Holger Junkers

112

Sicherheit & Komfort auf Schiene: Stadler setzt auf ASC-Sensoren

Markus Nowack

116

Weniger Ölwechsel, mehr Reichweite: Feldtest validiert verdreifachtes Wartungsintervall im Schienenfahrzeug-Getriebe

Florian Sabelmann | Jörg Hagemeyer | Arne Bela | Pierre Köplin

121

Wie automatisierte Inspektionstechnologie die Flotteninstandhaltung verändert

Roman Stawowy



Zur Titelanzeige

Mehr Leistung in kurzer Sperrpause

Wo für die Gleisinstandhaltung nur wenig Zeit bleibt, ist hoher Output entscheidend. Genau dafür ist die Plasser Express-Serie ausgelegt: Mehrschwellen-Stopfung und kontinuierliche Arbeitsweise steigern die Leistung um 30 bis 40 %. Je nach Ausführung können bis zu drei Schwellen gleichzeitig unterstopft werden. Mit ETCS ist die Express-Serie zudem für die Anforderungen moderner europäischer Schienennetze gerüstet.

Quelle: Plasser & Theurer

Kontakt

Redaktion:

Ursula Hahn

T 0172 188 08 29

ursula.hahn@dvvmmedia.com

Vertrieb:

Markus Kukuk

T 040/2 37 14-291

markus.kukuk@dvvmmedia.com

Anzeigen:

Silke Härtel (verantw.)

T 040/2 37 14-227

silke.haertel@dvvmmedia.com

Tim Feindt

T 040/2 37 14-220

tim.feindt@dvvmmedia.com

siehe Seite 153



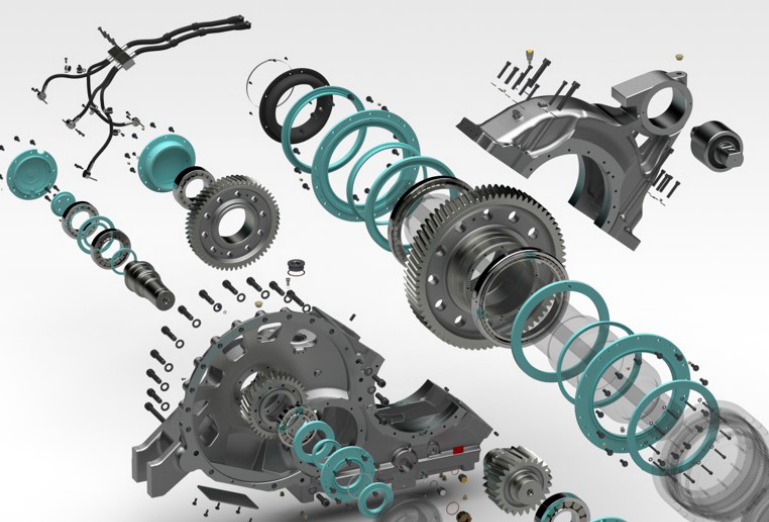
Eurailpress Fachartikelarchiv

Alle ETR-Fachartikel sind dauerhaft unter www.eurailpress.de/archiv/ hinterlegt. Finden Sie weitere Aufsätze der Autoren oder nutzen Sie die Volltextsuche

für Ihren individuellen Informationsbedarf. Abonnenten steht dieses Angebot kostenfrei zur Verfügung.



Sicherheit mit System: Lösungen für
Gleisbaustellen in Europa und der Welt **82**



Von Sachsen auf die Schiene: Entwicklung und
Fertigung moderner Bahngetriebe aus Penig **99**



Weniger Ölwechsel, mehr Reichweite:
Verdreifachtes Wartungsintervall im Getriebe **116**

Extra: ETR Austria

125
Editorial

126
Kompakt

128
**Fachkräfte für die Schiene: Branchenanforderungen an
die Hochschul-Eisenbahnausbildung**
Anna Berthold | Bernhard Rüger

132
**Digitale Automatische Kupplung – Grundlage für die
Transformation des Schienengüterverkehrs**
Constanze Bannholzer | Maximilian Mertl

137
**TramTrainTraisen: Studentische Machbarkeitsuntersuchung
für eine Regionalstadtbahn in St. Pölten**
Lukas Ertl | Thomas Heckhausen | Stefan Höfinger | Martin Kohlmayr |
Markus Prem | David Scheifinger | Noah Schoppitsch

141
**RaIL – Das neue Railway and Infrastructure Laboratory
der TU Graz**
Ferdinand Pospischil | Julian Torggler

144
FSV Aktuell

Fünf Fragen an

154
Harald Kreft
Eine bessere Zusammenarbeit fördert den Schienengüterverkehr
und stärkt seine Resilienz

Rubriken

8
Monitor

146
VDB-Nachwuchspreis

148
Marktplatz

152
Veranstaltungen & Termine

153
Impressum



Entdecken Sie die nächste Dimension der Bahntechnologie **mit Vectron X**

Freuen Sie sich auf bessere Verbindungen für Ihren Bahnbetrieb in ganz Europa, steigern Sie Ihre Produktivität und bleiben Sie jahrzehntelang fit für die Zukunft – mit Vectron X. Digitale Produkte und ein offenes Ökosystem erweitern nun die bewährte Lokomotivplattform, damit Sie Menschen, Orte und Portfolios besser verbinden können als je zuvor. Wählen Sie aus sechs Produkt Bundles, integrieren Sie ausgewählte Apps von Drittanbietern und verknüpfen Sie Ihre eigenen Systeme so, wie es am besten zu Ihren individuellen Anforderungen passt.

Entdecken Sie Vectron X und ihre digitalen Möglichkeiten auf der InnoTrans 2026.

siemens.de/vectron-x

SIEMENS

ERTMS-Koordinierungsstelle hat sich konstituiert

Quelle: DB AG / Dominic Dupont



Digitalisierung | Am 13. August 2026 hat sich im Bundesverkehrsministerium (BMV) in Berlin der Lenkungsreis der ERTMS-Koordinierungsstelle konstituiert. Diese wurde im Fröhlung gegründet und soll als operative Steuerungseinheit für Synchronisation und Gestaltung des infrastruktur- und fahrzeugseitigen ERTMS-Rollouts fungieren. Sie ist darüber hinaus als Auskunftsstelle für den gesamten Sektor in Fragen zu ERTMS (European

Rail Traffic Management System) und ETCS (European Train Control System) vorgesehen. Auch die Förderung der Umrüstung von Bestandsfahrzeugen soll von ihr koordiniert werden. Der Lenkungsreis der Koordinierungsstelle ist ihr zentrales Entscheidungsgremium und besteht aus Vertretern der Länder, Aufgabenträger, Eisenbahnverkehrsunternehmen und Eisenbahninfrastrukturunternehmen sowie des Bundes. Das Gremium verständigte sich einstimmig auf eine Geschäftsordnung und stimmte ebenfalls einstimmig der Bestellung von Florian Böhm als Leiter der Geschäftsführung der Koordinierungsstelle zu. Ministerialrat Böhm ist seit über 25 Jahren im Technologiemanagement tätig und verfügt über umfangreiche Erfahrung an der Schnittstelle zwischen Politik, Eisenbahnsektor und Verwaltung. Zuletzt war er im BMV als Referatsleiter für die Finanzierung des Schienennetzes zuständig. (bm) ●

In Kürze

Knorr-Bremse verkauft HVAC-Geschäftsbereich Merak | Der Bahntechnik-Anbieter Knorr-Bremse zieht sich aus dem Bereich HVAC (Heizungs-, Lüftungs- und Klimasysteme) zurück – und hat am 29. Juli 2026 seine weltweit tätige Zugklimatetechnik-Tochtergesellschaft Merak an den Investmentfonds OpenGate Capital verkauft. Merak hat seinen Hauptsitz in Getafe bei Madrid und firmiert als Knorr-Bremse España, S.A. Merak. 2020 bündelte Knorr-Bremse sein Klimasystemgeschäft dort. Die Transaktion umfasst die Übernahme sämtlicher Geschäftsaktivitäten von Merak und aller rund 1500 Beschäftigten – neben an europäischen Standorten auch in Westminster, USA, beim Joint-Venture Merak-Jinxin in Wuxi, China, und Granville, Australien – durch OpenGate Capital. Der Vollzug der Transaktion wird für Ende 2026 nach regulatorischen Freigaben erwartet. (bm)

Ex-Helrom-Chef gründet T-Railer | Roman Noack, Ex-CEO von Helrom, hat ein neues Unternehmen mit dem Namen T-Railer gegründet. Gegenstand des Unternehmens ist die Erbringung von Transport- und Logistikdienstleistungen im intermodalen Güterverkehr. Das geht aus dem Bundesanzeiger hervor. Sitz des Unternehmens ist Frankfurt/Main. Als alleiniger Geschäftsführer wird Roman Noack angegeben. Helrom hatte zuletzt innerhalb von zwölf Monaten zweimal Insolvenz angemeldet. Das letzte Insolvenzverfahren läuft noch. Zudem ermittelt die Staatsanwaltschaft Frankfurt gegen Helrom wegen Verdachts des Bankrotts gemäß Paragraph 283 Strafgesetzbuch. (cd)

Schiene stagniert bei mehrtägigen Reisen

Destatis | 2025 entfielen auf die Schiene 19 % der insgesamt 274 Mio. Privat- und Geschäftsreisen mit mindestens einer Übernachtung, wie das Statistische Bundesamt mitteilt. 2024 und 2023 waren es auch jeweils 19 %, 2022 und 2021 17 %, im Vorcorona-Jahr 2019 lag der Wert bei 16 %. Zu-

gelegt hat zuletzt das Auto: Sein Anteil stieg von 58 % (2024) auf 60,2 % (2025). Der Flugzeuganteil sank im gleichen Zeitraum von 17 % auf 15,2 %. Auch der Rekordwert bei Inlandsreisen (169 Mio., +3,9 % im Vergleich zu 2024) schlug sich nicht in höheren Bahnanteilen nieder. (dq) ●

DB-Konzern schreibt ersten Gewinn seit sieben Jahren

Deutsche Bahn | Bei einem leicht gestiegenen Konzernumsatz von 13,6 Mrd. EUR im ersten Halbjahr 2026 (Vorjahrszeitraum: 13,3 Mrd. EUR) verbucht die Deutsche Bahn AG (DB) ein Ergebnis nach Steuern von 147 Mio. EUR (Vorjahreszeitraum: -760 Mio. EUR). Es ist das erste Mal seit 2019, dass DB im Kerngeschäft schwarze Zahlen schreibt. Allerdings stiegen die Netto-Finanzschulden zum 30. Juni 2026 um rund 1 Mrd. EUR auf 21,6 Mrd. EUR. Dies führte der Konzern auf hohe Investitionen zurück. Brutto legten diese im ersten Halbjahr 2026 um 18 % auf 8,7 Mrd. EUR zu. Netto (eigenfinanziert) stiegen die Investitionen um 89 % auf 3,4

Mrd. EUR gegenüber Januar bis Juni 2025. In den einzelnen Geschäftsfeldern war die Umsatzentwicklung moderat positiv oder leicht rückläufig. Allerdings verbesserten sich in allen Bereichen außer DB Regio die operativen Ergebnisse (Ebitda) – teils stark:

- DB Fernverkehr: Umsatz + 26 %; Ergebnis +74,6 %
- DB Regio: Umsatz + 4 %; Ergebnis -0,7 %
- DB Cargo: Umsatz -1,9 %; Ergebnis +123 %
- DB InfraGO: Umsatz -0,6 %; Ergebnis +77 %
- DB Energie: Umsatz +1,0 %; Ergebnis +44,4 %

- Beteiligungen/Sonstige: Umsatz +0,5 %; Ergebnis +49,7 %

„Hauptgrund für die Fortschritte beim Ergebnis ist eine bessere operative Entwicklung der Geschäftsfelder“, schreibt der Konzern. Diese seien vor allem durch „erste Kostensenkungen sowie Personalabbau in der Konzernleitung und bei den internen Dienstleistern“ zustande gekommen. Für das Gesamtjahr 2026 rechnet das Unternehmen mit einem Konzernumsatz von etwa 28 Mrd. EUR und einem operativen Ergebnis von ungefähr 600 Mio. EUR. (bm) ●

Haupttröhren des Brenner-Basistunnels wurden durchbrochen



Quelle: BBT SE

Die ersten Projektbeteiligten passieren die Durchschlagsstelle zwischen Österreich und Italien

Österreich/Italien | Am 28. Juli 2026 um 10:35 Uhr war es so weit: In den beiden Haupttunnelröhren des Brenner-Basistunnels erfolgte der Durchbruch zwischen italienischer und österreichischer Seite. Bereits vergangenen September wurde im unter den Haupttröhren verlaufenden

Erkundungsstollen durchgeschlagen. Seitdem verbindet erstmals ein Tunnel die Nachbarländer. Nun ist mit dem Durchschlag aus Baulos H53 Pfons-Brenner ins italienische Los H61 Mauls 2-3 rund 1400 m unter dem Brennerpass im Haupttunnel eine neue Staatsgrenze entstanden.

Für die Vorstände der BBT SE, Martin Gradnitzer und Umberto Lebruto, zählt dieser Durchbruch zu einem der wichtigsten Meilensteine in der Projektgeschichte des Brenner-Basistunnels: „Mit der Zusammenführung der beiden Haupttunnelröhren erreicht der BBT ein weiteres, wichtiges Etappenziel. Künftig werden hier die Güter- und Personenzüge zwischen Österreich und Italien verkehren. Dieser Erfolg zeigt eindrucksvoll, was möglich ist, wenn über Grenzen hinweg an einer gemeinsamen Aufgabe gearbeitet wird. Das Projekt trägt viele Namen, aber vor allem steht die Handschrift der Menschen, die ihn Tag für Tag gebaut haben.“

In den nächsten Monaten sollen nun die letzten beiden Tunnelbohrmaschinen in Richtung Innsbruck den letzten Abschnitt der 114 km langen Haupttröhren fertigstellen. Dann wird der Brenner-Basistunnel durchgehend hergestellt sein. (bm) •

„Label“ für Einhaltung höherer Harmonisierungs-Standards erwogen

ERTMS | EU-Kommission, Europäische Eisenbahngesellschaft (ERA) und das gemeinsame Forschungsunternehmen Europe's Rail haben Ende Juli einen „Deal“ zur Entwicklung einer ERTMS-Standardlösung geschlossen.

Den grundsätzlichen Ansatz, dass man eine einheitliche, industriell massenskalierbare ERTMS-Lösung „von der Stange“ brauche, verfolgt ERA-Exekutivdirektorin Oana Gherghinescu schon seit Längerem. Der nun geschlossene „ERTMS-Deal“ identifiziert dafür drei Stellschrauben:

- Installation von „ERTMS only“, um die nationalen Besonderheiten zu reduzieren, die bei parallelem Betrieb zum nationalen konventionellen System notwendig sind.
- Reduzierung der aktuell möglichen nationalen Umsetzungsvariationen in den Technischen Spezifikationen für Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung (TSI ZZS) durch Fokussierung auf eine „Level-2-only“-Umsetzung. Es sollten Standardausschreibungen ohne gesondertes „Prototyping“ für jedes Projekt möglich werden.

- Betrachtung des gesamten Systems der Zugsicherung und Signalisierung, das streckenseitig nicht vollständig in den TSI ZZS abgebildet ist.

Kern für die Umsetzung dieser Überlegungen soll ein sogenannter „ERTMS Blueprint“ sein: Eine gemeinsame europäische Zielarchitektur für die Systemeinführung, die nationale Spezifizierungsoptionen für ETCS-Projekte reduziert, technische und betriebliche Vorschriften auf ETCS Level 2 vereinheitlicht und über die TSI hinausgehende ZZS-Elemente wie Verkehrssteuerung, Schnittstellen, streckenseitige Anlagen, Cybersicherheit, Diagnose und Datenkonfiguration regelt. Der „Blueprint“ soll laut dem „Deal“ bei Europe's Rail in Kooperation mit ERA und der Branche erarbeitet werden. Eine erste Version für Cybersicherheit, streckenseitige Anlagen und Fahrbetrieb soll bis Ende 2027 fertig sein, eine zweite für Bahnhöfe und Rangieren bis Ende 2030.

Zunächst wird die Einhaltung der Harmonisierungsregelungen aus dem „Blueprint“ freiwillig sein, wo sie Optionen aus den TSI ZZS einschränken oder über den Geltungsbereich der TSI ZZS hinausgehen.

Im weiteren Prozess wäre eine Aufnahme von Regelungen in die TSI ZZS denkbar, die danach für einen längeren Zeitraum stabilisiert werden könnten.

Um die Einhaltung anzureizen, sieht der Deal aber auch die Erwägung vor, ein „Sera-Label“ (Sera für „Single European Railway Area“) für die Einhaltung der Vorschriften im „ERTMS-Blueprint“ von Planung bis zur Umsetzung einzuführen. Es soll binär „Konformität“ oder „Nicht-Konformität“ feststellen. Mit der Branche soll besprochen werden, wie dies ohne Zusatzaufwand innerhalb bestehender Prüfprozesse erfasst werden kann.

Ist das „Sera-Label“ etabliert, wäre denkbar, dass Blueprint-konforme Projekte im neuen Finanzierungsrahmen ab 2028 etwa aus der CEF priorisiert oder mit besseren Bedingungen gefördert werden. Neben der EU könnten sich auch nationale Fördergeber am Label orientieren, damit öffentliche Mittel in die effizientesten und Skalierungseffekte versprechenden Projekte fließen.

Angedacht ist auch, dass für Blueprint-konforme und damit nach einheitlichen technischen Vorschriften erstellte ERTMS-Projekte erleichterte Zulassungsbedingungen vorgesehen werden könnten. (jgf) •

Köpfe & Karrieren

Zwei Neubesetzungen bei Alstom |

Seit dem 1. August 2026 ist Sandra Gott-Karlbauer als Vice President Services für Zentral- und Nordeuropa (CNE) bei Alstom in Deutschland tätig. Vor ihrem Wechsel zu Alstom war Gott-Karlbauer bereits in der Branche tätig – etwa bei Siemens Mobility und bei den Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB). Auf Konzernebene wird Cathy Pianon ab 1. Oktober 2026 zur Kommunikationschefin (CCO). Die derzeit beim Klein Elektronikhersteller SEB tätige Managerin wird direkt an CEO Martin Sion berichten. (bm)

Veränderungen bei Cargobeamer |

Bei dem Intermodal-Operator Cargobeamer sind die Führungspositionen im Vorstand neu besetzt worden. Zudem wurde das Gremium „bewusst“ von fünf auf drei Mitglieder verkleinert. Der bisherige CEO Nicolas Albrecht ist zum 1. August 2026 aus dem Vorstand ausgeschieden und zum Vorsitzenden des Aufsichtsrates gewählt worden. Dort will sich der 38-Jährige auf die Kapitalstrategie und die langfristige Unternehmensentwicklung konzentrieren. Markus Fischer, seit 2016 CFO bei Cargobeamer, folgt Albrecht als CEO nach, behält aber die Verantwortung für den Finanzbereich. Tilman Apitzsch, zuletzt Geschäftsführer des Bereichs Intermodal Operations, wurde zum Chief Commercial Officer ernannt und tritt die Nachfolge von Boris Timm an, der das Unternehmen verlässt. Der Mitgründer von Cargobeamer und bisherige CTO Hans-Jürgen Weidemann (64) scheidet aus dem Vorstand aus, bleibt dem Unternehmen jedoch in leitender Position erhalten. Julian Hagenschulte, seit Januar 2026 Chief Digital Officer bei Cargobeamer, übernimmt Weidemanns Vorstandsaufgaben rund um Terminalbau, Umschlag- und Wagentechnologie, Instandhaltung, sowie Forschung und Entwicklung. Mit der Integration der digitalen und technologischen Belange in einer Funktion ist er künftig als Chief Digital & Technology Officer (CDTO) tätig. (cd/bm)

Neuer stellvertretender UIC-Vorsitzender |

Gianpiero Strisciuglio ist zum neuen stellvertretenden Vorsitzenden des Internationalen Eisenbahnverbands UIC gewählt worden. Mitte Juli wurde Strisciuglio Geschäftsführer der Ferrovie dello Stato (FS)-Italiene-Gruppe, nachdem sein Vorgänger Stefano Antonio Donnarumma zurückgetreten war. Dieser war erst Ende vergangenen Jahres von der UIC-Generalversammlung in seinem Amt als Leitung der Region Europa für den Zeitraum 2026/2027 bestätigt worden. Diese Nachfolge trat Strisciuglio ebenfalls an. (bm)

Entgelte sollen steigen – im SGV am stärksten

Trassenpreise 2027 | DB InfraGO hat die Trassenpreise für das Jahr 2027 erneut beantragt. Die Entgelte sollen im Schienen-güterverkehr (SGV) sowie im Schienenpersonennah- (SPNV) und -fernverkehr (SPFV) im Vergleich zum vorhergehenden Antrag steigen. Denn die DB InfraGO setzt für 2027 wohl darauf, dass die Obergrenze der Gesamtkosten (OGK) wieder auf 7,6 Mrd. EUR angehoben wird. Diese war auf 7,3 Mrd. EUR abgesenkt worden; dagegen hat DB InfraGO Klage erhoben. Im nun laufenden dritten Antrag sollen die Preise pro Trassenkilometer (Trkm) im Vergleich zum vorhergehenden zweiten Antrag wie folgt steigen:

- SGV: von 3,72 EUR auf 3,83 EUR
- SPNV: von 7,20 EUR auf 7,38 EUR
- SPFV: von 8,06 EUR auf 8,20 EUR.

Gegenüber den genehmigten Preisen für 2026 fallen die Anstiege allerdings deutlich stärker aus. Laut Berechnungen des Verbands „Die Güterbahnen“ würden die

Entgelte für einen Standardzug von aktuell 3,48 EUR/Trkm auf 3,92 EUR/Trkm steigen. Das wäre eine Erhöhung um 12,64 % – und würde für den gesamten Güterverkehr eine Verteuerung um 112 Mio. EUR bedeuten, so der Verband. Allerdings herrsche wegen der DB-InfraGO-Klage Unsicherheit. „Der Güterverkehr wird hier zum Spielball eines Infrastrukturbetreibers“, beklagen „Die Güterbahnen“. Ausgerechnet der SGV, der Verkehrsrückgänge habe verkraften müssen, solle „erneut mit den höchsten prozentualen Preissteigerungen belastet werden“. Damit sei die „gerade erst erkämpfte Entlastung aus der Neugenehmigung der Preise für 2026 schon wieder mehr als aufgezehrt“. Der derzeitige Preis von 3,48 EUR/Trkm kam nämlich erst mit den neu genehmigten Trassenpreisen 2026 sowie der seit 1. Juli 2026 geltenden Trassenpreisförderung im Schienengüterverkehr (TraFöG) in Höhe von 1,66 EUR/Trkm zustande. (bm) ●

Luna Rail mit erstem Wagenumbau

Nachtzugverkehr | Seit 2023 entwickelt das Berliner Start-up Luna Rail ein neues Konzept für den Nachtzugverkehr. Jetzt hat es mit dem finnischen Eisenbahnverkehrsunternehmen Reissujuna einen ersten konkreten Partner für den kommerziellen Betrieb gefunden. Das Ziel: „eine neue Generation von Nachtzügen in Finnland an den Start zu bringen“, so Reissujuna. Denn auf den langen Verbindungen von Helsinki im Süden nach touristischen Zielen im finnischen Lappland kämen die Vorzüge von Nachtverbindungen zur vollen Geltung – weshalb die bestehenden Verkehre von der Staatsbahn VR Monate im Voraus ausgebucht seien.

Wie Reissujuna-Gründer und -Geschäftsführer Robert Ramstedt erklärt, zielt er dabei nicht auf Regelverkehre, die in Finnland ab 2030 erstmals im Wettbewerbsfahren ausgeschrieben werden. Vielmehr will er im Open-Access-Modell zusätzliche Verbindungen anbieten. Bereits heute betreibt er auf dem finnischen Schienennetz mit einer Dampflok und Holzwegengarnitur Nostalgiefahrten. Bei den mit Luna Rail umzubauenden Wagen handele es sich allerdings um ehemaliges VR-Rollmaterial aus den 1960er und 1970er Jahren, das Reissujuna aufge-

kauft habe. Einige davon sind Sitz-, andere Schlafwagen vom Typ CEmt. Die erste Serie hiervon wurde 2005 von VR durch neuere Wagen ersetzt. Sie verfügen im Originalzustand über elf Kabinen mit drei Liegen und eine mit zwei; alle haben einen Waschtisch. Pro Wagen gibt es zwei WC (Fallrohr).

Bei Luna Rail ist das Ausstattungskonzept folgendes: Als 2. Klasse soll es „Seat Pods“ geben, von denen – zweistöckig angeordnet – 60 bis 64 Einheiten in einen RIC-Wagen passen sollen. Der 1. Klasse entsprechen „Hotel Pods“; ein Wagen soll 38 bis 40 der deckenhohen Kleinabteile fassen. „Finnland hat eine andere Spurbreite und anderes Lichtprofil. Unsere Kabinen können dort etwas größer sein, sind dann allerdings auch nicht kompatibel mit dem Rest von Europa“, sagt Anton Dubrau, Gründer und Geschäftsführer von Luna Rail.

Nun hängt der weitere Verlauf vom Geld ab. Reissujuna sucht „aktiv“ nach Investoren. Denn obwohl die Nostalgiefahrten Überschüsse generierten und einige Anleger schon an Bord seien, reiche das noch nicht zum Umbauprojekt, so Ramstedt. Ein Jahr nach Abschluss der Finanzierungsrunde wolle er den Betrieb aufnehmen. (bm) ●

Visit Knorr-Bremse at InnoTrans 2026

Rail Mobility
Visioneers

Hall 1.2, Booth 250

Solutions for the entire rail ecosystem

Hall 27, Booth 740

Embedded Electronic Solutions



Scan for more
information



KNORR-BREMSE



1: Das Messegelände in Berlin anlässlich der InnoTrans 2024

Quelle: Messe Berlin

30 Jahre InnoTrans: So international wie noch nie

Vom 22. bis 25. September 2026 öffnet die InnoTrans in Berlin zum 15. Mal ihre Pforten.



Was 1996 mit einer noch kleinen Bahnfachmesse begonnen hat, hat sich im Laufe der letzten 30 Jahre zur weltweit mit Abstand größten Leitmesse des Bahn- und ÖPNV-Sektors entwickelt. 1996 waren rund um den Funkturm 171 Aussteller aus 13 europäischen Ländern vor Ort. Und auf dem Gelände des damaligen Güterbahnhofs Wilmersdorf am Innsbrucker Platz wurden auch schon auf 760 m Gleisen Originalfahrzeuge vorgestellt. 6500 Fachbesucher wurden damals gezählt. Zuletzt waren 2024 dann knapp 3000 Aussteller aus 59 Ländern vor Ort, und die InnoTrans zog 170 000 Besucher an. Die 15. InnoTrans in diesem Jahr wird laut der Messe Berlin Aussteller aus rund 60 Nationen umfassen – dabei sind über 200 Erst- und Neuaussteller. Das Messegelände ist bereits seit längerem ausgebucht.

Bei der InnoTrans 2026 ist das Interesse besonders im Segment Railway Infrastructure „spürbar“ gestiegen, so die Messe Berlin. Weiter wachsen die Segmente Railway Infrastructure und Tunnel Construction weiter zusammen – Grund ist auch die en-

gere Verzahnung untereinander. Auf mehr als 32 000 m² Fläche sind in einer eigenen Halle mehr als 600 Aussteller vertreten – 5 % mehr als noch 2024. Großen Zuspruch erfährt auch das AI Mobility Lab, das auf der InnoTrans 2024 Premiere feierte. Der Sonderbereich befasst sich in einer eigenen Halle mit KI, Robotics, Cybersecurity und Datenschutz für Verkehrssysteme.

Eröffnung durch EU-Verkehrskommissar

Die Eröffnung der InnoTrans erfolgt am ersten Messetag ab 10 Uhr im Palais durch Apostolos Tzitzikostas, EU-Kommissar für Nachhaltigen Verkehr und Tourismus, und Bundesverkehrsminister Steffen Bilger. Anschließend werden auf dem Podium die DB-Vorstandsvorsitzende Evelyn Palla mit den CEO Michael Peter (Siemens Mobility), Martin Sion (Alstom) sowie Petr Novotny (Škoda-Group) über „Mobility on a global scale – Shaping projects and growth opportunities“ diskutieren. Die Teilnahme ist nur mit persönlicher Einladung möglich, erwartet werden rund 1000 Gäste.



Christoph Müller

Freier Fachjournalist, Hamburg
christoph.mueller.extern@
dvvmedia.com

Sonderbereiche

Wie in den vergangenen Jahren setzt sich die InnoTrans aus den fünf Bereichen Railway Technology, Railway Infrastructure, Tunnel Construction, Public Transport und Interiors zusammen. Ergänzt werden diese durch verschiedene Sonderbereiche.

Das Bus Display bietet im Sommergarten im Herzen des Messegeländes eine einzigartige Bühne für innovative Busse, Ladeinfrastrukturlösungen und Produkte der Zuliefererindustrie. Neben der Ausstellungsfläche können auf dem rund 500 m langen Demonstration Course Fahrzeuge in Bewegung präsentiert werden.



2: Die Vielfalt des Freigeländes ist und bleibt der Magnet der InnoTrans

Quelle: C. Müller

Im Segment Interiors zeigt die InnoTrans nicht nur modernes Fahrzeugdesign, sondern auch, wie Komfort und Service zur Qualität des Bahnreisens beitragen. Eingebettet in das etablierte Segment Interiors bündelt der Bereich Travel Catering & Comfort Services (TCCS) Innovationen rund um Bordverpflegung, Innenausstattung, Komfort-Features und ergänzende Services für ein rundum angenehmes Reiseerlebnis.

Vernetzte Mobilität neu gedacht – damit befasst sich der Ausstellungsbereich Mobility+ als eine eigene Plattform für ergänzende Mobilitätsdienstleistungen. In-

nerhalb des etablierten Segments Public Transport treffen hier verkehrsträgerübergreifende Konzepte auf ein internationales Fachpublikum. Die Schwerpunkte sind „Shared Mobility“, „Mobility Apps“, „Technology“ sowie die „Erste/ Letzte Meile“. Ergänzend dazu gibt es neu die Mobility+ Corner. In Slots á 30 Minuten können Aussteller des Bereichs Mobility+ in der Halle 7.1c ihr Unternehmen, Produkte und Branchennews vorstellen, der inhaltlichen Gestaltung sind dabei keine Grenzen gesetzt.

Wie sieht intelligente Mobilität von morgen aus? Im AI Mobility Lab in der Hal-

le 7.1a trifft Künstliche Intelligenz auf reale Anwendung: Von autonomen Fahrzeugen über Smart Infrastructure bis hin zu Robotik und Cybersecurity. Nach dem Start 2024 wird der spezialisierte Ausstellungsbereich erfolgreich weitergeführt: eingebettet in das etablierte Segment Public Transport mit hoher Sichtbarkeit und einem klaren Fokus auf Innovation. Ergänzend werden täglich zwei Touren gezielt zu zehn Ausstellern auf dem gesamten Messegelände, die ihre Innovationen rund um das Thema KI präsentieren, durchgeführt. Beim Format AI Mobility Corner können Aussteller des Segmentes in Slots von maximal 60 Minuten sich und ihre Produkte vorstellen.

Erneut gibt es mit dem Speakers' Corner ein Format, bei dem Aussteller die Möglichkeit erhalten, sich abseits ihrer Standfläche in einem voll ausgestatteten Konferenzraum zu präsentieren. Die inhaltliche Gestaltung in dem einstündigen Slot ist frei und liegt in den Händen der Veranstalter. Für die Speakers' Corner sind im Hub27 die Räume Beta 1-2, Beta 3-4 und Beta 6-7 reserviert.

InnoTrans Campus

Der InnoTrans Campus ist die zentrale Plattform für Karriere, Nachwuchs und Fachkräftegewinnung. Rund 4000 Nachwuchstalenten nutzten zuletzt das RecruitingLAB für den persönlichen Austausch mit Arbeitgebern der Mobilitätsbranche. Der Campus in der Halle 21e umfasst vier Elemente:



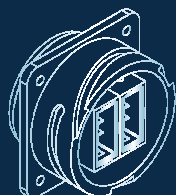
Eine Verbindung Unzählige Möglichkeiten

Modulare Verbindungslösungen für
Bahnanwendungen – robust,
zuverlässig und zukunftssicher



**InnoTrans
2026**
22.-25. SEPTEMBER 2026
BERLIN

BESUCHEN SIE UNS!
Halle 12 | Stand 240



GM-R

Modulare
Rundsteckverbinder

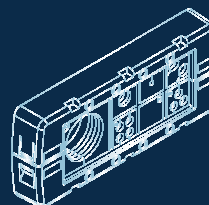
- Modulare Bauweise
- Hohe Vibrations-, Schlag- und Rüttelfestigkeit
- IP69 – Geeignet für Bahnanwendungen



GMP

Power-Steckverbinder

- Hohe Betriebssicherheit bei extremen Temperaturen
- Flexible Konfiguration
- Performance bis 960 A / 3600 V
- Kosten- und platzoptimierte Lösung



GCM

Modulares
Kabeldurchführungssystem

- Schnelle und einfache Montage
- Hohe Dichtigkeit und Zugentlastung
- Flexibel für verschiedene Kabeldurchmesser

www.gimota.com



3: Der Bereich „Railway Technology“ ist der mit Abstand größte Bereich

Quelle: Messe Berlin

- **Talent Stage:** In der Halle 7.2c präsentieren sich Unternehmen dort, wo die nächste Generation bereits zuhört: live und persönlich im Bühnenformat.
- **Eurailpress Career Boost:** Bei dem beliebten Karriereformat pitchen motivierte Talente ihre Stärken in nur 90 Sekunden. Direkt im Anschluss haben Aussteller und Unternehmen die Chance, mit den Kandidat:innen direkt ins Gespräch zu kommen. Der Career Boost findet am Mittwoch von 14-16 Uhr statt.
- **Career Point & Career Tours:** Mit dem Career Point (CP) heben sich die Aussteller als Arbeitgeber hervor – online, im Hallenplan und vor Ort. Ergänzt wird dies durch die Career Tours – geführte Rundgänge für Nachwuchskräfte, die gezielt zu Ausstellern mit CP Markierung führen.
- **Jobwall:** Stellenanzeigen digital und vor Ort auf der Messe.

InnoTrans Convention

Mit zahlreichen hochkarätigen Podiumsdiskussionen und Expertenrunden zu aktuellen und zukunftsrelevanten Mobilitätsthemen ist die InnoTrans Convention seit jeher die Plattform für einen Austausch unter Fachleuten. Die InnoTrans Convention bietet zu folgenden themenspezifischen Bereichen die Möglichkeit zum Gedankenaustausch:

- Dialog Forum,
- International Design Forum (IDZ),
- International Bus Forum (DVF),
- International Tunnel Forum (STUVA) und
- Public Transport Forum (ETC).

Herzstück sind die Dialog Foren, die während der Messe täglich im Palais stattfinden. Sie stehen unter der Federführung des Verbands der Bahnindustrie in Deutschland (VDB), des Deutschen Verkehrsforums (DVF), des Verbands der europäischen Eisenbahnindustrie (Unife), des Verbands der Elektro- und Digitalindustrie (ZVEI) und des Verbands Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV). Die Dialog Foren bilden die Plattform für den Austausch zwischen Politik, Industrie, Wissenschaft und Verkehrsunternehmen. In hochkarätig besetzten Panels und Expertenrunden werden aktuelle Herausforderungen und Zukunftsfragen der Mobilitätsbranche diskutiert. Folgende Dialog Foren – alle im Palais – sind angekündigt:

- **Shaping Transformation: Bahntechnik im Abo (VDB), Mittwoch 10-12 Uhr**



4: Der Eurailpress Career Boost wird auch 2026 wieder auf der InnoTrans stattfinden

Quelle: Messe Berlin



5: Modelle futuristischer Projekte sind immer wieder „Eyecatcher“

Quelle: Messe Berlin

- Wachstum durch Effizienzgewinne – für einen wirtschaftlichen, leistungsstarken und zukunftsfesten Eisenbahnsektor (DFV), Mittwoch 14-16 Uhr
- Shaping the future of ERTMS – success stories and future outlook (Unife), Donnerstag 10-12 Uhr
- Resilience in Motion: Navigating the Challenges of Future Mobility (ZVEI), Donnerstag 14-16 Uhr
- Future-proof? Cybersicherheit als Transformationsfaktor – Herausforderungen und Perspektiven für die Bahnindustrie (VDB), Freitag 10-12 Uhr.

Beim International Design Forum dreht sich alles um Gestaltung, Komfort und Nutzererlebnis im öffentlichen Verkehr. Designer, Hersteller und Mobilitätsanbieter diskutieren innovative Innenraumkonzepte, Barrierefreiheit, nachhaltige Materialien und die Verbindung von Funktionalität und modernem Fahrzeugdesign. Das Internationale Design Forum ist das inhaltliche Gegenstück zum Segment Interiors auf der InnoTrans. Das Design Zentrum Berlin (IDZ) ist Veranstalter dieses Panels im CityCube, M1-3:

ment Interiors auf der InnoTrans. Das Design Zentrum Berlin (IDZ) ist Veranstalter dieses Panels im CityCube, M1-3:

- Holistisch, resilient und nutzerorientiert –Branchenübergreifende Strategien für erfolgreiche Innenraumlösungen, Mittwoch 10-12 Uhr.

Das International Bus Forum vom DVF beleuchtet aktuelle Entwicklungen im Busverkehr – von alternativen Antrieben bis hin zu autonomen Shuttle-Lösungen. Hersteller, Betreiber und Technologieanbieter präsentieren innovative Konzepte für einen nachhaltigen und effizienten öffentlichen Verkehr, Hub27, Beta 8-9:

- In Zukunft elektrisch, vernetzt und autonom: Wie schaffen wir Rollout und Skalierung im ÖPNV?, Donnerstag 14-16 Uhr.

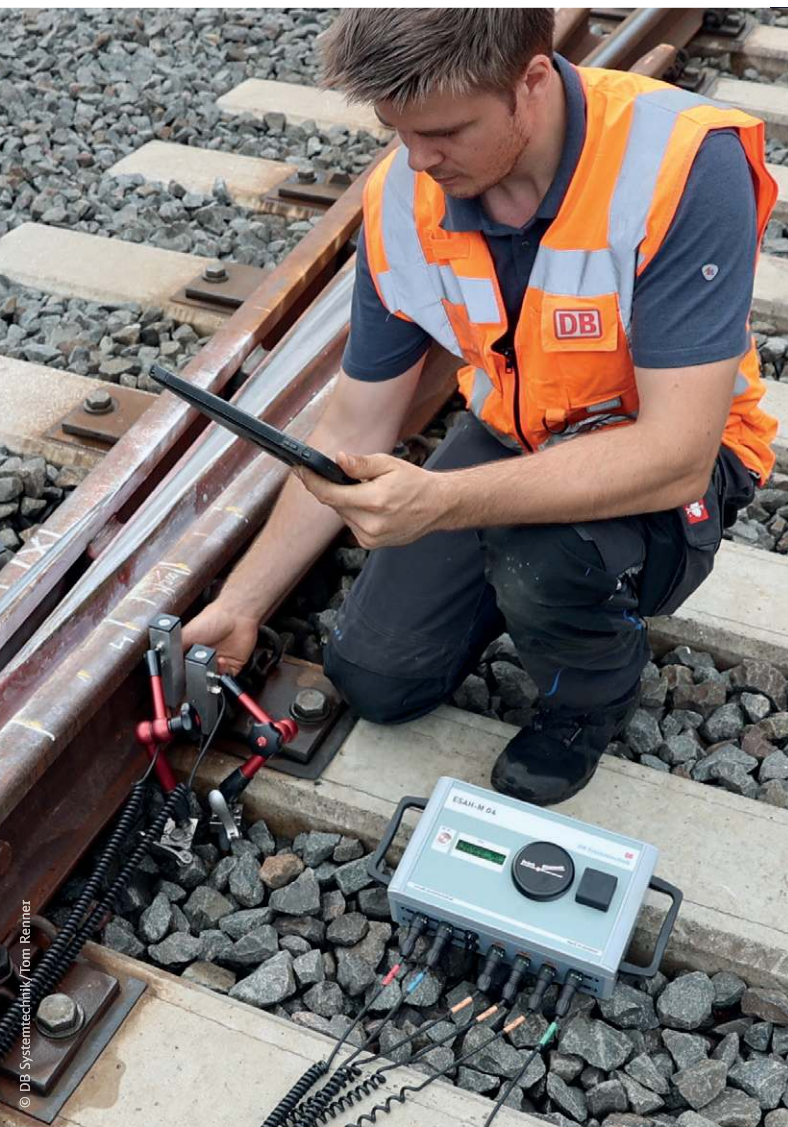
Das von der Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen (STUVA) organisierte International Tunnel Forum

widmet sich aktuellen Entwicklungen im Tunnel- und Infrastrukturbau. Im Fokus stehen Sicherheit, nachhaltige Bauweisen sowie Digitalisierung und KI im Tunnelbau. Geplant sind zwei Panels im CityCube, M8:

- Tunnel – Schlüssel für Ökologie und Lebensqualität, Mittwoch 14-16 Uhr
- Digitalisierung und Künstliche Intelligenz in Tunnelbau und -betrieb, Donnerstag 14-16 Uhr.

Im Public Transport Forum diskutieren Verkehrsunternehmen, Städte, Verbände und Technologieanbieter über aktuelle Entwicklungen und Zukunftsperspektiven des öffentlichen Verkehrs. Themen sind unter anderem Digitalisierung und KI im ÖPNV. Veranstaltet wird das Format durch die ETC Solutions GmbH, Hub27, Beta 8-9:

- Technologie im Wandel – Künstliche Intelligenz als Effizienztreiber im ÖPNV, Donnerstag 10-13 Uhr.



DB Systemtechnik

Rolling Stock. Infrastructure. Systemtechnik.

We combine system expertise
with technical excellence.

Visit us at InnoTrans:
Hall B | 410 & Outdoor Display O | 630



6: Der Women in Mobility Luncheon ist bereits fester Bestandteil der InnoTrans

Quelle: Messe Berlin

Teil der InnoTrans Convention ist auch der Rail Leaders' Summit. Er bringt internationale Entscheider aus Politik, Bahnunternehmen und Infrastrukturbetreibern zusammen. Im Mittelpunkt stehen globale Strategien und die Resilienz der Schienenmobilität. Die Veranstaltung unter dem Titel „Hochleistungsfähige Eisenbahnen für die Zukunft – Starke Infrastruktur in herausfordernden Zeiten“ wird von der Deutschen Bahn AG, dem Bundesministerium für Verkehr und der Messe Berlin veranstaltet und ist nur auf Einladung zugänglich.

Rahmenprogramm mit sechs Themen

Das Rahmenprogramm umfasst sechs Veranstaltungen unterschiedlicher Themen.

Railway Influencer Festival

Nach der Premiere im Jahr 2024 bringt das Railway Influencer Festival am Freitag erneut Creator, Mobilitätsexperten und Branchenvertreter zusammen, um die einflussreichsten Stimmen der Mobilitätsbranche zu feiern. Im Rahmen des Festival erfolgt auch die Verleihung des „Railway Influencer Award“ in vier Kategorien:

- Best InnoTrans Video
- Best Brand Video
- Best Mobility Channel
- Best Urban Mobility Video.

Eine unabhängige Jury aus Branchen- und Medienexperten hat die eingereichten Beiträge geprüft.

Hospitality Forum

Das Hospitality Forum ergänzt als begleitendes Rahmenprogramm den Bereich TCCS (Travel Catering & Comfort Services) im Segment Interiors. Es bietet mit dem Titel „Innovation und Zukunft des Railway Caterings“ zusätzliche Impulse rund um Komfort, Service und Kundenerlebnis im Schienenverkehr. Veranstalter ist die International Rail Catering Group (IRCG), es findet am Mittwoch von 14-16 Uhr im City-Cube, M6 statt.

AI Hackathon

Im Rahmen der InnoTrans können 60-80 internationale Hacker von Mittwoch bis Freitag gemeinsam mit Entwicklern, Start-ups und Branchenexperten auf dem Berliner Messegelände innovative Lösungen für die Mobilität von morgen entwickeln. Ziel des kompakten und intensiven Hackathons „AI on Track“ sind praxisnahe Lösungen für konkrete Industrie-Use-Cases, KI-Anwendungen im Verkehrssektor und datengetriebene Innovationen für effizientere und zuverlässigere Verkehre. Im Fokus stehen Themen von Betrieb und Infrastruktur über Passenger Experience bis hin zu Effizienz-

steigerung. Industriepartner und Sponsoren sind Alstom, Siemens und Wabtec.

Mobility Cleaning Circle

Am Mittwoch kommen Fachleute aus Verkehrsunternehmen und der Reinigungsbranche im Rahmen des Mobility Cleaning Circle zusammen. Als gemeinsames Networking-Event der InnoTrans und der CMS Berlin (Clean meets Smart) bündelt die Veranstaltung Wissen, schafft Synergien und fördert eine sauberere, nachhaltige Mobilität. Bei dem Treffen werden auch Impulse und Schwerpunkte für den Mobility Cleaning Circle 2027 auf der CMS Berlin gesammelt.

Women in Mobility Luncheon

Bereits seit 2016 ist der Women in Mobility Luncheon der Treffpunkt für Frauen der Branche auf der InnoTrans. Er findet am Dienstag von 12-14 Uhr im Palais statt. Waren es 2026 noch 40 Teilnehmerinnen, so trafen sich 2022 bereits über 600 Frauen. Der WiM-Luncheon bietet neben dem Netzwerk auch Keynotes und die erstmalige Verleihung des „Women in Rail Awards“ der EU-Kommission in vier Kategorien:

- Women Empowerment and Leadership Award,
- R&I in Railway Award,
- Next Generation in Rail Award und
- Women in Rail Operations Award.

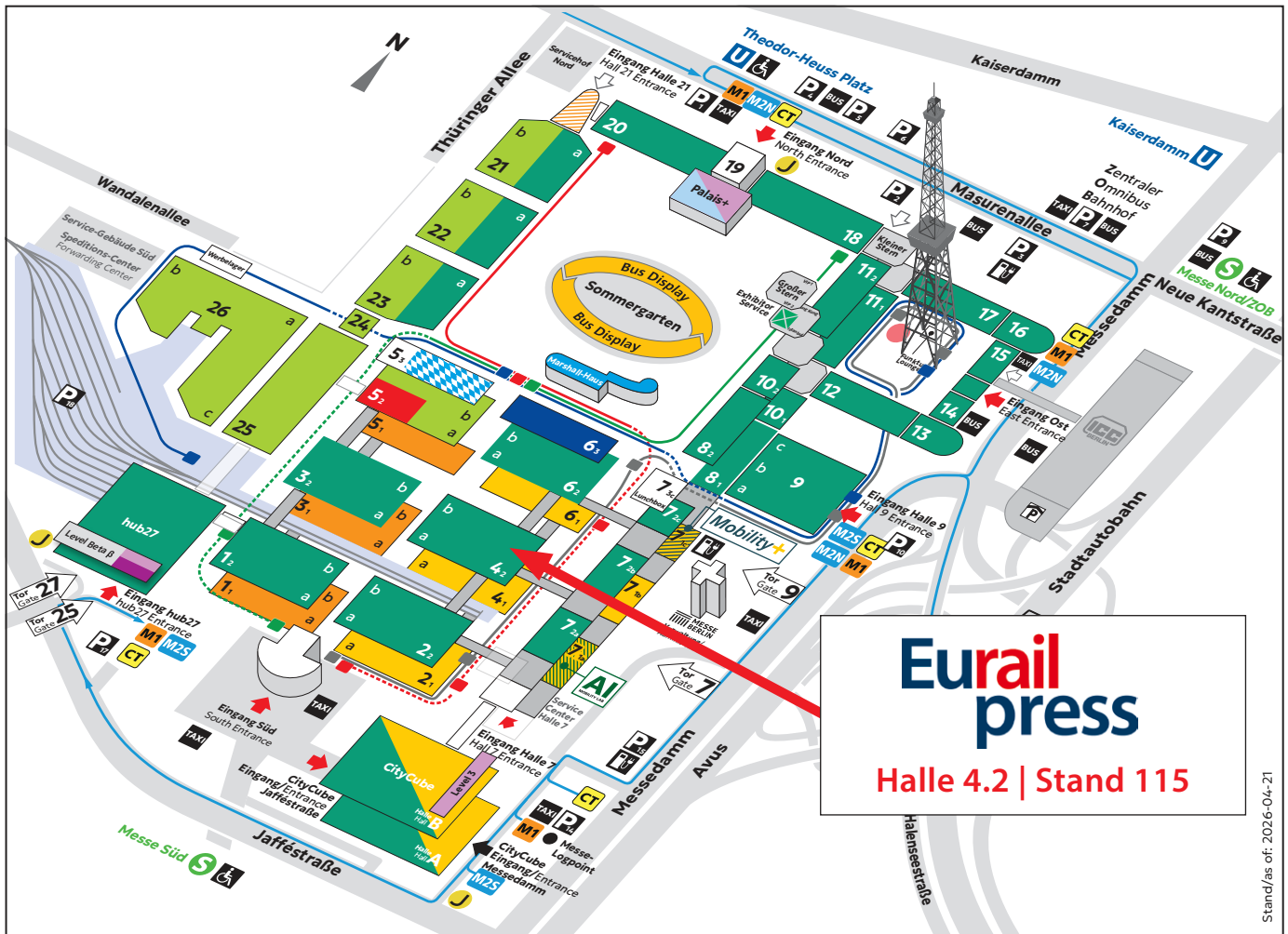
WiM ist ein von Freiwilligen betriebenes Netzwerk mit über 13 000 Anhängerinnen. Für den WiM Luncheon ist eine Anmeldung notwendig (www.wim-luncheon.de).

African European Industry Dialogue on Railways

Erstmals treffen sich auf der InnoTrans führende Vertreter afrikanischer Regierungen, Bahnbehörden, Entwicklungsinstitutionen und der europäischen Bahnindustrie. Dabei geht es um die Zukunft der Bahnentwicklung in Afrika, der strategischen Prioritäten sowie neuen Investitionsmöglichkeiten. Die Veranstaltung findet im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) statt und wird von der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) in Kooperation mit der Afrikanischen Entwicklungsbank (AfDB) und der DB E.C.O. Group durchgeführt, Mittwoch 12-14 Uhr, Hub27, Beta 8-9. ●

Messegelände · Exhibition Grounds

InnoTrans 2026
22 – 25 September | Berlin



**Eurail
press**
Halle 4.2 | Stand 115

Stand/as of: 2026-04-21

- Railway Technology
- Interiors incl. Travel Catering & Comfort Services
- Railway Infrastructure
- Tunnel Construction
- Public Transport incl.
- Mobility+
- AI Mobility Lab
- Outdoor Display
- Bus Display
- InnoTrans Campus

- Opening Ceremony Eröffnungsveranstaltung
- InnoTrans Convention
- Speakers' Corner
- Business Lounge (Marshall-Haus)
- Press Center Pressezentrum
- Restaurant Oktoberfest
- Food Court

Shuttle Lines / Shuttlelinien

- M1 Olympischer Platz P+R
- M2N BER – Expo North / Expo Nord
- M2S BER – Expo South / Expo Süd
- CT City Transfer

J Jelbi hub shared mobility Pickup & Drop-off for rental two-wheeled vehicles
Mobilitätsflächen für Miet-Zweiräder

Fairground Shuttle / Geländeshuttle

- Fast Shuttle**
- South Entrance – Hall 18
Eingang Süd – Halle 18
- South Entrance – Hall 20
Eingang Süd – Halle 20
- South Entrance – East Entrance
Eingang Süd – Eingang Ost
- East Entrance – Outdoor Display
Eingang Ost – Gleis- und Freigelände

Die Eurailpress-Messevorschau zur InnoTrans 2026

Eurailpress bietet traditionell einen Überblick über Neuheiten und Highlights von Partnern aus Industrie und Dienstleistung, die auf der InnoTrans 2026 gezeigt werden. Nutzen Sie diese Vorschau zu einer optimalen Vorbereitung. Eurailpress und ETR wünschen Ihnen einen erfolgreichen Messebesuch! Und kommen Sie auch gern bei uns am Stand vorbei, Sie finden uns in Halle 4.2/115.

Asset Management für Bahninfrastruktur mit INFRA LIFE®

Das Bahnsoftware-Unternehmen **3Binfra** zeigt mit INFRA LIFE®, wie modernes Asset Management für Bahninfrastruktur Transparenz schafft, Instandhaltung planbarer macht und Betreiber dabei unterstützt, ihre Infrastruktur wirtschaftlich zu steuern. Die zentrale Frage für Bahninfrastrukturbetreiber lautet: In welchem Zustand ist meine Bahninfrastruktur – und wo muss das nächste Geld hin? Wer diese Frage nicht datenbasiert beantworten kann, trifft Instandhaltungs- und Investitionsentscheidungen häufig auf Basis unvollständiger Informati-

onen. Im Unterschied zu allgemeinen Asset-Management-Systemen bildet INFRA LIFE® lineare und geografisch referenzierte Bahnanlagen nativ ab. Ein UIC-konformes Netzmodell, digitale Zwillinge über unterschiedliche Gewerke hinweg sowie ein modularer Aufbau schaffen eine gemeinsame Datenbasis für Zustandsbewertung, Instandhaltungsplanung und langfristige Investitionssteuerung. Damit unterstützt INFRA LIFE® Bahninfrastrukturbetreiber dabei, technische Anlagen nicht nur zu dokumentieren, sondern über den gesamten

Lebenszyklus hinweg aktiv zu steuern. Als spezialisierte Instandhaltungssoftware für Bahninfrastruktur verbindet INFRA LIFE® Asset Management, Zustandsinformationen, Instandhaltungsplanung und Infrastrukturwissen in einer Plattform. Der standardisierte und modulare Aufbau ermöglicht eine schrittweise Einführung – auch bei knappen IT-Ressourcen. Einheitliche Kennzahlen schaffen zudem die Grundlage für betreiberübergreifendes Benchmarking.

<https://3binfra.at/> Halle 21, Stand 350

Die Intelligence-Schicht für Alstoms Bahn-Assets

Talk to my Train ist der intelligente Assistent für Betriebs- und Instandhaltungsteams von **Alstom** im Bahnsektor. Er konsolidiert Informationen aus Zügen, Signal- und Zugsteuerungssystemen, Infrastruktur, Instandhaltungsdaten sowie technischer Dokumentation – einschließlich Komponentenhandbüchern – zu einer einzigen Intelligence-Schicht. Durch die Verknüpfung von Bahndaten, betrieblichem Kontext und technischem Expertenwissen, die typischerweise auf verschiedene Systeme verteilt sind, unterstützt Talk to my Train Teams dabei, schneller Antworten zu finden, Probleme effizienter zu lösen und Wissen effektiver zu teilen. Die Verantwortung für alle betrieblichen Entscheidungen bleibt jederzeit vollständig bei den Expertinnen und Experten.

www.alstom.com

Halle 3.2, Stand 450 und Freigelände T2/20 | T4/36 | T5/40



Schnellere Störungsanalyse für einen leistungsfähigeren Bahnbetrieb

Quelle: Alstom SA

HERMES – Managementsystem für Wasserstoff-Repowering

Altpro stellt u.a. Hermes vor, ein containerisiertes Wasserstoff-Stromerzeugungssystem zur Stromversorgung bestehender Elektrolokomotiven. Das System integriert Wasserstoffspeicherung, Brennstoffzellen-Energieumwandlung und Onboard-Energiemanagement in einer einzigen modularen Plattform, die auf einem Standard-Eisenbahnwaggon installiert wird. Hermes ermöglicht den Betrieb von Elektrolokomotiven auf nicht elektrifizierten Strecken mit minimalen Anpassungen des Antriebssystems. Infrastrukturbetreibende können so ihr Netz dekarbonisieren, ohne erhebliche Investitionen in die Elektrifizierung tätigen zu müssen.

www.altpro.com

Freigelände T10/45



Managementsystem für Wasserstoff-Repowering

Quelle: Altpro

KI-basierte Onboard-Kameras für hochauflösende Videoüberwachung im ÖPNV



Kompakte Onboard-Kameras der AXIS P39-Serie für Bus und Bahn

Quelle: Axis Communications

Axis Communications präsentiert mit den Modellen AXIS M3945-R, P3945-R und P3947-R eine neue Generation robuster Onboard-Kameras für Bus und Bahn. Die kompakten Dome-Kameras bieten Auflösungen von 2 bis 5 MP bei 60 fps und sind nach internationalen Transportnormen wie EN 50155, EN 45545 und UNECE R10/R118 zertifiziert. Lightfinder 2.0 und Forensic WDR garantieren detailreiche Farbbilder selbst bei extremer Dunkelheit oder starkem Gegenlicht. Für eine verbesserte Vorfallaanalyse verfügen die Modelle über integrierte Mikrofone und KI-gestützte Analysefunktionen. Die Hardware-Plattform Axis Edge Vault schützt dabei die Geräte-Integrität und Cybersicherheit. Dank eines einheitlichen Formfaktors und kompatiblen Zubehörs ist eine einfache Modernisierung bestehender Systeme ohne bauliche Eingriffe möglich. Die Gehäuse sind für den Innen- und Außeneinsatz (IP66/67/6K9K) geeignet.

www.axis.com

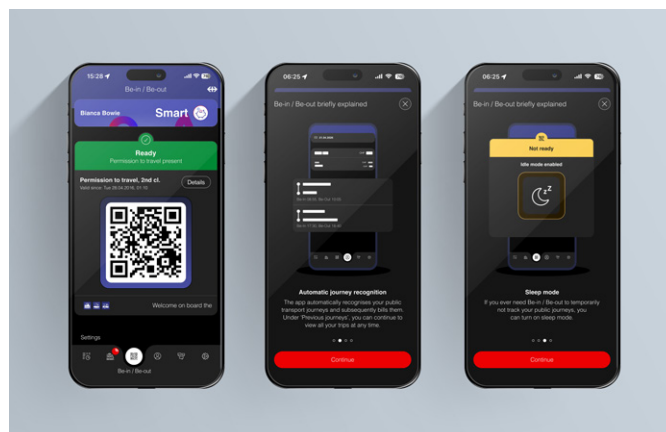
Halle 2.1, Stand 625

SBB und Axon Vibe: weltweit erstes landesweites BiBo Ticketing

Die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) und **Axon Vibe** haben ein wegweisendes Be-in/Be-out (BiBo) Ticketing in der myRIDEApp eingeführt und setzen damit neue Maßstäbe für nahtloses Reisen im öffentlichen Verkehr. Im Gegensatz zu herkömmlichen Check-in/Check-out (CiCo)-Systemen ermöglicht BiBo das Reisen völlig ohne Interaktion mit dem Smartphone. Fahrten über sämtliche Verkehrsmittel werden automatisch erkannt, der korrekte Fahrpreis wird mit Bestpreisgarantie berechnet, und Vielfahrende profitieren von einem Bonusprogramm. Die Innovation baut auf der bewährten Technologie von Axon Vibe auf, die bereits hinter der EasyRide-Funktion der SBB Mobile App steht und monatlich Millionen von Fahrten automatisch erkennt. Der Wegfall des aktiven Ein- und Auscheckens macht die Nutzung des öffentlichen Verkehrs so einfach wie nie zuvor und schafft ein komfortables, intuitives Reiseerlebnis.

www.axonvibe.com

Halle 7.1c, Stand 560



Reisefreiheit – kein Ticketkauf, kein Ein- und Auschecken

Quelle: 2026 SBB AG / Axon Vibe AG

Moderne Teilereinigung macht die Instandhaltung sicherer und kosteneffizienter



Großteilwaschanlage Pacific zur automatisierten Reinigung von Radsätzen
Quelle: BvL Oberflächentechnik

Sichere und kosteneffiziente Instandhaltungsprozesse für Schienenverkehrsunternehmen beginnen mit sauberen Bahnkomponenten. Auf der InnoTrans 2026 zeigt die **BvL Oberflächentechnik GmbH**, wie moderne Reinigungslösungen Komponenten zuverlässig für Inspektion, Instandhaltung, Beschichtung und Wiederverwendung vorbereiten. Ob Drehgestelle, Radsätze, Radlager, Lagergehäuse, Motoren, Statoren oder Rotoren: Zuverlässig gereinigte und entlackte Bauteile bilden die Grundlage für präzise Instandhaltung, sichere Rissprüfungen, hochwertige Neubeschichtungen und damit ein hohes Maß an Betriebssicherheit. BvL bietet maßgeschneiderte Systemkonzepte, die präzise an die Komponente, die Art der Verschmutzung, die Zykluszeit und den verfügbaren Platz angepasst werden können. Automatisierte Materialflüsse und eine klare Zuordnung von Bauteilsätzen erhöhen die Prozesssicherheit, Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit. Dies senkt die Betriebskosten, verlängert die Lebensdauer der Reinigungsmedien und unterstützt bestehende Wartungsprozesse optimal. Mit jahrzehntelanger Erfahrung in der industriellen Teilereinigung, umfangreichen Referenzen im Bahnsektor und einem internationalen Service- und Vertriebsnetz steht BvL für lösungsorientierte Systemkonzepte, bei denen der Kundennutzen im Mittelpunkt steht.

www.bvl-cleaning.com

Halle 6.2, Stand 430

Akku-Schraubmaschine TW-18B für den Gleisbau

Mit der TW-18B bietet **CEMBRE** eine sehr leichte drehmomentkontrollierte Akku-Schraubmaschine für die präzise und reproduzierbare Instandhaltung von Bahninfrastruktur.

Besonderes Merkmal ist die integrierte Datenerfassung: Alle Verschraubungsvorgänge werden mit maximal 250 Nm ausgeführt, gespeichert und können per USB ausgelesen sowie als Excel- oder PDF-Dokumentation ausgegeben werden. Optional lässt sich die Position der Arbeiten über GPS zuordnen.

Der 36 V-Li-Ion-Akku kombiniert hohe Leistung mit kabelloser Flexibilität im Gleis. Dank bürstenlosem Motor arbeitet die Maschine wartungsarm und

vibrationsreduziert. Das robuste, nach EN13977 ausgelegte Gehäuse sowie die Schutzart IP44M ermöglichen den Einsatz auch unter anspruchsvollen Witterungsbedingungen.

Zusätzliche Features wie integrierte LED-Beleuchtung und ergonomische Griffe erhöhen die Einsatzsicherheit insbesondere bei Nacht- und Baustellenarbeiten. Insgesamt bietet die TW-18B eine prozesssichere und dokumentationsfähige Lösung für moderne Gleisinstandhaltung und ist von der DB zugelassen.

www.cembre.de

Halle 12, Stand 120



Nur 14 kg Gewicht: die TW-18B
Quelle: Cembre

Frische Luft auch bei Tunnelbaustellen

Gerade temporäre Tunnelbaustellen benötigen eine umfassende und besonders sorgfältige Planung und Vorbereitung. Mit der Bereitstellung maßgeschneiderter Komplettlösungen hat sich **CFT** hier als innovativer Lösungsanbieter etabliert. Mit lufttechnischem Know-how und modernsten Technologien betreut CFT Projek-

te im Bereich Tunnelsanierung hinsichtlich der Entstaubung und Belüftung, sodass die Einhaltung arbeitsmedizinischer Vorgaben für die Qualität der Atemluft im Baustellenbereich gewährleistet ist.

Immer mit dem Fokus darauf, dass der Baustellenbetrieb für eine möglichst geringfügige Beeinträchtigung des Zugverkehrs

absolut termintreu laufen muss und die installierten Bewetterungs- und Entstaubungssysteme den Baustellenbetrieb und den eventuell parallel laufenden Publikumsverkehr nicht behindern.

www.cft-gmbh.de

Halle 5.2, Stand 700

Auracast™-Nachrüstung für bestehende 100V-ELA-Audioanlagen

cn-mobility stellt eine Nachrüstlösung vor, mit der bestehende 100 V-Fahrgastinformations- und Durchsagesysteme für Bluetooth® Auracast™ erweitert werden können. Die Lösung nutzt die vorhandene 100 V-Lautsprecherinfrastruktur und ermöglicht die direkte Übertragung von Audioinformationen (auch UIC) auf Hörsysteme, Smartphones und Kopfhörer. Änderungen an der Fahrzeugsoftware sind nicht erforderlich. Dadurch werden Integrationsaufwand und Zulassungsrisiken reduziert. Die Lösung ist fahrzeugseitig skalierbar und unterstützt die flexible Benennung verschiedener Audiostreams. Sie verbessert die Zugänglichkeit von Fahrgastinformationen insbesondere für Menschen mit Hörbeeinträchtigungen und wurde bereits in Kundenprojekten erfolgreich verifiziert.

www.cn-mobility.eu

Halle 2.1, Stand 720



ELA to Auracast™-Gateway für bestehende 100 V-Fahrgastinformationssysteme
Quelle: cn-mobility GmbH

Modulares GFK-System für die Bahninfrastruktur

CTS Composite Technologie Systeme GmbH hat ein modulares System aus pultrudierten GFK-Strukturprofilen und GFK-Gitterrosten für die Bahninfrastruktur entwickelt. Aus diesen Bauteilen entstehen Wartungswege, Zugangsstrukturen und weitere technische Infrastrukturkomponenten. Das Material ist korrosionsbeständig und elektrisch nichtleitend, sodass keine Erdung erforderlich ist und der Aufwand für Korrosionsschutz und Instandhaltung sinkt. Zugleich sind die Bauteile leicht und widerstehen Witterung und Umwelteinflüssen. Wie flexibel sich die Bauweise an örtliche Gegebenheiten anpasst, zeigt ein Einstiegspodest, das dem Bogen eines gekrümmten Gleises folgt.

www.ctscom.de

Halle 25, Stand 265a



Arbeitspodest von CTS in Butzbach Quelle: Composite Technology Systems GmbH



Treffen Sie uns auf der
InnoTrans 2026

Berlin-Brandenburg Stand
CityCube I Halle B



REDpointPRO®: kompakte PZB-Komplettlösung für Schienenfahrzeuge

REDpointPRO® von **Deuta** ist eine kompakte PZB-Komplettlösung für Schienenfahrzeuge in Deutschland und Österreich. Das System vereint PZB, juristischen Rekorder mit TSI-konformem geschütztem Datenspeicher, Gateway-Funktionen sowie Überwachungs- und Diagnosefunktionen in einem 19-Zoll-Rack. Es erfüllt aktuelle Betreiberanforderungen, unterstützt die Integration in ETCS-Projekte und ist für den Cyber Resilience Act (CRA) vorbereitet. Die Lösung entspricht aktuellen Anforderungen an Bahnnormen, Brandschutz und funktio-

nale Sicherheit. Schnittstellen zu ETCS-EVC, TCMS, DMI, Sensorik und Führerstandssteuerungen ermöglichen die Einbindung in unterschiedliche Fahrzeugkonzepte. Unterstützt werden unter anderem Ethernet, MVB, CANopen und CAN-Bus. REDpointPRO® erleichtert die Modernisierung bestehender Fahrzeuge, den Ersatz abgekündigter PZB-Systeme sowie den grenzüberschreitenden Einsatz von Fahrzeugen auf den Netzen in Deutschland und Österreich.

www.deuta.com

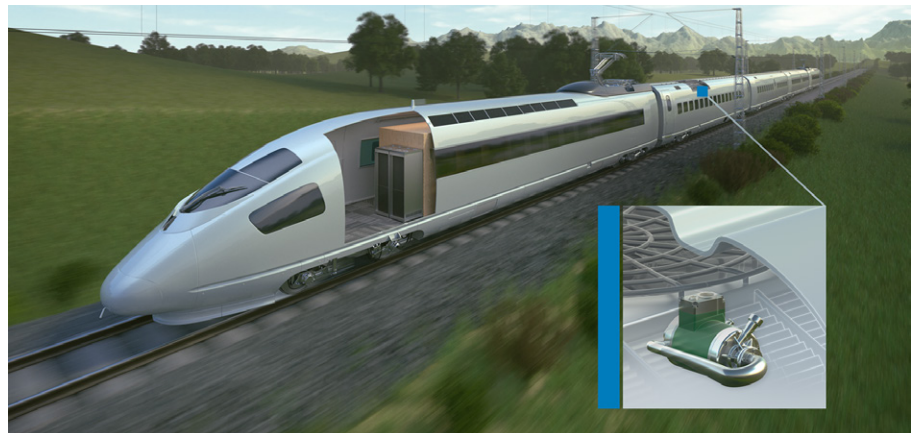
Halle 27, Stand 560



REDpointPRO®: die moderne, kompakte und zukunftsichere PZB-Komplettlösung
Quelle: Deuta-Werke

Effiziente Lösungen für hohe Anforderungen

Die Axialventilatoren der Baureihe AxiEco Track von **ebm-papst** können mit Baugrößen von 300 bis 500 mm vielfältig genutzt werden. Typische Einsatzbereiche sind Verflüssiger sowie die Elektronik- und Umrichter Kühlung. Mit aerodynamisch optimiertem Design, effizienter EC-Technologie und robuster Bauweise erfüllen sie zentrale Anforderungen wie Schock- und Schwingfestigkeit, zuverlässigen Dauerbetrieb sowie relevante Normen etwa im Brandschutz und der elektromagnetischen Verträglichkeit. Die RadiCal 2 Radialventilatoren in den Baugrößen 190 bis 280 mm Durchmesser mit dreidimensionaler Schaufelgeometrie weisen geringere Verluste, hohe Volumenströme und einen verbesserten Wirkungsgrad bei Klimatisierungsanwendungen auf. RadiPac 3C in den Baugrößen 310 bis 450 mm Durchmesser mit strömungstechnisch optimiertem Verbundwerkstoff-Laufrad ist für leistungstärkere Anwendungen u.a. auch



Turbokompressoren ermöglichen durch hohe Drehzahlen eine hohe Leistungsdichte bei kompakter Bauweise
Quelle: ebm-papst

zur Kühlung von Bordnetzumrichtern bei gleichzeitig reduziertem Geräuschniveau geeignet. Für leistungsintensive Anwendungen wie die Kühlung von Traktionsumrichtern ist der RadiPac 3M in Metallausführung

und Baugröße 450 mm Durchmesser, kombiniert mit einem 150er ECMotor sowie einer 8 kW Elektronik geeignet.

www.ebmpapst.com Halle 3.1, Stand 380

Akustiksystem zur Erkennung von Schienenbrüchen



Auf Schienen montierte Detektionsvorrichtungen
Quelle: Enekom Enerji Bilişim ve Mühendislik San. Tic. A.Ş.

RailAcoustic® von **Enekom** ist ein fortschrittliches akustisches Schienenüberwachungssystem zur kontinuierlichen Bewertung der Schiene, Integrität, Betriebssicherheit und vorausschauender Instandhaltung. Das System sendet kontrollierte akustische Signale durch die Schiene und analysiert deren Ausbreitung sowie Reflexionen zwischen verteilten Feldeinheiten. Veränderungen der Signalcharakteristik ermöglichen die frühzeitige Erkennung von Schienenbrüchen, strukturellen Defekten und anderen Unregelmäßigkeiten. Darüber hinaus erkennt

RailAcoustic® externe Gefahren wie Steinschlag, Erdbeben, Überschwemmungen und Unterspülungen der Gleise, bevor Züge den betroffenen Bereich erreichen. Temperatur-, Status- und Diagnosedaten werden kontinuierlich über Glasfaser- oder funkbasierte IP-Netzwerke an eine zentrale Plattform übertragen. RailAcoustic® unterstützt Digitalisierung, intelligentes Asset-Management und resiliente Bahninfrastrukturen.

www.enekom.com.tr
Halle 7.1b, Stand 350

Next Generation Dual-Mode-FRMCS und GSM-R-Zugfunk

Mit dem TRS-G2 präsentiert **ErvoCom** eine wegweisende neue Generation des Zugfunks für die sichere Migration von GSM-R zu FRMCS. Die innovative Dual-Mode-Lösung basiert auf der neuesten FRMCS-Architektur und verbindet alle Systemkomponenten konsequent über Ethernet. Im Zentrum steht das innovative Bediengerät COCO₂4 mit modernster Touch-Technologie, in dem die Zugfunklogik integriert ist. Das Zentralgerät CCU24 dient als GSM-R-Gateway zur bestehenden Infrastruktur, während ein zukünftiges FRMCS-Gateway direkt an das Bediengerät (VAS) angebunden wird. Die offene Architektur unterstützt Multi-Vendor-Strategien, vereinfacht die Migration, reduziert Lebenszykluskosten und bietet Bahnbetreibern maximale Flexibilität, hohe Cybersicherheit und langfristigen Investitionsschutz. TRS-G2 ebnet den Weg in die digitale Zukunft des Bahnfunks.



www.ervocom.ch

Halle 4.1, Stand 665

Bediengerät COCO₂4 für FRMCS- und GSM-R-Zugfunk

Quelle: ErvoCom AG

Mit einem Swipe starten und losfahren

Ein Mobile-First-Pay-As-You-Go (PAYG)-Ökosystem, das Reisen so einfach wie möglich macht, revolutioniert den Ticketverkauf im ÖPV. Während sich Mobile Pay-As-You-Go (MPAYG) weltweit als neuer Standard für Smart Ticketing etabliert, setzt **Fairtiq** auf eine bewährte Technologie. Mit der PAYG Suite können Verkehrsverbün-

de und Verkehrsunternehmen PAYG flexibel über die marktführende Fairtiq-App, eine SDK-Integration oder vollständig individuelle Lösungen einführen – ergänzt durch Tap-basierte Ticketing-Lösungen. Alle Varianten basieren auf derselben bewährten Technologie innerhalb eines einzigen Ökosystems. Mit mehr als 400 Millionen abgeschlossenen Fahrten gestaltet Fairtiq die Zukunft von Smart Ticketing und Mobilität in ganz Europa aktiv mit. Die kosteneffiziente, schnell implementierbare Lösung lässt sich nahtlos von regionalen Verkehrsnetzen bis hin zu landesweiten Anwendungen skalieren. Indem Fairtiq das Smartphone in den Mittelpunkt des Kundenerlebnisses stellt und gleichzeitig Account-Based Ticketing (ABT) sowie Tap-basierte Fahrten unterstützt, können Verkehrsunternehmen ihren Fahrgästen ein zukunftsfähiges Mobilitätsenerlebnis bieten, das sich flexibel an die Anforderungen von Verkehrsunternehmen anpasst und gleichzeitig ein besonders einfaches Nutzererlebnis bietet.



Einfacher Ticketkauf macht das Reisen entspannter.

Quelle: Fairtiq

www.fairtiq.com

Halle 2.1, Stand 500

cn mobility

Auracast™ einfach nachrüsten.
Bestehende Fahrgastinformation digital erweitern.

Mit unserem **InnoCom® ELA to Auracast™ Gateway** werden Fahrgastinformationsansagen direkt auf Hörgeräte, Smartphones und Kopfhörer übertragen – einfach integrierbar und kosteneffizient.



Erleben Sie Auracast™
auf der InnoTrans!
22.-25. September '26
Halle 2.1, Stand 720

DE | cn-mobility GmbH
Am Seifen 12
35756 Mittenaar
info@cn-mobility.eu

CH | cn-mobility GmbH
Schenkstrasse 1
3380 Wangen a. d. Aare
info@cn-mobility.ch

cn-mobility.eu

InnoCom



IRIS
Certification

Allianzmodelle erfolgreich umgesetzt

Die Unternehmensgruppe **FCP.VCE** zeigt auf der InnoTrans 2026 anhand aktueller Infrastrukturprojekte, wie Allianzmodelle zu mehr Effizienz und Planungssicherheit bei komplexen Bahnvorhaben beitragen. Ein Schwerpunkt ist das „Neue Werk Cottbus“, das größte und modernste Bahninstandhaltungswerk der Deutschen Bahn. Im Auftrag der Rhomborg Sersa Rail Group verantwortet FCP umfangreiche Planungsleistungen für die Außenanlagen der fünfgleisigen Halle 1. Durch die frühe Einbindung von Planern und ausführenden Unternehmen im Allianzmodell werden Bauabläufe optimiert und Schnittstellen reduziert. BIM-gestützte Planungsmethoden unterstützen dabei

die interdisziplinäre Zusammenarbeit. Ein weiteres Beispiel ist das Allianzprojekt „Gäubahn“ Abschnitt Nord in Stuttgart mit dem Pfaffensteigtunnel als zentralem Baustein. Das Vorhaben schafft die Voraussetzungen für eine leistungsfähige Schienenanbindung der Region und soll bis 2032/33 realisiert werden. Rund 90 Mitarbeitende von FCP.VCE waren bisher in unterschiedlichen Fachbereichen an der Projektentwicklung beteiligt und leisten einen wesentlichen Beitrag zur erfolgreichen Umsetzung des Infrastrukturprojekts.

www.fcp.at | www.vce.at
Halle 25, Stand 172



Das Neue Werk Cottbus wurde als Allianzmodell umgesetzt
Quelle: FCP

Funkwerk Gateway – FRMCS TOBA Box

Die nächste Generation von Cab-Radios wird auf FRMCS-Technologie basieren und im ersten Schritt ein Datenübertragungssystem nutzen, das eine extrem hohe Bandbreite und eine bemerkenswert geringe Latenz aufweist. Darüber hinaus werden Sicherheit und Zuverlässigkeit durch die Nutzung von privaten und kommerziellen 5G-Netzwerken verbessert. **Funkwerk** hat aufgrund seiner langjährigen Expertise in den Bereichen GSM-R, analoger Zugfunk und LTE-basierter Funkmodule ein 5G-Gateway mit einer Prozessoreinheit für die nächste Generation der Zugkommunikation entwickelt. Im Konzept des Gateways werden die Mobilfunkschnittstellen mit-



Für FRMCS gut vorbereitet

Quelle: Funkwerk AG

hilfe von integrierten Modem-Modulen umgesetzt, die gängigen Industriestandards für Formfaktoren und Schnittstellen entsprechen. Dies gewährleistet nicht nur die bereits vorhandene Unterstützung verschiedener Mobilfunksysteme und Frequenzbänder, sondern auch eine herausragende Zukunftsfähigkeit und Flexibilität. Beispielsweise wird dadurch sichergestellt, dass das FGW auch zukünftigen Anforderungen im globalen Einsatz gerecht werden kann und problemlos Funkwerks zertifiziertes FRMCS-Modem integrieren kann, sobald es verfügbar ist.

www.funkwerk.com Halle 4.1, Stand 420

Neue Funktionalitäten im 3D BIM CAD-Planungs- und Entwurfssystem Geopac

In einem Preview präsentiert **Geo Digital** bereits die neusten Funktionalitäten der Version 17 (Oktober-Update) in Geopac für Elitecad. Die BIM-Softwarelösungen mit hohem Praxisbezug für die Entwurfs- und Ausführungsplanung sowie Bestandsdokumentation schienenengebundener kommunaler Verkehrswege werden live präsentiert. Hierbei ist auch Luna, die neu in Elitecad integrierte native KI-Unterstützung mit von der Partie. Zu den Geopac-Highlights gehören neben dem langjährig bewährten Schienenteilungs- und Biegeverfahren Geopac Evast natürlich auch das 3D-Hüllkur-

venverfahren einschließlich des 3D-Tram-Editors zur individuellen Modellierung von Schienenfahrzeugen. Unter Verwendung von Laserscan-Punktwolken eignen sich die letztgenannten Analysetools, um einen Lichtraumnachweis u. a. im Rahmen von Neubau- und Instandhaltungsmaßnahmen, zum regelmäßigen Nachweis des sicheren Betriebs oder zur Fahrzeugneubeschaffung im Hinblick auf die Erhöhung von Transportkapazitäten bei geringstmöglichen Umbaumaßnahmen im Bestandsnetz zu führen.

www.geodigital.de Halle 5.2, Stand 775



Systemseitiger Nachweis der Lichtraumprofilfreiheit im Rahmen einer Kollisionsprüfung
Quelle: Geo Digital

Vibrationsisolierung neu gedacht: „Beyond Track Protection“

Unter dem Motto „Beyond Track Protection“ zeigt **Getzner Werkstoffe** das Zusammenspiel von Schiene, Schwelle, Schotter, Unterbau, Fahrzeug und elastischen Komponenten entlang der gesamten Strecke. Neben Track Protection zur Vibrationsisolierung, zum Schutz des Oberbaus sowie zur Reduktion von Lärm und Erschütterungen wird unter anderem der Sensor Sleeper präsentiert. Die mit Sensorik ausgestattete Schwelle macht sichtbar, wie sich Last und Pressung zwischen Schwelle und Schotter verteilen. Sie liefert damit eine wichtige Grundlage, um den Fahrweg besser zu verstehen, kritische Bereiche zu bewerten und Maßnahmen zielgerichtet auszulegen. Richtig ausgelegter Erschütterungsschutz reduziert Vibrationen und Lärm und entlastet gleichzeitig den Oberbau. Schotterverschleiß und Instandhaltungsaufwand sinken, während die Gleislagestabilität verbessert wird. Das wirkt sich direkt positiv

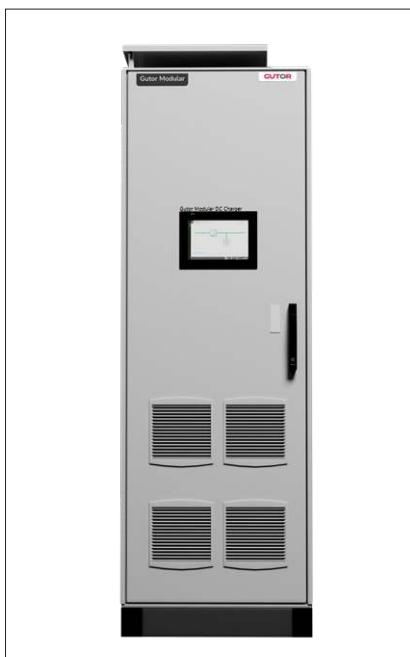
auf die Verfügbarkeit und die Lebenszykluskosten einer Bahnstrecke aus.

www.getzner.com Halle 25, Stand 330



Sensor Sleepers helfen kritische Bereiche besser zu bewerten
Quelle: Getzner Werkstoffe

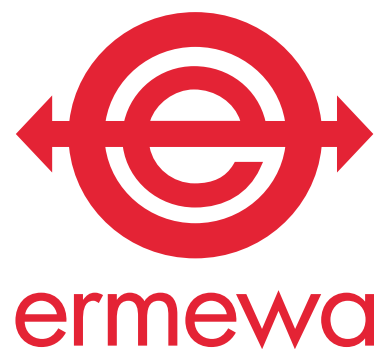
Modulare Bahnstromversorgung mit integrierter SMC-Batterie



Modulare Stromversorgung für Bahnanwendungen mit integrierter SMC-Batterie
Quelle: Gutor

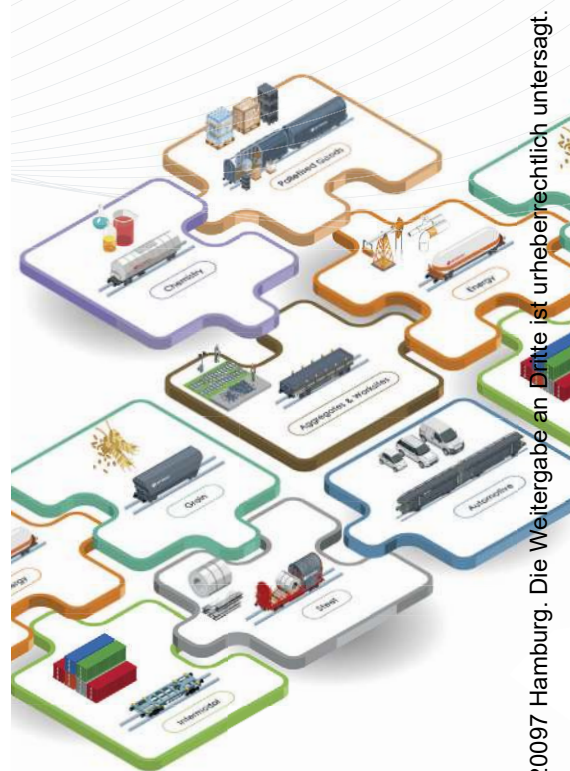
Gutor präsentiert eine modulare Stromversorgungslösung für Bahnanwendungen mit DC-Ladegeräten, USV-Systemen, Wechselrichtern, DC/DC-Wandlern und integrierter Natrium-Metall-Chlorid (SMC)-Batterietechnologie. Die Lösung unterstützt Spannungen von 24 bis 250 VDC und erfüllt die Anforderungen moderner Bahninfrastrukturen. Die SMC-Batterie arbeitet zuverlässig bei Temperaturen von -20 °C bis +60 °C, erreicht mehr als 4500 Lade-/Entladezyklen bei 80 % Entlادتiefe (DoD) und bietet eine Lebensdauer von über 20 Jahren. Dank des kompakten Designs entfallen separate Batterieräume sowie Lüftungs- und Klimatisierungssysteme, wodurch Infrastruktur- und Lebenszykluskosten reduziert werden. Die modulare Architektur ermöglicht eine flexible Skalierung und zukunftsichere Energieversorgung.

www.gutor.com Halle 11.1, Stand 275



We are a European leader in railcars leasing.

We have deployed our organisation and experts by majors segments.



Let's (re)invent the railway together

www.ermewa.com

Next Generation – breit aufgestellt für die Zukunft

Hitachi Rail präsentiert in Berlin HMAX for Rail, eine digitale Asset-Management-Plattform, die Daten von Zügen, Signalanlagen und Infrastruktur in Stadt-, Fern- und Güterverkehrsnetzen zusammenführt. Mithilfe proprietärer Sensoren und bahnspezifischer Algorithmen generiert HMAX detaillierte Informationen zu Rollmaterial, Gleisen und streckenseitigen Anlagen und ermöglicht so vorausschauende Instandhaltung, optimiertes Lebenszyklusmanagement und verbesserte Zuverlässigkeit.

Zudem werden neue Entwicklungen im Bereich der Signalanlagen für Fern- und Nahverkehr vorgestellt: Dazu gehört SelTrac G9, eine neue Generation von CBTC-Signalanlagen, die Virtualisierung und sichere Cloud-Dienste integriert. Im U-Bahn-Bereich bietet SelTrac CBTC verbesserte Simulationmöglichkeiten und Energieeffizienz, ergänzt durch Twin CBTC für cloudbasiertes Training und Green CBTC Next AI für fortschrittliche Energieeinsparungen. Alle Signallösungen für Fern- und Nahverkehr werden durch HMAX ergänzt, was eine zustandsbasierte und vorausschauende Instandhaltung ermöglicht, um die Lebenszykluskosten zu senken.

Auf dem Freigelände wird der ETR1000 New Generation gezeigt, ein Hochgeschwindigkeitszug, der für seine hohe Leistung, seinen Komfort und seine Energieeffizienz bekannt ist. Er wurde in den

italienischen Werken von Hitachi Rail in Neapel und Pistoia entwickelt und gebaut.

www.hitachirail.com

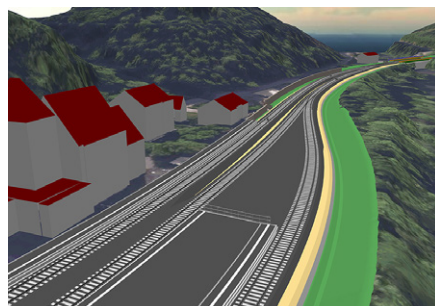
Halle 4.2, Stand 430 | Halle 21.e, Stand 80 und Freigelände T1/40



ETR1000 New Generation

Quelle: Hitachi Rail

Neuer card_1-Bahnentwurf automatisiert die Bahntrassierung



Der neue Bahnentwurf wird die BIM Bahnplanung in card_1 künftig weiter automatisieren
Quelle: IB&T Software GmbH

Auf einem Gemeinschaftsstand mit ihrer Tochtergesellschaft Geo Digital präsentiert die **IB&T Software GmbH** die Neuerungen ihrer CAD-Softwarelösung card_1. Im Fokus steht der neue Bahnentwurf, der verbesserte Entwurfs- und Auswertungsprozesse für die Bahntrassierung bietet. Die erste Ausbaustufe umfasst das parametrische Definieren und Erzeugen von Gleisgeometrien in card_1, wodurch u. a. Überholungs- und Streckengleise, Schutzgleise und Gleisverbindungen regelkonform erstellt werden. Dabei werden sowohl die Achse

als auch die Überhöhung und die Gradienten sofort berechnet. Die erste Ausbaustufe des neuen Bahnentwurfs enthält weitere hilfreiche Funktionen für die Anwendenden, wie eine vollständige fahrdynamische Prüfung und das Erstellen von Definitionsbereichen. In Planung ist das Modellieren des Trassenkörpers, sodass die 3D-Bauteile der Trasse gemäß den geltenden Vorschriften und Richtlinien automatisiert erzeugt werden.

www.card-1.com

Halle 5.2, Stand 775

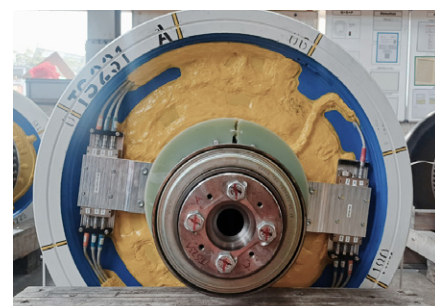
Neue Messlösung für die Radsatz-Validierung im Fahrversuch

Hohe Vibrationen, Temperaturschwankungen, Sprühnebel und elektromagnetische Störungen: Die Validierung von Radsätzen im Fahrversuch stellt hohe Anforderungen an die Messtechnik. Rad-Schiene-Kräfte müssen auch unter realen Betriebsbedingungen zuverlässig erfasst werden. Genau für diesen Einsatzfall wurde das neue **imc MTP-NT-XS** in Zusammenarbeit mit TÜV Süd Rail entwickelt und wird dort seit 2025 erfolgreich eingesetzt. Es basiert auf der bewährten imc MTP-NT Telemetrie. Ein standardisierter Formfaktor

und Schnittstellen für die Übertragungs- und Verstärkermodule ermöglichen nun eine minimalinvasive Installation am Radsatz. Im Servicefall lassen sich Module schnell austauschen. Dank robuster Steckverbinder ist das System flexibel erweiterbar. Das imc MTP-NT-XS System unterstützt so Kosteneffizienz und Nachhaltigkeit in anspruchsvollen Schienenfahrzeug-Fahrversuchen.

www.imc-tm.com

CityCube, Halle A, Stand 350



Telemetrie-System im Fahrversuch, Installation an einem Radsatz
Quelle: TÜV Süd Rail

Indra integriert offene digitale Signaltechnik und Bahnmanagement

Die Modernisierung des Bahnwesens erfordert interoperable, skalierbare und automatisierte Lösungen in Multi-Lieferanten-Umgebungen. **Indra** vereint Open Digital Signalling und Traffic Management in einer Architektur auf offenen Standards. Offene digitale Signaltechnik entkoppelt Hardware und Software durch COTS-Komponenten und Spezifikationen wie EULYNX und ETCS, erleichtert die Integration von Multi-Hersteller-Technologien und fördert die schrittweise Infrastrukturentwicklung. Sie ermöglicht sichere Konnektivität für strecken- und fahrzeugseitige Anlagen

sowie neue Dienstleistungen wie Asset Management und vorausschauende Wartung. In-Mova Rail (TMS) integriert Planung, Simulation und operative Steuerung über standardisierte Schnittstellen mit Signalsystemen. Die Funktionen zur Überwachung, automatischen Konfliktlösung und dynamischen Neuplanung optimieren den Verkehrsfluss, erhöhen die operative Resilienz und steigern die Netzkapazität.

www.indragroup.com/en
Halle 4.1, Stand 610



Offene und digitale Bahninfrastruktur
Quelle: Indra Group



- Gleis-, Weichen- und Ingenieurbau
- Verkehrsstationen
- Systembahnsteige
- Bahnsteigdächer
- Baustellenlogistik, Transporte und Rangierleistungen
- Schienenkrane und MFS-Wagen
- Spezialtiefbau vom Gleis mit dem Gleisgründungszug (GGZ)



HERING Gruppe | Neuländer 1 | 57299 Burbach | ☎ +49 2736 27-0 | ✉ jobs@hering-bau.de

KI-Lösungen für den ÖPNV

Künstliche Intelligenz und weitere datengetriebene Verfahren (Smart Intelligence) können Erfahrungslücken schließen, Mitarbeitende entlasten und Fahrgäste unterstützen, das zeigt das Unternehmen **Init**. Der Copilot Bordrechner verkürzt mit intuitiven Bedienkonzepten, ähnlich wie bei Smartphones, die Einarbeitungszeit von unerfahrenem Fahrpersonal deutlich. Zur Reduzierung von Sprachbarrieren steht die Bedienoberfläche mehrsprachig zur Verfügung; auch Nachrichten aus der Leitstelle erhalten die Fahrer dank eines KI-basierten Assistenten in ihrer Muttersprache. Eine Turn-by-Turn-Navigation unterstützt sie darüber hinaus insbesondere auf noch unvertrauten Linien. Die modulare Analyse- und Reporting-Plattform Dilax Citisense kombiniert Fahrzeugdaten unter anderem mit Fahrplan- und Ortsangaben, Haltestelleninformationen sowie Kalender- und Veranstaltungsdaten. Auf dieser Grundlage lassen sich Kapazitäten gezielt steuern und Über- bzw. Unterauslastungen frühzeitig erkennen. Eine große Herausforderung für Betreiber ist die Echtzeitortung von Bussen und Straßenbahnen im Depot: Im Außenbereich hat sich GPS – meist kombiniert mit weiteren Verfahren – als Standard etabliert, die Indoor-Ortung hat höhere Genauigkeitsanforderungen und ist häufig an proprietäre, kostspielige und störanfällige Systeme gebunden. Das Depotmanage-



Persönlichkeitsrechte und KI-Videoanalyse schließen sich nicht aus

Quelle: Adobe Stock

mentsystem Mobile-DMS wertet mithilfe von KI unterschiedliche Indoor- und Outdoor-Ortungstechnologien kombiniert aus und kann so die Genauigkeit deutlich erhöhen, die Kosten senken und die Anbieterunabhängigkeit stärken. Fahrgäste profitieren von KI-basierten Videoanalyse-Systemen, die helfen, potenziell kritische Situationen oder aggressives Verhalten automatisch zu erkennen und schneller und gezielter zu reagieren. Eine KI-basierte Echtzeit-Pseudonymisierung schützt direkt im Fahrzeug sensible Bildbereiche und

die Persönlichkeitsrechte der Fahrgäste. So können Videos ausgewertet werden, ohne einzelne Personen identifizierbar zu machen. Nur im Bedarfsfall ist eine gezielte De-Anonymisierung durch autorisierte Stellen (z. B. Polizei) möglich. Die Daten können zudem genutzt werden, um Fahrgastströme linienübergreifend anonym zu analysieren und so fundierte Auslastungsprognosen sowie eine bedarfsgerechte Verkehrsplanung zu ermöglichen.

www.initse.com

Halle 2.1, Stand 425

Hanno® – das Original. Seit 130 Jahren.
www.hanno.com

Ruhe erfahren

Kein Rütteln, kein Schütteln, kein Klappern, kein Dröhnen

HANNO bietet hocheffektive Produkte für die Schall-, Wärme- und Vibrationsdämmung. Das sorgt für Ruhe in Schienenfahrzeugen und Automobilen – und für entspannte Fahrgäste. **Alles leise? Gute Reise.**

HANNO

Sensortechnik für den Schienenverkehr

Japan Aviation Electronics Industry, Ltd. (JAE), ein weltweit führender Entwickler von High-End-Inertial Sensorik mit Hauptsitz und Fertigung in Japan, präsentiert hochgenaue quarzbasierte Beschleunigungssensoren und digitale Inertiale Messsysteme (IMUs) für den anspruchsvollen Einsatz in Schienenfahrzeugen. In Tunneln, tiefen Einschnitten oder urbanen Häuserschluchten bricht das GNSS/GPS-Signal von Schienenfahrzeugen oft ab. Hier spielen die digitalen Inertialen Messsysteme von JAE – wie die ultrakompakten Modelle JCS7603 und die JIMS-80S Serie – ihre Stärken aus. Ausgestattet mit modernster MEMS-Technologie und robusten Gehäusen, erfassen sie Beschleunigungen und Drehraten in drei orthogonalen Achsen. Gekoppelt mit intelligenten Algorithmen zur

Sensorfusion überbrücken die IMUs Signalverluste lückenlos und liefern kontinuierlich exakte Daten zu Position, Orientierung und Geschwindigkeit des Zuges. Ein zentraler Hebel zur Kostensenkung für Bahnbetreiber ist die vorausschauende Instandhaltung. JAE Sensoren werden direkt an Radsatzlagern (Axle Box), Drehgestellen (Bogies) oder dem Wagenkasten montiert, um während des normalen Fahrgastbetriebs Gleisunregelmäßigkeiten, Vibrationen und Stoßbelastungen zu registrieren. Durch diese kontinuierliche Zustandserfassung (Condition Monitoring) lassen sich Gleisdefekte oder Materialermüdungen an Brücken frühzeitig erkennen, bevor es zu Streckensperrungen oder Unfällen kommt.

www.jae.com Halle 12, Stand 415



JA-80GA Accelerometer

Quelle: JAE



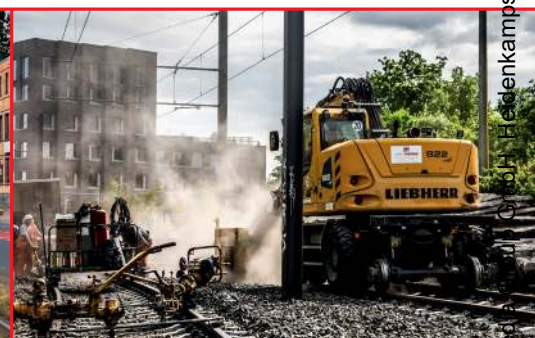
ALBERT FISCHER
BAUUNTERNEHMEN

ALBERT FISCHER GmbH
Heilswannenweg 53 ■ 31008 Elze
Tel. 05068 / 9290-0 ■ Fax -40
info@albert-fischer.de
www.albert-fischer.de

- Gleis- und Stadtbahnbau
- Hallen- und Industriebau
- Erd- und Bahnsteigbau
- Straßen- und Kanalbau
- Ingenieur- und Wasserbau



PREISTRÄGER
Großer Preis des
MITTELSTANDES



Albert Fischer GmbH – Alle Bauleistungen aus einer Hand!

Die Zukunft der Schiene startet jetzt in drei Lösungswelten

Künftig sollen weltweit mehr Menschen und Güter mit der Bahn unterwegs sein als je zuvor – effizienter, nachhaltiger und zuverlässiger. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen Fahrzeug, Infrastruktur und digitale Anwendungen zu einem intelligentem Bahn-Ecosystem zusammenwachsen. **Knorr-Bremse** präsentiert hierzu Lösungen in drei Bereichen: Fahrzeuglösungen (On-Train), Signaltechnik (Wayside) und Cross-Sectional (X.Sectional) verbinden Zug, Zugstrecke und digitale Intelligenz. On-Train-Systeme spielen im Zug immer intelligenter zusammen, um Leistung und Effizienz auf der Schiene zu steigern. Knorr-Bremse vereint Mechanik, Mechatronik, Elektrifizierung, Automatisierung und Digitalisierung zu zukunftsweisenden Software-definierten Lösungen. Hier wer-

den Lösungen aus den Bereichen Bremsen, Güterverkehr, Passagierkomfort und Nachhaltigkeit präsentiert.

Wie viel Leistung bestehende Bahninfrastruktur bereitstellen kann, entscheidet sich auch an den Gleisen, Trassen und Infrastrukturkomponenten. Neue elektronische und digitale Anwendungen überwachen Infrastrukturelemente wie Stellwerke, Bahnübergänge, Gleisstromkreise und Weichen und nutzen Zustandsdaten für Einblicke in den Betrieb und damit bessere Entscheidungen. Das Herzstück des Wayside-Portfolios ist die skalierbare ElectroLogIXS-Plattform. Auf ihrer gemeinsamen Hardware- und Softwarebasis stellt Knorr-Bremse Lösungen für Stellwerke, Feldelemente und Bahnübergänge vor. Daten sorgen dafür, dass Fahrzeuge, Infra-

struktur, digitale Anwendungen und Rail-Services nahtlos zusammenspielen. Unter X.Sectional bündelt Knorr-Bremse diese Technologien: Embedded Electronic Solutions bilden dabei eine zentrale Nahtstelle zwischen führender Elektronik-, Software-, Kommunikations- und Steuerungskompetenz, in die die Expertise der Marken duagon und Selectron einfließen. Digital Solutions verwandeln Daten in Erkenntnisse für intelligente Zustandsüberwachung, bessere Wartung und KI-gestützte Umfeldbeobachtung. RailServices bietet Lösungen für den gesamten Lifecycle von Schienenfahrzeugsystemen, darunter Modernisierungen, Reparatur und Überholung.

www.knorr-bremse.de
Halle 1.2, Stand 250

Zweiwege-Lösungen für die Herausforderungen im Bahnbereich



Die RR 19-Arbeitsbühne für große Höhen und mit 500 kg Korblast
Quelle: Kunze

Die Rail-Road-Arbeitsbühnen von Plattform Basket verbinden Flexibilität, Sicherheit und Effizienz. Jedes Modell deckt dabei unterschiedliche Einsatzbereiche ab – von kurzfristigen Wartungsarbeiten bis hin zu umfangreichen Montage- und Reparatursätzen an Oberleitungen, Signalen oder Brücken.

Die Arbeitsbühne RR11 ist die ideale Lösung für Service- und Wartungseinsätze. Dank ihrer kompakten Bauweise erreicht sie auch schwer zugängliche Gleisbereiche und lässt sich problemlos transportieren. Sie eignet sich besonders für kurzfristige Reparatur-, Kontroll- und Wartungsarbeiten. Die automatische Korbnivellierung sorgt dabei auch in Kurven für einen sicheren und komfortablen Arbeitsplatz. Durch hohe Tragkraft und vielseitige Einsatzmöglichkeiten überzeugt das Modell RR14 für Arbeiten an Oberleitungen, Signalanlagen, Kabeltrassen oder technischen Einrichtungen. Dank Allradlenkung, verschiedenen Fahrmodi und automatischer Nivellierung lässt sich die Maschine auch unter anspruchsvollen Bedingungen sicher bewegen.

Optional kann sie mit einem Pantographen ausgestattet werden.

Wenn große Reichweiten und hohe Traglasten gefragt sind, spielt die RR19 ihre Stärken aus. Mit einer Arbeitshöhe von 18,70 m, einer seitlichen Reichweite von 12,60 m und einer Korblast von bis zu 500 kg eignet sie sich besonders für umfangreiche Montage- und Wartungsarbeiten entlang der Bahnstrecke. Die Arbeitsbühne kann auch mit seitlich ausgeschwenktem Arbeitskorb auf dem Gleis weiterfahren, was eine effizientere Bearbeitung längerer Arbeitsabschnitte ermöglicht. Als offizieller Händler von Plattform Basket begleitet **Kunze** seine Kunden über den Kauf hinaus. Ergänzt wird das Angebot durch Schulungen, die Bediener auf den sicheren Umgang mit den Maschinen vorbereiten. So erhalten Kunden alles aus einer Hand – von der individuellen Beratung über die passende Maschine bis hin zu Service, Vermietung von RR-Arbeitsbühnen und Schulung.

www.kunze-buehnen.com
Freigelände O | 240

Condition-Monitoring-Sensor für Schienenfahrzeuge

Der neue Condition-Monitoring-Sensor von **Lenord+Bauer** vereint sechs Sensoren in einem kompakten Gehäuse. Integriert sind Sensoren zur Erfassung von Drehzahl und Drehrichtung sowie moderne MEMS-Beschleunigungs- und Temperatursensoren für eine präzise Zustandsdiagnostik direkt am Fahrwerk. Der CombiCoder bereitet die erfassten Daten intern auf und stellt umfangreiche Analysefunktionen bereit. So können Radlagerschäden, Getriebeauffälligkeiten, Radflachstellen sowie Schäden

an der Schieneninfrastruktur frühzeitig erkannt und bewertet werden. Der Sensor ist als 1:1-Ersatz für Standard-Drehzahlsensoren ausgelegt. Die galvanische Trennung stellt sicher, dass die sicherheitsrelevante Drehzahl- und Drehrichtungserfassung unabhängig von den Diagnosefunktionen arbeitet. Betreibende erhalten damit frühzeitige Warnhinweise und präzise Grundlagen für die Wartungsplanung.

www.lenord.de Halle 27, Stand 561



CombiCoder zum Condition Monitoring

Quelle: Lenord+Bauer

Holzbau-Lösung für die Einhausung von Bahnsteuerungsanlagen



Die Technikeinhausung als Holzbau-Lösung
Quelle: Ulrich Schepp – Die Profifotografen

Technikeinhausungen bieten Schutz für empfindliche Komponenten der Leit- und Sicherungstechnik elektronischer Stellwerke im Bahnsektor. Durch innovative Bauweisen wie Holzelement-(2D) und Holzmodulbauweise (3D) lassen sich die Einhausungen flexibel an infrastrukturelle Gegebenheiten und projektspezifische Anforderungen der Eisenbahnunternehmen anpassen. Die Lösungen von **Leonhard Weiss** ermöglichen einen schnellen Aufbau bei reduziertem Fundamentbedarf und bieten geprüfte Schutzfunktionen wie Brandschutz, Blitzschutz, Erdung sowie Abschirmung vor elektromagnetischen Beeinflussungen. Die nachhaltige Konstruktion der Technikeinhausungen fördern die ressourcenschonende Modernisierung der Bahninfrastruktur.

www.leonhard-weiss.de
Halle 26, Stand 870

Maximale Freiheit
für Hochstromüber-
tragung am Zug.

WEB-SEMINAR
ANSEHEN

Das neue Han® HPR Single Pole Portfolio erweitert die Anwendungsmöglichkeiten zur Energieverteilung erheblich.



- **Höhere Flexibilität** durch neue Gehäuselösungen für die Han® HPR VarioShell, sowie die Möglichkeit fliegender Verbindungen
- **Reduziert das Handhabungsgewicht**, da nun einzelne Adern gesteckt werden können.
- **Sichere Installation** durch integrierte Kodierstifte
- **Komplexitätsreduzierung** durch Standardisierung und Vereinfachung

One Range. No Limits:

www.HARTING.com/singlepole



USB-C Power Delivery für den Führerstand

Lütze Transportation präsentiert ihr neues 60-W-USB-C-Ladesystem mit Power Delivery 3.2 für Schienenfahrzeuge. Es besteht aus einem DC/DC-Wandler für den Spannungsbereich zwischen DC 24 und 110V sowie einem USB-C-Ladekabel. Das System ist dimensionskompatibel zum bisherigen USB-A-Ladesystem und ermöglicht dadurch sowohl einen einfachen Austausch ohne Änderungen an Verdrahtung oder Einbauräum. Mit bis zu 60W Ladeleistung können nun auch leistungsstarke Laptops und Tab-

lets effizient betrieben und geladen werden. Das System erfüllt die relevanten Bahnnormen EN 50155, EN 50121-3-2, EN 61373, EN 45545-2 und die Regelung EMV 06:2019. Damit eignet es sich ideal für Retrofit-Anwendungen. Umfangreiche Schutzfunktionen sowie ein für 10 000 Steckzyklen ausgelegter USB-C-Port sorgen für hohe Zuverlässigkeit im Bahneinsatz.

www.luetze-transportation.com
Halle 27, Stand 650



Lütze USB-C-Ladesystem
Quelle: Lütze Transportation GmbH

Bahnbeschichtungen zur Reduzierung von Standzeiten

Auf der InnoTrans präsentiert der familiengeführte Lackhersteller **Mankiewicz** neue Beschichtungslösungen für die Bahnindustrie, die Standzeiten reduzieren und zugleich eine hohe Oberflächenqualität sowie langfristige Leistungsfähigkeit sicherstellen. Ein besonderes Highlight ist ein neu entwickelter isocyanatfreier Klarlack, der bei Raumtemperatur bereits nach zwei Stunden montagebereit ist. Im Vergleich zu modernen Klarlacksystemen und vielen konventionellen, marktüblichen Lösungen, die häufig eine forcierte Trocknung oder deutlich längere Trocknungszeiten vor der Weiterverarbeitung erfordern, kann der neue Klarlack Beschichtungsprozesse erheblich beschleunigen. Gleichzeitig trägt er zu sichereren Applikationsbedingungen und einer vereinfachten Handhabung im Lackierbetrieb bei. Für Bahn-OEMs, Betreiber, Zulieferer und Instandhaltungsbetriebe können kürzere Trocknungszeiten einen direkten Einfluss auf die Fahrzeugverfügbarkeit haben. Durch die Reduzierung oder den Wegfall konventioneller Ofentrocknungsprozesse können die neuen Systeme dazu beitragen, den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen zu senken. Die Umweltauswirkungen dieser Prozessverbesserungen lassen sich durch detaillierte Berechnungen gemäß ISO 14067 quantifizieren. Diese Fähigkeit basiert

auf der offiziellen TÜV-Zertifizierung, die Mankiewicz 2025 für diese Bewertungsmethodik erhalten hat.

www.mankiewicz.com

Halle 8.2, Stand 225



Die neuen Beschichtungssysteme ermöglichen kürzere Prozesszeiten
Quelle: Mankiewicz Coatings



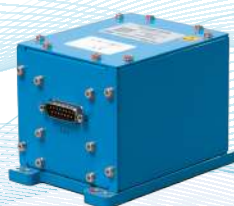
TRUSTED INERTIAL SENSING. PROVEN IN RAIL.



Hall 12
Booth 415



**JIMS-180R
RLG IMU**



**JCS-7603
MEMS IMU**



**JA-40GA
Accelerometer**



**JIMS-80S
MEMS IMU**



+49 151 1962 2093

www.jae.com

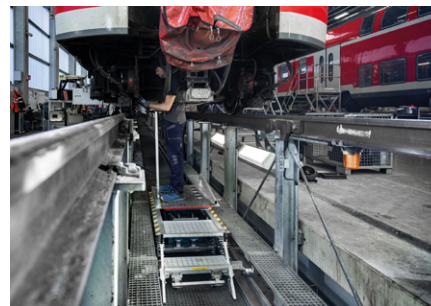
support.aerospace@jae.co.uk

Für sicheres Arbeiten an Bussen und Zügen

Messe-Highlight der **Munk Günzburger Steigtechnik** ist eine höhenverstellbare Wartungs- und Arbeitsbühne mit ausklappbarem Schutzkorb für die Buswartung, die auf der InnoTrans am Stand ausprobiert werden kann. Die Plattformhöhe kann zwischen 1900 und 3150 mm variieren und so an sämtliche Fahrzeughöhen angepasst werden. Eine innenliegende Variotreppe ermöglicht einen komfortablen Aufstieg. Gummipuffer an der Längsseite schützen den Bus beim Abklappen des Schutzkorbs und bei Montage- oder Wartungsarbeiten.

Ein paarweises Bremssystem sorgt für eine sichere Positionierung der Bühne, die mit insgesamt 400 kg belastet werden kann. Neben einem Gleispodest, das koppelbar ist, zeigt Munk auch eine neue Wartungsplattform für Gleisgruben. Ihr Hubtisch lässt sich über ein Fußpedal hydraulisch in der Höhe von 522 auf bis zu 1422 mm verstellen. Lenkrollen an der Unterseite bewegen die Plattform auf der Spur. Gebremst und fixiert wird sie über einen Fußhebel.

www.munk-group.de Halle 6.2, Stand 335



Die neue Wartungsplattform für Gleisgruben lässt sich per Fußpedal hydraulisch in der Höhe verstellen
Quelle: Munk Group

ARGO – die Zukunft der Schienenfahrzeuginspektion

Nextgen Robotics stellt ARGO (Automatic inspection of Rolling stOcks) vor, einen kollaborativen Roboter, der die visuelle Inspektion von Schienenfahrzeugen automatisiert, digitalisiert und „fern-gesteuert“ durchführt und die im Laufe der Zeit gesammelten Daten mithilfe einer auf Künstlicher Intelligenz basierenden Software nutz- und analysierbar macht. ARGO kann dem Bedienenden aus der Ferne Full-HD-Bilder und -Videos vom Fahrgestell des inspizierten Fahrzeugs liefern. Das System kann manuell (fern-gesteuert) oder durch autonome Inspektionsroutinen eingesetzt werden, die automatisch Bilder des Fahrgestells erfassen.

Durch das autonome Sammeln, Digitalisieren und Analysieren von Inspektionsdaten ist ARGO die Grundlagentechnologie für die vorausschauende Wartung 4.0 im Bereich der Inspektion und Überwachung von Schienenfahrzeugen.

www.nextgen-robotics.it/

Halle 6.2, Stand 875



Automatisierte, visuelle Inspektion mit Mehrwert

Quelle: Nextgen Robotics

YOUR POWER ON EVERY TRACK

REPOWERING | HYBRIDIZATION | SERVICE

Hall 2.2 | Booth 150

AirScale Radio für 1900 MHz (n101-Band)

Das 5G-Mobilfunk-Breitbandradio von **Nokia** für das 1900-MHz-Band n101 bietet Hochgeschwindigkeits-, Hochkapazitäts- und latenzarme Konnektivität für die kritische Infrastruktur in der Bahnkommunikation. Es wurde zur Unterstützung des Future Railway Mobile Communication System (FRMCS) entwickelt und arbeitet mit dem optimierten 5G-Standalone-Core für Bahnen von Nokia zusammen, um eine reibungslose, skalierbare Implementierung von FRMCS, aber auch eine Migration von Altsystemen wie

GSM-R zu ermöglichen. Die Lösung unterstützt Bahnunternehmen dabei, ihren digitalen Betrieb zu modernisieren, die Netzwerkresilienz zu stärken und sich auf die nächste Generation der Bahn-Automatisierung, nachhaltigen Mobilität und erweiterte Dienste vorzubereiten, während sie zugleich auf die entstehenden FRMCS-Spezifikationen und Initiativen für den digitalen Schienenverkehr ausgerichtet ist.

www.nokia.com/industries/railways/
Halle 4.1, Stand 360



Nokia AirScale Remote Radio Head für das 1900 MHz (n101-Band)
Quelle: 2026 Nokia

Softwarelösungen für effizienten ÖPNV

Peak Mobility (ehemals PSI Transcom) bietet diverse Softwarelösungen an, wie das integrierte Gesamtsystem PEAK.TMS Train Management für den Bahnbetrieb, das verschiedene Bereiche wie Projektierung und Modellierung, Visualisierung, Konflikterkennung, bis hin zu Disposition und Simulation darstellt. Das PEAK.DMS Depot Management System sorgt dafür, dass Busse und Trams für den täglichen Fahrbetrieb vorbereitet und auf die richtige Fahrt disponiert sind. Es

überwacht und steuert sämtliche Prozesse in den Depots – von der Einfahrt der Fahrzeuge, über die Versorgung, Reparatur und Abstellung. PEAK.PROFAHR unterstützt bei der Planung, Disposition und Abrechnung des Fahrpersonals. Die vereinfachte Dienstplanerstellung erleichtert die Arbeit der Personalabteilung, optimiert Einplanung der Urlaubszeit sowie die Vermeidung von Überstunden. Zusätzlich wird die Lohnabrechnung mithilfe von Erfassung

und Übermittlung von Arbeitszeiten und der Transparenz der übermittelten Daten einfach gemacht. Über die zur Altamont-Familie gehörende Cybersense GmbH gibt es zudem eine CyberSecurityLösung im Portfolio: Cybersense Deception ist ein deception-basiertes Frühwarnsystem, das Ransomware und Advanced Persistent Threats in einer frühen Phase erkennt.

www.peakmobility.de
Halle 2.1, Stand 515

Automatische Bremsprobe:
Jetzt verfügbar für den operativen Einsatz

www.pjmonitoring.com

PJM

- Digitaler Schienengüterverkehr
- Akkreditierte Prüfstelle ISO/IEC 17025
- Engineering
- Zulassungsmanagement nach 4. Eisenbahnpaket

PJ Messtechnik GmbH
PJ Monitoring GmbH
PJ Motion GmbH
PJM Swiss

InnoTrans 2026
City Cube / Halle A / 220

www.pjm.co.at

Weltweite Systemlösungen für den Schienenverkehr

Sichere Digitalisierung der Schiene: Pilz zeigt erprobte Anwendungen

Wie sichere, modulare Steuerungslösungen zur Modernisierung der Signaltechnik und Bahninfrastruktur beitragen, zeigt das Automatisierungsunternehmen **Pilz**.

Mit Modellen von weltweit erfolgreich realisierten Applikationen veranschaulicht Pilz, wie sich die Digitalisierung in der Bahninfrastruktur effizient und sicher umsetzen lässt. Mit dem sicheren und modularen Bahnsteuerungssystem PSSrail steht Systemanbietern und Integratoren eine leistungsfähige Lösung zur Verfügung, die weltweit bereits in über 1000 Streckenkilometern und mehr als 500 Bahnübergängen im Einsatz ist. Die Bahnsteuerung ist bis SIL 4 zertifiziert und EULYNX-kompatibel. Mit ihrem modularen Aufbau ermöglicht sie eine flexible Umsetzung unterschiedlichster Anwendungsfälle – bei gleichzeitig geringen Lebenszykluskosten und erhöhter betrieblicher Sicherheit. Pilz zeigt anhand von Modellen, wie sich sichere, modulare Steuerungslösungen in bestehende wie neue Infrastrukturen integrieren lassen. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf sicheren Datenübertragungslösungen. Unter anderem werden Lösungen auf Basis von Frauscher Safe Ethernet (FSE) vorgestellt, die die sichere Vernetzung von Komponenten entlang der Strecke unterstützen. Ebenso zeigt Pilz Anwendungen für Bahnübergänge – von der Überwachung bis zur vollständigen Steuerung – sowie die Nutzung von PSSrail als EULYNX Object Controller zur Ansteuerung von Feldelementen entlang der Strecke.

www.pilz.com/de-INT

Halle 27, Stand 550



PSSrail ist bereits vielfach im Einsatz

Quelle: Pilz GmbH & Co. KG

MEHR KOMFORT BEGINNT MIT PRÄZISEN MESSDATEN.

Digitaler Multisensor E04

Temperatur, Luftfeuchte und CO₂ gleichzeitig erfassen – mit nur einem Sensor.



SIKA
YEARS



sika.net

Achszählung, Bahnübergangstechnik und Signale

Zum Gesamtportfolio von **Pintsch** zählen Radsensoren, die an der Schiene befestigt werden und berührungslos den metallischen Spurkranz der Räder von Schienenfahrzeugen erfassen. Diese Eigenschaften eröffnen ein breites Anwendungsspektrum von einfachen Schalt- und Positionierungsaufgaben bis hin zur Richtungserkennung und Achs-

zählung. Die hydraulikfreien, elektromechanischen Schrankenantriebe der Typen SPK 6-6 und SPK 10-10 (Schrankenantrieb Bauform PINTSCH mit Kugelspindelmotor) wurden für das Sperren der Zufahrt von der Straßenseite in Richtung zum Bahnübergang entwickelt. Typischerweise betragen die Schrankenlaufzeiten für den Schließ- bzw. Öffnungsvor-

gang 6 Sek. beim SPK 6-6 und 10 Sek. beim SPK 10-10. Neben den lichttechnischen BÜ-Komponenten SP200LED und P145LED und Streckensignalen wird das Portfolio durch LED-Mehrfarben-Signalgebereinsatz 70 mm und 136 mm komplettiert.

www.pintsch.net

Halle 27, Stand 710

Neue Gleisbaumaschinen von Plasser & Theurer

Im Fokus des Messeauftritts von **Plasser & Theurer** steht eine neue Generation leistungsstarker Maschinen: Mit der kontinuierlichen 2-Schwellen-Stopfmaschine Plasser UnimatExpress 2X-4x4 Dynamic und der Schotterverteiler- und Planiermaschine Plasser BallastMaster 410 zeigt das österreichische Familienunternehmen zwei zentrale Produkte seines Portfolios auf dem Freigelände. Am Innenstand werden Lösungen für den gesamten Lebenszyklus von Bahnbaumaschinen präsentiert: von Ersatz- und Verschleißteilen über maßgeschneiderte Life Cycle Services bis hin zu innovativen Digital Services. Ein besonderes Highlight ist der Plasser Tamping-

Report, der relevante Stopfdaten transparent aufbereitet und für Analyse und Optimierung bereitstellt. Plasser TampingControl optimiert den Stopfprozess durch sensorbasierte Verfüll- und Verdichtungskontrolle und unterstützt das Bedienpersonal dabei, die Stopfparameter automatisch an die jeweiligen Bedingungen des Schotterbetts anzupassen. Zudem stellt Plasser & Theurer ein modernes Weichenmesssystem vor, das eine vollständige Inspektion der Weiche ermöglicht, ohne das Bahngleis zu betreten.

www.plassertheurer.com

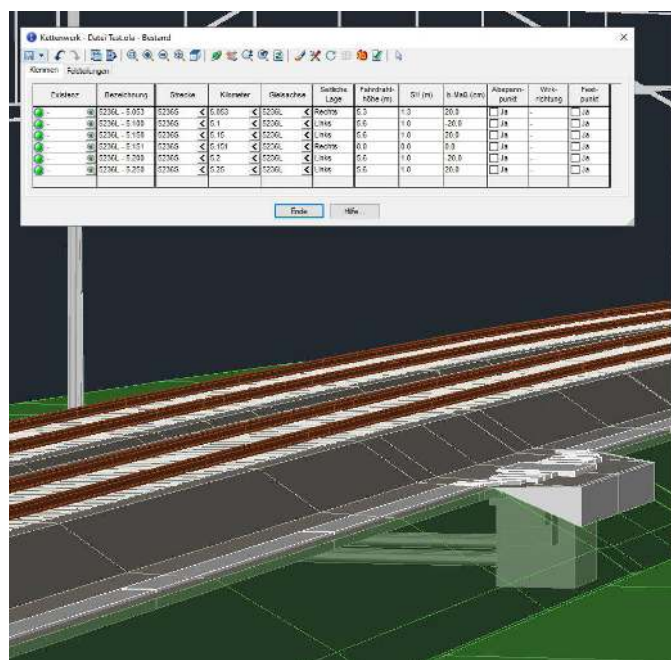
Halle 21e, Stand 40 Halle 26, Stand 270 und Freigelände O2/50 | T2/50 | T3/55



Optimierter Stopfprozess durch Sensorkontrolle

Quelle: Plasser & Theurer

Oberleitungsmodul ProVI OLA und die Kabeltrassenplanung feiern Premiere



Gewerkeübergreifende Bearbeitung in 3D-Ansicht

Quelle: ProVI GmbH

Mit **ProVI OLA** als vollständig integriertes Modul innerhalb der Planungssoftware ProVI werden Oberleitungsanlagen als intelligente Objekte geplant, nicht als Zeichnungselemente. Weil die Oberleitungsplanung direkt auf dem gemeinsamen Modell aufsetzt, sind Änderungen an der Trassierung unmittelbar in der Oberleitungsplanung sichtbar. Manuelle Datenübergaben und Nacharbeit zwischen den Gewerken entfallen. Für Planungsbüros bedeutet das weniger Koordinationsaufwand, weniger Fehlerquellen und mehr produktive Ingenieurszeit im Projekt. Als Querschnittsgewerk verbindet die Kabeltrassenplanung die Fachplanungen entlang der Strecke: Der Kabeltiefbau – als Teil der Verkehrsanlage, werden Kabeltröge, Schächte und Querungen geplant, bevor die Kabelplanung sie mit den Kabeln der Ausrüstungsgewerke, von der Leit- und Sicherungstechnik über die Telekommunikation bis zur 50-Hz-Versorgung, belegt. Änderungen in der Fachplanung fließen unmittelbar in die Kabeltrassenplanung ein.

An drei Arbeitsplätzen erleben Fachbesucher die Gesamtlösung live: Verkehrsanlage, Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitung und Kabeltrassenplanung im gemeinsamen Modell. Zusätzlich finden täglich jeweils um 10:00 Uhr und um 14:00 Uhr Präsentationen statt.

www.provicad.de

Halle 5.2, Stand 280

Qlar Test Bench: Fahrwerksprüfungen mit Echtzeit-Messung



Der Bogie Test Bench wird auf der InnoTrans zu sehen sein
Quelle: Qlar

Eine neue Bediensoftware, die Bahnwerkstätten und Infrastrukturbetreiber bei der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung von Fahrwerksprüfungen unterstützt, präsentiert **Qlar** (ehemals Schenck Process). Die Qlar Test Bench Software ermöglicht die Stammdatenverwaltung über den geführten Prüfablauf bis hin zur Erstellung und Archivierung von Prüfprotokollen. Jegliche Prozesse sollen schneller, reproduzierbarer und besser dokumentiert werden, gleichzeitig wächst der Anspruch an die sichere Verarbeitung und Integration von Daten. Als moderne Plattform für Prüfstandsprozesse führt die Test Bench Software mit einem erprobten Ablauf durch vordefinierte Prüfschritte. Während

der Prüfung sind zentrale Funktionen wie die Echtzeitanzeige wesentlicher Messdaten und eine Anlagenzustandsübersicht jederzeit verfügbar. Für die Dokumentation erstellt die Software Prüfprotokolle gemäß DIN 25043 auf Basis vordefinierter Vorlagen: Prüfergebnisse werden serverseitig archiviert und können mit entsprechender Berechtigung nachträglich eingesehen und bearbeitet werden. Ein modernes Sicherheitskonzept umfasst die rollenbasierte Nutzerverwaltung, eine optionale Anbindung an einen Verzeichnisdienst sowie eine verschlüsselte Kommunikation zwischen Client und Backend. Damit adressiert Qlar steigende Anforderungen an Softwaresicherheit und Resilienz, wie sie im Kontext des Cyber Resilience Act gefordert werden. Neben der Software präsentiert Qlar den Bogie Test Bench zur Fahrwerksprüfung inklusive Erfassung von Rad- und Radsatzlasten, Lastverteilung und Geometrieparametern. Der Qlar Corner Load Test Bench kann zur Ecklastmessung an Wagenkästen und der Qlar Wheel Load Test Bench zur Messung von Radkräften eingesetzt werden.

www.qlar.com

Halle 23, Stand 345

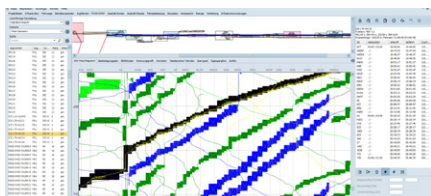
LUKS: Software für die Eisenbahnbetriebsforschung

Die LUKS-Software-Suite von **quattron** ist ein integriertes System für verschiedene Arten der Eisenbahnbetriebsforschung und Fahrplanerstellung. Sie unterstützt Ansätze der Warteschlangentheorie, Simulationen und Fahrplanstudien für beliebige Infrastrukturnetze, Fahrpläne und technologische Ausstattungsstufen, einschließlich Altsystemen, allen ETCS-Stufen und ATO-over-ETCS. Durch die Bereitstellung all dieser Funktionen auf der Grundlage eines einzigen Infrastruktur- und Fahrplandatenmodells gewährleistet LUKS eine optimale Kombination verschiedener Ansätze zur

Kapazitätsbewertung sowie die direkte Vergleichbarkeit der Methoden, ohne den hohen Aufwand und das Risiko einer Datenumwandlung oder -änderung. LUKS ist das einzige auf dem Markt verfügbare Tool, das dieses breite Spektrum an etablierten und detaillierten Methoden der Eisenbahnbetriebsforschung implementiert. LUKS hat sich zum Standardwerkzeug für die Kapazitätsbewertung, zum Standardwerkzeug für Simulationen bei Infrabel sowie zum Standardsystem zur Beantwortung von Kapazitätsfragen beim EBA entwickelt. Es wird in Finnland für Simulationszwecke, bei den Aserbaidschanischen Eisenbahnen für die Fahrplanerstellung eingesetzt und bei der SBB für Simulationen evaluiert. Mehrere Ingenieurbüros und Universitäten vervollständigen den Anwenderkreis.

www.quattron.com/

CityCube, Halle A, Stand 240



SEKISUI

FFLUTM Kunstholzschiene
Leicht. Stabil. Effizient.



EBA Zulassung
bis 230 km/h
HPQ-Zertifizierung
2.100 km Gleis

INNOTRANS
22.9 – 25.9.2026
Halle 25, Stand 265b

**Wir halten
die Spur***
Sicher Reisen



5 Jahrzehnte
Erfahrung
im Gleis

SEKISUI CHEMICAL GmbH
Roßstraße 92 • D-40476 Düsseldorf
T: +49-(0)211-36977-0
E-Mail: contact@sekisui-rail.com
www.sekisui-rail.com



*Temperaturausdehnungskoeffizient
FFU74 = $7,8 \times 10^{-6} / ^\circ\text{K}$

BETOcros® – die neue Generation der Bahnübergangssysteme

Die **Railbeton Haas GmbH** präsentiert mit **BETOcros®** ein innovatives Bahnübergangssystem, das speziell für schiefwinklige Bahnübergänge entwickelt wurde. Es vereint einen modularen Aufbau mit einem effizienten Schnellmontagekonzept und ermöglicht kurze Einbauzeiten sowie eine werkzeugarme Montage. Dank seiner Konstruktion lässt sich **BETOcros®** auch in Gleisbögen optimal integrieren und trägt zur Reduzierung von Instandhaltungsaufwendungen bei. Ein wesentliches Merkmal des Systems ist seine hohe Stabilität bei schräger Überführung. Selbst unter dynamischen Drehbeanspruchungen, wie sie insbesondere durch Schwerlastverkehr entstehen,



Bahnübergangssystem **BETOcros®**
Quelle: Railbeton Haas

bleiben Verformungen und Verschiebungen aus. Das System arbeitet als vorgespanntes Verbundsystem mit optimierter Kraftableitung und erhöhter struktureller Steifigkeit. **BETOcros®** setzt auf moderne Betontechnologie – das dauerhaft widerstandsfähige Material bietet eine hohe Beständigkeit gegenüber mechanischem Verschleiß, Witterungseinflüssen sowie Frost- und Tausalzbeanspruchung. Die Oberflächenausbildung verbessert zudem die Griffigkeit im Bereich der Gleisquerung und sorgt bei Nässe für ein optimiertes Fahrverhalten. Mit seiner Kombination aus Stabilität und Langlebigkeit bietet **BETOcros®** eine zukunftsorientierte Lösung für moderne Bahnübergänge. Die Railbeton Haas GmbH plant und produziert Betonfertigteile für die Deutsche Bahn und für den ÖPNV.

nologie – das dauerhaft widerstandsfähige Material bietet eine hohe Beständigkeit gegenüber mechanischem Verschleiß, Witterungseinflüssen sowie Frost- und Tausalzbeanspruchung. Die Oberflächenausbildung verbessert zudem die Griffigkeit im Bereich der Gleisquerung und sorgt bei Nässe für ein optimiertes Fahrverhalten. Mit seiner Kombination aus Stabilität und Langlebigkeit bietet **BETOcros®** eine zukunftsorientierte Lösung für moderne Bahnübergänge. Die Railbeton Haas GmbH plant und produziert Betonfertigteile für die Deutsche Bahn und für den ÖPNV.

www.railbeton.de Halle 25, Stand 450

Glasfaserinfrastruktur und Überspannungsschutz für die digitale Bahn

Leistungsfähige Glasfaserinfrastrukturen und zuverlässige Schutzlösungen sind zentrale Voraussetzungen für die Digitalisierung. Auf der InnoTrans präsentiert **Raycap** sein Portfolio aus passiven Glasfaser-Infrastrukturlösungen, Überspannungsschutzsystemen und Spannungsbegrenzungseinrichtungen (Voltage Limiting Devices, VLDs). Mit seinen Optical Distribution Frames (ODF) bietet Raycap modulare Glasfaser-Verteilergestelle für Backbone- und Access-Netze. Speziell für den Bahnbereich entwickelte 19"-Baugruppen dienen als zentrale Plattform für das Spleißen, Patchen und Managen von Glasfaserverbindungen und bilden einen zentralen Bestandteil der passiven Glasfaserinfrastruktur für Leit- und Sicherungstechnik, Betriebs- und Kommunikationssysteme sowie Fahrgastinforma-

tionslösungen. Die kompakte Lösung Slim Optical Distribution Frame (SODF) kombiniert eine sehr hohe Faserdichte mit einem geringen Platzbedarf und eignet sich insbesondere für Anwendungen mit begrenzten Platzverhältnissen, etwa in Technikräumen, Betriebszentralen und Bahnhöfen. Dank ihres modularen Konzeptes lassen sich die Glasfaserinfrastruktursysteme bedarfsgerecht erweitern und an künftige Netzanforderungen anpassen. Raycap präsentiert außerdem Lösungen zum Schutz kritischer Bahninfrastruktur. Dazu gehören Überspannungsschutzlösungen sowie Voltage Limiting Devices (VLD-F und VLD-O) zum Schutz von Personen und technischen Anlagen in Bahnanwendungen.

www.raycap.de Halle 15.1, Stand 310



Die Lösung Slim Optical Distribution Frame (SODF) für beengte Verhältnisse
Quelle: Raycap

Schnelle Erfolge mit Leichtigkeit

Reduzierung der Sperrzeiten um bis zu 50 %
durch einfachere Verlegung und bis zu 90 % leichter als Beton.

Das weltweit vielseitigste Kabelmanagementsystem.

- hergestellt aus recycelten Kunststoff
- reduziert bis zu 50 % der CO₂-Emission (im Vergleich zu Beton)

DB-Freigabe nach dem neuen LKT-Lastenheft (Leichtbau-Kabeltrög)

Nähere Informationen erhalten Sie bei **UNITRONIC**



UNITRONIC GmbH
Hellersbergstr. 10a
41460 Neuss
Tel. +49 2131 752918-0
E-mail: info@unitronic.de
Webseite: www.unitronic.de

DREI KOMPONENTEN. EIN SYSTEM.

Für eine leistungsstarke Schienenlogistik



Erleben Sie das ROREX System aus nächster Nähe und treffen Sie unsere Experten
InnoTrans 2026 | 22. – 25. September | Berlin
Außenbereich Gleis 2 | Gleis 3



ROREX System

Die Komplettlösung für Schienenlogistik

Schienenmanipulator

Geschützter, ergonomisch gestalteter Arbeitsbereich

Rutschenwagengarnitur

Exakte Positionierung der Schienen innerhalb oder außerhalb der Fahrschienen

Transporteinheit

Schienenlänge zwischen 30 und 500 m möglich

Mehr Informationen
unter www.robel.com



Automatisierte Baufortschrittsdokumentation

Mithilfe von Drohnenaufnahmen, Kameras, KI-gestützter Bildauswertung sowie der Einbindung weiterer Projektdaten wird der aktuelle Baufortschritt transparent und nachvollziehbar dargestellt: Das ist Q-tainer, die digitale Lösung von **Rhomberg Sersa** für die automatisierte Baufortschrittsdokumentation im Infrastruktur- und Bahnbau. Die verschiedenen Datenquellen werden dabei zu belastbaren Informationen über den tatsächlichen Baufortschritt verdichtet und schaffen eine fundierte Grundlage für Termin-, Ressourcen- und Projektentscheidungen. Nach erfolgreichen Pilotprojekten, unter anderem

im Rahmen der Generalsanierung Hamburg – Berlin, wird Q-tainer derzeit gemeinsam mit der ÖBB Infra bei der Streckenerneuerung Feldkirch – Buchs am Bahnhof Nendeln in Liechtenstein weiterentwickelt und erprobt. Neben regelmäßigen Drohnenaufnahmen kommen auch stationäre Kameras zum Einsatz, um Baufortschritte in noch kürzeren Intervallen und nahezu in Echtzeit zu dokumentieren. Ziel ist es, Infrastrukturprojekte transparenter, effizienter und datenbasiert steuerbar zu machen.

www.rhomberg-rail.com

Halle 25, Stand 430 und Freigelände O/176



Auch Drohnenaufnahmen dokumentieren den Baufortschritt Quelle: Frischer Film/Rhomberg Sersa

Made in Germany

www.lenord.com

Den Radsatzzustand jederzeit im Blick

Flachstellendetektor ermöglicht intelligentes Condition Monitoring

- Erkennt Flachstellen und Schienenschäden
- 1:1-Ersatz für bestehende Wegimpulsgeber
- Verschleiß und Werkstattzeiten reduzieren
- Geräuschemissionen gezielt mindern

Vertrauen Sie auf unsere Expertise bei Erstausrüstung und Retrofit-Projekten.

LENORD +BAUER Finding solutions. Founding trust.

Besuchen Sie uns! Halle 27, Stand 561

Riegl VZ-600i 3D terrestrischer Laserscanner

Die aktuelle Generation professioneller terrestrischer Laserscanner von **Riegl**, der Riegl VZ-600i, steht für Vielseitigkeit, Produktivität, Leistung und zusätzliche Mobilität – und damit für eine hervorragende Investitionsrentabilität. Eine 3D-Positionsgenauigkeit von 3 mm, weniger als 30 Sekunden Scanzeit für hochauflösende Scans mit 6 mm Punktabstand in 10 m Entfernung, mehr als 60 Scanpositionen/Stunde bei gleichzeitiger Datenregistrierung, ein Gewicht von weniger als 6 kg, ein Lasertakt von 2,2 MHz, drei interne Kameras und integrierter GNSS -Empfänger sowie die Möglichkeit einer kinematischen Datenaufnahme: Diese Hauptmerkmale beschleunigen den Workflow im Innen- und Außenbereich und liefern exakte und verlässliche Daten für bahnspezifische Anwendungen wie Anlagenmanagement, Bestandsaufnahme, Überwachung von Gleisen und Infrastruktur, Simulation zur Kollisionserkennung und Freiraumanalyse oder Planung und Ingenieurwesen im Schienenverkehr.

www.riegl.com

Halle 5.2, Stand 155



Kompakt, leicht und vielseitig: terrestrischer Laserscanner VZ-600i Quelle: Riegl

ROMILL, das Schienenbearbeitungs-System für fehlerfreie Schienen

Die verschiedenen Schienenbearbeitungssysteme von **Robel** vereinen modernste Fräs-, Schleif- und Messtechnologie: Mit nur einer Überfahrt werden Schienenfehler gemessen, die Schiene wird korrigiert, nachbearbeitet, und die Arbeitsergebnisse werden dokumentiert. Dies optimiert den Rad-Schiene-Kontakt und erhöht die Liegedauer der Schiene. Die Frästechnologie zeichnet sich durch eine einzigartige Führung am Gleis aus. Durch das Schienenfräsen entsteht auf der Schienenoberfläche eine charakteristische Frässtruktur, welche aufgrund ihrer Periodizität zu vorübergehenden Geräuscheffekten (hoher „singender“ Ton) führt. Die Robel-Nachbearbeitungstechnologie glättet diese Struktur und sorgt für eine normgerechte, längsorientierte Oberfläche



Hochwertige Schienenbearbeitung erhöht die Verfügbarkeit der Infrastruktur
Quelle: Robel

des Schienenkopfes mit Oberflächenqualität gemäß EN 13231-2:2020. Zur Ermittlung des Schienenzustands und zur Dokumentation der Bearbeitungsergebnisse liefert die Robel-Gruppe das passende Messequip-

ment. Neben der Vermessung des Quer- und Längsprofils der Schiene können mittels Wirbelstrom auch Risse in der Schienenoberfläche erkannt werden. Für die Auswertung, Dokumentation und spätere Archivierung der Messungen stehen für jede Anwendung spezifische Softwarepakete zur Verfügung. Dies ermöglicht höchste Präzision auch unter schwierigen Bedingungen und somit das effiziente Beseitigen von Schienenfehlern. Das Zusammenspiel technologischer Lösungen, kleinster Fertigungstoleranzen und die Auswahl hochwertiger Materialien bilden dabei die Grundlage für die Bearbeitungsergebnisse, für fehlerfreie Schienen mit geringsten Quer- und Längsprofiltoleranzen.

www.robel.com

Halle 26, Stand 470

Rockwheel XN Generation 3.0 für schmale Gräben

Die **Rock.Zone GmbH** stellt mit der Rockwheel XN Generation 3.0 eine Anbaufräse für Bagger von 8 bis 25 Tonnen vor. Die Baureihe wurde für schmale Gräben, enge Platzverhältnisse sowie Fräsarbeiten in Fels und festen Böden entwickelt.

Kennzeichnend sind die kurze, kompakte Bauweise, ein extrem schmaler Mittelsteg und der Verzicht auf eine außenliegende Kette. Dadurch bleibt beim Fräsen nur wenig Restmaterial stehen; verbleibendes Material kann je nach Ein-

satzfall von selbst brechen oder mit einem optionalen Ripperzahn gelöst werden. Die kettenlose Konstruktion reduziert wartungsrelevante Bauteile und unterstützt den Einsatz in anspruchsvollen Baustellenumgebungen. Die Abkürzung XN steht für „extra narrow“ und ergänzt das Rockwheel-Programm um eine Lösung für präzise Graben- und Profilierungsarbeiten im Infrastruktur- und Tiefbau.

www.rock.zone

Halle 5.2, Stand 835



Weltneuheit Rockwheel XN Generation 3.0
Quelle: Rock.Zone GmbH



Invitation INNOTRANS 2026




22. – 25. 9. 2026 | Hall 21 | Stand no: 540



GREEN WHEELSET

We will be happy to have you at our booth in Berlin.



GHH-BONATRANS
Pioneers of wheelset solutions

Teleskopschienen HVC-MG und H1C-MG mit sequenzieller Bewegungssteuerung

Rollon erweitert seine HVC- und H1C-Teleskopschienen um die MG-Version mit kugelförmiggeführten Voll- bzw. Überauszügen, die sich durch eine hohe Tragfähigkeit, eine hohe Steifigkeit, eine geringe Durchbiegung sowie eine platzsparende Bauweise auszeichnen und die Basis für kompakte, leistungsstarke Teleskopschielenlösungen bilden. Gleichzeitig ermöglichen die integrierten Magnete und das sequenzielle Öffnen einen definierten Bewegungsablauf der Schienenelemente beim Auszug, was zu einer kontrollierteren Bewegung führt und die zum Öffnen der Schiene erforderliche Kraft reduziert. Diese Kombination ermöglicht die Handhabung höherer Lasten und trägt zur Verbesserung der Ergonomie bei. Darüber hinaus unterstützt die optimierte Lastverteilung eine geringere Belastung der Laufflächen und damit eine längere Lebensdauer sowie eine gleichmäßigere Langzeitleistung. In Bahnanwendungen müssen Komponenten dem Bedienpersonal während der Wartung einen sicheren und ergonomischen Zugang ermöglichen und zugleich der ständigen Einwirkung von Stößen,



Die neue MG-Version der HVC-Teleskopschiene

Quelle: Rollon

Vibrationen und Umwelteinflüssen wie Feuchtigkeit und Verunreinigungen standhalten. Typische Anwendungsbereiche sind die Entnahme von Batteriefächern und anderen Bordgeräten, die eine einfache Zugänglichkeit und eine zuverlässige

strukturelle Unterstützung erfordern. Die MG-Version ist für die Baugrößen 54 und 68 der HVC-Serie sowie für die Baugröße 68 der H1C-Serie erhältlich.

www.rollon.de

Halle 21, Stand 560

Innovationen für mehr Verfügbarkeit, Effizienz und Nachhaltigkeit

Die Motion Technology Company **Schaeffler** präsentiert ihr Portfolio für den Bahnsektor, das von Lagerungen für Hochgeschwindigkeits- und Güterzüge über Linearführungen, elektromechanische



Reibungsarme Tarol Radsatzlager sollen zu hoher Verfügbarkeit beitragen
Quelle: Schaeffler

Aktuatoren, digitale Dienstleistungen und Instandhaltungsservices bis hin zu speziellen Automatisierungslösungen reicht. Reibungsoptimierte Tarol Radsatzlager für Schienenfahrzeuge sollen den steigenden Anforderungen an Energieeffizienz, längere Wartungsintervalle und hohe Verfügbarkeit im Bahnbetrieb gerecht werden. Grundlage der Entwicklung sind sowohl computergestützte Auslegungs- und Optimierungsverfahren wie Bearinx OptiKit als auch experimentelle Nachweise auf eigenen Prüfständen weltweit. Mittels einer neu entwickelten Reibungswaage für fettgeschmierte Radsatzlager unter betriebsnahen Bedingungen lassen sich Reibungsverluste präzise quantifizieren, Lagerdesigns gezielt weiterentwickeln und Berechnungsmodelle anhand realer Messdaten validieren. Das Portfolio von Lineartechnik für Bahnanwendungen reicht bis hin zu mechatronischen Systemen.

Im Mittelpunkt stehen vier Haupttechnologien: elektromechanische Antriebe, Kugel- und Rollengewindetriebe, Linearführungen sowie Radsatzgeneratoren auf Basis der Technologie für Direktantriebe. Elektromechanische Ewellix Aktuatoren und Führungselemente kommen etwa in Türöffnungssystemen im Personenverkehr zum Einsatz. Darüber hinaus ermöglichen die Ewellix Linearantriebe CAHB bei Pantographen das schnelle und sichere Anheben, Absenken und Verriegeln von Stromabnehmern. Im Güterverkehr unterstützen sie automatisierte Verriegelungs- und Kuppelsysteme sowie Anwendungen wie Planen-, Klappen- und Entladetüröffnungen. Elektromechanische Aktuatoren ersetzen Pneumatik und Hydraulik und ermöglichen zuverlässige, energieeffiziente und vollständig vernetzte Antriebe für moderne Güterwagen.

www.schaeffler.com

Halle 21, Stand 430

Siemens präsentiert u.a. Vectron X und Siemens Xcelerator Portfolio

Vier Jahre nach dem Start der Siemens-Xcelerator-Strategie für den Bahnsektor bringt **Siemens Mobility** seine offene digitale Geschäftsplattform nun erstmals in das Schienenfahrzeug.

Mit seiner Premiere auf der InnoTrans erweitert der Vectron X das Siemens-Xcelerator-Portfolio von Signaling X, Mobility Software Suite X und Railigent X um die Lokomotive selbst und markiert damit den nächsten großen Schritt hin zu einem stärker vernetzten, softwaredefinierten Bahnsystem.

Auf der InnoTrans 2026 zeigt Siemens, wie Daten und Künstliche Intelligenz dabei helfen, die Kapazität von Bahnnetzen zu steigern, Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit zu verbessern, das Reiseerlebnis für Fahrgäste zu optimieren und Lebenszykluskosten zu senken. Ein immersives KI-Kinoerlebnis zeigt, wie Betriebsdaten über das gesamte Bahnsystem hinweg in konkrete Handlungsempfehlungen und messbaren Mehrwert für Betreiber übersetzt werden können. Die Technologien werden mit rund 45 Exponaten, mit immersiven digitalen Erlebnissen und auf dem Außengelände gezeigt.

Dort gibt es unter anderem mit Vectron X, dem batteriebetriebenen Mireo Plus B für die S-Bahn Mitteldeutschland, einschließlich Rail Charging Converter und Services für Batteriezüge,



Auch die Lokomotive Vectron X ist auf der InnoTrans zu sehen

Quelle: Siemens Mobility

Inspiro London für die Piccadilly Line sowie einem Ausstellungscontainer mit Schwerpunkt auf Bahninfrastruktur in Deutschland, globalen Elektrifizierungslösungen sowie Railigent X-Services und Lebenszyklusangeboten, eine große Vielfalt zu sehen.

www.siemens.com/mobility

Halle 27, Stand 230, Halle 7.1c, Stand 200 und Freigelände O6/50
| O7/50 | O/610 | T6/40 | T6/45 | T6/50 | T7/40 | T7/50

SKF sagt der Reibung den Kampf an

Das Highlight des Messeauftritts von **SKF** ist ein neues Hochgeschwindigkeits-Radsatzlager, das die Reibung und damit den Energieverbrauch reduziert, ohne Kompromisse bei Zuverlässigkeit oder Wartungsintervallen einzugehen. Die hybride Ceramic Rolling Unit (CRU) nutzt Wälzkörper aus Siliziumnitrid, wodurch die Lagermasse um 15 bis 20 Prozent reduziert wird. Dadurch lassen sich Stromschäden vermeiden und die Reibung gegenüber herkömmlichen Lagern um

mindestens 10 Prozent senken. Weitere Vorteile sind eine deutlich längere Fettgebrauchsdauer beziehungsweise verlängerte Wartungsintervalle sowie niedrigere Lebenszykluskosten. Spezielle Konstruktionsmerkmale wie eine optimierte Makrogeometrie, verbesserte Oberflächenbeschaffenheiten und eine optimierte Schmierstoffverteilung tragen zur Verringerung der Reibungsverluste bei. Neben Hochgeschwindigkeitszügen eignet sich das neue reibungsarme Lager

auch für U-Bahn-Systeme. Die dort eingesparten Reibungsverluste können sich im Laufe der Zeit zu erheblichen Energieeinsparungen summieren. Darüber hinaus bieten die Lager eine längere Lebensdauer und geringere CO₂-Emissionen als konventionelle Lösungen.

Zudem werden weitere Neuerungen aus dem Bereich Lager und Schmierstoffe präsentiert.

www.skf.com

Halle 22, Stand 650



TREFFEN SIE UNS AUF DER INNOTRANS

➤ 22. SEPTEMBER -
25. SEPTEMBER

🏠 HALLE A – STAND 520 / MESSE BERLIN
TRAXX UNIVERSAL
AUSSTELLUNGSGLEIS T2/20

TwinTrain: Traction, Real-Time und MultiBrake

Der TwinTrain-Traction ersetzt ein zusätzliches Testfahrzeug durch Simulation. Direkt mit der elektronischen Kupplung verbunden, wird der TwinTrain-Traction als gekoppelter Zug erkannt und kann die Rolle des führenden oder geführten Fahrzeuges eines Zugverbandes übernehmen. Alle über die Kupplung übertragenden Funktionen und Signale werden geprüft und verifiziert. Die einwandfreie Betriebsbereitschaft aller Sicherheits- und Informationssysteme des Schienenfahrzeuges ist gewährleistet. Treten Fehlerfälle im Betrieb nur in bestimmten Situationen auf, kann deren Erfassung und Analyse schnell sehr kompliziert werden. Gemeinsam mit

einem Experten von **SPHEREA** wird ein Konzept zur Datenerfassung ausgearbeitet. Der TwinTrain-Real-Time zeichnet unterschiedliche elektrische und elektronische Signale sowie Buskommunikation in Echtzeit auf. Die Darstellung der erfassten Daten kann, je nach Fehlerfall, angepasst werden. Der TwinTrain-Real-Time kann zuvor definierte Fehlerbilder erkennen und den Anwender in Echtzeit über das Auftreten informieren. Im Rahmen der Fehlersuche kann das System verschiedene Signale modellbasiert simulieren. Zusätzlich kann der TwinTrain-Real-Time zur Automatisierung von Testfahrten mit weniger Personal genutzt werden.

Die batteriebetriebenen Messmodule des TwinTrain-MultiBrake werden an den Prüflingen (Bremscontrollern) installiert. Durch den direkten Anschluss an die Druckluftversorgung des Fahrzeugs entfällt eine externe Versorgung mit Druckluft und das damit verbundene Verlegen von Schlauchleitungen. Jedes Messmodul kann einen Druck, wie z. B. den Beladungsdruck, simulieren und eine Vielzahl an Bremsdrücken messen. Durch die Erfassung der Druckwerte in Echtzeit können automatisch die Zeiten für die Anlege- und Lösevorgänge der Bremse geprüft werden.

www.spherea.de

Freigelände O/173

Die Zukunft der Stopftechnik



Die von system7 gebaute Stopfmaschine, die zeitnah an Spitzke übergeben werden soll
Quelle: Spitzke

Premiere auf der InnoTrans 2026: **Spitzke** und **system7** zeigen eine neue, auf teil- und vollautomatischen Betrieb im Zweiswellenmodus ausgelegte Stopfmaschine. Die Maschine „S7 CPLS 32 4.0

Continuous Tamping Robot“ ist der erste voll digitalisierte Stopfroboter überhaupt, der im kontinuierlichen Zweiswellenmodus sowohl Gleise als auch Weichen bearbeiten kann. Neben dem teil- und vollautomatischen Arbeitsbetrieb ist vor allem das zugrundeliegende Verfahren „S7 Automatikstopfen“ innovativ – das sogenannte Stopfen mit automatischer Beistellzeit, für das bereits die Produktfreigabe seitens der DB InfraGO vorliegt. Beim neuen Verfahren ist für die Durchführung des Stopfvorgangs keine fixe Beistellzeit von bspw. 0,8 Sekunden (nach Ril 8244.220) ausschlaggebend. Stattdessen wird mittels Sensorik individuell ermittelt, wann die höchstmögliche Verdichtung des Schotters erreicht ist, und der Stopfvorgang beendet. Das in der S7 CLPS 34

4.0 verbaute Stopfaggregat vibriert ausschließlich während der Eintauchphase und dem Beistellen. Die Lärmemissionen und der äquivalente Dauerschallpegel reduzieren sich daher um mehr als 7 dB(A), während im Bereich der Feinstaubbelastung von einer durchschnittlichen Reduktion um gut 50 Prozent im Vergleich zu konventionellen Aggregaten ausgegangen werden kann. Im vollautomatischen Modus bedarf es lediglich einer überwachenden Person und keiner bedienenden mehr, sofern entsprechende Zulassungen im jeweiligen Anwendungsgebiet gegeben sind.

www.spitzke.de

Halle 5.2, Stand 330 und Freigelände T3/70 | O/350

DIGITALE FACHMEDIEN KOSTENLOS FÜR STUDIERENDE

Unverzichtbar im Studium

In wenigen Schritten zur erstklassigen Fachliteratur:

1. Probeabonnement bestellen
2. Studienbescheinigung vorlegen
3. Sechs Monate vollumfänglich nutzen. Das Abonnement endet automatisch.

Jetzt kostenlos anfordern:
www.eurailpress.de/studi26

Logos: DW Media Group, Rail BUSINESS, ETR, DER EISENBahn INGENIEUR, Eurailpress, Archiv, OPNView Archiv, NaNa Brief, NaNa Brief DER NACHWEISER

Eine Weltpremiere, insgesamt sieben Fahrzeuge

Stadler präsentiert die neue EURO DuFour-Lokomotive für SBB Cargo Schweiz, das künftige Flaggschiff im Schienengüterverkehr. Dank ihres innovativen Drehgestells mit integrierter Lenkung bietet sie hervorragende Laufeigenschaften und reduziert den Verschleiß der Bahninfrastruktur um bis zu



EURO DuFour-Lokomotive für SBB Cargo Schweiz
Quelle: Stadler Rail AB

20 Prozent. Das geringe Gewicht ermöglicht den Einsatz auf Haupt- und Nebenstrecken. Die Lok ist als Mehrsystem-Elektro- und Hybridversion erhältlich und bietet bis zu 7 MW Leistung, eine Geschwindigkeit bis zu 160 km/h sowie eine hohe betriebliche Flexibilität. Energieeffiziente Technologie, Vorinstallationen für die DAK und FRMCS sowie eine digitale Zustandsüberwachung senken Wartungsaufwand und Kosten.

Außerdem präsentiert Stadler den weltweit ersten maßgeschneiderte, Schmalspur-Wasserstoffzug, der in den drei italienischen Regionen Sardinien (Azienda Regionale Sarda Trasporti – ARST), Kalabrien (Ferrovie della Calabria – FdC) und Sizilien (Ferrovia Circumetnea – FCE) eingesetzt wird. Ebenfalls neu für die Messebesucher wird der FLIRT Nordic Express für Norske tog AS sein. Außerdem werden der KISS-Doppelstockzug

für die ÖBB (Railjet), ein Akku-FLIRT für die ÖBB sowie die Niederflurstraßenbahn TINA für Rostock und die Stadtbahn für Stuttgart auf dem Freigelände ausgestellt.

Im Bereich Signalling präsentiert Stadler innovative Lösungen für Fahrgastinformation, elektronische Sprechstellen und Signalgeber. Besucher können die CBTC-Technologie im Fahrsimulator live erleben, während auf einer Migrationsinsel aktuelle Anwendungsfälle zu CBTC, Stellwerk und Collision Warning anhand von Miniaturzügen auf der Strecke gezeigt werden. Ergänzt wird der Messeauftritt durch die interaktive Präsentation der ETCS- und Interlocking-Lösungen.

www.stadlerrail.com

Halle 2.2, Stand 250 und Freigelände
T10/50 | T10/55 | T4/19 | T8/40 | T8/50 | T9/40 | T9/50

15 kW Frequenzumrichter mit USV

Der **SYKO**-Verbund stellt seinen erweiterten Leistungsbereich bis 15 kW vor. Der für die Bahntechnik modifizierte Multi-Voltage-Frequenzumrichter der Serie FUR beherrscht den Dreiphasen-Eingang mit PFC-Regelung sowie den Einphasen-Eingang mit der geregelten Stringtopologie im Interleavingbetrieb und der Totem-Pole-Topologie mit PFC-Regelung. Die Eingangsspannungsbereiche 230 V_{eff} +/- 25 % bzw. 320-560 V_{eff} mit 16 Hz und 50/60 Hz werden beherrscht; optional auch 450-720 V DC mit der geregelten

Stringtopologie. Der Eingang arbeitet auf einer maximale Zwischenkreisspannung 850 V DC, die potenzialgetrennt über eine Frontendstufe FE.H6D mit 4,2 kW im USV-Betrieb ab dem batteriegestützten Bordnetz versorgt wird. Ab der UZK wird über eine gleiche 3-Phasen-SiC-Brücke die Ausgangsspannung 230/400/460 V_{eff} – 50/60 Hz aufgebaut. Zum Multivoltagebereich gehört auch ein sollwertgesteuerter DC-Spannungsausgang, der über die stromgeregelte Stringtopologie im Interleavingbetrieb arbeitet. Hierdurch lassen

sich Hydraulikpumpen mit DC-Antrieben (10/15 KW) betreiben. Zur Reduzierung der CU²-Verluste wurden die SiC-Leistungsstufen als Dreistufen-Transistortopologie mit Schwebekondensator aufgebaut oder arbeiten im Frequenzbereich bei 200 KHz. Der FUR wurde entsprechend der Bahnnormen EN 50155 entwickelt. Die offizielle Bahn-Zertifizierung steht bevor. Steuer- und Regelkreisfunktionen sind komplett digital aufgebaut.

www.syko.de

Halle 17, Stand 430

NSK-N: Schraubensicherung für hochbeanspruchte Edelstahlverbindungen

Mit der NSK-N stellt **teckentrup SLI** eine multifunktionale Schraubensicherung für hochbeanspruchte Edelstahlverbindungen vor. Sie ist die erste federnde Sicherungsscheibe aus A4-Edelstahl, die Korrosionsschutz, definierte Restfederkraft und Losdrehesicherung in einem Bauteil vereint. Ihre bogenförmige Geometrie erhöht die elastische Nachgiebigkeit der Schraubenverbindung, sodass Setz-, Kriech- und Relaxationseffekte kompensiert werden. Die Sicherungsscheibe erfüllt die Anforderungen an Losdrehesicherheit und Restfederkraft gemäß DIN 25201-4 und DIN 267-26. Im Salzsprühnebeltest nach DIN EN ISO 9227 wurde eine Korrosionsbeständigkeit von über 4200 Stunden nachgewiesen. Dadurch ermöglicht die NSK-N eine Optimierung von Schraubenverbindungen hinsichtlich Funktionssicherheit, Lebensdauer und Vorspannkraftstabilität unter dynamischen und korrosiven Bedingungen.



Korrosionsbeständigkeit von über 4200 Stunden Salzsprühnebeltest
Quelle: teckentrup SLI GmbH & Co. KG

www.teckentrup-sli.de

Halle 8.2, Stand 405

Mobile Mapping System für präzise Vermessungsdaten

Ob für Planungs-, Bau- oder Asset-Management-Projekte im Bahnumfeld, die **Trimble** Mobile Mapping Systeme Trimble MX50 und MX90/MX9 bieten eine komplette Lösung für eine fahrzeuggebundene Bestandsaufnahme, die hochmoderne Hardware mit intuitiver Feldsoftware und einem zuverlässigen, effizienten Büro-Software-Workflow kombiniert. Die Systeme erfassen hochpräzise Vermessungsdaten, die die Planung der Schieneninfrastruktur und die Kartierung

von Infrastrukturinformationen erleichtern, um eine umfassende Bestandsdatenbank aufzubauen. Teure Gleissperrungen können vermieden und das Risiko, das mit der Begehung von Gleisanlagen verbunden ist, kann minimiert werden. Die umfangreichen Daten ermöglichen die Bereitstellung einer breiten Palette von Informationen. Angefangen von der Gleislage über Geländemodelle bis hin zur Lage von Objekten können Informationen extrahiert und an CAD- und GIS-Systeme

übergeben werden. Eine vollständige Bestandsdokumentation kann nach einem Bauprojekt zur Nutzung in einem BIM-konformen Projekt und während des gesamten Lebenszyklus der Anlage erstellt werden. Das Trimble MX9 System hat eine Freigabe der Deutschen Bahn für die Gleisvermessung und Lichtraumprüfung nach Ril 883.

www.gedo.trimble.com
Halle 25, Stand 385

Neues ovales LVT-Konzept reduziert Betonbedarf in Festen Fahrbahnen

Die **Sonneville AG** präsentiert ein neu entwickeltes ovales Low Vibration Track (LVT)-System mit zwei Blockvarianten für Feste Fahrbahnen in Tunneln und auf Viadukten. Die optimierte Geometrie reduziert den Bedarf an Füllbeton und senkt damit die strukturelle Eigenlast. Gleichzeitig ermöglicht das System eine kompakte Bauweise mit einer im Block integrierten Dichtung der Systemkomponenten. Auf die traditionelle elastische Einlage wird verzichtet, während die bewährte elastische Lagerung unter dem Block weiterhin durch den Schuhboden sichergestellt wird. Das System nutzt den Bauraum effizient und bietet hohe Flexibilität bei der Integration von Befestigungs- und Entgleisungsschutzsystemen entsprechend spezifischen Anforderungen. Die ovalen LVT-Blöcke wurden speziell für Anwendungen entwickelt, bei denen Materialeffizienz, geringes Gewicht und eine wirtschaftliche Umsetzung Fester Fahrbahnen im Vordergrund stehen.

www.vigier-rail.ch/de

Halle 26, Stand 370



Ovales LVT-Konzept

Quelle: Sonneville

Impact – reduzierte dynamische Belastungen durch innovatives Design



IMPACT – reduzierte Dynamik durch entkoppelte Herzstückspitze
Quelle: voestalpine Railway Systems

Steigende Verkehrsbelastungen, höhere Geschwindigkeiten und begrenzte Sperrzeiten stellen wachsende Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Herzstücken. Mit Impact hat **voestalpine Railway Systems** eine neue Herzstückfamilie entwickelt, die auf die Reduktion dynamischer Krafteinwirkungen im Radüberlaufbereich ausgelegt ist. Das Konzept basiert auf der elastischen Entkopplung der Herzstückspitze. Durch die verbesserte Radübernahme werden dynamische Belastungen reduziert, wodurch sowohl

die Herzstückspitze als auch der hochbeanspruchte Überfahrbereich nachhaltig geschont werden. Die neue Konstruktion kombiniert die Vorteile starrer Herzstücke mit einem optimierten Radüberlauf. Das Ergebnis sind reduzierte dynamische Belastungen, längere Instandhaltungsintervalle und eine höhere Lebensdauer bei nahtloser Integration in bestehende Einbaukonzepte.

www.voestalpine.com/railway-systems/de/
Halle 21, Stand 150

Mehr als ein Motto: Kontinuität & Zuverlässigkeit

Beim gemeinsamen Auftritt von **Vossloh Rolling Stock** und **Imateq** stehen auf der diesjährigen InnoTrans die Modula-Plattform mit den aktuell stattfindenden Testkampagnen sowie Nachrüst- und Zukunftsprojekte für die vorherige Plattform im Mittelpunkt. Aktuell durchlaufen die Modula BDD und EBB erfolgreich die Zulassungsprüfungen. Während eine Fahrzeug-Testkampagne üblicherweise auf die Prüfung eines klar definierten Einzelfahrzeugs ausgerichtet ist, wurde dieser Ansatz für die Modula um eine plattform- und modulbezogene Betrachtung erweitert. Die Kombination aus typübergreifenden Tests, modularer Hardware- und Softwarearchitektur sowie der Nutzung gemeinsamer Nachweise über mehrere Fahrzeugvarianten hinweg prägt die spezifische Ausgestaltung der Modula-Testkampagne. Im Lok-Service profitieren Kunden stets von einer engen Verzahnung mit dem Service Engineering des Herstellers. Mit dem Wissen, wann die



Modula-Loks können auch nachgerüstet werden

Quelle: Vossloh Rolling Stock

Lokomotiven in etwa zur Hauptuntersuchung reinkommen, können diese optimal für Nachrüstoptionen, die den Lebenszyklus verlängern und ihn zugleich nachhaltiger gestalten, genutzt werden. Darüber hinaus unterstützen die Kieler Kollegen

beim anstehenden Peak für die ETCS Level 2-Nachrüstung oder die digitale automatische Kupplung (DAC) gemäß EU-Vorgaben.

www.vl-rs.com

Freigelände T2/34 und O/330

WIR BRINGEN BEWEGUNG AUF DIE SCHIENE

InnoTrans 2026
THE FUTURE OF MOBILITY
22 – 25 SEPTEMBER · BERLIN

*Besuchen Sie uns
Halle 5.2 / Stand 320*

Zukunftsfähige Lösungen in allen Anwendungsfeldern

Wenn die InnoTrans am 22. September ihre Tore öffnet, präsentiert sich **Vossloh** als Anbieter integrierter Lösungen für die Bahninfrastruktur. „Insbesondere durch die



Verbindung digitaler Tools der Vossloh connect-Plattform mit unseren Produkten und Services präsentieren wir zukunftsfähige Lösungen in allen Anwendungsbereichen auf der Schiene – mit Zuverlässigkeit und technischer Präzision als Kernkompetenzen“, sagt Carsten Sichler, Corporate Head of Marketing Communication. Ein besonderes Highlight, das für vernetzte Erkenntnisse steht, ist die Weltpremiere: die neue Track Stability-Software. Anhand von Gleiskonfiguration, Zustands- und Nutzungsparametern berechnet sie die kritische Temperatur für den Gleisabschnitt, um zu-

lässige seitliche Schwellenverschiebungen während der Überfahrt nicht zu überschreiten, und unterstützt bei der Reduzierung betrieblicher Auswirkungen.

Um den digitalen Knotenpunkt gruppieren sich die Anwendungsbereiche – vom Personennahverkehr über konventionellen Bahnverkehr sowie Schwerlastverkehr und Industrieanwendungen bis hin zum Hochgeschwindigkeitsverkehr –, jeweils mit Systemarchitekturen – ergänzt um Praxisbeispiele und digitale Erweiterungen.

www.vossloh.de

Halle 26, Stand 975

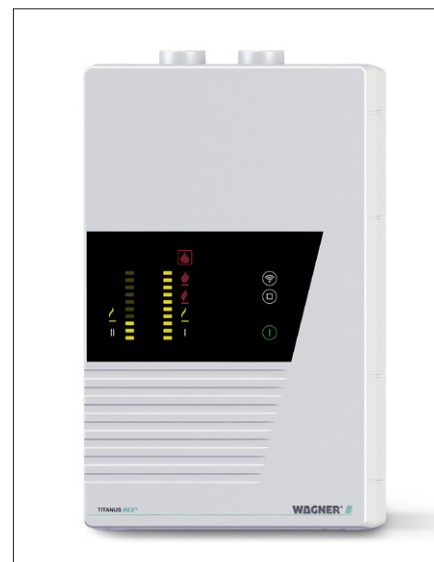
Der neue Ansaugrauchmelder TITANUS REX®

Der Ansaugrauchmelder TITANUS REX® aus der TITANUS®-Serie von **Wagner Rail** ist VdS-zertifiziert und vereint höchste Sensitivität, Modularität und durchgängige Digitalisierung. Das technologische Herzstück von TITANUS REX® bildet die neue W1-Technologie. Diese vereint hochsensitive Detektion von Rauchpartikeln mit intelligenter Signalverarbeitung. Dies ermöglicht eine besonders frühe Branderkennung in Schienenfahrzeugen bei gleichzeitig hoher Sicherheit gegenüber Täuschungsalarmen. Daher eignen sich die Ansaugrauchmelder insbesondere für den Einsatz in Fahrgast-, Technik- und Unterflurbereichen. TITANUS REX® arbeitet äußerst energieeffizient. Die besondere Sensortechnologie und moderne, energieeffiziente Komponenten reduzieren die Leistungsaufnahme und ermöglichen eine bedarfsgerechte Auslegung der

Energieversorgung. Für Betreiber bedeutet dies eine zuverlässige, stabile Branddetektion bei gleichzeitig ressourcenschonendem Betrieb. Assistentengeführte Workflows stellen die normkonforme Projektierung sicher. Der neue Ansaugrauchmelder ist modular aufgebaut und dadurch flexibel und universell einsetzbar. Mit den drei Varianten TITANUS REX® 30, TITANUS REX® 50 und TITANUS REX® 70 bietet sich für jede Anwendung eine passgenaue Lösung. Die kompakte Bauweise und der geräuscharme Betrieb ermöglichen zudem eine nahezu unsichtbare Integration in das Fahrzeugkonzept und verbinden höchste Brandschutzstandards mit den gestalterischen Anforderungen moderner Innenräume.

www.wagnergroup.com

Halle 2.2, Stand 250



Der Ansaugrauchmelder TITANUS REX®

Quelle: Wagner Group GmbH

Digitale 100V-Technologie



ELISA IV ELA mit LineRush®-Technologie

Quelle: Wenzel Elektronik GmbH

Wenzel Elektronik ist das erste Unternehmen weltweit, das die LineRush®-Technologie in seine ELISA IV 100V-Beschallungsanlagen integriert und damit eine Ende-zu-Ende-Digitalisierung vom Mikrofon bis zum Lautsprecher ermöglicht. 100V-ELAs können so kostengünstiger realisiert und installiert werden. Dies eröffnet einen neuen Gestaltungsraum moderner Beschallungsanlagen durch Mehrkanalität auf einer Leitung, Lautsprecher-Einzelüberwachung, individuelle Klanganpassung

pro Lautsprecher, im Lautsprecher integrierte Umgebungsgeräuschverarbeitung und vieles mehr. Darüber hinaus ist es die erste Beschallungsanlage, die als Sensor oder Aktor in IoT-Plattformen eingebunden werden kann. Neue Ansätze in der Softwarearchitektur erlauben rückwirkungsfreie Anpassung der Gerätesoftware an kundenspezifische Anforderungen.

www.wenzel-elektronik.de

Halle 4.1, Stand 500

Geschützte, zuverlässige Konnektivität

Westermo präsentiert unter anderem die Viper-8-Serie, ein Managed Backbone Routing-Switch und wie geschaffen für die Anforderungen von Schienenfahrzeugen. Hochgeschwindigkeits-GBit/s-Ports und Routing-Funktion mit voller Geschwindigkeit bewältigen hohe Bandbreiten des Backbones sowie bestehender Ring- und Endgeräte. Dank ihrer Konstruktion ist die Viper-8-Serie ideal für die rauen Betriebsumgebungen in Zügen, in denen der Switch konstanten Vibrationen, extremen Temperaturen, Feuchtigkeit und einer an-

spruchsvollen elektrischen Umgebung ausgesetzt ist. Eine Gore-Tex®-Membran schützt vor interner Kondensation. Gewinde im Gehäuse sorgen für zusätzliche Vibrationsfestigkeit. Die hohe Isolation zwischen sämtlichen Schnittstellen ermöglicht einen direkten Anschluss an die Hilfsstromversorgung des Fahrzeugs und schützt vor Überspannung und Überschlag. IP67-Schutz verhindert das Eindringen von Wasser und Staub. Eine rundum optimierte Bauweise sorgt für ein kompaktes Gehäuse in Kombination mit einer sehr hohen MTBF für eine

einfache Integration und niedrige Lebenszykluskosten. Gründliche Typenprüfungen in unabhängigen, nach ISO/IEC 17025 und ILAC MRA zertifizierten Labors, die für eine Vielzahl von Normen akkreditiert sind, bestätigen, dass die Viper-8-Serie u. a. die EN 50155 erfüllt. In den modernen Westermo-Produktionsanlagen wird die Qualität jedes einzelnen Geräts u. a. durch Burn-in-Tests mit Temperaturzyklen sichergestellt.

www.westermo.com

Halle 4.1, Stand 460

Maßgeschneiderte Wartungs- und Zugangslösungen für die Bahnbranche

Unter dem Motto „Level Up Your Safety“ präsentiert **Zarges** sein Portfolio an maßgeschneiderten Zugangslösungen und Wartungsbühnen für Schienenfahrzeuge: von Gleisgrubenübergängen und Treppen über Arbeitsbühnen bis hin zu Dacharbeitsständen.

Sicherheit und Flexibilität stehen dabei im Mittelpunkt: Die Frontarbeitsbühne etwa ist höhenverstellbar von 1500 bis 3500 mm und passt sich über Schiebekassetten flexibel an verschiedene Fahrzeugkonturen an. Für äußerst spezielle Anforderungen entwickelt Zarges gemeinsam mit dem Kunden

Sonderlösungen, die über das Standard-sortiment hinausgehen.

Besucher haben auf der Messe die Möglichkeit, in einer interaktiven Game Zone typische Wartungsszenarien nachzuspielen und ihr Wissen auf die Probe zu stellen. Wer einige Lösungen direkt vor Ort erleben möchte, wird im Gleis- und Freigelände der InnoTrans fündig: Dort sind Zarges-Zustiege an verschiedenen Zügen im Live-Einsatz zu sehen und können vor Ort begangen werden.

www.zarges.de

Halle 6.2, Stand 770



Für jeden Zug gibt es eine Zugangslösung

Quelle: Zarges

BÜ-Lösung A-Cross

Mit A-CROSS präsentiert **Zöllner** auf der InnoTrans 2026 eine automatisierte, mobile und temporäre Sicherung von Bahnübergängen, die nach SIL 3 zertifiziert ist.

Baustellen an Bahnübergängen können zu erheblichen Risiken oder Sperrungen führen, hierfür bietet A-CROSS eine automatisierte Lösung, die sehr schnell installiert werden kann und die sich an

die jeweiligen länderspezifischen Anforderungen anpassen lässt. A-CROSS ist besonders interessant für Anwendungen mit geringer Zugfrequenz und -geschwindigkeit oder bei Sichtfahrt und steigert die Effizienz der Betriebsabläufe bei temporären Bauarbeiten.

www.zoellner.de

Halle 25, Stand 570

QUALITY MEDIA
FOR RAIL EXPERTS

www.eurailpress.de





Hybridveranstaltung

26. SIGNAL+DRAHT-Kongress



12. – 13. November 2026,
Maritim Hotel, Fulda

**Jetzt
anmelden**

Einfach. Machen. Unter diesem Motto greift der 26. Signal+Draht-Kongress erfolgreiche Beispiele für eine konsequente und schnelle Umsetzung von LST-Projekten auf. Im Fokus steht neben den Erfolgsfaktoren die Frage, welche Ansätze sich für einen schnelleren Rollout neuer Technologien auch außerhalb einzelner Projekte übertragen lassen.

Konkrete Beispiele sind die ETCS-Einführung auf der Wiener Stammstrecke, die Digitalisierung bei S-Bahn und U-Bahn in Hamburg, der Pilot zur Remote Train Operation bei der S-Bahn München, der Wiederaufbau der Ahrtalbahn. Unter dem Stichwort „lessons learned“ werden außerdem Ansätze zur Beschleunigung des ETCS-Rollouts, Erfahrungen aus der ETCS-Fahrzeugumrüstung und die Verprobung der neuen Guidelines zum Cyber Resilience Act vorgestellt.

Ein weiterer Themenschwerpunkt ist die Künstliche Intelligenz: Konkrete Anwendungsfälle im Wissensmanagement bei Betreibern und Industrie sowie in der Zugdisposition zeigen exemplarische Entwicklungen im Bahnsektor auf. Ein Innovationsthema sind Stellwerke unter Nutzung von Cloud-Technologie. Von hoher Relevanz ist die Resilienz des Bahnsystems generell und im Lichte der Anforderungen für Military Mobility. Und zur kontroversen Diskussion stehen Optionen für die Einführung eines neuen Zugfunksystems.

Neben der Präsenzteilnahme vor Ort in Fulda mit der Gelegenheit zum Austausch und persönlichen Gesprächen mit den rund 300 Teilnehmenden ist alternativ auch die digitale Teilnahme am Live-stream möglich.

Jetzt anmelden unter: **www.eurailpress.de/sdk2026**

Organisation

Olga Freund
+49 (0) 40 237 14-351
olga.freund@dvvmmedia.com

Ausstellung

Silke Härtel
Tel: +49 (0) 40 237 14-227
E-Mail: silke.haertel@dvvmmedia.com

Veranstalter

**Eurail
press**

26. SIGNAL+DRAHT-Kongress Einfach. Machen.

Donnerstag, 12. November 2026		Referent/in
10:30	Begrüßung	Manuel Bosch, DVV Media Group GmbH
10:35	Einleitung	Reinhold Hundt / August Zierl, SIGNAL+DRAHT
10:40	Neues zur Organisation und Finanzierung der Digitalisierung des Schienenverkehrs in Deutschland	Florian Böhm, BMW
11:10	Einführung von ETCS ohne Signale auf der Wiener Schnellbahn-Stammstrecke	Ramo Begic, ÖBB Infrastruktur
11:40	Digitalisierung der Betriebsführung und ATO over ETCS bei der S-Bahn Hamburg	Christoph Gonçalves Alpoim, S-Bahn Hamburg
12:05	Pilot zur Remote Train Operation in der Betriebswerkstatt der S-Bahn München	René Neuhäuser, S-Bahn München
12:30	Mittagessen	
13:45	<i>Review: Erfolgreiche Inbetriebnahmen</i>	Reinhold Hundt/ August Zierl, SIGNAL+DRAHT
13:50	Wiederaufbau Ahrthalbahn – was können wir aus der Rekordgeschwindigkeit in der Krise lernen?	Benjamin Lück, DB InfraGO Dominik Oyen, Scheidt & Bachmann
14:15	Beschleunigung des ETCS-Rollouts: Übertragbarkeit erfolgreicher Projektansätze	Markus Talg, Siemens Franz Jost, Quattron
14:40	Praktische Erfahrungen für den Serienrollout: ETCS-Fahrzeugumrüstung im Digitalen Knoten Stuttgart	Vincent Blateau, quattron
15:05	120 Jahre SIGNAL+DRAHT	Manuel Bosch, DVV Media Group GmbH
15:15	Kaffeepause	
15:45	Erkenntnisse aus der Praxisverprobung der europäischen Guidelines zum Cyber Resilience Act	Oliver Knapp, DB InfraGO
16:15	Digitalisierung und Automatisierung im Stadtbahnbetrieb – Einführung von GoA 2 in Frankfurt	Dr. Thomas Hempe, Verkehrsgesellschaft Frankfurt
16:45	Kontroverse: Optionen zur Ablösung von GSM-R - wie weiter mit FRMCS?	Christian Sagmeister, ÖBB Infrastruktur Emini Driton, Deutsche Telekom
17:30	Keynote: Künstliche Intelligenz	Florian Dohmann, Birds on Mars
18:30	Abend der Kommunikation	
Freitag, 13. November 2026		Referent/in
9:00	Begrüßung und Anknüpfung an die Keynote	Reinhold Hundt/ August Zierl, SIGNAL+DRAHT
9:10	Wissensmanagement und Entstörung mit KI-Unterstützung - Erste Schritte, Probleme und Herausforderungen	Anke Wiedenroth, DB InfraGO Thomas Honisch, DB InfraGO
9:20	Die ehrliche KI: Hochqualitative Antworten für Sicherheitsanwendungen	Saskia Cordier, Siemens
9:30	Von Basic Integrity zur Zukunft der sicheren KI im Bahnsektor	Joel Mwaka, Hitachi
9:45	Entwicklung eines CTMS mit KI-Unterstützung	Moritz Heimes, DB InfraGO
10:15	Kaffeepause	
10:45	Realisierung von Stellwerken mit Cloud-Technologie	Fabian Scherer, SBB
11:15	Resilienz im Bahnsystem ganzheitlich gedacht	Patric Birr, Incyde
11:45	Resilienz im Bahnsystem - ein Bericht aus der Praxis	Alexander Pavlenko, Ukrainian Railways
12:15	Abschluss	Reinhold Hundt / August Zierl, SIGNAL+DRAHT
12:30	Ende der Veranstaltung	

Mut, nicht Fahrlässigkeit

Prof. Dr.-Ing. habil Lars Schnieder leitet das Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherheit (IfEV) der TU Braunschweig. ETR sprach mit ihm über Innovation, Forschung und Lehre in Zeiten von Künstlicher Intelligenz (KI) und Cyber-Bedrohungen.

Das System Bahn braucht die Digitalisierung, um langfristig leistungsfähig und wirtschaftlich zu sein, ist Lars Schnieder überzeugt. Doch die neue Welt der KI braucht Regeln, die zu entwickeln sind.

Sie leiten seit April das Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherheit (IfEV) an der Technischen Universität Braunschweig. Wir brauchen Technik, die gleichzeitig resilient und wirtschaftlich ist und wir brauchen Technik, die auch in Kriegs- und Krisenzeiten noch funktioniert. Wie wollen Sie am Lehrstuhl an diese Fragen herangehen?

Ich sehe im Wesentlichen drei Themenbereiche: Sicherheit, Automatisierung und Digitalisierung. Die Zukunftsfrage ist, wie wir die kommenden Systemgenerationen sicher gestalten. Dazu zählt auch die Frage, wie wir KI-basierte Systeme für den Bahnsektor qualifizieren können. Heute wissen wir noch nicht, wie wir diese Frage lösen können. Die Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) sagt, dass die Bahn sicher ist, wenn sie die Anforderungen der EBO erfüllt. Doch die EBO sagt nichts über KI. Sie besagt, dass man die anerkannten Regeln der Technik zugrunde legen soll. Doch diese gibt es noch nicht für KI. Die wissenschaftliche Frage ist also, wie wir nachweisen, dass KI-basierte Systeme mindestens genauso sicher sind wie vorhandene allgemein anerkannte Systeme. Dies ist unsere Aufgabe als Wissenschaftler, doch brauchen wir auch eine Industrie, die hier mit-

geht, das heißt, uns die notwendigen Daten zur Verfügung stellt und Anwendungsfälle entwickelt, die wir dann methodisch begleiten können.

KI ist eine grundlegende Frage, die alle drei von Ihnen genannten Themenbereiche betrifft. Welche Themen sehen Sie als besonders wichtig im Bereich der Sicherheit?

Ein großes Thema ist natürlich der Schutz vor unberechtigtem Zugriff durch Dritte, also Cybersecurity. Ein wichtiges Forschungsthema ist jedoch auch die Mensch-Maschine-Interaktion: Wie bringen wir Mensch und Automatisierung so zusammen, dass das System Bahn weiter sicher funktioniert?

Sicherheit hat ja immer zwei Aspekte: den Schutz gegen Einwirkungen von außen (Security) und den sicheren Betrieb von schienengeführten Systemen (Safety). Sie sprechen jetzt von Safety und fragen sich, wie diese Sicherheit garantiert werden kann, wenn Mensch und Automatisierung zusammen kommen?

Ja. Ein Beispiel: Die Linien U4 und U5 in Frankfurt könnten im Tunnelbereich irgendwann unbegleitet fahren, doch sobald das Fahrzeug über die Tunnelrampe an die Oberfläche kommt, ist man im Sichtfahrbereich. Hier wird man sich noch sehr lange schwer tun mit dem unbegleitet automatisierten Betrieb. Wie sieht dann die Übergabe und Übernahme in einem sol-



Quelle: IfEV/TUBS

chen Szenario aus? Grundsätzlicher gefragt: Wie müssen die betrieblichen Regelwerke weiterentwickelt werden, wenn ein unbegleitet fahrerloser Betrieb umgesetzt werden soll? Das Thema Sicherheit wird uns deshalb hier aus wissenschaftlicher Sicht noch die kommenden 20 bis 30 Jahre beschäftigen.

Weitere Fragen rund um die Automatisierung?

Einerseits ist die große Frage, wie wir das System technisch gestalten wollen. Andererseits geht es darum, wie wir den erforderlichen Gefährdungsausschluss umsetzen. Ein Beispiel sind Bahnsteigtüren: Wollen wir diese weiter haben? Oder stattdessen infrastrukturbasierte Sensoren verwenden? Oder ist dies alles gar nicht notwendig, weil das Fahrzeug selbst über die notwendige Sensorik verfügt? Wenn es das Fahrzeug ist: Wie gestalten wir dieses System, welche Sensorik und welche Umfelderkennungsalgorithmen sind dann notwendig? Wir müssen in ganz anderen Architekturen denken – hier möchten wir als TU Braunschweig unseren Beitrag leisten, diese Architekturen zu identifizieren und unabhängig zu bewerten.

Letztendlich beruht die Automatisierung, auch des Betriebs, auf Daten, also auf der Digitalisierung.

Wir brauchen digitales Planen, Bauen/Herstellen und Betreiben, um das System Bahn langfristig wirtschaftlich und leistungsfähig zu machen. Die erste Phase ist das digitale Erfassen. Das ist die Aufgabe der Sensorik und des Datenmanagements. Dies bildet die Ausgangsbasis der Planung. Bei der Planung geht es um die Entwicklung und den Einsatz von Simulationen, um verschiedene Szenarien durchspielen zu können. In der Phase 2, dem Betrieb, ist an Datenhaltung und Datenmanagement zu denken, über den ganzen Lebenszyklus hinweg.

Es wird viel erforscht und entwickelt, doch oft gelingt nicht die Umsetzung in die Praxis. Warum bekommen wir Innovationen nicht ins Feld?

Teilweise sind zusätzlich zu technischen Fragen auch wirtschaftliche oder rechtswissenschaftliche Fragen zu lösen. Deshalb werde ich das Institut stärker interdisziplinär vernetzen und genau diese Themen mit Kolleginnen und Kollegen im Forschungsverbund beantworten.

Noch einmal zurück zum großen Thema unserer Tage, der KI. Wir alle nutzen sie, doch welchen Platz kann sie im System haben, besonders, wenn man die hohen Sicherheitsanforderungen berücksichtigt. Dass die KI wahrlich nicht fehlerfrei ist, zeigen Phänomene

Ich werde das Institut stärker interdisziplinär vernetzen.

wie KI-Halluzinationen. Und was wäre ein ausreichender Standard?

Ich würde einen Schritt zurückgehen und zuerst fragen, für welche Anwendungsfälle wir KI einsetzen wollen. Hier unterscheide ich zwischen KI zur Planungsunterstützung und KI als Bestandteil eines betriebsführenden Systems. Bei der Planungsunterstützung bin ich davon überzeugt, dass KI sehr schnell eine 80 %-Lösung generieren kann, viel schneller als ein Mensch. Letztinstanzlich muss jedoch ein Mensch mit seiner Bewertungskompetenz diesen Lösungsvorschlag überprüfen und gegebenenfalls nachjustieren. Ein solches Vorgehen ist auch unter dem Aspekt Sicherheit vertretbar, da die Verantwortung letztendlich beim Menschen liegt. Deswegen untersucht Forschung schon heute, wie KI Planerinnen und Planer unterstützen kann und wie das Miteinander von Mensch und Maschine an dieser Stelle aussehen sollte. Bei den betriebsführenden Systemen, bei-

Prof. Dr.-Ing. habil Lars Schnieder
Leiter des Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung (IfEV) an der TU Braunschweig

Lars Schnieder leitet seit April 2026 das Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung der TU Braunschweig. Schnieder begann nach seinem Studium zum Dipl.-Wirtschaftsingenieur an der TU Braunschweig und der University of Nebraska at Omaha seine berufliche Laufbahn

in der Bahnindustrie bei Siemens. Berufsbegleitend promovierte er an der Fakultät für Maschinenbau, ebenfalls an der TU Braunschweig. Am Institut für Verkehrssystemtechnik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) war er als Projektleiter für den Aufbau der Anwendungsplattform Intelligente Mobilität verantwortlich. Anschließend wechselte er zur ESE Engineering und Software-Entwicklung GmbH, wo er zunächst die Verantwortung für die Sicherheitsbegut-

achtung spurgebundener Verkehrssysteme übernahm und zuletzt Vorsitzender der Geschäftsführung (CEO) war.

Schnieder habilitierte an der Fakultät für Verkehrswissenschaften der TU Dresden im Lehrgebiet Transportation Systems Engineering und lehrte mehrere Jahre als Privatdozent an der RWTH Aachen. Seit März 2023 war er Honorarprofessor an der Fakultät für Bauingenieurwesen der TU Braunschweig.

spielsweise bei Umgebungserkennung durch Sensorik, müssen erst einmal valide Daten erhoben werden, mit denen dann die KI trainiert werden kann. Das Ganze unter reproduzierbaren Bedingungen, mit allen Anforderungen, die sich daraus ergeben. So müssten beispielsweise standardisierte und kalibrierte Sensoren eingesetzt und ein stringentes Datenmanagement geschaffen werden. Dies muss mit einer starken Rolle von unabhängigen Konformitätsbewertungsstellen einhergehen, die ihrerseits natürlich auch Konformitätsbewertungsverfahren brauchen.

Aufgabe der Wissenschaft ist also auch, die Spielregeln in Zeiten von KI zu definieren?

Der Einsatz von KI im System Bahn kann kein „Spiel ohne Grenzen“ sein, sondern es müssen wirksame Planken gesetzt werden. Damit ist die Wissenschaft gefordert, das Verständnis zu prägen, was die allgemein anerkannten Regeln der Technik sein sollen in Zeiten von KI. Sie muss ihren Beitrag leisten den Normungs- und Zulassungsprozess für KI als Teil betrieblicher Prozesse zu entwickeln. Es gilt eine Absicherungsarchitektur zu konzipieren und zu etablieren. Was wir bisher sehen, auch auf Ebene der Hersteller, sind Arbeiten zum Proof-of-Concept. Was wir in letzter Konsequenz jedoch brauchen, ist ein Weg zur Qualifizierung der neuen Systeme.

Es geht um den Weg und auch um das Ziel, also die Frage: Wie sicher ist sicher genug?

Hier müssen wir objektive Kriterien finden. Ein Triebfahrzeugführer macht Fehler, die KI auch. Wie machen wir dies vergleichbar und wie verhindern wir, dass wir von der KI zu viel erwarten? Sicherlich kann man von der KI erwarten, dass sie signifikant besser ist als der Mensch, doch um wie viel besser? Maßstäbe müssen zunächst qualitativ formuliert und anschließend nach Möglichkeit quantifiziert werden.

Was erfordert die Quantifizierung unserer Erwartungen an die KI?

Hier können und müssen wir über den Tellerrand der Bahnindustrie blicken. Die Automobilindustrie arbeitet an diesen Fragen schon seit fünf bis zehn Jahren. Auch die Arzneimittelzulassung kann Anregungen

geben: Das Arzneimittelrecht sieht vor, dass Arzneimittel mit einem gewissen Stand an Empirie in den Verkehr gebracht werden können – unter engmaschiger Beobachtung, also Pharmakovigilanz. So kann mit zunehmender Empirie die Zulassung fortgeschrieben beziehungsweise erweitert werden. Etwas Vergleichbares brauchen wir auch im Sektor Bahn, um Innovationen nicht nur zu entwickeln, sondern letztendlich auch zulassen zu können.

Wie könnte ein solcher fortschreitender Zulassungsprozess aussehen?

Zu Beginn könnte eine Zulassung auf 80 % Simulation und 20 % Empirie fußen. Der Sicherheitsnachweis müsste dann beispielsweise alle 6 Monate um empirische, also auf aktuellen Erfahrungen im Feld beruhende Daten, ergänzt werden, bis sich das Mischungsverhältnis umdreht, also die Zulassung zu 80 % auf Empirie und zu 20 % auf Simulation beruht. Im Zuge dieses Prozesses wird eine Zulassung sukzessive erweitert. Natürlich muss dies einhergehen mit einer kontinuierlichen Produktüberwachung, so dass im Falle eines unerwünschten

Eintrittes sofort ein Rollback stattfindet auf die alten Funktionen, um anschließend sicherheitsgerichtet zu intervenieren. Bisher ist ein solches Vorgehen im Sektor Eisenbahn nicht möglich.

Reichen die sogenannten Experimentierklauseln nicht aus?

Sowohl in der Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) als auch in der Verordnung zum Bau und Betrieb von Straßenbahnen (BO Strab) gilt der Grundsatz, dass Bahnanlagen und Fahrzeuge so beschaffen sein müssen, dass sie den anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Von diesen anerkannten Regeln der Technik darf dann abgewichen werden, wenn mindestens die gleiche Sicherheit wie bei Beachtung dieser Regeln nachgewiesen ist. Prinzipiell gibt es also Öffnungsklauseln, doch um sie nutzen zu können, braucht es Mut, der allerdings nicht fahrlässig sein darf. Deshalb brauchen wir all das, was wir schon diskutiert haben: reproduzierbare Testmethoden, Normierungsverfahren und -stellen und einen sukzessiven Zulassungsprozess.



Lars Schnieder studierte und promovierte an der TU Braunschweig. Nach Stationen in der Industrie und Beratungsunternehmen kehrte er im April wieder an seine Alma Mater zurück. Hier bei seiner Ernennung mit TU-Präsidentin Prof. Angela Ittel (links) und Prof. Antje Schwalb, Dekanin der Fakultät Architektur, Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften

Quelle: TUBS/K. Rottig

KI und Cybersecurity werden immer wichtigere Themen im Sektor Eisenbahn. Was bedeutet dies für die Lehre?

Wir müssen unsere Absolventinnen und Absolventen qualifizieren, in allen Fragen, auch zu Cybersecurity, souverän agieren zu können. Wir haben eine Komplexitätszunahme, es gibt mehr Rollen im System. Damit stellt sich auch die Frage, wie man in der Praxis die zunehmende Vielzahl von Gewerken in einem Projekt optimal organisiert und koordiniert. Das ist wiederum eine Forschungsaufgabe.

Gibt der Cyber Resilience Act der EU einen ausreichenden Rahmen?

Der Cyber Resilience Act hat durch seine Entstehungsgeschichte mehr das Konsumentengeschäft und die einzelnen Produkte im Fokus. Die Frage ist, wie wir ihn jetzt für die Anlagen im Bahnsektor interpretieren. Seriöserweise muss ich sagen, dass ich hierzu als Ingenieur nur begrenzt auskunftsfähig bin. Glücklicherweise hat meine Kollegin Frau Prof. Anne Paschke vom Institut für Rechtswissenschaften an der TU Braunschweig einen Rechtskommentar geschrieben zum Cyber Resilience Act und was er für Hersteller und Anlagenbauer bedeutet. Dies ist ein Beispiel für die Multi-Disziplinarität, die wir brauchen, um Innovationen nicht nur technisch zu entwickeln, sondern rechtlich und wirtschaftlich ins Feld bringen zu können.

Was erwarten Sie von der InnoTrans beziehungsweise was werden Sie sich an den Messtagen gezielt anschauen?

Ein großes Thema am Lehrstuhl ist der „Digitale Zwilling“. Deshalb werde ich meinen Messerundgang stark an digitalen Technologien ausrichten: Datenhaltung über den gesamten Lebenszyklus hinweg und Modelle zur Simulation. Von besonderem Interesse sind dabei für mich die Systeme zur Umgebungserkennung, die wir für ein fahrerloses Fahren brauchen. Bisher haben wir leider auch hier nur Proof-of-Concepts. Kein Hersteller ist in den Produktiv-Betrieb gegangen – wenn wir auch gefühlt kurz davor stehen.

Auch interessiert mich zu sehen, was die Industrie leistet, um den Bahnbau zu beschleunigen. Gibt es eine intelligente und

eventuell sogar fahrerlose Gleisbaumaschine, die ihr Tun abgleicht mit dem Soll aus dem digitalen Zwilling? Wie kann eine Datendurchgängigkeit über die Lebenszeit der Gleisanlage garantiert werden? Aus meinen Gesprächen auf der InnoTrans erhoffe ich mir Impulse für die Lehre und für ein neues Lehrangebot.

Die TU Braunschweig bietet ein neues Lehrangebot zum digitalen Bauen?

Es findet im Wintersemester 2026/2027 erstmalig statt. Inhalt ist die Qualifizierung der Studierenden im Umgang mit Digitaltechnologien im gesamten Lebenszyklus der Eisenbahninfrastruktur. Wir werden dieses Lehrangebot auch verzahnen mit

weiteren Vorlesungen, zum Beispiel der Planung von Anlagen der Leit- und Sicherungstechnik. Unser Grundansatz ist, dass wir schon in der Lehre ein Bewusstsein wecken müssen für die Durchgängigkeit von Datenformaten, mit dem Ziel, dass alle das gleiche digitale Modell benutzen. Zu häufig kommt es heute noch vor, dass wir mit jeder Lebenszyklusstufe neu manuell Daten von einer Präsentationsform in die nächste transformieren müssen. Ich erwarte allerdings, dass zukünftige Generationen von Studierenden eine höhere Digitalisierungsaffinität ins Studium mitbringen als vorherige Generationen.



Das Interview führte Dagmar Rees

Das System Bahn in Beratung und Consulting

Alle Schienenbahnen sind ein Produkt aus gesellschaftlichen Anforderungen und technischen Möglichkeiten. Ein fertiges System hat es noch nie gegeben auch nicht ein ewig gültiges Gesetzes- und Regelwerk. Treiber der Entwicklung sind schon immer die Verbesserung des Transportes von Gütern und Personen sowie der damit verbundenen Entwicklung von Technik, Organisation und Wirtschaftlichkeit. Eine Eisenbahn ist mehr als nur Lokomotiven, Schienen oder Brücken.

Die Eisenbahn, sie ist ein vernetztes System.



Von der Idee des Neu- oder Ausbaus einer Bahnverbindung bis zu deren technischer Umsetzung ist eine kaum überschaubare Zahl von Schnittstellen zu bedienen. Die notwendigen technischen, betrieblichen sowie organisatorischen Elemente sind zu identifizieren und zu bearbeiten. Für eine zukunftsfähige Eisenbahn werden nicht nur die einzelnen Fachthemen benötigt. Eisenbahn ist ein System. Die Lösungskorridore für alle an Planung, Bau und Betrieb Arbeitenden sind zu entwickeln und aufzuzeigen. Die Zielhorizonte für die Investitionen müssen auf einer mittel- und langfristigen wirtschaftlichen Perspektive aufbauen. Die Grundlagen für unternehmerische Ent-

scheidungen oder den Abgleich mit den Erwartungen auf der politischen Ebene sind frühzeitig zu schaffen

Im vorliegenden Beitrag werden zentrale Themenfelder des Systems Bahn und ihre Wechselwirkung beschrieben. Im Fokus steht dabei die Rolle der Beratung und des Consultings. Gewerkeübergreifend erfolgt die Analyse, aus der Lösungen entwickelt werden.

Was in den unten stehenden Punkten als normal erscheint, ist es meist nicht. Die Bearbeitung erfolgt zu oft sektoral:

- Beschreibung und Festlegung von Rahmenparametern



Dr.-Ing. Marc-André Klemenz

Leiter Operation Consulting
DB Engineering & Consulting GmbH
marc-andre.m.klemenz@db-eco.com



Günter Koch

Senior Expert Metro und Straßenbahn
DB Engineering & Consulting GmbH
guenter.ge.koch@db-eco.com



Frank Kutzera

Senior-Projektleiter Projektmanagement
DB Engineering & Consulting GmbH
frank.f.kutzera@db-eco.com



Matthias Laug

OE-Leiter Planung Metro und Straßenbahn
DB Engineering & Consulting GmbH
matthias.laug@db-eco.com



Daniel Schmidt-Breiting

Leiter Projektmanagement
DB Engineering & Consulting GmbH
Daniel.d.schmidt-breiting@db-eco.com



1: Baustelle Nahverkehrsknoten Berlin Ostkreuz

Quelle: Jet-Foto Kranert



2: Containerisierter Verkehr von Massengütern

Quelle: Deutsche Bahn AG/Volker Emersleben

- Frühzeitige Erkennung von Konflikten in interdisziplinärer Zusammenarbeit
- Verbindung von Technik & Wirtschaftlichkeit und deren Optimierung
- Abprüfen und Herstellen der öffentlichen und internen Durchsetzbarkeit
- Entwicklung von Alternativen & Varianten
- Formulierung einer konsistenten und widerspruchsfreien Aufgabenstellung.

marktfähigen Preisen produzieren können. Ein Bahnsystem mit Perspektive muss immer auf Szenario 1 setzen. In Deutschland ist dies mit der politischen Zielsetzung über den Deutschlandtakt verbunden, den Marktanteil im Schienenpersonen- und -güterverkehr deutlich zu erhöhen.

Um eine Verkehrsnachfrage abschätzen zu können, ist es notwendig, die Kapazitäten der künftigen Infrastruktur sowie die Fahrzeiten und Angebote (Fahrpläne, Takte, ...) zu beschreiben. Aus der technischen Expertise aus der Beratung mit Kenntnis der Zusammenhänge und ihrer Wirkung können Eingangsgrößen variiert und damit Ergebnisse optimiert werden. Dazu gehört die Abschätzung der baulichen Machbarkeit und betrieblichen Optionen der Infrastruktur und der späteren bahnbetrieblichen Umsetzung mit Kapazitäten, Personalressourcen sowie rollendem Material und darauf aufbauender Dimensionierung.

2. Dreieck des Systems Bahn

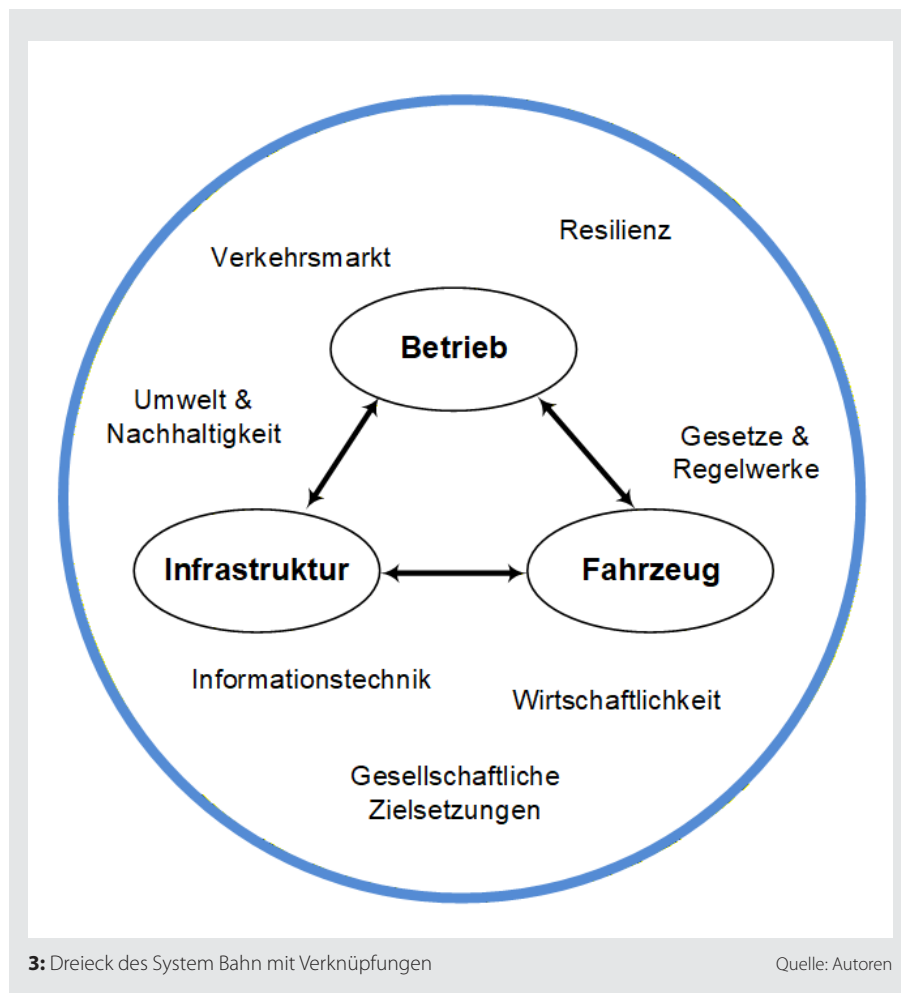
Das System Bahn wird vereinfacht durch das Dreieck von Fahrzeug – Infrastruktur – Betrieb in seiner gegenseitigen Wechselwirkung beschrieben. Das ist der technische Kern. Um diesen gibt es Verknüpfungen, die für eine Funktionsfähigkeit des Systems wichtig sind. Die nachfolgend beschriebenen Sachverhalte gelten im Grundsatz auch für Straßenbahnen und

1. Verkehrsmarkt

In der öffentlichen Wahrnehmung der Eisenbahn dominiert der Personenverkehr. Das wirtschaftliche Rückgrat der Eisenbahnen weltweit bleibt aber der Transport von Gütern. Beide Verkehre haben unterschiedliche Anforderungen, aber immer geht es um die Kunden, den Fahrgast und den Verlager.

Eine Besonderheit im Güterverkehr ist, dass Transportvorgänge wesentlich von Aktivitäten der Wirtschaft bestimmt und damit häufigen kurz- und mittelfristigen Veränderungen von Warenströmen unterworfen sind. Personenbeförderung hingegen ist eher langfristig ausgerichtet.

Ein Verkehrsmarkt wird durch den Status quo nur unzureichend beschrieben, um darauf eine Investitionsentscheidung aufzusetzen. Es geht nicht um eine 1:1 Umsetzung der aktuellen Nachfrage. Jede Änderung des Angebots wie kürzere Fahrzeiten, mehr Verbindungen oder auch verbesserte Transportqualität (Pünktlichkeit und Komfort) erhöhen die Nachfrage (Szenario 1). Deinvestitionen sind meist nicht nur mit Einsparung von Kosten, sondern auch mit einem Rückgang der Nachfrage und damit auch der Einnahmen verbunden (Szenario 2). Das Szenario 2 wird immer dann akut, wenn öffentliche Haushalte sparen müssen oder Unternehmen nicht mehr zu



3: Dreieck des System Bahn mit Verknüpfungen

Quelle: Autoren



4: Zweisystem-Stadtbahnen auf Eisenbahninfrastruktur in Rastatt Quelle: Deutsche Bahn AG/Thomas Niedermüller

Metro-Systeme; eine netzübergreifende Kompatibilität ist dafür in der Regel nicht gefordert.

2.1. Fahrzeuge

Die Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) gibt für die Eisenbahnfahrzeuge die wichtigsten Parameter vor, um die Lauffähigkeit auf der vorhandenen Infrastruktur sicherzustellen. Dazu gehören neben der Fahrzeuggeometrie auch Achslasten oder minimal fahrbare Radien. Gleichzeitig sollen aber Kapazitäten und Transportqualitäten für Personen und Güter optimiert werden. Ein Blick in das Angebot des Rollmaterials, beispielsweise S-Bahn-Triebwagen, zeigt eine große Palette von unterschiedlichen Fahrzeugen. Auch wenn in manchen Fällen der individuelle Geschmack der Besteller eine Rolle zu spielen scheint, ist die Entscheidung für ein Fahrzeug vor allem eine technische und wirtschaftliche:

- Fahrzeugkapazität: z. B. Fahrgastkapazität (sitzend, stehend; unter Beachtung der Bauart, u. a. Doppelstock)
- Zuglängen: z. B. Anforderung an Gleis- und Bahnsteiglängen
- Art der Traktion: z. B. leitungsgebundene Traktion (unter Fahrleitung), um das beste Verhältnis zwischen Traktion und Fahrzeuggewicht zu erreichen (im Güterverkehr begrenzt die von den Lokomotiven bereitgestellte maximale Leistung das Zuggewicht und damit meist auch die mögliche Zuglänge)
- Höchstgeschwindigkeit: unter Berücksichtigung der Fahrzeug- und Infrastrukturwiderstände sowie der im Fahrzeug installierten Leistung

2.2. Infrastruktur

Bei der Deutschen Bahn umfassen die Eisenbahninfrastruktureinrichtungen (Bahnanlagen) die baulichen Anlagen und technische Einrichtungen. Die baulichen Anlagen werden unterschieden nach Ingenieurbau-, Oberbau-, Hochbau-Anlagen (IOH-Anlagen). Zu den technischen Einrichtungen zählen Signal-, Telekommunikations- und Elektrotechnische Anlagen (STE-Anlagen)¹⁾. Die wesentlichen baulichen Anlagen aller Eisenbahnen sind

- Schienenwege: Gleise, Weichen, Schwellen und der Bahnkörper selbst
- Betriebs- und Sicherheitsanlagen: Signalanlagen, Stellwerke (zentrale Steuerung) und Bahnübergänge.

1) https://www.eba.bund.de/DE/Themen/Infrastruktur/infrastruktur_node.html



5: Bahnhofsausfahrt

Quelle: Deutsche Bahn AG/Uwe Miethe

- Bahnhöfe und Stationen: Empfangsgebäude, Bahnsteige sowie Verkaufs- und Abfertigungsgebäude
- Energieversorgungsanlagen: Oberleitungen, Unterwerke und Bahnstromleitungen für den elektrischen Zugbetrieb
- Ingenieurbauwerke: Brücken, Tunnel und Stützwände
- Instandhaltungs- und Abstellanlagen: Werkstätten und Gleise zum Abstellen von Zügen

Die zuvor beschriebenen Anlagen und Einrichtungen sind für ein Funktionieren der Bahn notwendig. Es ist zur Entwicklung wichtig, den roten Faden zu finden, an dem sich ein Projekt orientiert. Vom Fahrweg – sprich dem Gleis – anzufangen, ist ein guter Ansatz:

- Die Gleisradien begrenzen im Zusammenspiel mit der Überhöhung und Festlegung von Überhöhungsfehlbeträgen die fahrbare Geschwindigkeit.
- Die Streckenneigungen legen unter Berücksichtigung von Beschleunigungs- und Bremsvermögen der Fahrzeuge die zulässigen Geschwindigkeiten und Zulaufen fest.
- Die Länge von Kreuzungs-, Überhol-, Lade- oder Abstellgleisen, verbunden mit den Bahnsteiglängen, begrenzen die Zuglängen.
- Die Anzahl der Streckengleise gibt die grundsätzlich möglichen Kapazitäten für Fahrplantrassen vor; bei eingleisigen Strecken bestimmen die Lage und Zahl der Kreuzungsstellen die Trassenkapazitäten.



6: Betriebsüberwachung

Quelle: Deutsche Bahn AG/Volker Emersleben

Eine hohe Geschwindigkeit bei Fahrzeugen und Infrastruktur umzusetzen macht nur Sinn, wenn sich dadurch ein maßgeblicher Fahrzeitgewinn oder eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit erreichen lassen.

Die Trennung der unterschiedlichen Verkehre, durch besondere Gleise für Hochgeschwindigkeitszüge, Nahverkehrsbahnen oder den Güterverkehr schaffen Kapazitäten bei gleichzeitiger Verbesserung der Fahrplanqualität. Damit werden Fahrpläne harmonisiert und die Infrastruktur auf die jeweiligen Verkehre optimiert.

Jeder Halt bedeutet auch eine Fahrzeitverlängerung für alle anderen Fahrgäste. Die Betrachtung des Verkehrsmarktes liefert dazu die notwendige Entscheidungsgrundlage. Eine Harmonisierung von Bahnplanungen mit der Stadt- und Raumentwicklung ermöglicht das Ausschöpfen von Synergien auf dem Verkehrsmarkt.

Fahrzeuge sind nicht rund um die Uhr unterwegs. Sie müssen auch gewartet und in verkehrsarmen Zeiten abgestellt werden. Dazu sind geeignete Infrastrukturen erforderlich.

Neben dem Fahrweg sind alle anderen baulichen Komponenten wie auch die technische Ausrüstung immer parallel mit zu betrachten, aber mit der für die jeweiligen Planungsphase adäquaten Detailtiefe. Im Bau von neuen Metrosystemen ist diese Vorgehensweise fast immer ein Planungsstandard. Alle Beteiligten kommen an einen Tisch und ein Moderator muss den Wildwuchs der Anforderungen immer wie-

der zurechtstutzen. Im Erfolg zeigt sich ein gutes Consulting.

2.3. Betrieb

Aus den verkehrlichen Anforderungen heraus wird ein Betriebsprogramm erarbeitet. Dessen Entwicklung erfolgt iterativ im Abgleich mit der Infrastrukturentwicklung und dem Fahrzeugeinsatz. Ein Fahrplan liefert in seinen verschiedenen Bearbeitungsstufen Optimierungsziele dafür; umgekehrt können Restriktionen aus der Infrastruktur Änderungen im Angebot erfordern.

Der Fahrplan bildet die Grundlage des Bahnbetriebes mit Fahrzeugumläuf-

fen, Fahrzeugbedarf und Personaleinsatz. In den frühen Leistungsphasen eines Infrastruktur- oder Erneuerungsprojektes müssen diese Parameter ermittelt und mit Erfahrungs- und Zielwerten unterlegt werden. Eine Harmonisierung von Fahrplan, Fahrzeugeinsatz und Infrastruktur ermöglichen einen verkehrstechnisch optimalen und wirtschaftlichen Betrieb.

Das Besondere an der Entwicklung eines Fahrplanes ist dann nicht der Einsatz von passender Software wie beispielsweise FBS, Viriato, RailSys oder OpenTrack, sondern die Auswahl der Eingangsparameter und Interpretation von Ergebnissen als Grundlage für eine Kalibrierung. Der Iterationsprozess über Alternativen und Varianten beschreibt Zusammenhänge und definiert Lösungskorridore.

Die Neigung, den Aufwand für die Betriebsführung schön zu rechnen, z. B. durch die Reduzierung von planerischen Reserven, erweist sich mit Blick auf die spätere Betriebsqualität meist als keine gute Idee.

Das Konstrukt des „Shadow Operators“ hilft bei komplexen Systemen mithilfe von Szenarien, die Belastbarkeit eines Systems zu testen.

2.4. Informationstechnik

Nichts geht mehr ohne Digitalisierung. Prozesse werden dadurch schneller, besser nachvollziehbar und mit definierter Qualität umgesetzt. Um die Betriebsabläufe zu optimieren, wird eine weitergehende Automatisierung des Bahnbetriebes angestrebt. Es ist keine Frage, dass eine automatisierte



7: Umwelt mitdenken, Beispiel Dortmund-Marten

Quelle: Deutsche Bahn AG/Michael Neuhaus



Abwicklung eines Bahnsystems sinnvoll ist. Dem steht aber die Frage entgegen, ob die dazu notwendigen Steuerungs- und Überwachungssysteme sich immer wirtschaftlich beschaffen und betreiben lassen.

Die Informationstechnik ist und bleibt ein Werkzeug. Nur durch fundierte Kenntnisse des Dreiecks Bahn lässt sie sich auch zielorientiert und wirtschaftlich entwickeln und einsetzen. Wie weit wird dies durch künstliche Intelligenz (KI) verändert? KI kann helfen, die Vielzahl von Aspekten zu strukturieren und damit Verständlichkeit zu schaffen. Entscheidungen über Art und Umfang eines Aus- oder Umbaus eines Bahnsystems werden durch KI kaum abgelöst werden. Ziele und Aufgabenstellung bleiben sowohl Teil des unternehmerischen Handelns wie auch eines demokratischen Meinungsbildungsprozesses.

2.5. Umwelt & Nachhaltigkeit

Jede Änderung von Infrastrukturen, dem Fahrzeugeinsatz oder bei Betriebsprogrammen kann eine Wirkung auf die Umwelt haben. Daher ist es bei Veränderungen immer geboten, die technische Aufgabenstellung hinsichtlich der Umweltwirkungen kritisch zu hinterfragen. Bei Änderung der Trasse wie Linienverbesserung oder der Ergänzung eines weiteren Streckengleises erleichtert eine umweltfachliche Begleitung die Lösungsfindung bereits in einem frühen Stadium der Planung.

Nachhaltigkeit ergibt sich nicht allein durch die Verlagerung zum umweltfreundlichen System Bahn an sich. Kluge und vorausschauende Planung muss der Kern des Strebens sein.

2.6. Resilienz

Die Resilienz bei Bahnen kann als Widerstandsfähigkeit und Robustheit gegen Änderungen von Vorgaben oder Randbedingungen gesehen werden. Trotz eines umfänglichen Regelwerks für die Bahn ist Resilienz noch ein weitestgehend unbespieltes Feld für das System Bahn in Deutschland.

Wirtschaftliche, technische Rahmenbedingungen und politische Vorgaben sind einem steten Wandel unterworfen. Im Güterverkehr ist es der Rückgang des Wagenladungsverkehrs hin zu Ganzzügen jeder Art, und mit neuen Anforderungen an die Umschlaganlagen verbunden gewesen. Im Personenverkehr zeigt der Erfolg des Deutschlandtickets, dass die Prognosen die Nachfrage unterschätzt haben.

Alltägliche Störungen können begrenzt werden, wenn Lösungen für Störungen bei

Planung, Bau und Betrieb besser organisatorisch, technisch oder personell vorbereitet werden. Dazu gehören unter anderem die ausreichende Berücksichtigung von Wendemöglichkeiten oder die Anlage von Überholungsgleisen. Diese werden idealerweise als Teil des Betriebsprogrammes vor Projektbeginn untersucht und im späteren operativen Programm für alle Betroffenen bereits hinterlegt. Die Lösungsansätze sind sehr vielfältig und können vom Setzen eines zusätzlichen Signals über die Vorhaltung eines Schneepfluges bis zum Ausbau einer Umfahrungsstrecke reichen. Und auch der Schneepflug braucht sein Gleis, was dann aber meist nicht rechtzeitig Eingang in die Aufgabenstellung eines Bauprojektes findet. Ein Infrastrukturprojekt einer regelmäßigen Überprüfung der betrieblichen Aufgabenstellung zu unterziehen, hilft, ein resilientes Projekt zu schaffen.

2.7. Wirtschaftlichkeit

Bau von Infrastruktur und der Betrieb unterscheiden sich bei der Wirksamkeit von Geldflüssen. Investitionen haben einen kurzzeitigen Anfall, meist nur während der Bauzeit; die Instandhaltung dazu ist in kürzeren Zyklen wiederholend durchzuführen und fällt damit regelmäßig an. Beim Betrieb fallen überwiegend jährliche Kosten an. Bei der Gestaltung der Infrastruktur sind daher zu vermeidende betriebliche Kosten in der Variantenauswahl für die Infrastruktur angemessen zu berücksichtigen.

Reinvestitionen einer Bahnstrecke fallen in den verschiedenen Gewerken zu unterschiedlichen Zeitpunkten an. Sie kön-



9: Stadtbahn in Karlsruhe

Quelle: Matthias Kuhn

nen meist nicht auf wenige, gemeinsame Zeiträume zusammengeschoben werden. Eine rein haushälterische Betrachtung hilft hier wenig. Da bei Beschaffungsmaßnahmen diese buchhalterisch erfasst werden, steht grundsätzlich auch eine Datenbasis zur Verfügung, um den Mittelbedarf und die notwendigen Maßnahmen zu prognostizieren.

Die heute verwendeten Untersuchungsformate zum Nachweis der Wirtschaftlichkeit orientieren sich primär an der Rechtfertigung des Einsatzes öffentlicher Finanzmittel. Als Begründung für eine erstmalige Investition eignen sie sich sehr gut. Besonders bewährt hat sich die Standardisierte Bewertung von Verkehrsweeinvestitionen im öffentlichen Personennahverkehr des Bundes. Hier findet ein Abgleich statt zwischen Verkehrsnachfrage, Betriebsführungskosten sowie Investitionen und Unterhaltungskosten, für Infrastruktur und Fahrzeuge. Die gewünschte und geforderte Breite und Tiefe dieser Untersuchung schlägt sich auch in einem zunehmenden Zeitbedarf für die Planung nieder.

2.8. Gesetze & Regelwerke

Die Europäische Union hat sich das Ziel gesetzt, Züge durch den Kontinent interoperabel fahren zu können. Das Ziel und dessen Umsetzung sind nicht neu. Bereits ab 1883 gab es eine durchgehende Zugverbindung zwischen Paris und Istanbul (damals Konstantinopel). Der europäische Markt verlangte nun auch eine Harmonisierung der Regeln zu Bau und Betrieb von Eisenbahnen. Zusammen mit den nationalen Gesetzen und Regelwerken wuchs auch der Bedarf nach Interpretation, auch weil manches gewerkübergreifend nicht zusammenpasst. Beratung heißt hier, die Vorgaben zu interpretieren und in eine technisch umsetzbare Planung umzusetzen und gleichzeitig später eine sichere Betriebsführung zu gewährleisten. Dazu gehört auch, Planung und Bau so umzusetzen, dass sie den Anforderungen einer staatlichen Finanzierung genügen.

Prozesse und Regelwerke im Eisenbahnwesen müssen mehr von der Idee bis zum Nutzenden gedacht werden. Das politische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Umfeld ändert sich kontinuierlich. Neue Anforderungen sind die Treiber von Innovation. Gesetze und Regelungen müssen ihnen folgen.

Ein Glücksfall für die Planer aller Fachrichtungen sind Bahnsysteme im Nahver-

kehr als Stadtbahnen oder U-Bahnen. Sie bieten immer wieder die Möglichkeit, altes Wissen auf den Kopf zu stellen und neues zu entwickeln.

2.9. DB Engineering & Consulting

Die Vorgängergesellschaft der DB Engineering & Consulting (DB E&C), die Deutsche Eisenbahn-Consulting, war vor genau 60 Jahren von der Deutschen Bank und der Deutschen Bundesbahn gegründet worden, um Bahnunternehmen sowie insbesondere die deutsche Industrie und die öffentlichen Geldgeber bei Bahnprojekten im In- und Ausland zu beraten. Mit der Verschmelzung von Bundesbahn und Reichsbahn zum 1. Januar 1994 hatten sich die Rahmenbedingungen im Beratungsgeschäft für die Gesellschaft verändert. Der Schwerpunkt ging hin zu mehr Planung von Infrastrukturen. Das Geschäft mit der Beratung wurde weiterentwickelt. Fast 100 Mitarbeitende sind im Consulting selbst an verschiedenen in- und ausländischen Standorten tätig. Beratung muss aber kein exklusives Geschäft von Beratern sein. In einem komplexen System wie der Bahn ist es notwendig, die Praxis mit der Theorie enger zu verbinden. Ausgehend von den Standorten Karlsruhe und Erfurt gibt es auch andernorts Organisationseinheiten, die durch ihre Nähe zur Praxis eine angewandte Beratung betreiben. Für deren Kunden wie auch die eigenen Produktionseinheiten ist es wichtig, eine vorgelagerte oder begleitende Beratung mit der Planung aus einer Hand zu ermöglichen. Dies gilt umso mehr, wenn sich über die langen Planungszeiten die Rahmenbedingungen ändern und die Aufgabenstellung fortgeschrieben werden muss.

Mitarbeitende im Bereich des Schienenverkehrs benötigen neben ihrer Fachlichkeit auch eine breite Aufstellung in systemverbindenden Disziplinen. Das Verständnis für die Zusammenhänge muss ständig erneuert und weiterentwickelt werden. Eine Brücke kann ingenieurtechnisch genial sein, aber gleichzeitig die Anforderungen an den Verkehr verfehlen. Ein wichtiges Ziel bei der Beratung im Consulting der DB E&C ist die Herausarbeitung von Schnittstellen und dem Aufzeigen von Lösungsansätzen.

Dazu gibt es noch eine Vielzahl anderer Komponenten. Im frühen Planungsprozess werden dazu die wesentlichen Parameter zusammengestellt, um mit einer Ermittlung von Fahrzeiten und Streckenkapazität-

ten zu beginnen und die Grundlagen für einen strategischen Fahrplan zu bestimmen.

Beratung im System Bahn lässt sich nicht vollständig standardisieren. Zu unterschiedlich sind Aufgabenstellungen, Zielsetzungen, Datenlagen und Rahmenbedingungen. Gerade deshalb braucht es klare Vorgehensweisen, belastbare Standards in den jeweiligen Teilfeldern und zugleich die Fähigkeit, Wechselwirkungen zwischen Verkehrsmarkt, Fahrzeugen, Infrastruktur, Betrieb, Informationstechnik, Umwelt, Resilienz, Wirtschaftlichkeit sowie Gesetzen und Regelwerken frühzeitig zusammenzuführen.

Wissen, Erfahrung und dokumentierte Projekterkenntnisse bleiben dafür unverzichtbar. Sie ermöglichen es, Ergebnisse einzuordnen, Annahmen zu plausibilisieren und Lösungskorridore nachvollziehbar zu begründen. Künstliche Intelligenz kann dabei unterstützen, Informationen zu strukturieren und Varianten schneller sichtbar zu machen; sie ersetzt jedoch weder fachliche Bewertung noch Verantwortung für Zieldefinition, Abwägung und Entscheidung.

Gute Beratung schafft damit Orientierung in einem komplexen System. Sie verbindet fachliche Tiefe mit dem Blick für das Ganze, macht Abhängigkeiten sichtbar und hilft, robuste, wirtschaftliche und nachhaltige Entscheidungen vorzubereiten. Innovation entsteht dabei nicht allein durch die Wiederholung bewährter Muster, sondern durch das bewusste Hinterfragen von Routinen, das Zusammenführen unterschiedlicher Perspektiven und den Mut, neue Wege im System Bahn zu denken. ●

Summary

The Rail System in Advisory and Consultancy Services

All railways are the result of societal needs and technical possibilities. There has never been a 'finished' system, nor a set of laws and regulations that remains valid forever. The driving forces behind development have always been the improvement of the transport of goods and passengers, as well as the associated development of technology, organisation and economic efficiency. A railway is more than just locomotives, tracks or bridges. The railway is an interconnected system.



OBERMEYER

Messe Berlin

InnoTrans 2026

22.09.-25.09. ▪ Halle 26 ▪ Stand 330

Pioneering for Progress

Innovation und Digitalisierung prägen unser Handeln seit jeher. Mit modernster Ingenieurkompetenz gestalten wir die Infrastruktur von morgen – intelligent, nachhaltig und vernetzt.



Jetzt bewerben:
obermeyer-group.com

Wie fahrradfreundlich ist der Fernverkehr? Eine aktuelle Bestandsaufnahme.

Die Fahrradmitnahme in Zügen ist als intermodale Mobilitätsform ein wichtiger Baustein für die Umsetzung der Verkehrswende hin zu nachhaltiger Mobilität und gewinnt stetig an Beliebtheit. Im Nahverkehr ist sie bereits fest etabliert. Dieser Artikel analysiert die aktuelle Umsetzung im Fernverkehr, gibt Eindrücke in die rechtliche Situation und zeigt abschließend Verbesserungspotenziale auf.



Fahrradmitnahme im Fernverkehr oft eher übersehen

Obwohl mehr als 40 % der Bevölkerung in Deutschland die Möglichkeit der Fahrradmitnahme im schienengebundenen Fernverkehr als wichtig erachten, bewerten lediglich 34 % der Befragten die bestehenden Angebote als zufriedenstellend [1]. Diese Diskrepanz deutet darauf hin, dass für die Nutzer und Nutzerinnen trotz der Nachfrage gewisse Hürden bestehen, die eine häufigere und komfortablere Nutzung erschweren.

Zudem kann eine gut funktionierende Kombination der Verkehrsmittel Schienenverkehr und Fahrrad einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Verkehrswende leisten. Die intermodale Kombination von Bahn und Rad bietet das Potenzial, den Einzugsbereich liniengebundener Verkehrsmittel auf dem Weg zum und vom Bahnhof erheblich zu erweitern. Dadurch kann die emissionsarme Anbindung an Bahnhöfe durch die Fahrradmitnahme gesteigert werden [2].

Im schienengebundenen Nahverkehr ist die Fahrradmitnahme in der DACH-Region annähernd flächendeckend verbreitet, teilweise ist sie sogar kostenlos. Das Mehrzweckabteil hat sich hier als flexible Lösung zum Transport von Fahrrädern und anderen großen Gepäckstücken durchgesetzt [3]. Im schienengebundenen Fernverkehr ist die Situation jedoch uneinheitlicher und die Fahrradmitnahme bisher weniger weit verbreitet.

In diesem Artikel werden, beginnend mit einer aktuellen Bestandsaufnahme, aktuelle Herausforderungen der Fahrrad-

mitnahme seitens verschiedener Stakeholder identifiziert. Abschließend werden Lösungsansätze vorgestellt, die einen Beitrag zur Verbesserung des Angebots und hin zu einem flächendeckenden Angebot auf allen Fernverkehrsrelationen leisten können.

Rechtliche Rahmenbedingungen

Die Fahrradmitnahme ist in der EU-Fahrgastrechteverordnung (Verordnung [EU] 2021/782) in Artikel 6 [4] EU-weit einheitlich geregelt. Demnach haben Fahrgäste, vorbehaltlich einiger Einschränkungen, sowie gegen ein zumutbares Entgelt, Anspruch auf die Mitnahme von Fahrrädern im Zug. In der Schweiz wird für den nationalen Verkehr eine sehr ähnliche Regelung angewandt [5]. Im grenzüberschreitenden Verkehr gilt hingegen die EU-Regelung [6].

In der EU ist zusätzlich vorgesehen, dass bei Neuausschreibungen von Fahrzeugen oder einer „umfangreichen Ausrüstung“ von Bestandsfahrzeugen, die in einer Neuzulassung resultiert, eine „angemessene Anzahl der Fahrradstellplätze [...] unter Berücksichtigung der Größe der Zugbildung, der Art des Dienstes und der Nachfrage nach Fahrradbeförderung“ von den Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) bestimmt und vorgehalten werden muss. Ausgenommen von dieser Regel sind Speise-, Schlaf- und Liegewagen sowie Bestandsfahrzeuge. Diese angemessene Anzahl an Fahrradplätzen beträgt laut Richtlinie mindestens vier, jedoch können die Mitgliedsstaaten „bei bestimmten Arten von Diensten“ auch eine höhere Mindestanzahl festlegen. Diese Verpflichtung trat am 7. Juni 2025 und damit zwei Jahre



Justus Aerts, B.Sc.

Student Verkehrsingenieurwesen und Mobilität
RWTH Aachen University
justus.aerts@rwth-aachen.de



Jannik Goersch, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Institut für Schienenfahrzeuge |
RWTH Aachen University
jannik.goersch@ifs.rwth-aachen.de



Nils Jaeger, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Institut für Schienenfahrzeuge |
RWTH Aachen University
nils.jaeger@ifs.rwth-aachen.de



Univ.-Prof. Dr. Raphael Pfaff

Institutsleiter
Institut für Schienenfahrzeuge |
RWTH Aachen University
pfaff@ifs.rwth-aachen.de

nach dem Rest der Fahrgastrechteverordnung in Kraft.

Für die tatsächliche Umsetzung haben die EVU diverse Werkzeuge bekommen, um einen sicheren und flüssigen Betrieb durchzuführen. So können sie aus Sicherheitsgründen oder aus betrieblichen Gründen zum Beispiel während der Hauptverkehrszeiten die Mitnahme von Fahrrädern

Tabelle 1: Preise und Regelungen zur Fahrradmitnahme bei ausgewählten EVU

Betreiber	Preisgestaltung	Zulässige Größe	Zulässiges Maximalgewicht	Akkus bei E-Bikes
DB Fernverkehr [16]	7,99 €–14,99 €	„handelsübliches, einsitziges Fahrrad mit zwei Rädern“	Keine Begrenzung	Am Fahrrad
ÖBB [17, 18]	10 % des Standardtarifs + Reservierung 3 €	1,85 m x 1,1 m x 0,6 m*	30 kg	Am Fahrrad
Flixbus [10, 19]	8 €–18,99 €, dynamisch	„Standardgrößen ohne Aufbauten“	20 kg	Abgenommen
SNCF [20]	10 €, pauschal	„Standardfahrrad“	Keine Begrenzung	Keine Angabe
SBB [21]	Tageskarte 15 CHF	<2 m Länge	Keine Begrenzung	Keine Angabe (Laden erlaubt)

* Ausnahmen auf Zugläufen mit speziellem Gepäckabteil möglich.

einschränken. Ebenso können sie Fahrräder nach Abmessungen und Gewicht klassifizieren und von der Mitnahme ausschließen. Die entsprechenden Regelungen der EVU sind in ihren jeweiligen Beförderungsbedingungen zu finden. Zusätzlich dazu können die EVU freiwillig sogenannte Fahrradbeförderungspläne aufstellen, in denen Maßnahmen und Strategien, die die Fahrradmitnahme in ihren Zügen verbessern und ausbauen sollen, dargestellt werden. In Deutschland sind EVU, die im Personenverkehr tätig sind, nach §10 Absatz 2 Allgemeines Eisenbahngesetz [7] zur Aufstellung von Fahrradbeförderungsplänen verpflichtet.

Solche Fahrradbeförderungspläne werden in einem öffentlichen Verfahren erarbeitet, bei dem auch die Öffentlichkeit und einschlägige Interessensvertretungsorganisationen angehört werden. Diese sind stets auf dem neuesten Stand zu halten. Anforderungen an die technische Umsetzung der Transportmöglichkeiten etwa hinsichtlich Erreichbarkeit oder Größe eines „Normfahrrads“ enthalten die genannten Vorschriften nicht.

Betriebliche Umsetzungen

Die Deutsche Bahn als mit Abstand größter Fernverkehrsbetreiber auf der Schiene in Deutschland transportierte im Jahr 2024 insgesamt etwa 800.000 Fahrräder im Fernverkehr. Dies ist eine deutliche Steigerung, verglichen mit den etwa 570.000 transportierten Fahrrädern die 2022 und 480.000 die im Jahr 2019 transportiert wurden [8]. Jedoch wurden bereits um 1981 allein auf westdeutschem Gebiet ähnliche Zahlen wie 2022 erreicht [9].

In Deutschland und den meisten umliegenden Ländern ist die Fahrradmitnahme im Fernverkehr reservierungspflichtig. Dies wird mit dem Bedarf der Planungssicherheit begründet, sowohl für das EVU als auch für die Reisenden; im Nahverkehr

ermöglicht das dort verbreitete Mehrzweckabteil eine höhere Flexibilität für die Reisenden. Die Kosten für Fahrradtickets inklusive der Reservierungen betragen in der Regel zwischen 5 € und 19 € und werden je nach Anbieter als Festpreis oder durch eine dynamische oder entfernungsabhängige Preisregulierung gebildet (vgl. Tab. 1).

Ferner gibt es Einschränkungen bezüglich Größe und Gewicht der Räder. Teilweise werden von den Betreibern feste Standardmaße für Fahrräder definiert. Andere wiederum legen nur fest, dass die Räder „Standardgrößen ohne Aufbauten“ [10] entsprechen müssen. Tandems, Liegeräder, Dreiräder etc. sind in der Regel von der Beförderung ausgeschlossen. S-Pedelecs dürfen ebenfalls nicht transportiert werden, da es sich bei diesen rechtlich nicht um Fahrräder, sondern um Kleinkraftfahrzeuge handelt. Eine Ausnahme stellen hierbei die ÖBB dar, bei denen auf ausgewählten Routen (auf denen Gepäckwagen mitlaufen) übergro-

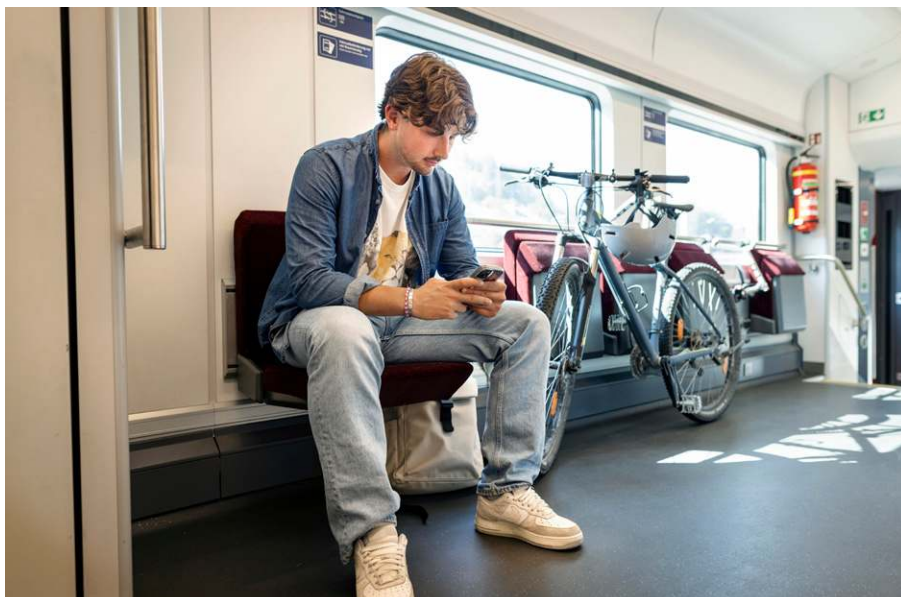
ße Fahrräder transportiert werden können. Aufgrund der Belastungsfähigkeit der Fahrradaufhängungen im Wagen ist das zulässige Gewicht der Fahrräder von den EVU üblicherweise auf einen Wert zwischen 20 kg und 30 kg begrenzt (vgl. Tab. 1).

Einige EVU erlauben mangels dedizierter Abstellmöglichkeiten keine ganzen Fahrräder in ihren Zügen. Es ist bei diesen alternativ oft möglich, die Räder zu demontieren und das Fahrrad im zerlegten Zustand und in einer Verpackung eingehüllt mitzunehmen. Die zugelassenen Abmessungen der verpackten Fahrräder variieren von Anbieter zu Anbieter und betragen beispielsweise 135 x 85 x 30 cm in den Zügen von Eurostar. Diese sollen dann in den regulären Gepäckablagen transportiert werden. Dieses Verfahren ist allerdings durch die EU-Fahrgastrechteverordnung bei Neuzulassungen nicht mehr zulässig. Falträder sind in der Regel ohne weitere Kosten zulässig, wenn sie im zusammenge-



1: Fahrradabteil im ICE 3neo mit Hoch- und Tiefaufhängungen

Quelle: eigene Aufnahme



2: Fahrradabteil im Railjet der neuen Generation der ÖBB mit Haltearmen

Quelle: ÖBB Pressefotos [23]

klappten Zustand nicht größer als übliche Handgepäckstücke sind. [11, 12]

Technische Umsetzungen

Weniger variiert als die genannten Beförderungsbedingungen ist die Art der Aufhängung. Vor allem die Hochaufhängung ist weit verbreitet, die aufgrund eines geringen Flächenbedarfs für die EVU besonders vorteilhaft ist. Diese Bauform findet sich sowohl in Neufahrzeugen als auch in Zügen, in denen nachträglich Fahrradplätze eingesetzt wurden. Ebenfalls weit verbreitet, oft auch gemischt mit der Hochaufhängung, sind niedriger angesetzte Fahrradständer. Der offensichtliche Vorteil für die Reisenden ist, dass die Fahrräder weniger angehoben werden müssen. Dies ist für kleinere oder ältere Menschen, insbesondere mit schwereren E-Bikes, hilfreich. Der Flächenbedarf bleibt hier in der Breite annähernd gleich, jedoch wird in der Länge mehr Platz zum Abstellen benötigt (vgl. Abb. 1).

In einer jüngeren Entwicklung sind, vor allem in Österreich, ebenerdige Befestigungen mittels eines Haltearms vermehrt in Gebrauch (Abb. 2). An der Spitze des Haltearms befindet sich eine anziehbare Schlaufe, welche um den Rahmen des Fahrrades gebunden wird. Diese Umsetzungsvariante existiert im Fernverkehr bisher nur bei der österreichischen Westbahn und den ÖBB im Railjet 2. Der Vorteil, ähnlich wie bei den niedrigen Aufhängungen, ist auch hier, dass das Fahrrad nicht angehoben werden muss. Der Platzbedarf ist laut Aussage der ÖBB ebenfalls nicht erheblich größer als

bei hoch aufgehängten Fahrrädern, da üblicherweise jeweils zwei Fahrräder nebeneinander angekettet werden können. Außerdem sei das Handling der Fahrräder beim Ein- und Aussteigen bei dieser Variante einfacher und schneller, da die Fahrräder bereits auf dem Boden stehen [13].

Zielkonflikt – Angebot und Nachfrage

Aus Sicht der EVU ist der Fahrradtransport kein wirtschaftlicher Business Case. Ein Fahrradstellplatz nimmt, unabhängig von der Befestigungsart, in etwa die

Grundfläche von zwei Sitzplätzen in der zweiten Klasse ein [13]. Dies, zusammen mit den vergleichsweise niedrigen Preisen für eine Fahrradkarte im Fernverkehr (vgl. Tab. 1), zeigt deutlich, dass die Fahrradmitnahme in Zügen für die Betreiber ein Verlustgeschäft ist und somit der Anreiz, die Fahrradmitnahme selbstständig auszubauen, gering ist.

Aus Kundensicht hingegen fehlt es vor allem an einem ausreichenden Angebot, damit saisonale, aber auch streckenabhängige Nachfrageschwankungen aufgefangen werden können [8]. Dieses Problem wird durch den Einsatz von Triebzügen oder fest verbundenen Wagengarnituren weiter verstärkt, da diese weder durch das Anhängen eines zusätzlichen (Fahrrad-)Wagens noch durch einen flexibel nutzbaren Innenraum kurzfristig mit zusätzlichen Fahrradstellplätzen ausgestattet werden können. Für die Reisenden resultiert dies in einer hohen Auslastung während der warmen Monate, in denen die Fahrradplätze in den Zügen bereits früh ausgebucht sind [8].

Ein Grund, warum flexible Nutzungskonzepte, die beispielsweise saisonal angepasst werden können, bisher noch nicht existieren, ist, dass die Besteller dies bisher noch nicht als feste Forderung in ihre Ausschreibungen mit aufgenommen haben. Unter dem vorgegebenen rechtlichen Rahmen für die öffentliche Auftragsvergabe ist jedoch der Anreiz für eigenständige Neuentwicklungen (wenn



3: Fahrradabteil eines DB IC Steuerwagens mit 16 größtenteils tief angebrachten Plätzen

Quelle: eigene Aufnahme

Tabelle 2: Auswahl neuer und älterer Züge und Wagengarnituren; Quelle: [22]

Zug	Beispielhafter Laufweg	Fahrradplätze	Sitzplätze	Zuglänge [m]
ICE L	Köln – Westerland	8, hoch	574	253
ICE 4 (13-tlg.)	Hamburg – München	8, hoch & tief	918	374
Railjet 1	München – Wien	5/7, hoch	404/442	205
Railjet 2	München – Venedig	6, tief (Haltearm)	532	258
SBB Giruno	Mailand – Frankfurt	4, tief, längs zur Fahrtrichtung	422	202
ČD Comfortjet	Prag – Berlin – Hamburg – Kopenhagen	12, hoch	555	258
TGV Euroduplex	Paris – Frankfurt	0	509/556	200
Thalys PBKA	Paris – Dortmund	0	404	200
IC 2012/2013 (bis 10.07. 2026)	Dortmund – Oberstdorf	23, 16 davon im Steuerwagen	589	287
EC 216/217 (bis Ende 2025)	Saarbrücken – Graz	27, 16 davon in Halbgepäckwagen der ÖBB	513	250

nicht explizit vom Besteller gefordert) sehr gering, da hierdurch für die Hersteller lediglich zusätzliche Kosten entstehen, ohne dass ein nennenswerter Vorteil mit Blick auf den Zuschlag im Vergabewettbewerb erreicht wird.

Die Fahrradstellplätze sind häufig nicht über die Zuglänge verteilt, sondern in einem zentralen Fahrradabteil im Zug positioniert. Oft befindet sich dieses am Zugende in der zweiten Wagenklasse, da so der „Durchgangsverkehr“ im Zug durch das Fahrradabteil minimiert wird. Dadurch kann allerdings bei Umstiegen der Weg vom Aufzug auf dem Bahnsteig bis zum letzten Wagen eines Zuges lang sein, was die nötige Umsteigezeit für Reisenden erhöht. An Kopfbahnhöfen muss unter Umständen ein noch weiterer Weg zurückgelegt werden. Außerdem ist der Weg vom Fahrradabteil zum Bereich der ersten Klasse im Zug meist sehr lang, was es für die Reisenden der ersten Wagenklasse unattraktiv macht, mit dem Fahrrad im Zug zu reisen.

Durch die weite Verbreitung von Hochaufhängungen in den Fahrradabteilen ist es beim Befestigen häufig nötig, die Fahrräder über Kopfhöhe anzuheben. Dieser körperliche Aufwand ist für viele Reisende, insbesondere ältere oder kleine Menschen nur schwer umsetzbar. Hinzu kommt, dass die immer weiter verbreiteten E-Bikes deutlich schwerer sind als herkömmliche Fahrräder, was den nötigen Kraftaufwand weiter deutlich erhöht. Unabhängig von der Befestigungsart müssen die Fahrräder bei vielen Zügen des Fernverkehrs bereits beim Einsteigen in die Züge angehoben werden, sofern die Fahrzeuge nicht über einen niveaugleichen Einstieg verfügen.

Die Akkus der E-Bikes stellen, bei mechanischer Beschädigung, Überhitzung

oder Überladung, ein Brandrisiko dar. Moderne Lithium-Ionen-Akkus erfüllen hohe Sicherheitsstandards und werden umfassend getestet. Trotzdem zeigen sie im Brandfall ein komplexes und nur schwer kontrollierbares Verhalten [14]. In Brandversuchen mit E-Bike-Akkus wurden Energiefreisetzungsraten ermittelt, die die Grenzwerte der im Fahrgastraum von Schienenfahrzeugen verwendeten Materialien deutlich überschreiten [15]. Die EVU haben bisweilen jeweils unterschiedliche Regeln für den Umgang mit den Akkus in ihren Zügen. Das Laden im Zug ist in der Regel nicht erlaubt (vgl. Tab. 1).

Durch Änderungen an den eingesetzten Fahrzeugen, wie beispielsweise der vermehrte Einsatz von Triebzügen, resultiert trotz der geschaffenen rechtlichen Rahmenbedingungen teils eine Reduktion der Fahrradplätze. Ein Beispiel dafür ist die Fernverkehrsverbindung der DB zwischen Berlin und Amsterdam, die bis 2025 mit lokbespannten Reisezugwagen insgesamt 16 Fahrradplätze bot (Abb. 3) und seitdem durch ICE 3neo (und perspektivisch ICE L Garnituren) ersetzt wurde, die nur über acht Fahrradstellplätze verfügen. Eine Übersicht von gängigen Wagengarnituren und Zügen im Fernverkehr mit der Anzahl der Fahrradstellplätze ist in Tabelle 2 dargestellt.

Lösungsansätze

Insgesamt ist die Entwicklung des Angebots der Fahrradmitnahme im schienengebundenen Personenfernverkehr grundsätzlich als positiv zu bewerten. Durch das beobachtete stetige Wachstum der Nachfrage ist zu erwarten, dass diese, sofern das Angebot entsprechend weiter ausgebaut

wird, auch in Zukunft weiter anhält. Die EU-Fahrgastrechteverordnung setzt an dieser Stelle einen absoluten Mindeststandard, über den die Nachfrage in der Saison schnell hinauswächst [8]. Gleichzeitig werden die Fahrradmitnahme und ihr weiterer Ausbau durch die engen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, denen die Betreiber ausgesetzt sind, gehemmt. Auch hier gilt es anzusetzen, um die Fahrradmitnahme im hart umkämpften freien Wettbewerb auf der Schiene wirtschaftlich tragbar zu machen, sodass die Betreiber den Ausbau aus eigener Initiative fortsetzen und sich nicht auf Minimalanforderungen zurückziehen.

Für zukünftige Neubeschaffungen von Fahrzeugen ist neben einer angemessenen Anzahl an Fahrradstellplätzen eine Befestigungsvariante, bei denen die Fahrräder nicht oder nur mit einem Rad angehoben werden müssen, vorteilhaft. Dadurch wird die Fahrradverladung, auch von schweren E-Bikes, erleichtert. Als einfach implementierbare Lösung für den Betrieb mit Bestandsfahrzeugen wäre außerdem die Möglichkeit denkbar, im Buchungsprozess bei der Reservierung des Fahrradstellplatzes die Aufhängungsart auswählen zu können.

Ebenfalls in diesem Sinne sind ein niveaugleicher Einstieg vom Bahnsteig und breitere Einstiegstüren sinnvoll, durch die zusätzlich die Einstiegs- und Verladezeiten verringert werden können. Außerdem sollten, sofern noch nicht geschehen, die Mitnahmeregelungen an die zunehmende Verbreitung von E-Bikes angepasst werden. Hier wären, auch mit Sicht auf den Brandschutz, betreiberübergreifend einheitliche Regeln wünschenswert. •

DOI 10.61067/260931

Literatur

- [1] F. Jurczok, T. Gensheimer, und F. Specht, „Fahrrad-Monitor 2023“, Sinus Markt- und Sozialforschung GmbH, Nov. 2023. Zugriffen: 9. November 2025. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Anlage/StV/fahrrad-monitor-langfassung.pdf?__blob=publicationFile
- [2] „Intermodalität“, Mobilitätsforum Bund. Zugriffen: 19. März 2026. [Online]. Verfügbar unter: https://www.mobilitaetsforum.bund.de/DE/Themen/Radverkehr/Intermodalitaet/Intermodalitaet_node.html
- [3] S. Baron, „Opfer des eigenen Erfolgs? Fahrradmitnahme im SPNV“, Der Nahverkehr, Nr. 10/2011, 2011.
- [4] Verordnung (EU) 2021/782 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2021 über die Rechte und Pflichten der Fahrgäste im Eisenbahnverkehr. 2021.
- [5] Bundesgesetz vom 20. März 2009 über die Personenbeförderung (Personenbeförderungsgesetz, PBG), Art. 23a.
- [6] Verordnung vom 4. November 2009 über die Personenbeförderung (VPB), Art. 62a.
- [7] Allgemeines Eisenbahn Gesetz. 1994.
- [8] Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club e.V., Hrsg., „ADFC Position: Intermodale Kombination von Radverkehr und öffentlichem Verkehr“. Zugriffen: 30. Juni 2026. [Online]. Verfügbar unter: https://www.adfc.de/fileadmin/user_upload/Expertenbereich/Politik_und_Verwaltung/ADFC-Positionen/adfc_positionspapier_fahrradmitnahme_web__002_.pdf
- [9] Umweltbundesamt, Hrsg., Sachexpertise „Fahrrad und öffentlicher Verkehr“, in Modellvorhaben „Fahrradfreundliche Stadt“ - Werkstattberichte, Nr. 4. 1983.
- [10] „AGB - FlixTrain GmbH“. Zugriffen: 23. Juni 2026. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.flixbus.de/agb>

- [11] „Mit dem Fahrrad im Zug reisen | SNCF Connect - Häufig gestellte Fragen“, SNCF-Connect. Zugriffen: 23. Juni 2026. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.sncf-connect.com/de-de/hilfe/mit-dem-fahrrad-im-zug-reisen>
- [12] „Reisen mit dem Fahrrad“, Eurostar. Zugriffen: 17. Juni 2026. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.eurostar.com/de-de/reise-infos/reiseplanung/gepaeck/fahrraeder>
- [13] Interviewpartner A, ÖBB-Holding AG, Februar 2026.
- [14] bvfa – Bundesverband Technischer Brandschutz e. V., Hrsg., Sicherheitshinweise zum Löschen von Lithium-Ionen-Akkus, Würzburg, 22. September 2021.
- [15] R. A. Dirksmeier, R. Schilling, und M. Kötter-Hönninghausen, „E-Bikes im Zug - mit Batterielösungen soll Mobilität grüner werden - aber zu welchem Preis?“, ETR - Eisenbahntechnische Rundschau, Sep. 2023.
- [16] „Fahrradkarte Fernverkehr“. Zugriffen: 23. Juni 2026. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bahn.de/angebot/zusatzticket/fahrrad/fahrradkarte-fernverkehr>
- [17] „Fahrradmitnahme“, ÖBB. Zugriffen: 23. Juni 2026. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.oebb.at/de/reiseplanung-services/im-zug/fahrradmitnahme>
- [18] „Fahrrad im Zug mitnehmen - Tickets, Preise & Tipps“, Fahrrad am Zug. Zugriffen: 23. Juni 2026. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.oebb.at/de/reiseplanung-services/im-zug/fahrradmitnahme>
- [19] „Preisliste für die Fahrradmitnahme | FlixBus“. Zugriffen: 23. Juni 2026. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.flixbus.de/unternehmen/preise/fahrradmitnahme>
- [20] „Ihr Fahrrad an Bord | SNCF Voyageurs“. Zugriffen: 21. Juni 2026. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.sncf-voyageurs.com/de/reisen-sie-mit-uns/zug-und-fahrrad/ihr-fahrrad-an-bord/>

voyageurs.com/de/reisen-sie-mit-uns/zug-und-fahrrad/ihr-fahrrad-an-bord/

- [21] „Hilfe zu Reservation & Transport von Velos im Zug | SBB Hilfe & Kontakt“. Zugriffen: 21. Juni 2026. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.sbb.ch/de/hilfe-und-kontakt/produkte-services/billette/schweiz/velos.html>
- [22] „vagonWEB: Reisezugwagen“. Zugriffen: 21. Juni 2026. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.vagonweb.cz/>
- [23] „Pressefotos & Videos“, ÖBB-Presse. Zugriffen: 23. Juni 2026. [Online]. Verfügbar unter: <https://presse.oebb.at/de/fotos-videos>

Summary

How cycle-friendly is long-distance transport? A recent review

As a form of intermodal transport, the carriage of bicycles on trains is a key component in the transition towards sustainable mobility and is steadily growing in popularity. It is already well established in local transport. This article analyses the recent state of bicycle transportation in long distance trains in Germany, provides an overview of the legal framework and identifies a number of issues and areas of improvement hindering the broader success of taking bikes on long distance trains.

Bosch Engineering





BOSCH

Kollisionswarnsystem für Straßenbahnen

- Erhöhte Sicherheit im Stadtverkehr
- Gesteigerte Effizienz für Bahnbetreiber
- Einfache Integration in neue und bestehende Fahrzeugflotten
- Weltweit im Einsatz



Erfahrungen aus der Erstellung und Anwendung Digitaler Karten im Projekt AutomatedTrain

Vollautomatisierter Bahnverkehr im GoA4-Betrieb erfordert verlässliche Infrastrukturdaten. Digitale Karten bilden dabei die Grundlage für Lokalisierung und Hinderniserkennung. Der Artikel beschreibt die Erfahrungen aus dem Projekt AutomatedTrain, die ermittelten Anforderungen, die durchgeführten Vermessungen, sowie die Herausforderungen bei der Erstellung sicherheitskritischer Digitaler Karten.



Bedeutung der digitalen Karte im GoA4-Betrieb

Die digitale Karte stellt eine hochgenaue, digitale Repräsentation der Bahninfrastruktur dar. Sie bildet die reale Eisenbahnumgebung strukturiert, georeferenziert und maschinenlesbar ab und dient als zentrale Datengrundlage für das vollautomatisierte Fahren auf der Schiene [1]. Die digitale Karte enthält statische Infrastrukturobjekte wie Signale, Oberleitungsmasten und Bahnsteige, die als dreidimensionale Landmarken repräsentiert werden. Zudem enthält sie eine detaillierte Streckentopologie des Schienennetzes, welche die logische Verknüpfung der Gleise über Weichen und Kreuzungen abbildet.

Für die Erstellung der digitalen Karte wurde im Projekt AutomatedTrain der Ansatz einer kinematischen Vermessung der Strecke mit Lidar- und Kamerasystemen gewählt, aus deren Daten hochgenaue 3D-Punktwolken erzeugt werden. In den Punktwolken werden relevante Infrastrukturobjekte erkannt, geometrisch abstrahiert und semantisch beschrieben, indem die Geometrien um wesentliche Objekteigenschaften und Beziehungen zueinander ergänzt werden. Die so erzeugte Karte wird qualitätsgesichert aufbereitet, dadurch in der Dateigröße stark reduziert und dem Zug bereitgestellt.

Im Forschungs- und Entwicklungsprojekt AutomatedTrain (AT) [2] wird der Einsatz fahrerloser, vollautomatisierter

Bereitstellungs- und Abstellfahrten im GoA4-Betrieb erprobt. Für den Betrieb im Automatic Train Operation – Grade of Automation 4 (ATO GoA4) ist diese digitale Infrastrukturbeschreibung grundlegend. Da die Züge in diesem Automatisierungsgrad ohne Triebfahrzeugführer verkehren, übernehmen technische Systeme vollständig sicherheitsrelevante Funktionen, einschließlich Lokalisierung und den Umgang mit nicht regulären Situationen. Dabei liefert die digitale Karte infrastrukturseitige Referenzen wie Gleismittelachsen, Gleisgeometrie und charakteristische Landmarken, die eine präzise Positionsbestimmung des Zuges ermöglichen [3]. Für die Hinderniserkennung wird die digitale Karte benötigt, um die bekannte Infrastruktur mit den Sensordaten der Umgebung auf dem Zug abzugleichen [4].

Anforderungserfassung und Safety-Betrachtung

Der Anwendungsfall ATO GoA4 stellt neue Anforderungen an die digitale Karte, weil erstmals eine Verwendung als zentrale Eingangsgröße für sicherheitskritische Funktionen im vollautomatisierten Bahnbetrieb stattfindet. Daher gelten für die digitale Karte besonders hohe Anforderungen an Genauigkeit und Vollständigkeit.

Im Projekt AutomatedTrain wurde eine vollständige Anforderungsanalyse für erforderliche Fahrfunktionen für die automatisierte Bereitstellung durchgeführt. Die



Dr. Gordon Isaac

DB InfraGO AG, EUREF-Campus
Berlin

Gordon.Isaac@deutschebahn.com



Dr. Thomas Renner

DB InfraGO AG, EUREF-Campus
Berlin

thomas.th.renner@
deutschebahn.com

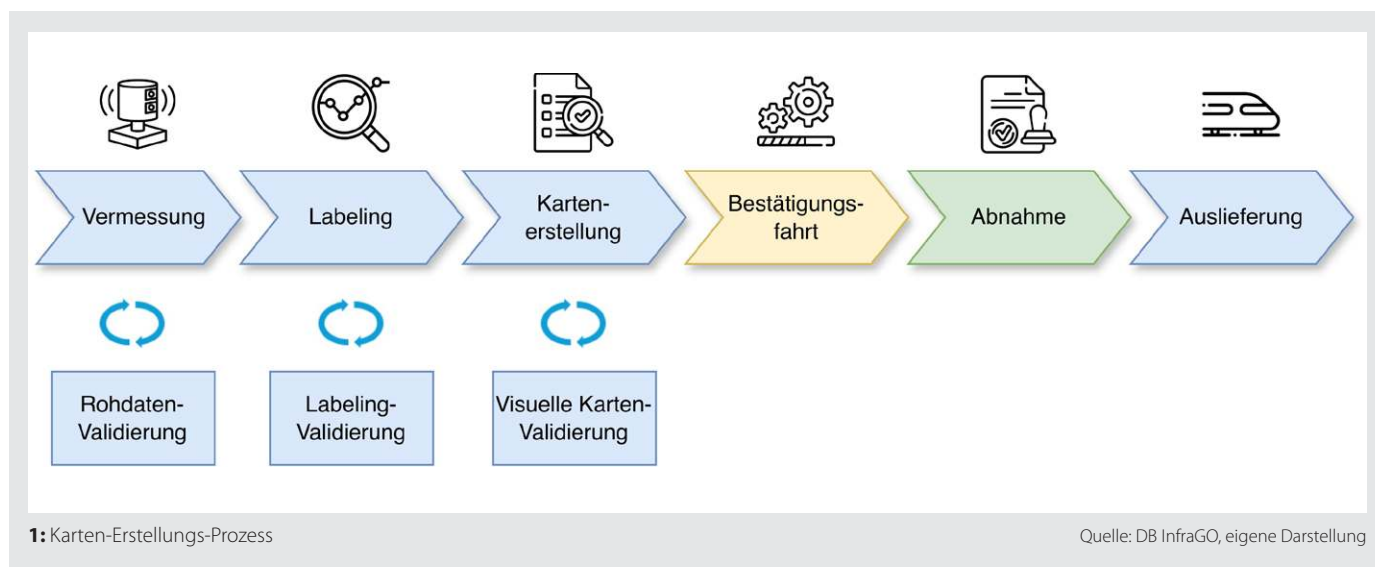


Alexander Pfitzner, Diplom-Geograf

DB InfraGO AG, EUREF-Campus
Berlin

Alexander.Pfitzner@
deutschebahn.com

digitale Karte wurde von Beginn an als Subsystem in diesen Prozess eingebunden. Gemeinsam mit den Projektpartnern Siemens Mobility und Bosch Engineering wurden die Anforderungen der nutzenden Systeme an die digitale Karte definiert. Durch diesen Prozess wurde definiert, welche Inhalte die digitale Karte benötigt. Diese Anforderungen beschreiben im Detail, welche Objekte mit welcher Genauigkeit und mit welcher Repräsentation bereitgestellt werden müssen.



Im Zuge dieses Prozesses wurde schnell klar, dass die so ermittelten Anforderungen von den aktuell bestehenden Karten der DB InfraGO AG, wie Lage- und Sicherheitspläne, nicht erfüllt werden konnten. Diese konnten beispielsweise für ATO GoA2 verwendet werden. Der Anwendungsfall GoA4 stellt jedoch erhöhte Anforderungen: Zum einen werden erstmal dreidimensionale Repräsentationen der Infrastrukture Objekte benötigt, des Weiteren können von den bestehenden Karten nur selten zuverlässige Aussagen über die Vollständigkeit, Aktualität und Genauigkeit getroffen werden. Aus diesem Grund wurden im Rahmen des Projekts die Infrastrukturdaten für die erforderlichen Strecken neu eingemessen und ein spezifischer Prozess zur Kartenerstellung aufgebaut, der diesen hohen Anforderungen gerecht wird.

Der Kartenerstellungsprozess umfasst im Kern die Vermessung der Infrastruktur, die Ableitung relevanter Objekte und die Erstellung der digitalen Karten. Der Basisprozess muss durch umfassende Schritte zur Qualitätskontrolle und Validierung ergänzt werden. Nur so lassen sich die hohen Anforderungen an Genauigkeit und Vollständigkeit einhalten und durch Sicherheitsnachweise belegen.

Sicherheitsanforderungen für die Softwareentwicklung im Kontext von Eisenbahnanwendungen sind allgemein in der CENELEC-Norm EN 50716 festgelegt. Die Norm definiert Anwendungsdaten – wie die digitale Karte – als Artefakt, welches verwendet wird, um spezifische Anwendung für ein Eisenbahnsystem zu konfigurieren. Die Sicherheitsanforderungen an die Anwendungsdaten richten sich daher

nach dem Safety Integrity Level (SIL) des jeweiligen Systems beziehungsweise der konkreten Anwendung. Unabhängig vom identifizierten SIL empfiehlt die Norm die Verifikation und Validierung der Anwendungsdaten, um sicherzustellen, dass diese vollständig, korrekt und mit der Anwendung kompatibel sind. Dies kann entweder durch die direkte Verifikation und Validierung der Daten oder durch die Verifikation und Validierung der für die Datenerzeugung verwendeten Werkzeuge erreicht werden. In beiden Fällen wird ein Integrationstest empfohlen, um die korrekte Integration mit der Anwendung sicherzustellen.

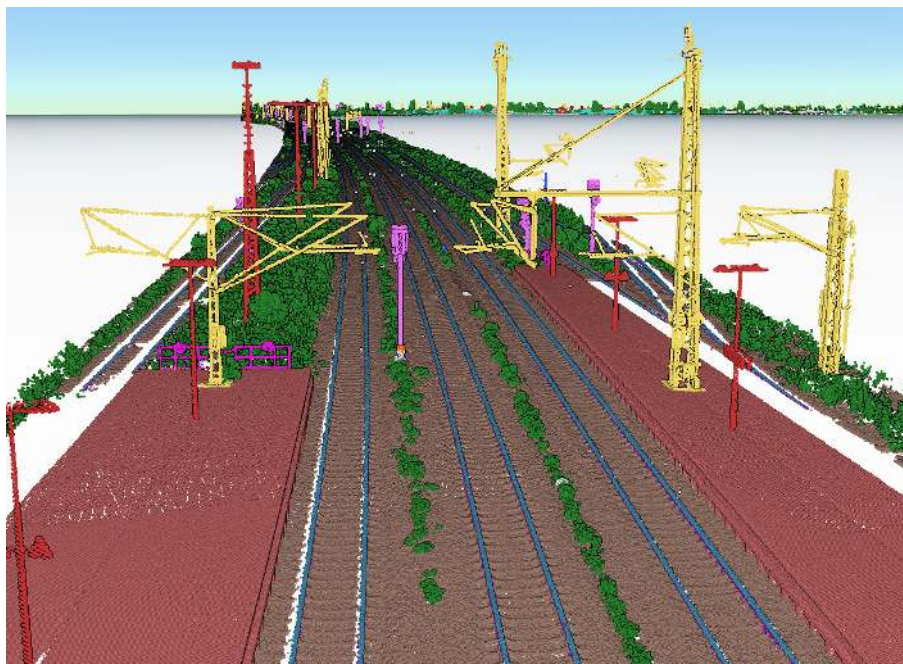
Um den Prozess der Kartendatenerzeugung auf potenzielle Fehler zu analysieren, wurde begleitend zur Prozessentwicklung eine Risikobewertung in Form einer Prozess-Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) durchgeführt.

Abbildung 1 zeigt die drei zentralen Schritte der Kartenerstellung: die Rohdatenaufnahme durch Vermessung, die Objekterkennung in diesen Daten, auch Labeling genannt und die eigentliche Kartenerstellung, also die Überführung ins Zielformat. Im Rahmen der FMEA wurden für jeden Einzelschritt mögliche Fehlerquellen identifiziert und Maßnahmen definiert,



2: Das verwendete, auf einem aufgebauten Gestell montierte MX-9 Sensorsystem

Quelle: DB InfraGO



3: Klassifizierte Lidar-Punktwolke

Quelle: DB InfraGO

um Fehler zu vermeiden oder frühzeitig zu erkennen. Abbildung 1 zeigt weiterhin den durch die Norm empfohlenen Integrations-test in Form einer Bestätigungsfahrt (gelb).

Im Rahmen der FMEA wurden die noch verbleibenden Fehler im Gesamtprozess unter Berücksichtigung der Auftrittswahrscheinlichkeit ermittelt und mit den definierten Anforderungen abgeglichen. Die Fehleranalyse hat ergeben, dass die hohen Anforderungen an die digitale Karte nur erfüllt werden können, wenn vor der Bereitstellung eine Überprüfung durch einen unabhängigen Gutachter durchgeführt wird. Auch dieser Prozessschritt (grün) wurde daher in den Erstellungsprozess mit aufgenommen.

Kinematische Vermessung der Teststrecken

Im AutomatedTrain Projekt wurden zwei Strecken im Stuttgarter Schienennetz als Erprobungsstrecken ausgewählt. Im Rahmen einer umfangreichen Vermessung wurden diese beiden Strecken detailliert erfasst. Abbildung 2 zeigt das hierzu verwendete spezielle Messsystem. Die erste vermessene Trasse verläuft vom Bahnhof Stuttgart-Bad Cannstatt über Esslingen und Plochingen bis nach Kirchheim unter Teck. Bei einer Gesamtlänge von etwa 25 Kilometern umfasst dieser Abschnitt unter anderem die beidseitige Umfahrung des Mercedes-Benz Motorenwerks in Bad Cannstatt sowie die Abstellanlage in Esslingen. Als zweite Strecke wurde die Ver-

bindung vom Bahnhof Zuffenhausen über Renningen nach Böblingen mit einer Länge von etwa 32 Kilometern vermessen. Dabei wurden grundsätzlich beide Gleise sowie im Bereich Esslingen sämtliche Gleisanlagen der Abstellanlage berücksichtigt.

Der zeitliche Ablauf der Vermessung gestaltete sich aufgrund technischer und logistischer Herausforderungen komplexer als ursprünglich geplant und daher erfolgte im Juli 2025 eine Nachvermessung der ersten Strecke in Kombination mit der Erfassung des zweiten Abschnitts. An beiden Terminen verhinderte jedoch die Belegung der Abstellanlage Esslingen durch drei parkende S-Bahn-Züge eine vollständige Abtastung.

Die Integration von Vermessungsfahrten in den laufenden Betrieb stellt eine große Herausforderung dar. Daher wurde für ausgewählte Bereiche eine terrestrische Vermessung gewählt. Auch hierzu sind umfangreiche Planungen, wie Gleissperungen und eine Bereitstellung von Sicherungspersonal, notwendig.

Zur Sicherstellung einer hohen Lagegenauigkeit sind fest eingemessene Gleisvermarkungspunkte notwendig, welche mit Gelb-Weiß-Targets ausgestattet sind. Diese sind anschließend in der Punktwolke identifizierbar und werden sowohl für die Korrektur als auch die Bestimmung der Genauigkeit verwendet. Bei der Vermessung ergab sich die Schwierigkeit, dass die Strecken nicht mit den notwendigen Vermessungspunkten ausgestattet waren. Um den

zeitlichen Aufwand zu begrenzen, wurde auf eine ganzheitliche Ausstattung mit regelkonformen Gleisvermarkungspunkten verzichtet und stattdessen Referenzpunkte ausschließlich an öffentlich zugänglichen Stellen, wie etwa Bahnsteigen, eingemessen.

Die hohe Punktdichte in langsam befahrenen Abschnitten erforderte zur Bearbeitung eine nachträgliche Ausdünnung der Punktwolken. Während vorbeifahrende Züge vereinzelt für die üblichen Schlag Schatten in den Daten sorgten, war die Qualität der Panorama-Fotos aufgrund der sommerlichen Lichtverhältnisse durchweg gut. Auch die Wetterbedingungen spielten dem Projekt in die Hände: Da weder Regen noch Schnee zu Reflexionen oder Streuungen der Laserpunkte führten und die Temperaturen für den Betrieb der Messgeräte ideal waren, konnte eine hohe Datenqualität sichergestellt werden. Abbildung 3 zeigt eine aufbereitete und nach Objekten klassifizierte Punktwolke.

Die Notwendigkeit einer vollständigen Neuvermessung der Infrastruktur ergab sich in diesem Projekt aus dem Umstand, dass keine aktuellen Rohdaten in ausreichender Qualität für den Untersuchungsraum zur Verfügung standen. Zukünftig gilt es zu untersuchen, ob Daten aus bereits bestehenden Quellen, wie Abnahmefahrten oder Vegetationskontrollen, genutzt werden können.

Komplexität von Labeling und Objektkatalog

Die Erstellung digitaler Karten für das vollautomatisierte Fahren erfordert eine gezielte Abstraktion hochdetaillierter sensorischer Rohdaten. 3D-Punktwolken bilden den Gleisbereich in hoher geometrischer Detailtiefe ab, sind jedoch aufgrund ihres großen Datenvolumens sowie fehlender Semantik für die direkte Nutzung durch zugeseitige Systeme ungeeignet.

Ziel des Labelings ist daher die Identifikation relevanter Infrastrukturobjekte und deren Überführung in eine semantische, vereinfachte geometrische Repräsentation, die eine effiziente Verarbeitung bei deutlich reduzierter Datenmenge ermöglicht.

Mit dem während des Labelings gewählten Abstraktionsgrad ist unmittelbar die Definition der kartenseitigen Schnittstelle verknüpft. Für die Nutzung in Hinderniserkennung und Lokalisierung muss festgelegt werden, welche Objektklassen, Attribute und geometrischen Repräsentationen

tionen erforderlich sind. Eine starke Abstraktion vereinfacht Verarbeitung, Aktualisierung und Übertragung der Daten und reduziert zugleich den Labeling-Aufwand sowie die damit verbundenen Kosten. Klare, vereinfachte Objektmodelle verringern zudem die Anzahl der zu behandelnden Sonderfälle.

Eine detailliertere Modellierung mit geringerem Abstraktionsgrad erhöht hingegen den Labeling-Aufwand deutlich. Mit zunehmender Detailtiefe entstehen zusätzliche Sonderfälle, die für die Anwendungsfälle Lokalisierung und Hinderniserkennung nicht zwingend erforderlich sind. Dies führt zu höheren Anforderungen an Konsistenz und Qualitätssicherung, die eigentlich nicht notwendig sind.

Ein Objektkatalog, welcher im Rahmen der Abschlussdokumentation des Berichts veröffentlicht werden soll, bildet die formale Grundlage für das Labeling, indem er Objektklassen, Attribute und zulässige Geometrietypen definiert und so eine automatisierte Verarbeitung ermöglicht. In der Praxis weist die Eisenbahninfrastruktur jedoch trotz bestehender Regelwerke eine hohe Vielfalt auf. Sie ist historisch gewachsen, regional unterschiedlich ausgeprägt und durch zahlreiche betriebs- und bauspezifische Besonderheiten geprägt. Eine strikt starre Ausgestaltung des Objektkatalogs stößt dabei an Grenzen, insbesondere bei streckenspezifischen Sonderformen und infrastrukturellen Besonderheiten. Gleichzeitig erfordert der sicherheitsrelevante Einsatz der digitalen Karte klar definierte und überprüfbare Objektmodelle. Daraus entsteht eine Abwägung zwischen standardisierten Vorgaben und notwendiger Flexibilität.

Eine besondere Herausforderung ist die Validierung der semantischen Karte. Mit zunehmender Abstraktion wird der direkte geometrische Abgleich mit der Punktwolke komplexer. Der Nachweis von Vollständigkeit, korrekter Objektklassifikation und geometrischer Genauigkeit erfordert aufwendige Verfahren, die automatisierte Prüfungen mit manueller Qualitätssicherung kombinieren.

Herausforderungen im Kartenerstellungsprozess

Insbesondere im Kontext sicherheitskritischer Anwendungen besteht die Gefahr, Anforderungen zunächst ausschließlich aus Sicht der nutzenden Systeme zu formulieren. Dadurch entstehen häufig For-

derungen nach maximaler Vollständigkeit, höchster geometrischer Genauigkeit und umfassender semantischer Beschreibung. Aus technischer Sicht erscheinen solche Anforderungen zunächst sinnvoll. In der praktischen Umsetzung zeigt sich jedoch, dass nicht jede theoretisch wünschenswerte Eigenschaft wirtschaftlich, organisatorisch und technisch realisierbar ist.

Bereits die Vermessung der Infrastruktur verdeutlicht diese Problematik. Die im Projekt durchgeführten Messkampagnen haben gezeigt, dass selbst unter günstigen Bedingungen zahlreiche äußere Randbedingungen die Qualität und Verfügbarkeit der Daten beeinflussen. Dazu zählen gesperrte oder belegte Gleise, fehlende Vermarkungspunkte, Witterungseinflüsse, technische Ausfälle oder begrenzte Sperrpausen. Werden Anforderungen definiert, die ausschließlich unter idealisierten Bedingungen erreichbar sind, entsteht ein Kartenprozess, der im Regelbetrieb kaum wirtschaftlich oder zeitlich beherrschbar bleibt.

Gleiches gilt für den semantischen Detailgrad des Objektkatalogs. Eine sehr feingranulare Modellierung erzeugt zusätzliche Sonderfälle, erhöht die Komplexität des Labelings und erschwert automatisierte Prüfverfahren erheblich. Der Nutzen zusätzlicher Detailinformationen muss daher stets gegen den entstehenden Aufwand sowie den tatsächlichen Mehrwert für die Anwendung abgewogen werden.

Hinzu kommt, dass jede zusätzliche Anforderung direkte Auswirkungen auf den gesamten Kartenlebenszyklus besitzt. Höhere Genauigkeitsforderungen erhöhen nicht nur den Aufwand bei der Vermessung, sondern auch bei der Nachprozessierung, Qualitätssicherung, Validierung und späteren Aktualisierung der Daten.

Die finalen Anforderungen an die Vollständigkeit der Karte müssen noch genauer definiert werden. Auch muss noch gezielter festgelegt werden, wie oft Karten zu aktualisieren sind und ob die Verwendung der Sensorik des automatisierten Zuges selbst für die Validierung der Aktualität der Karte eingebunden werden kann. Neben der konkreten Verwendung der digitalen Karten für das vollautomatische Fahren können die gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen auch in anderen Bereichen eingesetzt werden. Werkzeuge, die ursprünglich für die Erstellung und Validierung von GoA4-Kartendaten von der DB InfraGO entwickelt wurden, kommen inzwischen auch für die georeferenzierte

Abnahme von Elementen der Leit- und Sicherungstechnik zur Anwendung, wie in [5] gezeigt.

Zusammenfassung

Im Projekt AutomatedTrain wurden von der DB InfraGO erstmals hochgenaue digitale Karten speziell für das vollautomatisierte Fahren erstellt. Die Vermessung und Erstellung der digitalen Karten zeigten, dass die in der Anforderungsanalyse definierten hohen Anforderungen an Genauigkeit und Vollständigkeit, insbesondere bei größeren Streckenabschnitten, nur mit großem Aufwand zu erfüllen sind. Daher ist stets zwischen Aufwand bei der Erstellung und dem tatsächlichen Mehrwert für die Anwendung abzuwägen. •

Literatur

- [1] Pfitzner, A. et al.: Digitale Karten für das vollautomatisierte Fahren auf der Schiene, EI - Der Eisenbahningenieur 02/2025, https://digitale-schiene-deutschland.de/Downloads/202502_Eisenbahningenieur_Digitale%20Karte%20%C3%BCr%20vollautomatisiertes%20Fahren.pdf
- [2] AutomatedTrain | Vollautomatisierte Bereitstellungs- und Abstellfahrt | Digitale Schiene Deutschland, <https://digitale-schiene-deutschland.de/de/projekte/automatedtrain>
- [3] Nitzschke, H. et al.: SafeRailMap - Sichere Gleisdaten für eine sichere Zuglokalisierung, EI - Der Eisenbahningenieur 10/2020, https://digitale-schiene-deutschland.de/Downloads_Mediathek/Artikel%20SafeRailMap-%2010-20.pdf
- [4] Schilling R. et. al.: Umfeldwahrnehmung für fahrerlose Bereit- und Abstellfahrten, EI - Der Eisenbahningenieur 05/2025, https://digitale-schiene-deutschland.de/Downloads/2025_05_Eisenbahningenieur_Umfeldwahrnehmung_AutomatedTrain.pdf
- [5] Kreyenberg, D. Nitzschke, H.: Georeferenzierte Abnahme von LST-Elementen am Beispiel der Zugbildungsanlage Mannheim, Deine Bahn, 06/2026, S.48-54.

Summary

Lessons learnt from the creation and use of digital maps in the AutomatedTrain project

In the AutomatedTrain project, DB InfraGO created, for the first time, high-precision digital maps specifically designed for fully automated driving. The surveying and creation of the digital map demonstrated that the high standards of accuracy and completeness defined in the requirements analysis – particularly for longer sections of track – can only be met at considerable cost. It is therefore always necessary to weigh up the cost of creation against the actual added value for the application.

Der Erprobungsträger des DZSF

Das DZSF verfügt seit Sommer 2025 über einen Erprobungsträger: ein Schienenfahrzeug zur Durchführung von Versuchsfahrten, für Infrastruktur- und Umweltversuche, gesellschaftswissenschaftliche Untersuchungen und Öffentlichkeitsarbeit. Dieser Artikel gibt einen Einblick in die Entscheidungs- und Arbeitsprozesse zu Beschaffung und Betrieb des Fahrzeugs, stellt den Erprobungsträger mit seiner speziellen Ausstattung vor und berichtet von den ersten Versuchsfahrten.



Der Erprobungsträger im Kontext des Offenen Digitalen Testfelds

Das Deutsche Zentrum für Schienenverkehrsforschung (DZSF) hat als Ressortforschungseinrichtung des Bundesministeriums für Verkehr (BMV) die Aufgabe, den Schienenverkehr in Deutschland durch anwendungs- und lösungsorientierte Forschung zu stärken. Die Ergebnisse sollen Innovationen ermöglichen, praxistauglich halten und für den gesamten Sektor nutzbar machen. Für den erfolgreichen Praxistransfer technischer und betrieblicher Entwicklungen ist die Erprobung im Realbetrieb entscheidend.

Hierzu wurde bereits unmittelbar nach Gründung des DZSF mit dem Aufbau des Offenen Digitalen Testfelds (ODT) begonnen. Dieses umfasst den geografischen Raum zwischen Halle(S)/Leipzig und Cottbus sowie zwischen Lutherstadt Wittenberg und Dresden und ermöglicht es dem DZSF, im Rahmen von Kooperationen Forschung im Realbetrieb durchzuführen. Seit Einweihung im Jahr 2021 konnten verschiedene Forschungsarbeiten (z. B. [1,2]) umgesetzt werden und es wurden Messstationen für langfristig angelegte Untersuchungen eingerichtet [3,4,5].

Die regionale Bündelung von Forschungsaktivitäten zeigt ihre Stärke dabei insbesondere in den Abstimmungsprozessen, die zur Durchführung von Forschungsarbeiten im laufenden Eisenbahnbetrieb zwingend erforderlich sind.

Teil des Offenen Digitalen Testfelds ist das LärmLab [6]. Dieses bündelt die Entwicklung und Erprobung innovativer Lärmschutzmaßnahmen für die Schiene. In diesem Rahmen entsteht neben einer eigenen Förderrichtlinie auch eine Erprobungsschallschutzwand. Diese Erprobungsschallschutzwand soll in Kooperation mit der DB InfraGO AG im ODT an der Strecke Berlin–Dresden (VzG 6135) in der Nähe der Ortschaft Walddrehna errichtet und betrieben werden. Gegenwärtig befindet sich das Projekt in der Planungsphase, die entsprechenden Leistungen sind beauftragt [7].

Eine Vorstudie von Juni 2020 bis März 2021 untersuchte Machbarkeit und Anforderungen des Testfelds [8]. Im Rahmen eines Auftragsforschungsprojektes des DZSF wurden die zentralen Randbedingungen ermittelt. Dabei zeigte sich unter anderem der Bedarf des Sektors an speziellem Rollmaterial für Forschungszwecke. Für viele potenzielle Nutzende stellt die

Jonathan Günther

Referent Strategische Planung
Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung
GuentherJ@dzsf.bund.de

Mario Fietze

Referent Strategische Planung
Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung
FietzeM@dzsf.bund.de

Beschaffung geeigneter Messfahrzeuge eine Hürde dar, da vorhandene Messwagen meist für spezialisierte Aufgaben oder Zulassungsprozesse gebunden sind. Eine Anmietung setzt Branchenkontakte voraus, die insbesondere kleineren Akteuren und Hochschulen fehlen. Auch das Vorhalten eigener Versuchsfahrzeuge scheidet für viele Institutionen aus, da die Betriebskosten in der Regel zu hoch für eine Refinanzierung allein durch Forschungsförderung sind.

Das DZSF verfolgt daher das Ziel, ein geeignetes Fahrzeug bereitzustellen, um



1: Innenlayout des Wagens

Quelle: DZSF



2: Außengestaltung des Wagens

Quelle: DZSF, Jonathan Günther

solche Hürden zu reduzieren. Der Erprobungsträger soll die Vielfalt der Forschung am DZSF abbilden: Neben klassischen, technisch orientierten Versuchsfahrten soll das Fahrzeug Infrastruktur- und Umweltuntersuchungen unterstützen, aber auch einen Raum geben für gesellschaftswissenschaftliche Forschung und Öffentlichkeitsarbeit.

Vorbereitung und Betreiberstruktur

Das DZSF als Ressortforschungseinrichtung des BMV ist organisatorisch dem Eisenbahn-Bundesamt (EBA) angegliedert. Das EBA erfüllt zwar die Aufgabe der Eisenbahnaufsicht, eine aktive Teilnahme am Eisenbahnbetrieb ist jedoch nicht vorgesehen. Eine aktive Teilnahme am Eisenbahnbetrieb würde nicht nur die Funktionen beispielsweise eines Eisenbahnverkehrsunternehmens (EVU) einschließen, sondern würde bereits den Betrieb eines Eisenbahnfahrzeugs betreffen, womit zugleich die Übernahme sicherheitsrelevanter Verantwortung in Form der Fahrzeughalterschaft verbunden wäre. Die Bereitstellung des Erprobungsträgers wurde daher als Dienstleistungsauftrag des DZSF strukturiert und ausgeschrieben. Da die Halterschaft die Verantwortung für den betriebssicheren Zustand einschließt, umfasst der Auftrag auch Umbauten, die zur Durchführung von Versuchen erforderlich sein können.

Die Durchführung der Versuchsfahrten wurde separat vergeben, um sowohl reinen

Fahrzeughaltern als auch EVU ohne eigene Messwagen eine Teilnahme zu ermöglichen. Ein speziell auf die Konstellation zwischen Fahrzeughalter, EVU, DZSF und Nutzern abgestimmter Verwendungsvertrag regelt Aufgaben und Verantwortlichkeiten unter den beteiligten Organisationen.

Bereits im Vorfeld entstand am DZSF eine umfangreiche Anforderungsliste zu Eigenschaften und Ausstattung des Fahrzeugs. Eine vorbereitende Markterkundung diente dazu, Anforderungen,

Beschaffungs- und Vertragsmodell auf Umsetzbarkeit zu prüfen. Im anschließenden zweistufigen Vergabeverfahren wurde die RailAdventure GmbH als Auftragnehmer für die Fahrzeugbereitstellung ausgewählt, die DB Systemtechnik GmbH erhielt den Zuschlag für die Durchführung der Versuchsfahrten.

Herrichtung und Ausstattung des Wagens

Als Ausgangsfahrzeug wurde ein ehemaliger Bahnpostwagen gewählt, der zuletzt als Gesellschaftswagen genutzt wurde und bereits wesentliche Eigenschaften eines Versuchsfahrzeugs mitbrachte. Hierzu gehören eine Zulassung für 200 km/h Höchstgeschwindigkeit, breite Ladetore und eine Unterteilung in drei große Abteile im Inneren genauso wie die Ausrüstung mit zwei geschlossenen Toilettensystemen und einem Dieseldieselgenerator.

In einer ersten Leistungsphase wurde der Wagen für den Forschungseinsatz hergerichtet. Das Innenraumkonzept berücksichtigt die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten:

- Ein Endabteil erhielt einen demontierbaren Besprechungstisch für zehn Personen und ein digitales Whiteboard. Es dient für Projektmeetings, Workshops, zusätzliche Arbeitsplätze oder als Ausstellungsfläche.
- Das zweite Endabteil wurde als Ausstellungsbereich mit einer Infotheke gestaltet, die fensterlosen Wände dienen als



3: Installation von Messmikrofonen

Quelle: DZSF, Jonathan Günther



4: Erfassung der Radrauheit am Erprobungsträger

Quelle: DZSF, Martin Unger

Zur messtechnischen Grundausstattung gehören:

- Kameras zur Erfassung des Gleisbereichs,
- ein GNSS-Sensor und eine Reflexlichtschranke zur präzisen Lokalisierung von Messabschnitten,
- Drehzahlgeber und radarbasierte Geschwindigkeitssensoren,
- Drucksensoren für Bremsdrücke,
- Kabelkanäle unter dem Fahrzeug sowie
- eine Energieversorgung über die Zugsammeleischiene, den Generator, einen externen Stromanschluss, Bordbatterien und Wechselrichter.

Ersteinsatz

Der erste Einsatz erfolgte im Kooperationsprojekt „On-board data based acoustic railway track management“ von DZSF und dem Korea Railroad Research Institute (KRII). Ziel ist der Aufbau eines fahrzeugseitigen Messsystems zur indirekten Bestimmung der akustischen Schienenrauheit [9]. Die Versuchsfahrten im ODT dienten der Untersuchung des Einflusses verschiedener Oberbaukonfigurationen. Es wurden vier Streckenabschnitte mit mehreren Geschwindigkeiten befahren [10].

Jeder Abschnitt wurde in 50-Meter-Segmente unterteilt und mit Reflektoren markiert, sodass die Reflexlichtschranke die Messbereiche präzise erfassen konnte. Die akustische Schienenrauheit der Mess- und Prüfabschnitte wurde vorab mit einem Trolley-Messgerät bestimmt.

Für die Messfahrten wurden die Räder des handbremsseitigen Drehgestells abgedreht, über rund 1000 Kilometer eingefahren und die akustische Radrauheit wurde vor sowie nach den Versuchen gemessen. Beschleunigungssensoren an den Radsatzlagerdeckeln und auf die Radscheibe ausgerichtete Mikrofone erfassten Schwingungen und Schallabstrahlung. Die Verkabelung erforderte hohen Aufwand, da alle Leitungen in Schutzrohren geführt und die Sensoren trotz ihrer Nähe zum Rad-Schiene-Kontakt geschützt werden mussten.

Die Versuchsfahrten wurden in zwei Kampagnen über drei Wochen durchgeführt und umfassten rund 4000 Kilometer. Das Team bestand aus einem Messleiter und zwei Versuchslokführern der DB Systemtechnik GmbH sowie zwei wissenschaftlichen Mitarbeitenden des DZSF. Parallel führte die TU Dresden Messungen der Vorbeifahrgeräusche und Schienenschwingung durch.



5: Der Erprobungsträger im Einsatz im Offenen Digitalen Testfeld

Quelle: DZSF, Jonathan Günther

Posterflächen. Bei Messeinsätzen wird der Raum als Staufläche genutzt.

- Das mittlere Abteil erhielt acht Sitzplätze in Nahverkehrsbestuhlung mit Tischen als Messarbeitsplätze. In unmittelbarer Nähe befinden sich ein Serverschrank, Stauflächen für größere Messaufbauten und eine Werkbank.
- Kabelführungen im Decken- und Fahrwerksbereich erleichtern die flexible

Verkabelung von projektspezifischer Sensorik.

- Zur Beobachtung der Strecke bzw. von angekuppelten Fahrzeugen wurden die Wagenübergänge an beiden Seiten durch Platten mit eingelassenen Fenstern verschlossen.
- Der Wagen wurde mit einem markanten Außendesign versehen, das für Sichtbarkeit der Forschung des DZSF sorgt.

Tabelle 1: Versuchsprogramm

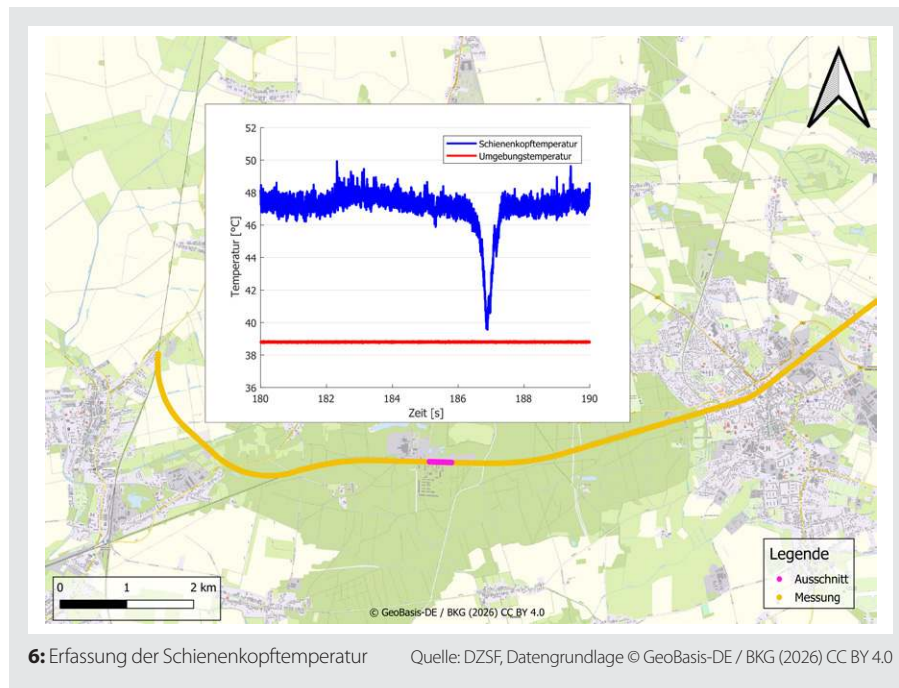
Ort	VzG-Strecke	Oberbau	Versuchsgeschwindigkeiten
Brehna	6132	Feste Fahrbahn	80 / 120 / 160 km/h
Glinzig	6345	S54E4 (harte Zwischenlage)	80 / 100 / 120 km/h
Glinzig	6345	UIC 60 (harte Zwischenlage)	80 / 100 / 120 km/h
Walddrehna	6135	UIC 60 (weiche Zwischenlage)	80 / 120 / 160 km/h

**InnoTrans
2026**
Besuchen Sie
uns am Stand 330
in Halle 5.2.

SPITZKE ist Wegbereiter schienengebundener Mobilität.

Mit unseren Kompetenzbereichen – Fahrweg, Technik, Ausrüstung/ Elektrotechnik, Großprojekte/Ingenieurbau, Logistik und Fertigung – gestalten wir die Zukunft der Bahninfrastruktur. Vernetzt und konsequent entwickeln wir unsere Geschäftsfelder weiter, damit nachhaltige Mobilität dauerhaft verfügbar bleibt.

SPITZKE. Gestalten in vernetzten Dimensionen.



Das Versuchsprogramm zur akustischen Rauheit konnte durch weitere Untersuchungen ergänzt werden, für die eigens durchgeführte Versuchsfahrten zu aufwendig wären und die daher darauf angewiesen sind, als zusätzliche Versuche bei anderen Messfahrten mitzulaufen. Auf diese Weise können Synergien genutzt und Untersuchungen möglich gemacht werden, die alleine nicht vorstellbar sind.

Zum einen wurden Untersuchungen zum Temperaturmonitoring durchgeführt, die bestehende DZSF-Forschungen zum Mikroklima im Gleis ([4],[11]) erweitern. Hierzu wurde der Erprobungsträger mit einem reaktionsschnellen und für blanke Metalloberflächen ausgelegten Infrarot-Thermometer zur fahrzeugbasierten Temperaturerfassung des Schienenkopfes ausgestattet. Erste Ergebnisse zeigen einen deutlichen Einfluss des Schattenwurfs auf die Oberflächentemperatur der Schiene.

Zudem wurde in Kooperation mit dem Bundesamt für Kartographie und Geodäsie der neue bundeseigene Satellitenpositionierungsdienst GEPOS [12] getestet, indem ein Empfänger mehrfach mit variierenden Geschwindigkeiten über eine wiederkehrende Trajektorie geführt wurde.

Ausblick

Für die kommenden Jahre ist vorgesehen, den Erprobungsträger verstärkt in wissenschaftliche Untersuchungen im Offenen Digitalen Testfeld einzubinden. Dabei steht

eine Vielzahl geplanter Forschungsvorhaben an, von denen exemplarisch ein Projekt zur Analyse der Manipulationsanfälligkeit satellitengestützter Ortungsverfahren hervorgehoben sei [13]. Unter realitätsnahen Bedingungen sollen Spoofing- und Jamming-Szenarien erzeugt werden, wodurch sich die Auswirkungen gezielter Störungen auf die Positionsbestimmung quantifizieren lassen. Dadurch können zugleich Verfahren zur Detektion und zur Begrenzung der Folgen solcher Angriffe evaluiert werden. Ergänzend sind Messprogramme zur Erfassung von Partikelemissionen beim Bremsen vorgesehen, die damit eine systematische Bewertung nicht abgasbezogener Emissionen ermöglichen. Neben diesen Einsätzen ist der Wagen für Aufgaben der Öffentlichkeitsarbeit vorgesehen. Der Erprobungsträger steht dem DZSF vorerst bis zum Ende des Jahres 2027 zur Verfügung. Bei einer guten Nutzungsperspektive darüber hinaus kann zusätzlich eine Verlängerungsoption der Bereitstellung um zwei weitere Jahre eingelöst werden.

DOI 10.61067/260932

Literatur

[1] Technische Universität Berlin et al., „Analyse des Energiebedarfs von Kühlcontainern auf der Schiene, Berichte des Deutschen Zentrums für Schienenverkehrsforschung, Nr. 30“, 2022.

- [2] „Gleis-Tragwerk-Interaktion“, DZSF, 09 10 2025. [Online]. Available: https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Standardartikel/DZSF/Projekte/Projekt_196_TRABI.html. [Zugriff am 19 06 2026].
- [3] „Das Messstellennetz an Eisenbahnbrücken“, DZSF, [Online]. Available: https://www.dzsf.bund.de/DZSF/DE/DasDZSF/Forschungsinfrastruktur/Messstellennetz_Bruecken/Brueckenmessstellennetz_inhalt.html. [Zugriff am 19 06 2026].
- [4] „Auswirkungen von Extremtemperaturen auf die Schieneninfrastruktur und das gleisnahe Umfeld“, DZSF, 16 11 2023. [Online]. Available: https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Standardartikel/DZSF/Projekte/Projekt_143_Monitoringnetz_Extremtemperaturen.html. [Zugriff am 19 06 2026].
- [5] „Das Umweltmessstellennetz“, DZSF, [Online]. Available: https://www.dzsf.bund.de/DZSF/DE/DasDZSF/Forschungsinfrastruktur/Umweltmessstellennetz/umweltmessstellennetz_inhalt.html. [Zugriff am 19 06 2026].
- [6] H. Brick und J. Böhm, „Das LärmLab des DZSF – Forschung für den Schutz vor Lärm und Erschütterungen“, ETR – Eisenbahntechnische Rundschau, 05 2024.
- [7] H. Brick und J. Böhm, „Innovationsförderung und Erprobungs-Schallschutzwand als Bausteine des LärmLab des DZSF“, DAGA, 2026.
- [8] VIA Consulting & Development GmbH et al., „Untersuchung der Möglichkeiten und Anforderungen an ein offenes digitales Testfeld für den Schienenverkehr, Berichte des Deutschen Zentrums für Schienenverkehrsforschung, Nr. 13“, 2021.
- [9] „Kooperationsprojekt: On-board data based acoustic railway track management“, 03 01 2024. [Online]. Available: https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Standardartikel/DZSF/Projekte/Projekt_150_KRRI.html. [Zugriff am 19 06 2026].
- [10] J. Böhm, H. Brick, M. Unger und H. Koh, „Fahrzeugseitige Messung der Schienenrauheit mit dem DZSF-Erprobungsträger“, DAGA, 2026.
- [11] „Beitrag von verkehrsbegleitenden Gehölzen zu umweltbezogenen Bundesprogrammen“, [Online]. Available: https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Standardartikel/DZSF/Projekte/Projekt_149_verkehrsbegleitende_Gehoeelze.html.
- [12] „Zwischenziel erreicht: Neuer amtlicher PPP-RTK-Dienst der AdV erreicht SAPOS®-HEPS-Genauigkeit“, 2024.
- [13] „Manipulation von Satellitenpositionsdaten im Bahnbereich durch GNSS Spoofing und Jamming“, [Online]. Available: https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Standardartikel/DZSF/Projekte/Projekt_236_Manipulation_Satellitenpositionsdaten.html.

Summary

The DZSF's test vehicle

Since 2025, the German Centre for Railway Research (DZSF) has had a test vehicle which is used for technical, infrastructural and environmental investigations in the Open Digital Test Field. The article describes the procurement decision-making processes, the operational structure and the fitting out of the vehicle, which has been equipped for a wide range of research applications. Its first deployment took place as part of a project to indirectly determine acoustic track roughness and involved extensive measurement runs, which were supplemented by further investigations.

Beyond machines: Value throughout the lifecycle

At InnoTrans 2026, MATISA will show how advanced on-track machines, Swiss engineering and lifecycle services come together to support long-term performance.



Railway professionals are under increasing pressure to improve productivity, reliability and cost efficiency while meeting growing expectations around safety, sustainability and operational performance. Responding to these challenges requires more than machine output alone.

MATISA combines advanced on-track machines, Swiss engineering and dedicated lifecycle services to create solutions designed around operational realities. This is the thinking behind "Reduce complexity, Boost value": applying technology with purpose and considering performance throughout the machine lifecycle.

At InnoTrans 2026, two product highlights will demonstrate how this approach addresses different areas of railway infrastructure work.

The TRR (Rail Renewal Train) is dedicated to continuous rail-only renewal. It replaces rails and fasteners while retaining sleepers and ballast that remain fit for use. By bringing the principal stages of this specific renewal process together within a coordinated system, the TRR supports productive operations and safe working conditions.

The B 66 UC NEO Active brings MATISA's NEO concept into focus within universal tamping. More than a single feature or tech-



Matisa TRR

nology, NEO is a design approach based on four connected dimensions: infrastructure, operating expenditure, work performance and the human operating environment.

This is reflected in the machine's optimised energy architecture, reduced mass and operator-oriented working environment. Key working functions are brought together at a single workstation, while proven MATISA technologies, including 42 Hz elliptical tamping, support reliable work performance.

Although the two highlighted machines address different applications, they share a broader perspective: technology must respond to operational needs, support its users and continue to create value throughout its working life. MATISA's engineering

expertise, connectivity and lifecycle services extend this approach beyond the machines themselves.

What if the right machine for your market were already within reach? Beyond the two main highlights, Visitors will be invited to discover MATISA flagship machines and solutions developed for specific markets. Built on proven platforms, selected configurations meet market-specific type approval requirements and comply with the Fourth Railway Package and Cyber Resilience Act (CRA). Visitors can explore their availability by country, including configurations that could be offered within shorter lead times.

MATISA specialists will be available to discuss the company's wider portfolio, including the C 75 for high-capacity ballast cleaning, and the requirements of individual networks and projects.



Matisa B 66 UC NEO Active

MATISA



**Meet MATISA
at InnoTrans 2026**
22–25 September 2026
Hall 26 · Stand 250

Explore the highlights and plan your visit: www.matisa.ch/innotrans2026

Der teuerste Teil der Bahnplanung ist unsichtbar

Warum gewerkeübergreifende Änderungen mehr kosten als die Planung selbst, und was integrierte Planung daran ändert

Generalsanierungen, ETCS-Rollout und enger getaktete Sperrpausen haben die Bahnplanung verändert. Das eigentliche Problem liegt heute nicht mehr darin, ein einzelnes Gewerk zu planen, sondern mehrere Gewerke gleichzeitig konsistent zu halten und Änderungen so weiterzugeben, dass kein Fachbereich auf einem überholten Stand weiterarbeitet.



Der Engpass hat sich verlagert

Über Jahrzehnte wurde Produktivität in der Bahnplanung innerhalb der Gewerke gesteigert: präzisere Trassierung, leistungsfähigere Werkzeuge für die Leit- und Sicherungstechnik, bessere Entwurfshilfen für die Oberleitungsplanung. Diese Werkzeuge sind heute ausgereift. In ihren jeweiligen Domänen lassen sich kaum noch große Sprünge erzielen. Der Engpass hat sich verlagert.

Mit der Generalsanierung bündelt die deutsche Bahninfrastruktur auf rund

4000 Streckenkilometern alle Arbeiten in mehrmonatigen Vollsperrungen, gewerkeübergreifend und in kurzer Zeit statt über Jahre unter laufendem Betrieb. Das Pilotprojekt Riedbahn hat gezeigt, wie stark sich Maßnahmen so verdichten lassen. Hinzu kommt die ETCS-Migration, die fast durchgängig im Bestand stattfindet: Umbau am laufenden System, nicht auf grüner Wiese.

Diese Verdichtung verschiebt den Aufwand. Nicht die Planung der Verkehrsanlage, der Leit- und Sicherungstechnik oder der Oberleitung für sich ist das Problem; jedes Gewerk beherrscht sein Handwerk.



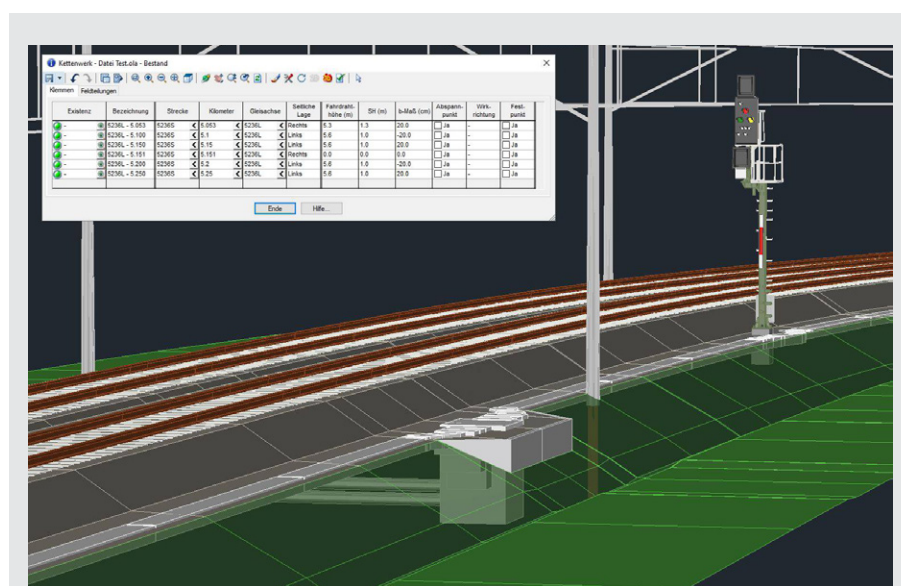
Hanno Posch
Executive Director,
ProVI GmbH, München
kontakt@provi-cad.de

Teuer wird die Abstimmung zwischen ihnen: die Berührungspunkte, an denen mehrere Gewerke gleichzeitig dieselbe knappe Sperrpause, denselben Bauraum und denselben Bestand teilen. Wo früher Monate für Iterationen blieben, müssen heute alle Gewerke einen konsistenten Stand zur selben Zeit erreichen. Der Takt ist enger geworden, die Toleranz für Abstimmungsfehler kleiner.

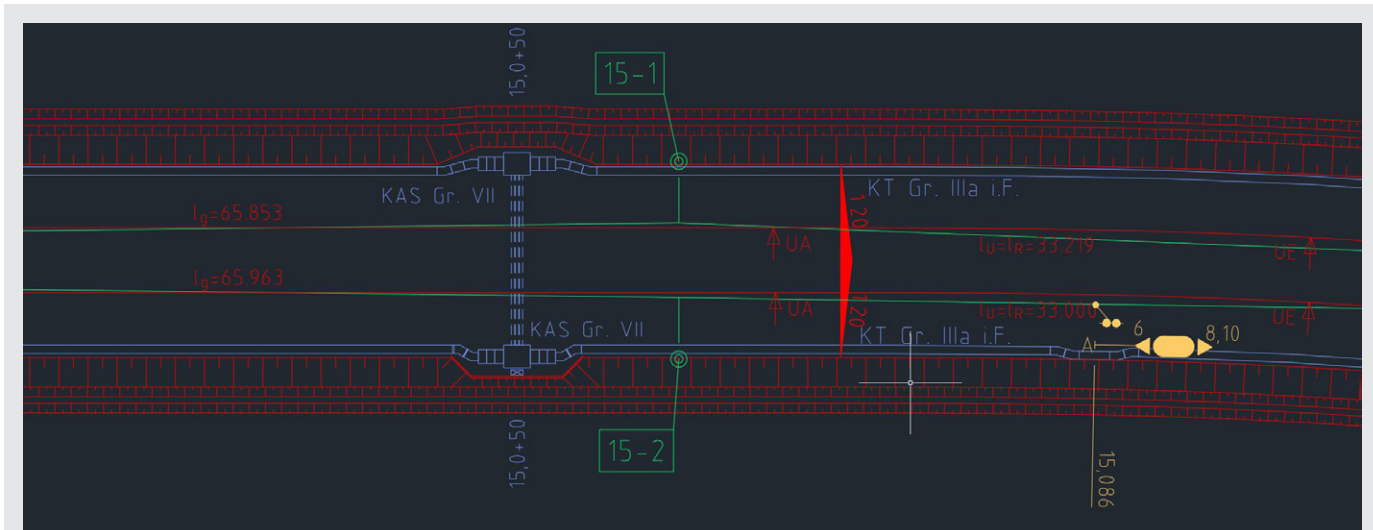
Warum Änderungen der größte Kostentreiber sind

Im Bestand ist die Änderung der Normalfall, nicht die Ausnahme. Jede neue Erkenntnis, ob abweichende Leitungslage, nicht dokumentierter Schacht oder geänderte Auflage, zwingt zur Anpassung. Der eigentliche Aufwand entsteht dabei nicht beim ersten Entwurf, sondern dadurch, dass sich eine Änderung über die Gewerkegrenzen hinweg fortsetzt.

Ein Beispiel, das harmlos klingt: der Einbau einer Überleitverbindung. In der Planung beginnt das mit der Bestandserfassung und einem Trassierungsentwurf, der



1: Gewerkeübergreifende Bearbeitung in der 3D-Ansicht. Planungselemente (hier Oberleitung) werden in einer Kombination aus tabellarischer und grafischer Eingabe erzeugt und bearbeitet. Tangierende Elemente sind sichtbar und können so direkt Berücksichtigung finden. Quelle: ProVI GmbH



2: Klassische Lageplanausgabe. Planungen lassen sich neben dem Export in IFC-Dateien oder ähnliche Formate auch wie gewohnt in klassische Lagepläne ausleiten
Quelle: ProVI GmbH

die Sollgleislage und die beiden Weichen samt Verbindungsgleis festlegt. Daraus folgen unmittelbar Anpassungen am Bahnkörper, im Kabeltiefbau und an der Kabelanlage, an der Oberleitung und an der LST. Eine vermeintlich geringfügige Maßnahme bringt damit sämtliche Gewerke zum Ineinandergreifen, und das nicht erst bei großen Erweiterungen, sondern bereits hier.

Die Wirkungskette endet nicht an der Gewerkegrenze. Erreicht sie die Oberleitung, löst die geänderte Mastlage die komplette statische Nachweiskette neu aus, von den Lasttabellen über die Mastauswahl bis zum Gründungsnachweis. In einem realen Projekt trieb eine erst spät eingearbeitete Änderung die Mastauslastung über die zulässige Grenze hinaus.

Das Problem ist nicht, dass solche Abhängigkeiten existieren. Sie sind physikalisch zwingend und dem erfahrenen Planer wohlbekannt. Das Problem ist, dass sie in getrennten Fachmodellen nicht explizit hinterlegt sind und deshalb unsichtbar bleiben, bis jemand den Konflikt bemerkt. Je später im Planungsprozess das geschieht, desto teurer wird die Korrektur, weil immer mehr nachgelagerte Planung auf dem überholten Stand aufsetzt.

In der Planungspraxis trifft es vor allem die nachgelagerten Gewerke, wenn eine Änderung an anderer Stelle ausgelöst wurde. Dass eine Kabeltrasse vollständig überarbeitet werden muss, liegt dann selten an einem fachlichen Fehler, sondern daran, dass die Information zu spät ankam. Dieser Abstimmungsaufwand zählt zu den größten Zeit- und Kostentreibern

moderner Infrastrukturprojekte, systematisch erfasst wird er aber kaum.

Was getrennte Fachmodelle nicht leisten

Die naheliegende Antwort lautet: Jedes Gewerk wird in BIM modelliert und die Modelle werden übereinandergelegt. Das ist richtig und notwendig, löst das Schnittstellenproblem aber nicht. Mehrere saubere, jeweils für sich korrekte Fachmodelle sind ebenso viele Wahrheiten, die auseinanderlaufen, sobald sich eine ändert. Die Fachwerkzeuge sind dabei nicht das Problem, im Gegenteil; sie sind exzellent, jedes in seiner Domäne. Das Problem ist, dass die Schnittstelle zwischen ihnen niemandem gehört.

Im Wesentlichen gibt es zwei Wege, Gewerke planungsseitig zu verbinden. Erster Weg: Jedes Gewerk plant im eigenen System, die Stände werden periodisch über definierte Schnittstellen ausgetauscht, etwa über PlanPro, IFC oder railML. Zweiter Weg: Die Gewerke planen, fachlich getrennt nach Rolle, im selben Datenmodell, in dem ihre Objekte assoziativ verknüpft sind, also so, dass abhängige Objekte ihre Beziehung kennen und einer Änderung folgen.

Der Unterschied klingt technisch, ist aber grundlegend. Beim Schnittstellenaustausch entsteht an jeder Übergabe ein Bruch: Der Empfänger erhält einen Stand, der im Moment des Exports galt. Ändert sich die Quelle danach, erfährt er es erst beim nächsten Austausch und plant bis dahin auf einem eingefrorenen Stand weiter. Im assoziativen Modell bleibt die Verbindung bestehen; die Ab-

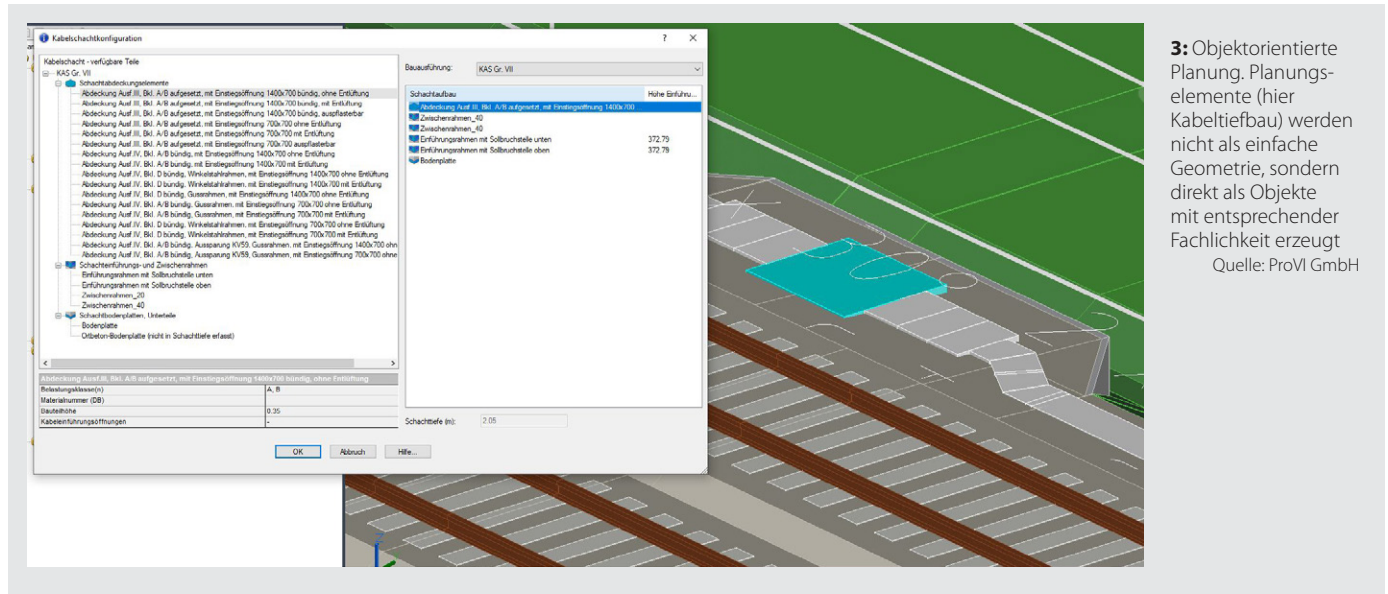
hängigkeit zwischen Mastgründung und Kabeltrasse steckt nicht in einer Datei, sondern im Modell selbst.

Andere Industrien haben diesen Schritt längst vollzogen. Im Maschinen- und Fahrzeugbau löste das assoziative Produktdatenmodell den Austausch von CAD-Dateien zwischen Disziplinen vor rund zwei Jahrzehnten ab; in der Infrastrukturplanung steht er noch am Anfang.

Besonders deutlich wird das an der gemeinsam genutzten Kabeltrasse. Der Kabeltrog ist ein Bauwerk des Tiefbaus, doch seine Kabel gehören mehreren Gewerken zugleich: LST, Telekommunikation, Oberleitung und Bahnenergie. Sie alle belegen denselben Querschnitt. Solange Kabel als bloße Linien geführt werden und nicht als Objekte mit Gewerk, Typ und Belegung, lässt sich weder die Kapazität des Trogs noch die Folge einer zusätzlichen Leitung sauber ablesen. Die teuerste Schnittstelle der Bahnplanung ist damit nicht ein vergessenes Gewerk, sondern die Infrastruktur, die allen gehört und deshalb niemandem.

Was integrierte Planung anders macht

Integration bedeutet nicht, mehrere exzellente Fachwerkzeuge durch ein einziges zu ersetzen, das alles ein wenig kann. Es geht darum, die fachliche Trennung der Gewerke beizubehalten, sie aber im selben, assoziativen Datenmodell arbeiten zu lassen statt in getrennten Systemen mit periodischem Austausch. Die Trennung verläuft dann entlang der



3: Objektorientierte Planung. Planungselemente (hier Kabeltieftiefbau) werden nicht als einfache Geometrie, sondern direkt als Objekte mit entsprechender Fachlichkeit erzeugt
Quelle: ProVI GmbH

Fachrolle, nicht entlang von Werkzeug und Datenbestand.

Drei Eigenschaften unterscheiden eine solche integrierte Planung von der Aneinanderreihung getrennter Fachmodelle. Erstens eine gemeinsame Datengrundlage, auf der jedes Gewerk seine Objekte besitzt, gewerkeübergreifende Abhängigkeiten aber als ausdrückliche Beziehung hinterlegt sind statt als zufällige Nachbarschaft in der Geometrie. Die Mastgründung ist mit der Kabeltrasse verknüpft, weil sie fachlich von ihr abhängt. Zweitens ist diese Abhängigkeit Teil des Datenmodells und kein stilles Erfahrungswissen; ändert sich die Trasse, ist die Mastgründung als betroffen erkennbar, ohne dass ein Mensch die Kollision erst suchen muss. Drittens die nachvollziehbare Weitergabe von Änderungen: Verschiebt sich die Trasse, benennt das Modell die betroffenen Objekte über alle Gewerke hinweg, von der Gründung über die Entwässerung bis zur Signalkabelführung. Das führt weg vom späten Erkennen von Konflikten hin zum sofortigen Sichtbarmachen ihrer Folgen.

Wie groß der Effekt ausfällt, hängt vom Projekt ab; belastbare Vergleichszahlen liegen noch nicht vor. Der Mechanismus aber ist eindeutig: Abstimmungsaufwand, der heute durch verspätetes Erkennen entsteht, entfällt, wenn Änderungen ohne Medienbruch sofort für alle Fachbereiche sichtbar sind.

Daraus folgt ein weiterer Hebel: die Parallelisierung. Im Austauschmodell arbeiten die Gewerke notgedrungen seriell, eines wartet auf den Stand des anderen. Im assoziativen Modell ist der aktuelle Stand der

anderen stets präsent, sodass die Gewerke gleichzeitig arbeiten können. In einem Programm, das Maßnahmen auf wenige Sperrpausenwochen verdichtet, ist das kein Komfortgewinn, sondern ein Terminfaktor.

Dreierlei grenzt diesen Ansatz ab. Erstens bleibt er auf der Planungsebene: Die sicherheitskritische Stellwerkslogik bleibt im qualifizierten Werkzeug des Herstellers, das gemeinsame Modell trägt die Infrastruktur um sie herum, nicht ihre interne Logik. Zweitens stehen offene Formate und Standards nie zur Diskussion, und integrierte Planung ist kein closed BIM: openBIM, PlanPro, railML und IFC sind gesetzt und bleiben die Brücke zwischen den Datenräumen. Der Vorteil der integrierten, assoziativen Planung liegt nicht an dieser Grenze nach außen, sondern in der Planungsphase selbst. Und drittens ist gerade die Trennung ein Anwendungsfall und kein Widerspruch: Wo Primär- und Fallback-System räumlich getrennt geplant werden müssen, braucht es ein Modell, das beide Seiten kennt, denn nur dann lässt sich ihre Trennung verlässlich planen und prüfen.

Die integrierte Planung bildet die Brücke zwischen dem heutigen BIM-Modell und dem digitalen Zwilling von morgen, getragen von einer durchgängigen Datenbasis.

Von der Planung zum digitalen Zwilling

Der digitale Zwilling wird häufig als Zielbild für Betrieb, Instandhaltung und Asset Management beschrieben. Tatsächlich entscheidet sich seine Qualität deutlich früher, nämlich in der Planung.

Ein digitales Abbild der Infrastruktur kann nur dann konsistent sein, wenn die zugrunde liegenden Daten konsistent sind. Werden Informationen bereits während der Planung über verschiedene Systeme, Dateiformate und Datenstände verteilt, entstehen Brüche, die sich über den gesamten Lebenszyklus fortsetzen.

Ein integriertes, assoziatives Planungsmodell ist deshalb nicht die Vorstufe zu einem späteren Zwilling. Es ist bereits dessen Kern, vom ersten Planungsschritt an. Aus einer gemeinsamen Modellgrundlage entstehen konsistente Fachplanungen, daraus belastbare Bestandsdaten, und auf dieser Basis werden Bauzustände, Umbauten und Instandhaltungsmaßnahmen nachvollziehbar dokumentiert.

Ein digitaler Zwilling, der auf unverbundenen Fachmodellen aufsetzt, zeigt Geometrie, aber keine Folgewirkungen. Er kann nicht beantworten, was eine Trassenänderung mit der Oberleitung und der Entwässerung macht. Das ist kein Zwilling, sondern ein dreidimensionales Bild.

Der digitale Zwilling ist deshalb nicht der Ausgangspunkt der Entwicklung, sondern ihre logische Konsequenz. Die integrierte Planung bildet die Brücke zwischen dem heutigen BIM-Modell und dem digitalen Zwilling von morgen, getragen von einer durchgängigen Datenbasis.

Über ProVI

Die ProVI GmbH entwickelt Software für die digitale Verkehrs- und Infrastrukturplanung. Die Lösungen des Unternehmens werden von Infrastrukturbetreibern, Ingenieurbüros, Baufirmen und Verkehrsunternehmen für die Planung von Schienen- und Straßeninfrastruktur eingesetzt. Im Mittelpunkt steht die integrierte Planung unterschiedlicher Fachgewerke auf einer gemeinsamen Datengrundlage; im Bahnbereich umfasst dies die Hauptgewerke Verkehrsanlage, Leit- und Sicherungstechnik und Oberleitung sowie übergreifende Bereiche wie den Kabeltiefbau. ProVI setzt dabei auf openBIM und unterstützt die gängigen neutralen Formate wie PlanPro, railML und IFC. Auf der InnoTrans 2026 zeigt ProVI in Halle 5.2, Stand 280 aktuelle Entwicklungen zur integrierten Infrastrukturplanung.

Fazit

Der nächste Produktivitätssprung in der Bahnplanung entsteht nicht in den Gewerken, deren Werkzeuge längst reif sind, sondern an ihren Schnittstellen. Der entscheidende Schritt ist der von der geteilten zur integrierten Planung: weg vom periodischen Austausch zwischen getrennten Systemen, hin zum gemeinsamen, assoziativen Datenmodell, in dem die Gewerke fachlich getrennt, aber gleichzeitig arbeiten und in dem eine Änderung ihre Folgen über alle Beteiligten mitführt.

Das schließt die gemeinsam genutzte Kabeltrasse ein, jene Infrastruktur, die allen Gewerken gehört und deshalb bislang keinem. Erst wenn auch ihre Kabel als intelligente Objekte vorliegen, mit Gewerk, Typ und Belegung, ist dieser blinde Fleck der Bahnplanung beseitigt. Integrierte Infrastrukturplanung ist damit weniger eine Frage zusätzlicher Funktionen als eine andere Form der Zusammenarbeit. Sie bildet zugleich die Grundlage für konsis-

tente Bestandsdaten, durchgängige Informationsmodelle und langfristig für digitale Zwillinge, die Planung, Bau und Betrieb miteinander verbinden. Der eigentliche Gewinn ist aber unmittelbarer: Sie nimmt den Fachplanern die Koordinationslast zwischen den Gewerken ab, damit sie sich wieder auf das Planen konzentrieren können. •

Summary

The most expensive part of railway planning is invisible: Why cross-trade changes cost more than the planning itself, and how integrated planning changes this

Railway design tools have matured; gains within individual disciplines are now limited. The bottleneck has shifted to the interfaces between them. In tightly scheduled corridor renewals and ETCS migration, a change in one discipline cascades through the others, causing rework that is rarely measured. Separate BIM models are not an integrated plan. Only a shared, associative data model keeps dependencies explicit and propagates changes immediately, cutting coordination effort and enabling parallel work.

WE CREATE FRMCS

Mission-critical communication solutions are our DNA. We drive regulatory work and define future communication standards.

kontron
The Power of IoT

Visit us at InnoTrans 2026
22-25 September, Berlin

Booth 650,
Hall 4.1

Kontron Transportation
Your trusted partner for FRMCS.

www.kontron.com/kontron-transportation

Sicherheit mit System: Lösungen für Gleisbaustellen in Europa und der Welt

Die Welt bewegt sich und die Schiene bewegt sich mit. Immer mehr Züge nutzen bestehende Infrastruktur, immer mehr Strecken müssen modernisiert, erweitert oder vollständig erneuert werden. Gleichzeitig steigen die Anforderungen: höherer Zeitdruck, steigende Geschwindigkeiten, zunehmende Komplexität, Fachkräftemangel und wachsende Kosten. Die Gleisbaubranche spürt die Veränderungen, die die europäische Mobilitätswende mit sich bringt, deutlicher denn je.



Ein System, viele Möglichkeiten

Gleisbaustellen unterscheiden sich stark, je nach Arbeitsabläufen, örtlichen Gegebenheiten und nationalen Richtlinien. ZÖLLNER setzt deshalb auf flexibel anpassbare, modulare Warnsysteme, um für jede Situation maximale Sicherheit zu gewährleisten.

Das Prinzip ist dabei immer gleich: Ein Schienenfahrzeug wird detektiert, das Signal an eine Zentrale übertragen, die anschließend ein Warnsignal auslöst. Die Detektion erfolgt über Schienenkontakte, Außenposten oder Stellwerksmeldungen.

Je nach Einsatz kommen kollektive Warnsysteme oder personenbezogene

Warngeber zum Einsatz, die flexibel positioniert oder direkt an Maschinen angebracht werden können. Dank des stufenlosen Autoprowa® Effekts wird das akustische Warnsignal immer mit der optimalen Lautstärke ausgegeben (zwischen 97 und 126 dB(A)): laut genug, um alle Beschäftigten sicher zu warnen, und zugleich so leise wie möglich, um Anwohner und Umwelt zu schonen.

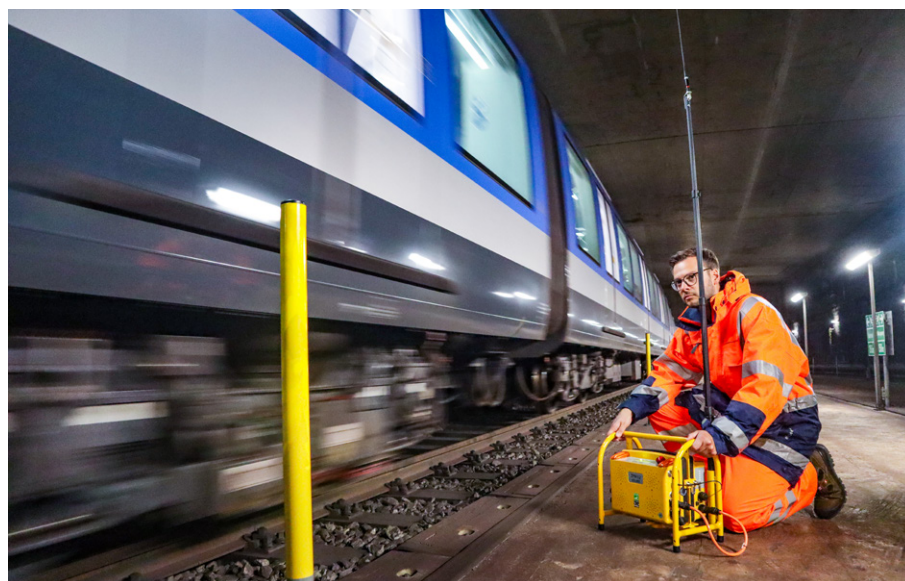
Auch die Systemvernetzung ist flexibel: kabelgebunden, per Funk oder kombiniert. So lässt sich für jede Baustelle oder Wartung die optimale Lösung realisieren. Mit internationaler Erfahrung unterstützt ZÖLLNER weltweit, angepasst an lokale Anforderungen und Vorschriften.



Dr. Britta Lissinna
Head of Sales
ZÖLLNER Signal GmbH
britta.lissinna@zoellner.de



Lynn Reinacher
Communications and Strategy
ZÖLLNER Signal GmbH
lynn.reinacher@zoellner.de



1: Das MFW dient als verllässlicher Begleiter für wandernde Kleinbaustellen. Dank state-of-the-art-Funktechnologie ist auch der Einsatz in Tunneln oder topografisch schwierigem Gelände problemlos möglich
Quelle aller Bilder: ZÖLLNER Signal GmbH

Warnsysteme für Kleinbaustellen

Wandernde Kleinbaustellen in Deutschland

Bei (schnell-)wandernden Baustellen ist eine flexible Sicherung entscheidend. Die eingesetzten Komponenten müssen schnell installierbar, jederzeit verfügbar und einfach in der Handhabung sein. Das ZÖLLNER MFW - das Mobile Funkwarnsystem - wird in Deutschland als mobile Lösung insbesondere für Kleinbaustellen eingesetzt. Die Zugdetektion erfolgt dabei über den Funksender ZFS, der von einer Person getragen wird. Die Sicherung der Arbeiten erfolgt durch Warngeräte, die zuverlässig und gut wahrnehmbar vor herannahenden Schienenfahrzeugen warnen.

Wenn nur wenige Personen gewarnt werden müssen, die sich zudem in unmittelbarer Nähe zueinander befinden, reicht



2: Das Vegetationswarngerät ZVW ist direkt in die Schutzausrüstung der Mitarbeiter integriert. Mit akustischen Warnsignalen direkt im Gehörschutz sowie LED-Erinnerungsleuchten im Visier ist eine Warnung für jeden Mitarbeiter trotz lauten Gerätes, schnellem Arbeitsfortschritt und großen Sicherheitsabständen untereinander immer sicher wahrnehmbar

in den meisten Fällen bereits die Warnung nur über das ZPW-12 aus. Es wird von der Sicherungsaufsicht getragen oder im Schutzkorb installiert und fungiert gleichzeitig als Systemzentrale. Diese kompakte Lösung reduziert Logistikkosten und ermöglicht einen nahezu sofortigen Arbeitsbeginn ganz ohne aufwendige Installationszeiten.

Abstandsmessung in real-time in Frankreich

In Frankreich werden Mitarbeiter auf wandernden Baustellen häufig zusätzlich mit einem Sprechfunkgerät ausgestattet, über den die Sicherungsaufsicht mit den Außenposten in Kontakt ist. Hier hat ZÖLLNER gemeinsam mit einem Partner eine Lösung gefunden, um den Sprechfunk und eine Positionierungsfunktion mit dem MFW zu kombinieren.

Die Sicherungsaufsicht (in Frankreich ASP) gibt den vorgeschriebenen Abstand zu den Außenposten ein; dieser wird automatisch an deren Geräte übertragen. Bei Nichteinhaltung wird gleichzeitig ein Alarm sowohl auf dem Gerät des ASP als auch auf dem Gerät des betreffenden Außenpostens ausgelöst. Darüber hinaus kann der ASP die Position jedes Außenpostens in Echtzeit auf einer Karte verfolgen. Die Annäherungsstrecke ist somit nie kürzer als definiert.

Dank der Abstandsmessung und automatischer Warnmeldungen können sich die Außenposten so vollständig auf die Überwachung des Zugverkehrs kon-

zentrieren, ohne ihre Distanz fortlaufend kontrollieren zu müssen.

Vegetationswarnung in Deutschland

Die Sicherung von Vegetationsarbeiten entlang von Gleisen stellt besondere Herausforderungen dar: Hoher Geräuschpegel der Arbeitsgeräte, Gehör- und Gesichtsschutz sowie größere Abstände zwischen den Mitarbeitenden während eines sehr raschen Arbeitsfortschrittes. Klassische kollektive Warnsysteme können hier nicht zweckmäßig eingesetzt werden.

Mit dem ZÖLLNER Vegetationswarnsystem ZVW (SIL3) steht hierfür eine speziell entwickelte Lösung zur Verfügung. Es ist das einzige in Deutschland zugelassene individuelle Warnsystem dieser Art und hat sich vielfach im Einsatz bewährt.

Das System kombiniert Zugdetektion, eine zentrale Steuerung und persönliche Warngeräte, die direkt in die Schutzausrüstung der Arbeitenden integriert sind. Warnsignale werden akustisch über den Gehörschutz und zusätzlich als Erinnerung optisch über LEDs im Visier ausgegeben.

Ergänzende Funktionen wie Statusansagen, Pausenanforderung und automatische Trage-Überwachung des Gehörschutzes erhöhen die Sicherheit weiter. In der Praxis sorgt das System für ein deutlich gesteigertes Sicherheitsgefühl und ermöglicht es den Mitarbeitenden, sich voll auf ihre Arbeit zu konzentrieren.

Stationäre Kleinbaustellen in Neuseeland

Auch bei stationären Kleinbaustellen bietet das MFW eine schlanke und effiziente Lösung zur Warnung der Beschäftigten. Anstelle eines manuell ausgelösten Signals erfolgt die Zugdetektion über einen oder mehrere Schienenkontakte.

Der Einbau des induktiven Zugdetektors F500 erfolgt in wenigen Minuten. Mit der neuen ZÖLLNER Magnethalterung geht es sogar noch schneller.

In den meisten Fällen wird das System halbautomatisch betrieben: Die Auslösung des Warnsignals erfolgt automatisch, während die Rücknahme der Warnung manuell über die Zentrale vorgenommen wird. Bei überschaubaren Baustellen ermöglicht dieses Vorgehen ein besonders kompaktes System mit wenigen Komponenten und entsprechend einfacher Logistik. Häufig übernimmt dabei das ZPW-12 auch hier wieder eine Doppelfunktion als Warngerät und Zentrale zugleich.

Warnsysteme für mittelgroße Baustellen und Großbaustellen

Vollautomatische Funkwarnanlagen in Finnland

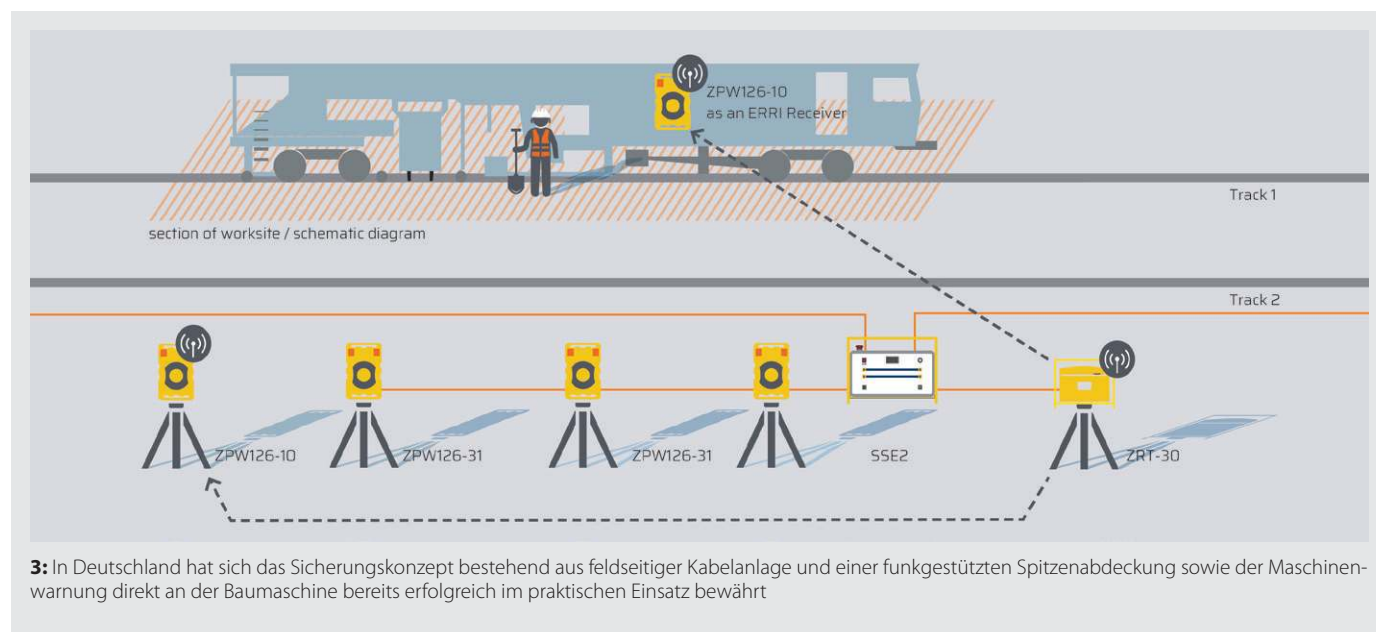
Bei größeren oder unübersichtlichen Baustellen sorgt ein vollautomatischer Betrieb für ein besonders hohes Sicherheitsniveau. In Finnland wird das MFW so eingesetzt, dass Aktivierung und Deaktivierung der Warnung über Schienenkontakte erfolgen.

Die Warnung übernehmen gezielt platzierte Warngeräte ZPW 126-10 – direkt an den Arbeitsstellen statt flächendeckend entlang der gesamten Baustelle. Obwohl automatische Warnsysteme dort nicht vorgeschrieben sind, fiel die Entscheidung bewusst zugunsten des MFW – aufgrund höherer Sicherheit und wirtschaftlicher Vorteile gegenüber personellen Warnketten.

Auch in Deutschland kommt das MFW vollautomatisch zum Einsatz und sichert mittlere bis große Baustellen zuverlässig ab. Ab einer Länge von 400 m ist der vollautomatische Betrieb verpflichtend. Zusätzlich können Warngeräte flexibel an Baumaschinen angebracht werden, um temporäre Bedarfsspitzen abzudecken.

MFW als Kette oder in Kombination mit der Kabelanlage

Auf Großbaustellen bewegen sich zahlreiche Personen entlang der gesamten Baustellenlänge, wobei ihre Aufenthalts-



orte oft nicht exakt vorhersehbar sind. Eine punktuelle Warnung ist unter diesen Umständen wenig zielführend. Stattdessen wird die gesamte Baustellenstrecke durchgehend abgesichert, indem die Warngeber in Form einer Kette angeordnet werden.

Dieses Konzept lässt sich sowohl mit den Warngebern des MFW als auch mit der Kabelanlage realisieren. Bei länger andauernden Baustellen wird häufig die Kabelanlage bevorzugt: Einmal installiert, arbeitet sie vollautomatisch, ohne Akkuwechsel. Auch Strecken von mehreren Kilometern können problemlos abgesichert werden, indem mehrere (Kabel-)Anlagen parallel eingesetzt werden.

Die Leistungsfähigkeit dieses Systems hat sich bereits in über 100.000 Einsätzen national wie international und unter unterschiedlichsten Bedingungen eindrucksvoll bewährt.

Kombination von Funk- und Kabelkomponenten für maximale Flexibilität

Der ZÖLLNER Radio Transceiver ZRT-30 ermöglicht die direkte Anbindung der Autoprowa® Kabelanlage an das Mobile Funkwarnsystem MFW. Dadurch lassen sich unterschiedlichste Baustellensituationen effizient, lärmoptimiert und kostengünstig absichern, bei gleichzeitig höchstem Sicherheitsniveau.

Durch die Integration funkbasierter Warngeber können bei Bedarf zusätzliche Warnsysteme flexibel eingebunden werden, etwa maschineneigene Anlagen oder ergänzende Warngeber, die bei erhöhtem

Lärmaufkommen erforderlich sind. Diese Erweiterungen lassen sich schnell und unkompliziert realisieren.

Warnsysteme direkt auf der Gleisbaumaschine

Das maschineneigene Warnsystem in Polen, Deutschland, Österreich und Frankreich

Komplexe Bauarbeiten im und am Gleis, wie beispielsweise Bahninfrastrukturprojekte oder Gleiserneuerungen, stellen hohe Anforderungen an die Sicherung des Perso-

nals vor Zugfahrten im benachbarten Gleis. Das ZÖLLNER Maschinenwarnsystem wird fest auf der jeweiligen Maschine installiert, über die vorhandene Stromversorgung betrieben und mittels ERRI-Schnittstelle durch die feldseitige Ankündigungsanlage angesteuert.

Das Maschinenwarnsystem ist europaweit im Einsatz. In Polen wird es bereits seit 2018 erfolgreich genutzt, und auch in Deutschland sowie Österreich ist es seit über 15 Jahren weit verbreitet installiert. Dort werden mittlerweile sogar Maschinen ohne verpflichtendes eigenes Warnsystem



4: Das maschineneigene Warnsystem wird mit einem feldseitig aufgebauten kabelgebundenen Warnsystem kombiniert, um maximale Sicherheit für Arbeitende auf Großbaustellen zu gewährleisten

mit entsprechenden Warngewerben ausgestattet, da sich hierdurch die Sicherheit auf und im Umfeld der Maschinen erheblich steigern lässt.

Um Personen auch in schwer einsehbaren Bereichen, beispielsweise an Durchgängen oder Engstellen, zuverlässig zu schützen, werden zusätzlich gezielt Erinnerungsleuchten an diesen Positionen installiert. So werden alle im Arbeitsbereich rechtzeitig und eindeutig auf herannahende Zugfahrten aufmerksam gemacht.

Auch in Frankreich setzt man auf das ZÖLLNER Maschinenwarnsystem.

Immer verfügbar – (semi-)permanent installierte Warnsysteme

Das vollautomatische, semi-permanente Warnsystem in England (ATWS)

An Streckenabschnitten, an denen regelmäßig Tätigkeiten stattfinden – beispiels-

weise Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten, Begehungen oder Kontrollen – sind dauerhaft Schienenkontakte im Gleis installiert. Die zugehörigen Anschlussboxen und Sender befinden sich in Schaltschränken in Gleisnähe und sind fest installiert, sie verfügen über eine permanente Stromversorgung. Auch die Steuerungseinheit verbleibt dauerhaft vor Ort.

Für den jeweiligen Einsatz werden lediglich die Warngewerben zur Arbeitsstelle mitgebracht, in das System über Funk eingebunden und aktiviert. Dadurch kann die Sicherung unmittelbar hergestellt werden, sodass die Arbeiten ohne Verzögerung beginnen können.

Perspektivisch ist zudem der Einsatz des individuellen Warngewerben WADSON vorgesehen. Dabei bringt jede beschäftigte Person ihr persönliches Warngerät mit zur Arbeitsstelle und loggt sich direkt in das vorhandene Warnsystem ein. Dies ermög-

licht eine noch gezieltere und individuellere Absicherung.

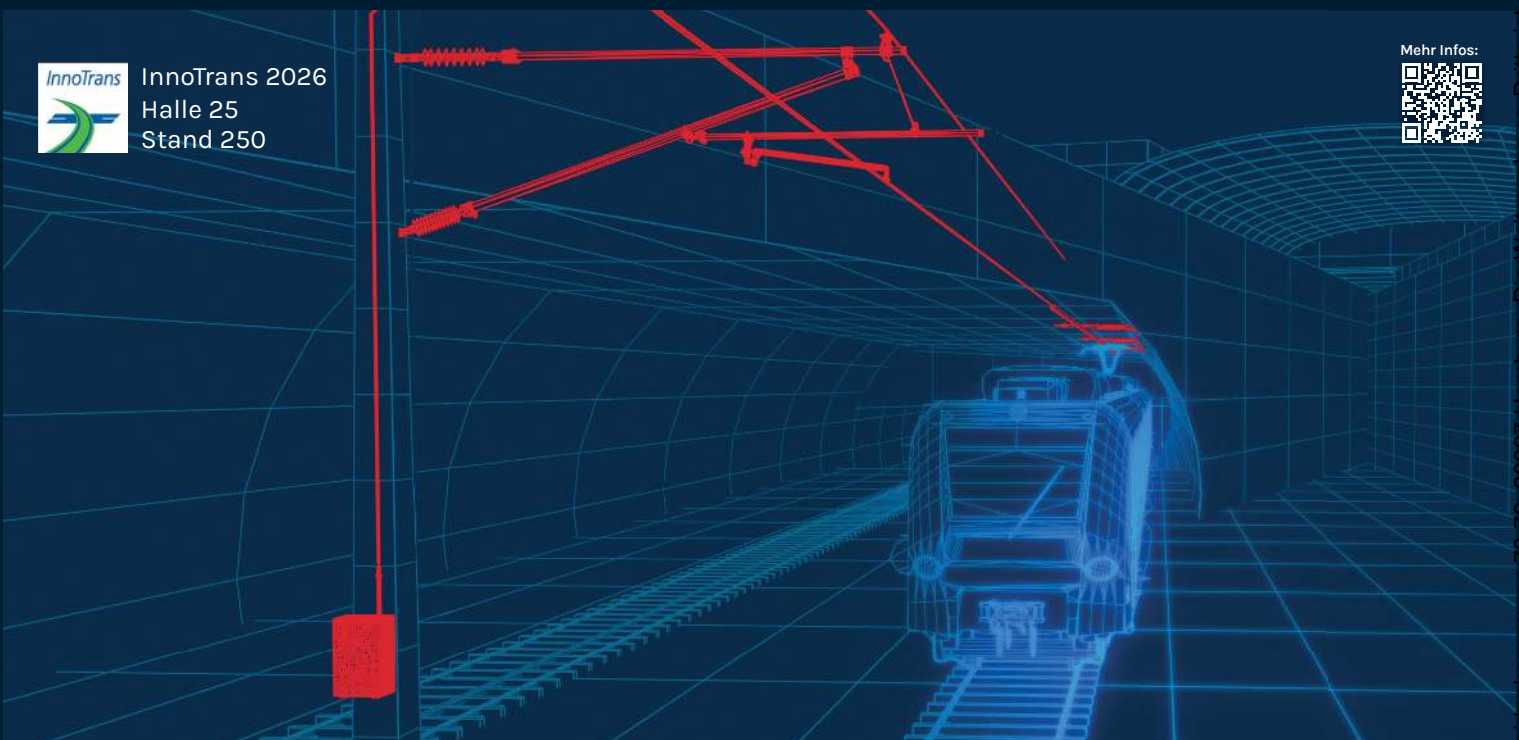
Stellwerksgesteuerte Warnsysteme und Systeme mit Zugrückhalt

SCWS bedeutet „Signal Controlled Warning Systems“ also „Signalgesteuerte Warnsysteme“. Hier erfolgt die zeitgerechte Warnung des Personals am Gleis auf Basis von Fahrtinformationen aus dem Signalgebungssystem (Stellwerk, Leitsystem). Hierdurch wird der effizienteste und höchste Sicherheitsstandard der Warnung bei Aufrechterhaltung des Fahrbetriebs erzielt. Zusätzlich zur Warnfunktion können SCWS mit der Funktion des Fahrtrückhalts ausgestattet sein, womit Fahrten zurückgehalten werden, bis das Personal am Gleis die Räumung des Gefahrenbereichs bestätigt hat.

Signalgesteuerte Warnsysteme bestehen in der Regel aus einer Innenanlage, welche sich im Stellwerk befindet und dort die Fahrt-

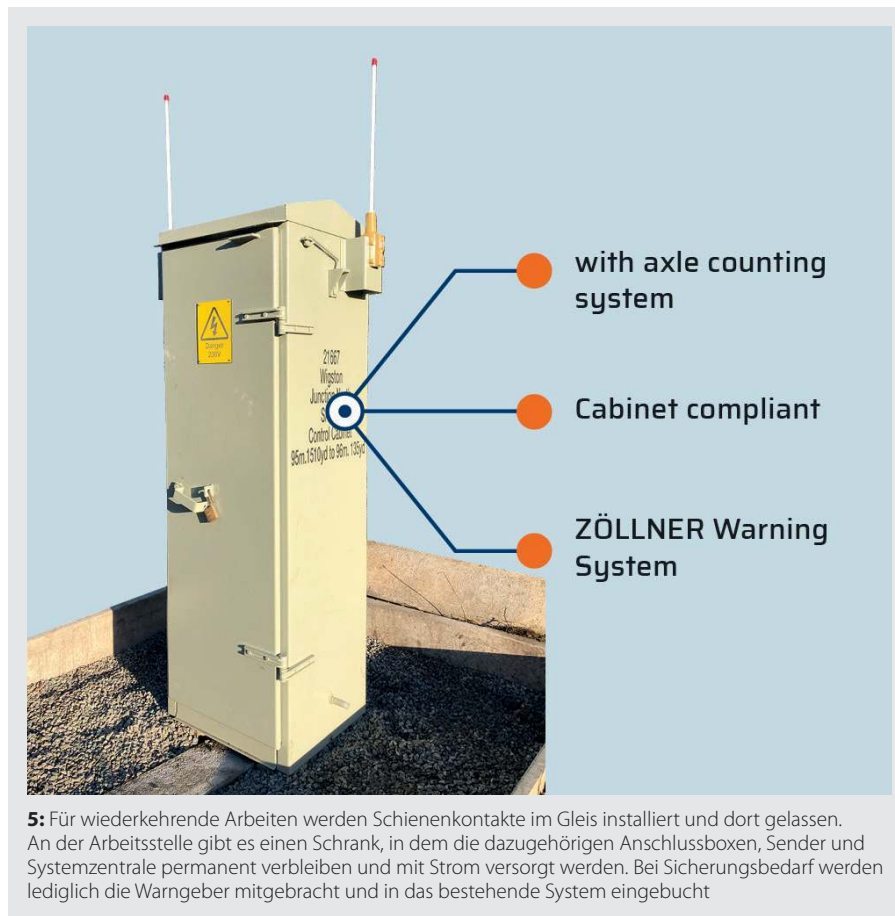


InnoTrans 2026
Halle 25
Stand 250



UNSERE LÖSUNG: OPTIMAL FÜR TUNNEL UND JEDE GESCHWINDIGKEIT.

Erweitern Sie Ihre Möglichkeiten in engen Tunneln und auf offenen Strecken mit unserer Oberleitungsstromschiene TracFeed® OSS und unseren Fahrleitungssystemen der TracFeed ALU-Serie für jede Geschwindigkeit: rail-ps.com/fahrleitung



Wer ist ZÖLLNER?

Als einer der weltweit führenden Hersteller automatischer Warnsysteme schützt ZÖLLNER seit Jahrzehnten Menschen, die an oder in Gleisnähe arbeiten. Das Unternehmen mit Hauptsitz in Kiel feiert in diesem Jahr sein 80-jähriges Bestehen und hat sich vom regionalen Familienbetrieb zu einem international anerkannten Technologieführer entwickelt.

ZÖLLNER bündelt Entwicklung, Produktion und Service unter einem Dach. Moderne Infrastruktur sowie ein 24/7-Service ermöglichen Sicherheitslösungen, die weltweit im Einsatz sind. ZÖLLNER steht für technologische Exzellenz, Verlässlichkeit und eine klare Mission: Menschen schützen.

Mehr über ZÖLLNER:



informationen verarbeitet, und einer Außenanlage, welche das Personal auf der Baustelle vor den Fahrten warnt. Die Kommunikation zwischen Innenanlage und Außenanlage erfolgt derzeit drahtlos über GSM-R, weitere Technologien sind in Planung.

ATW-Tx in Belgien

Das ATW-Tx ist ein vollautomatisches signalgebundenes Warnsystem, das standardmäßig die Einfahrt in gesicherte Bereiche verhindert. Dadurch eignet es sich besonders zur Absicherung von kleinen bis komplexen Bahnhöfen, etwa wie Brüssel Midi. In Belgien sind bereits rund 550 Standorte mit ATW-Tx ausgestattet. Das Betriebsleitsystem EBP gibt über ein Gateway die Zugwarnung in einer vordefinierten Zeit zur Baustelle. Personen im und am Gleisbereich werden zuverlässig vor herannahenden Schienenfahrzeugen gewarnt. Eine Zugdurchfahrt wird erst dann freigegeben, wenn sich keine Personen mehr im Gefahrenbereich aufhalten. Die Freigabe erfolgt durch den Bediener über die Zentrale ZPW-Tx.

Da Baustellensituationen häufig unter hohem Zeitdruck stehen, wurde bei der

Entwicklung großer Wert auf eine schnelle und einfache Inbetriebnahme gelegt. Mitarbeitende können sich für Tätigkeiten in einer Zone unkompliziert über fest installierte RFID Tafeln anmelden.

Derzeit deckt das ATW-Tx System mehr als 280 Bahnhöfe im belgischen Eisenbahnnetz ab und hat sich dort als leistungsfähige und zuverlässige Lösung etabliert.

Systeme mit Zugrückhalt auf ETCS-Strecken – COBRA in Belgien

COBRA („Control of Balises with Remote Assistance“) ist ein System zur gezielten Beeinflussung von Schienenfahrzeugen in Gefahrensituationen, beispielsweise im Bereich von Baustellen. Hierbei können Züge bei Bedarf automatisch gebremst werden. Das COBRA-System basiert auf zwei Balisen (eine fest installierte und eine umschaltbare), die mit einem speziellen Schnellmontagesatz in weniger als fünf Minuten in die Schiene eingebaut werden können. Das System ist so ausgelegt, dass in der Grundstellung die Durchfahrt eines Zuges verhindert wird. Eine Befahrung des Gleisabschnitts ist erst nach aktiver Frei-

gabe durch den Bediener möglich. Diese erfolgt über ein Steuergerät, das per Funk das Telegramm der Balise entsprechend schaltet. COBRA arbeitet dabei autark und unabhängig von übergeordneten Zugbeeinflussungssystemen.

Summary

Systematic Safety: Solutions for Railway Worksites across Europe and the World

As rail traffic increases and infrastructure projects become more demanding, ensuring worker safety is more important than ever. ZÖLLNER's modular warning systems provide flexible, reliable protection for railway worksites of all sizes and can be adapted to local requirements worldwide. By combining intelligent train detection, optimized warning technology, and wired or wireless communication, ZÖLLNER delivers maximum safety and efficiency in any worksite environment.



INTEGRIERTE BAHNPLANUNG

Alle Disziplinen. Ein Modell. Null Reibung.

Mit der neuen Oberleitungsplanung verbindet ProVI alle relevanten Bahn-Gewerke in einem gemeinsamen Modell. Die gewerkeübergreifende Planung reduziert Abstimmungen, verhindert Inkonsistenzen und minimiert doppelte Arbeit in komplexen Infrastrukturprojekten.

Damit vereint ProVI Verkehrsanlage, Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitung und Kabeltiefbau in einer durchgängigen Planungslösung.



Erleben Sie integrierte
Bahnplanung live auf der
InnoTrans
Halle 5.2 | Stand 280

ProVI
PROVI-CAD.DE

Dynamischer Gleisstabilisator – von der Konsolidierung des Schotterbetts zum intelligenten Messsystem

Die Anforderungen an die Eisenbahninfrastruktur steigen kontinuierlich. Höhere Achslasten, wachsende Streckenauslastungen und kürzere Sperrpausen erhöhen den Druck auf Infrastrukturbetreiber, die Verfügbarkeit des Netzes bei gleichzeitig hoher Gleislagequalität sicherzustellen. Eine zentrale Herausforderung besteht dabei in der Wiederherstellung der Gleisstabilität nach Stopf-, Umbau- oder Erneuerungsarbeiten. Durch Heben und Richten des Gleises während des Stopfprozesses wird die bestehende Kornstruktur des Schotterbetts aufgelockert und der Querverschiebewiderstand (QVW) des Gleises erheblich reduziert. Unmittelbar nach der Durcharbeitung sinkt dieser auf etwa 50 bis 60 % seines ursprünglichen Wertes, wodurch häufig Langsamfahrstellen erforderlich werden [3]. Der Dynamische Gleisstabilisator (DGS) wurde entwickelt, um diese Auswirkungen gezielt zu reduzieren. Durch kontrollierte Kombination aus vertikaler Auflast und horizontalen Schwingungen wird die von der Betriebsbelastung verursachte Schotterkonsolidierung vorweggenommen. Dadurch können Langsamfahrstellen reduziert oder vollständig vermieden sowie die langfristige Gleislagequalität verbessert werden [1].



Entwicklung der Technologie

Die Entwicklung der dynamischen Gleisstabilisierung begann Anfang der 1970er-Jahre bei Plasser & Theurer. Nach umfangreichen Versuchsreihen gemeinsam mit europäischen Bahnverwaltungen wurde bereits 1975 der erste Dynamische Gleisstabilisator vorgestellt. Ziel war die künstliche Erhöhung des QVW nach Neubau- und Instandhaltungsmaßnahmen [1].

Frühe Untersuchungen belegten den Nutzen der Technologie eindeutig. Bereits 1976 konnte die TU München eine Erhöhung des QVW um mehr als 35 % gegen-

über dem Zustand unmittelbar nach dem Stopfen nachweisen. Untersuchungen in den Niederlanden zeigten sogar eine Wiederherstellung des ursprünglichen QVW um bis zu 100 % [1].

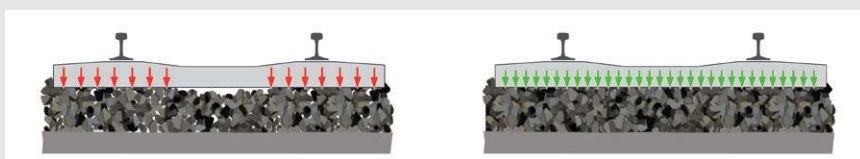
Bis heute wurden weltweit mehr als 1300 Stabilisierungssysteme ausgeliefert. Die Technologie wird sowohl als eigenständige Maschine als auch integriert in Stopfmaschinen, Bettungsreinigungsmaschinen und Gleisumbauzüge eingesetzt. Die dynamische Gleisstabilisierung gilt mittlerweile als Standardverfahren im Neubau und in der Instandhaltung von hoch belasteten Schottergleisen [8]



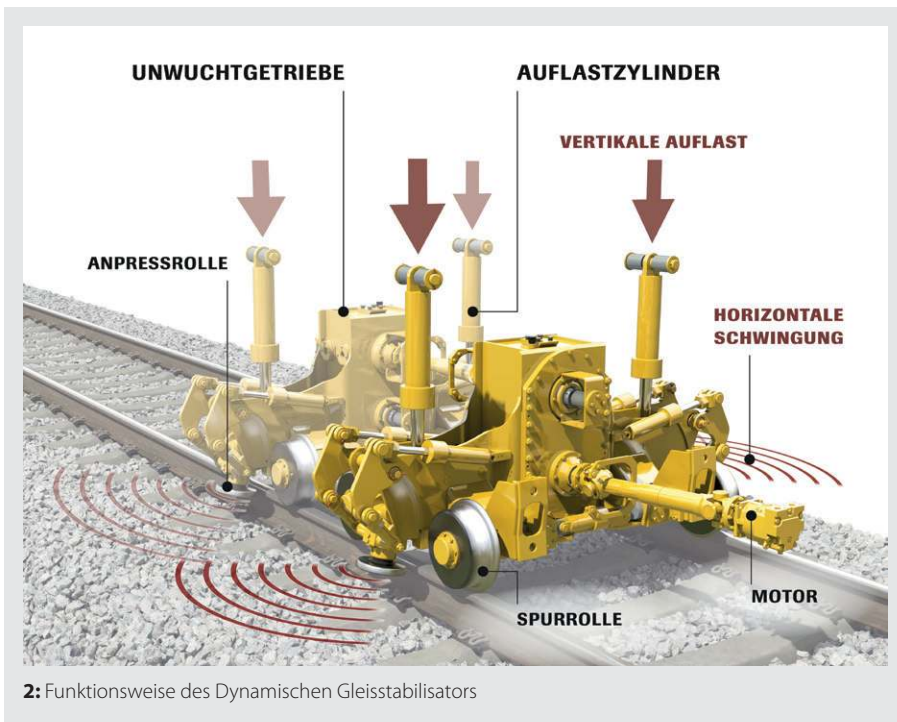
Dipl.-Ing. Bernhard Antony

Director of Strategic Product Development, Plasser & Theurer, Linz

bernhard.antony@plassertheurer.com



1: Schotterquerschnitt vor und nach der kontrollierten Konsolidierung durch den Dynamischen Gleisstabilisator



Technische Eigenschaften und Einsatzbedingungen

Der DGS wirkt durch eine definierte vertikale Auflast und eine horizontale Schwingungsanregung auf den Gleisrost (siehe Abbildung 2). Die Schotterkörner werden dabei in einen Zustand kontrollierter dynamischer Fluidisierung versetzt, wodurch sich Hohlräume schließen und eine homogene Verdichtung des gesamten Schotterquerschnitts entsteht [4].

Moderne DGS-Systeme ermöglichen stufenlose Einstellung von Frequenz, Schlagkraft, Amplitude und Auflast. Forschungsergebnisse zeigen, dass insbesondere Frequenzen um 35 Hz in Kombination mit geeigneten Amplituden die effektivste Verdichtung erzeugen. Numerische Simulationen mittels Diskreter-Elemente-Methode (DEM) bestätigten die aus der Praxis bekannten optimalen Arbeitsparameter [4].

Aufzeichnung der Parameter im Plasser OperatingSystem

Die Digitalisierung eröffnet neue Möglichkeiten zur Qualitätsdokumentation. Moderne Stabilisierungssysteme erfassen Arbeitsparameter wie Frequenz, Schlagkraft, Auflast, Fahrgeschwindigkeit sowie Messgrößen aus der Maschine-Schotter-Interaktion kontinuierlich und stellen diese über Plattformen wie das Plasser OperatingSystem für Auswertung und Dokumentation

bereit. Dadurch wird die Stabilisierung von einer reinen Arbeitsfunktion zunehmend zu einem datenbasierten Prozess der Bewertung und Dokumentation. Die gewonnenen Informationen können unmittelbar für Qualitätsnachweise sowie zukünftige Instandhaltungsentscheidungen genutzt werden [5,6].

Automatisierung

Parallel zur Digitalisierung schreitet die Automatisierung der Gleisinstandhaltung voran. Moderne Assistenzsysteme wie der

Plasser TampingAssistant übernehmen bereits die automatische Positionierung von Arbeitsaggregaten, erkennen Infrastrukturkomponenten und unterstützen den Bediener bei der Parametrierung des Arbeitsprozesses. Diese Entwicklungen werden künftig auch auf den DGS übertragen. Ziel ist eine automatische Anpassung von Frequenz, Auflast und Schlagkraft an die tatsächlichen Oberbaubedingungen während der Arbeit [5,6].

Vergleich Dynamischer Gleisstabilisator mit und ohne variable Schlagkraft

Eine wesentliche Weiterentwicklung der letzten Jahre ist die Einführung der variablen Schlagkraft. Während bei früheren Systemen die Schlagkraft ausschließlich über die Frequenz beeinflusst werden konnte, ermöglicht heute die hydraulisch verstellbare Exzentrizität direkte Anpassung der Anregungsenergie an die jeweiligen Streckenbedingungen [2].

Die Schlagkraft ergibt sich aus:

$$F = m \cdot e \cdot (2\pi f)^2$$

Dabei bestimmt neben der Frequenz insbesondere die Exzentrizität die erzeugte horizontale Stabilisierungswirkung.

Der Vorteil der variablen Schlagkraft zeigt sich insbesondere in Weichen- und Kreuzungsbereichen, auf Brücken, bei Stop-and-Go-Betrieb sowie bei wechselnden Oberbauszuständen. Bei älteren Systemen musste beim Anhalten die Frequenz schrittweise reduziert werden. Dadurch



3: DGS-Forschungsaggregat mit dynamischer Entkopplung im Feldtest



4: DGS-Prüfstands Aufbau im Labor der Penn State University, USA

konnten lokal unterschiedliche Verdichtungen entstehen. Mit der variablen Schlagkraft kann die Anregung sofort auf null zurückgenommen werden, während die Frequenz konstant bleibt. Beim Wiederanfahren steht die volle Stabilisierung unmittelbar wieder zur Verfügung, wodurch Unstetigkeiten in der Gleisgeometrie vermieden werden [1, 2].

Untersuchungen von Network Rail bestätigten insbesondere im Weichenbereich Vorteile hinsichtlich Homogenität der Verdichtung und langfristiger Entwicklung der Gleisgeometrie [1]. Die Möglichkeit, die Schlagkraft an unterschiedliche Einsatzbedingungen anzupassen, ist ein wichtiger Schritt hin zu adaptiver Gleisstabilisierung. Aktuelle Forschungsprojekte beschäftigen sich daher mit der Frage, wie optimale Parametrierung künftig automatisiert aus Infrastruktur- und Prozessdaten abgeleitet werden kann.

Reduktion von Langsamfahrstellen und Verbesserung der Gleislage

Der wichtigste Nutzen des DGS liegt in der künstlichen Vorwegnahme der betrieblichen Konsolidierung des Schotterbetts. Untersuchungen in den USA konnten zeigen, dass durch die dynamische Gleisstabilisierung Konsolidierungseffekte erzielt werden, die einer erheblichen Verkehrsbelastung entsprechen [1]. Diese Ergebnisse

wurden im Forschungsprojekt „DynaTrack“ der TU München bestätigt. Die dort durchgeführten Messungen wiesen nach, dass die Wirkung der Stabilisierung konservativ einer Verkehrsbelastung von mindestens 100.000 Lasttonnen entspricht [3]. Obwohl auf einzelnen Versuchsabschnitten deutlich höhere Werte ermittelt wurden, wird für die Beschreibung der Technologie bewusst dieser konservative Nachweiswert verwendet.

Besonders bemerkenswert waren Untersuchungen zur lagenweisen Verdichtung. Die höchsten QVW-Werte und die homogenste Entwicklung der Gleislage wurden erzielt, wenn nach jedem Stopfgang stabilisiert wurde. Dabei konnte eine QVW-Erhöhung von mehr als 30 % gegenüber dem nicht stabilisierten Referenzabschnitt nachgewiesen werden [3].

Wirtschaftlichkeit der dynamischen Gleisstabilisierung

Neben den technischen Vorteilen ergeben sich erhebliche wirtschaftliche Effekte. Die Vermeidung von Langsamfahrstellen reduziert betriebliche Einschränkungen und erhöht die Streckenverfügbarkeit unmittelbar nach Abschluss der Arbeiten. Bereits in den 1980er-Jahren berechnete British Rail ein Einsparungspotenzial von rund 20 Mio. GBP jährlich durch den Wegfall von Geschwindigkeitsbeschränkungen nach Gleisarbeiten [1].

Zusätzlich bewirkt die homogenere Schotterverdichtung reduzierte Anfangssetzungen, bessere Gleislageentwicklung, längere Stopfintervalle und geringere Lebenszykluskosten. Aktuelle Untersuchungen zeigen zudem, dass durch den DGS kein messbarer zusätzlicher Schotterverschleiß verursacht wird [3]. Die wirtschaftlichen Vorteile bilden gleichzeitig einen wesentlichen Treiber für die laufende Weiterentwicklung der Technologie und die zunehmende Integration digitaler Assistenz- und Optimierungsfunktionen.

Weiterentwicklung des DGS

Forschungsprojekt mit der TU Wien

Ein wesentlicher Baustein der aktuellen Weiterentwicklung des Dynamischen Gleisstabilisators ist das gemeinsam mit der TU Wien durchgeführte Forschungsprojekt zur Analyse der Wirkmechanismen der dynamischen Gleisstabilisierung. Dafür wurde ein neuartiges Versuchsaggregat entwickelt, das neben der klassischen horizontalen Stabilisierung erstmals auch gezielte vertikale Anregung des Gleises ermöglicht. Ziel ist es, Zusammenhänge zwischen Maschinenparametern und Verdichtungsergebnis besser zu verstehen und daraus künftig eine an die lokalen Infrastrukturbedingungen angepasste Parametrierung abzuleiten.

Die gewonnenen Erkenntnisse dienen gleichzeitig als Grundlage für die Entwicklung der nächsten DGS-Generation. Bereits im Versuchsaggregat wurden zentrale Merkmale des zukünftigen Serien-DGS umgesetzt, darunter tieferer Schwerpunkt und dynamische Entkopplung vom Maschinenrahmen. Darüber hinaus wird untersucht, inwieweit durch effizientere Energieeinkleitung höhere Arbeitsgeschwindigkeiten bei gleichbleibender oder verbesserter Stabilisierungswirkung erreicht werden können. Die Ergebnisse fließen direkt in die Entwicklung des neuen elektrischen Dynamischen Gleisstabilisators ein.

Forschungsprojekt mit Penn State University

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt ist das gemeinsame Projekt „Adaptive Track Stabilization“ von Penn State University, Plasser American und Plasser & Theurer. Ziel ist die Entwicklung einer datenbasierten Parametrierung des Dynamischen Gleisstabilisators für unterschiedliche Gleisbedingungen. Dabei werden Einflüsse von Schiene, Schwelle und Schotter auf die Stabilisierungswirkung untersucht und mit Messungen an einem DGS-Prüfstand sowie DEM- und FEM-Simulationen kombiniert. Langfristig sollen daraus Algorithmen entstehen, die für definierte Randbedingungen automatisch optimale Einstellungen von Frequenz, Auflast und Schlagkraft empfehlen. Das Projekt markiert einen wichtigen Schritt auf dem Weg von der erfahrungsbasierten zur adaptiven Gleisstabilisierung und unterstützt gleichzeitig die weitere Marktdurchdringung der Technologie in Nordamerika.

Ausblick: Der nächste Entwicklungsschritt

Elektrischer Dynamischer Gleisstabilisator

Die in den Forschungsprojekten gewonnenen Erkenntnisse werden derzeit in die Entwicklung des neuen elektrischen Dynamischen Gleisstabilisators (E-DGS) überführt. Die Auslegung des Aggregats erfolgte auf Basis der Forschungsergebnisse und berücksichtigt bereits Optimierungsansätze wie tieferen Schwerpunkt und dynamische Entkopplung vom Maschinenrahmen. Der Entwicklungsprozess basiert auf dem systematischen Ansatz aus Spezifikation, Simulation, Prüfstandserprobung und anschließenden Feldversuchen. Nach erfolgreichen Prüfstandsversuchen werden die gewonnenen Erkenntnisse derzeit in die finale Opti-

mierung eingearbeitet. Im nächsten Schritt sind umfangreiche Feldtests zur Überprüfung von Leistungsfähigkeit, Arbeitsgeschwindigkeit und Dauerhaltbarkeit unter realen Einsatzbedingungen vorgesehen.

Schienenbefestigung als zusätzliche Messgröße

Ein weiterer vielversprechender Ansatz besteht in der kontinuierlichen Überwachung der Schienenbefestigung während der Stabilisierung. Durch die Analyse der Maschinen-Schotter-Gleis-Interaktion können Auffälligkeiten an Befestigungssystemen erkannt und dokumentiert werden. Dadurch entwickelt sich der DGS zunehmend von einer reinen Arbeitsmaschine zu einem zusätzlichen Diagnosesystem für den Fahrweg [7].

Fazit

Der Dynamische Gleisstabilisator hat sich in den vergangenen fünf Jahrzehnten von einer Technologie zur Konsolidierung des Schotterbetts zu einem unverzichtbaren Bestandteil moderner Strategien zur Gleisinstandhaltung entwickelt. Zahlreiche Untersuchungen belegen den positiven Einfluss auf den Querverschiebewiderstand, die Reduktion von Langsamfahrstellen sowie die langfristige Entwicklung der Gleislage. Gleichzeitig ergeben sich durch höhere Streckenverfügbarkeit, verlängerte Instandhaltungsintervalle und geringere Lebenszykluskosten erhebliche wirtschaftliche Vorteile für Infrastrukturbetreiber.

Mit Einführung der variablen Schlagkraft wurde ein wichtiger Schritt hin zu einer an die jeweiligen Infrastrukturbedingungen angepassten Stabilisierung gesetzt. Aktuelle Forschungsprojekte mit der TU Wien und der Penn State University schaffen die Grundlage für tieferes Verständnis der Wirkmechanismen sowie datenbasierte und adaptive Parametrierung des DGS. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen bereits unmittelbar in die Entwicklung des neuen elektrischen Dynamischen Gleisstabilisators ein.

Ergänzt um digitale Dokumentationssysteme, automatisierte Assistenzfunktionen und zukünftige Diagnosemöglichkeiten, entwickelt sich der DGS zunehmend von einer reinen Arbeitsmaschine zu einem intelligenten Mess- und Optimierungssystem für den Fahrweg. Damit wird die dynamische Gleisstabilisierung auch künftig einen wesentlichen Beitrag zur Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Eisenbahninfrastruktur leisten. •

Literatur

- [1] Antony, B.; Daxberger, H. (2023): Der Dynamische Gleisstabilisator – gestern, heute, morgen. EI – Der Eisenbahningenieur, 03/2023.
- [2] Antony, B.; Auer, F. et al. (2019): Der Dynamische Gleisstabilisator auf Schiene. ETR – Eisenbahntechnische Rundschau 05/2019.
- [3] Auer, F.; Stahl, W.; Feurig, S.; Antony, B.; Freudenstein, S. (2020): Der dynamische Gleisstabilisator auf dem Prüfstand. ETR – Eisenbahntechnische Rundschau 12/2020.
- [4] Omerović, S.; Koczwar, C.; Daxberger, H.; Antony, B.; Auer, F. (2021): Numerische Parameterstudien zum dynamischen Verhalten von Gleisschotter. EI – Der Eisenbahningenieur 07/2021.
- [5] Pisslinger, M.; Brennstener, A.; Demml, M. (2025): Moderne Stopfmaschinen können mehr. EI – Der Eisenbahningenieur 10/2025.
- [6] Daxberger, H. et al. (2025): SmartTamping und digitale Instandhaltungssysteme. EIK 2025.
- [7] Koczwar, C.; Pfeil, D.; Schöllhammer, D.; Daxberger, D. (2024): Die automatisierte Überprüfung der Gleisbefestigung. EIK 2024.
- [8] Waldhör, N. (2026): 50 Jahre Dynamischer Gleisstabilisator – eine Erfolgsgeschichte. P&T aktuell 09/2026.

Summary

Dynamic Track Stabiliser – from ballast bed consolidation to an intelligent measurement system

The Dynamic Track Stabiliser has evolved from a technology for consolidating the ballast bed into an indispensable component of modern track maintenance strategies. Numerous studies demonstrate its positive impact on lateral displacement resistance, the reduction of speed restrictions, and the long-term stability of the track alignment. At the same time, increased line availability, extended maintenance intervals and lower life-cycle costs result in significant economic benefits for infrastructure operators. The introduction of variable impact force marked an important step towards stabilisation tailored to the specific infrastructure conditions. Current research projects with the Vienna University of Technology and Penn State University are laying the foundations for a deeper understanding of the mechanisms of action, as well as data-driven and adaptive parameterisation of the DGS. The insights gained are already being directly incorporated into the development of the new electric Dynamic Track Stabiliser. Supplemented by digital documentation systems, automated assistance functions and future diagnostic capabilities, the DGS is increasingly evolving from a purely operational machine into an intelligent measurement and optimisation system for the track.

Innovation für den maschinellen Tausch von Zwischenlagen

Schienen anheben und in gebückter Haltung eine verklebte Zwischenlage mit improvisierten Werkzeugen zu lösen, ist nichts für schwache Nerven. Bisher ist dieses manuelle Verfahren jedoch die einzige Möglichkeit, dieses wichtige Bauteil der Schienenbefestigung zu tauschen. Eine Entwicklung der ÖBB-Infrastruktur AG kann diesen Instandhaltungsprozess revolutionieren.



Klein und unscheinbar – die Zwischenlage

Die Zwischenlage ist jene elastische Komponente des Schienenbefestigungssystems aus natürlichen oder synthetischen Elastomeren und thermoplastischen Kunststoffen, die zwischen dem Schienenfuß und der Schwelle oder der Rippenplatte als dämpfendes Element angeordnet ist.

Manuelles Verfahren zum Tausch der Zwischenlage

Der Tausch der Zwischenlagen ist derzeit nur mit zeitaufwendigen und mühevollen Arbeitsschritten möglich, der mangels geeigneter Geräte nur manuell erfolgen kann. Neben dem Anheben der Schiene sorgen in der Praxis insbesondere Verklebungen



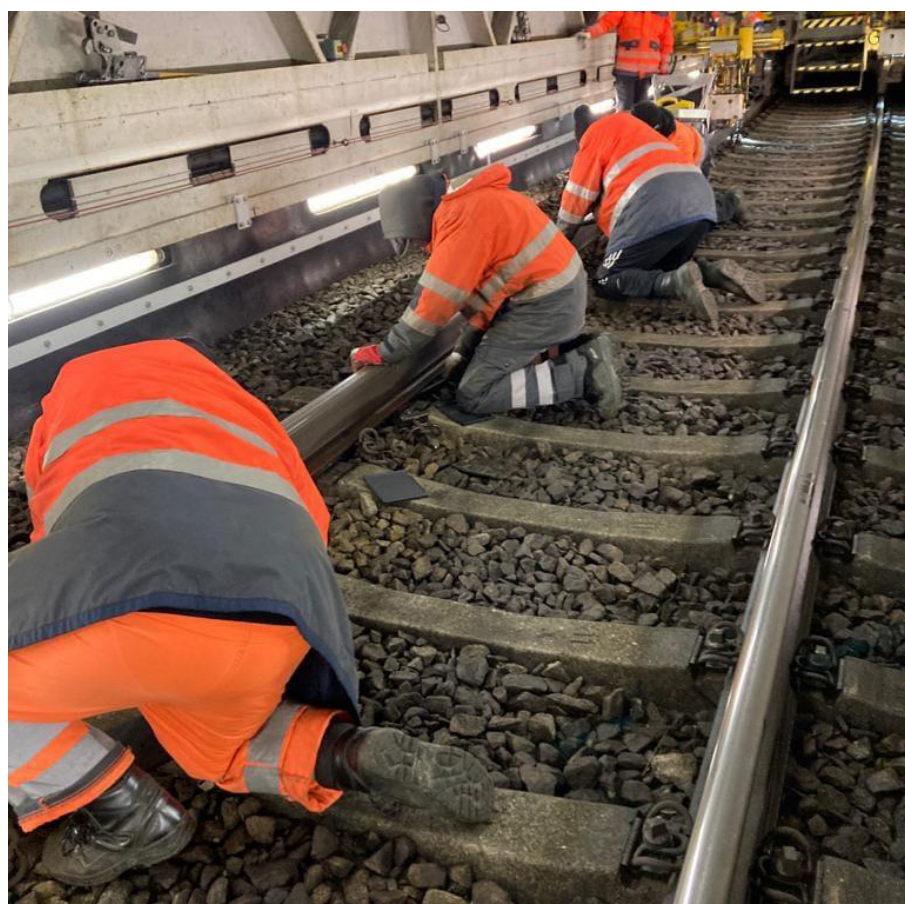
Dipl.-Ing. Peter Tauschitz

Experte Technische Standards
ÖBB-Infrastruktur AG
Streckenmanagement und Anlagenentwicklung / Stab Life Cycle Management und Technische Standards
peter.tauschitz@oebb.at



Alois Kettl

Firma Bahninstandhaltungssysteme, Pram
kettl.alois@gmail.com



1: Zeitaufwendig und körperlich mühevoll – manueller Tausch der Zwischenlage

Quelle: Alois Kettl

der Zwischenlage mit der Schiene oder Schwelle für Probleme. Diese Verklebung ist von verschiedenen Parametern wie z. B. der Liegedauer oder den Materialeigenschaften der Zwischenlage abhängig.

Der konventionelle Zwischenlagewechsel erfordert daher einen hohen Personaleinsatz und teilweise hohe körperliche Belastung des Personals durch ergonomisch extrem belastende Körperhaltungen. So erfolgt das Anheben bspw. mit vor Jahrzehnten entwickelten mechanischen Schienenhebern, die mit einem Krafteinsatz von bis zu 100 kg bedient werden müssen. Ein Arbeitsschritt - der beim Zwischenlagentausch in einer Schicht ca. 200-mal notwendig ist - bei jeder Witte- rung und zu jeder Tages- und Nachtzeit.

Zum Lösen der eingebauten Zwischenlagen kommen meist eigenangefertigte Werkzeuge des Personals zur Anwendung, wie z. B. speziell geformte Flacheisen aus



2: Halbautomatisiertes Arbeitsverfahren mit dem Zwischenlagewechsler

Quelle: Alois Kettl

Bremsklotzsicherungen von Güterwagen. Weiters muss bei starker Verklebung der eingebauten Zwischenlagen das Kleineisen der Schienenbefestigung auf mindestens einer Seite entfernt werden, um die Werkzeuge einsetzen zu können.

Optimierung für den Tausch der Zwischenlage

Um bei Instandhaltungsarbeiten für den Tausch der Zwischenlage den Arbeitnehmerschutz zu erhöhen und gleichzeitig diese Tätigkeit schneller durchführen zu können, entwickelt die ÖBB-Infrastruktur AG ein System für einen automatischen elektrischen Zwischenlagewechsler. Die Anforderungen an das zu entwickelnde System wurden dahingehend festgelegt, dass die derzeitigen manuellen Verfahren ersetzt werden können. So muss die Maschine von einer Person bedient werden können, einfach zu transportieren sein und den Einsatz überall im Gleis ohne zusätzliche Maßnahmen ermöglichen. Der Antrieb des Zwischenlagewechslers ist elektrisch, um einen flexiblen Einsatz zu ermöglichen und gleichzeitig auch zu gewährleisten, dass die Anforderungen hinsichtlich der zulässigen Lärm- und Schadstoffbelastungen des Bedienpersonals eingehalten werden.

Ziele des Projekts waren sowohl ein optimierter Arbeitsprozess in Hinblick auf einen

verkürzten Zeitaufwand als auch optimierte Arbeitsbedingungen für das Personal sowie ein verbesserter Arbeitnehmerschutz.

Innovation – halbautomatischer Zwischenlagewechsler

Der entwickelte Zwischenlagewechsler ermöglicht die halbautomatisierte Durchführung der Arbeitsschritte des Anhebens der Schiene, des Auswerfens der eingebauten Zwischenlage, des Einlegens der neuen Zwischenlage und das finale Absenken der Schiene. Das vorlaufende Lösen bzw. nachlaufende Anziehen der Schienenbefestigung ist kein Arbeitsschritt des Zwischenlagewechslers und kann mit praxiserprobten Geräten durchgeführt werden.

Der Einsatz des Zwischenlagewechslers erfordert, dass die Schienenbefestigungen vor und nach der zu bearbeitenden Schwelle bereits gelöst sind. Im ersten Arbeitsschritt wird mit dem Zwischenlagewechsler das Gleis entsprechend der voreingestellten Höhe angehoben. Die Hubhöhe ist dabei so eingestellt, dass ein Auswerfen der Zwischenlage möglich ist, jedoch die gelöste Schiene bspw. durch Temperaturspannungen nicht seitlich ausweichen kann. Im zweiten Arbeitsschritt wird mit dem Ausdrückwerkzeug die eingebaute Zwischenlage ausgeworfen, wobei Verklebungen durch den Anpress-

druck gelöst werden. Die ausgeworfene Zwischenlage wird von der Maschine aufgenommen und in einem Behälter gesammelt. Im dritten Arbeitsschritt wird die neue Zwischenlage mit dem Zwischenlagenmanipulator automatisch eingelegt. Im vierten, finalen Arbeitsschritt senkt der Zwischenlagewechsler die Schiene automatisch ab.

Die Vorrichtung des Zwischenlagewechslers stützt sich für den Hebevorgang auf der Schwelle ab. Mit Greiferklauen, die unter den Schienenkopf reichen, kann die Schiene über ein elektrisch angetriebenes Hydrauliksystem exakt für den Zwischenwechsel angehoben werden. Im angehobenen Zustand wird die Schiene über eine Sperreinrichtung fixiert und damit die Höhenlage sichergestellt. Für den Zwischenlagewechsel stehen mehrere, je nach Schienenprofil erforderliche Einstellungen zur Verfügung. Die Bedienung der Maschine erfolgt durch eine Person im Stehen.

Das Versetzen des elektrischen Zwischenlagewechslers erfolgt entlang der Schiene im abgesenkten Zustand über ein elektrisch angetriebenes Laufrad auf der Schiene. Eine Führungsrolle auf der zweiten Schiene verhindert ein Kippen der Maschine. Das Gesamtgewicht der Maschine beträgt ~ 450 kg.

Erfahrungen aus dem Praxiseinsatz

Die Entwicklung eines Prototypen für den elektrischen Zwischenlagewechsler konnte bereits abgeschlossen werden und die Erprobung in Feldversuchen hat gezeigt, dass die gewünschten Ziele zur Vereinfachung und Beschleunigung des gesamten Arbeitsprozesses erreicht werden können. ●

Summary

Innovation for the automated replacement of spacers

Replacing spacers is currently only possible through time-consuming and labour-intensive procedures and, due to a lack of suitable equipment, can only be carried out manually. In order to replace manual procedures for replacing spacers during maintenance work, whilst at the same time improving worker safety and enabling the task to be carried out more quickly, ÖBB-Infrastruktur AG is developing an automatic electric spacer changer. Testing under real-world operating conditions has shown that the desired objectives of simplifying and speeding up the entire work process can be achieved.

Die Schwelle, die es nicht gab

Als die Liliputbahn im Wiener Prater ihren Oberbau erneuern wollte, gab es am Markt keine passende Betonschwelle für ihre außergewöhnliche Spurweite. Die MABA Fertigteilindustrie GmbH, eine Tochter der Kirchdorfer Gruppe, entwickelte eine individuelle Lösung.



Dafür stand zu Beginn die Suche nach einer Lösung, um die in die Jahre gekommenen Holzschwellen der Strecke zu ersetzen. Für die Spurweite von 381 Millimetern gab es keine serienmäßige Betonschwelle. Das neue Bauteil musste also zuverlässig eine Eisenbahn tragen und gleichzeitig exakt zum bestehenden Gleissystem der Liliputbahn passen.

Wo Standardlösungen nicht ausreichen

Die Schienen liegen 381 Millimeter auseinander, kaum breiter als ein Fahrradreifen. Seit 1928 fährt die Liliputbahn auf dieser Spurweite. 2015 begannen die Techniker bei MABA mit der Entwicklung einer individuellen Schwellenlösung. Entstanden ist ein Bauteil mit den Abmessungen 80 x 29,5 x 16 Zentimeter und einem Gewicht von rund 90 Kilogramm.

Die geringe Bauhöhe stellte dabei eine konstruktive Herausforderung dar. Bei nur 16 cm Höhe mussten sämtliche Anforderungen an Tragfähigkeit, Dauerhaftigkeit und Gleisgeometrie berücksichtigt werden. Der kleinste Bogenhalbmesser der Strecke von 20 Metern spielte bei der Entwicklung eine wesentliche Rolle. Auch die Fertigung war Neuland:



1: Kaum breiter als ein Fahrradreifen: Die Liliputbahn fährt seit 1928 auf einer Spurweite von 381 Millimetern durch den Wiener Prater
Quelle: Liliputbahn Prater



„Diese Schwellen erstmals zu produzieren, war eine große Herausforderung. Mit so kurzen Schwellen hatten wir keine Erfahrung. Unsere Schalungsbahnen sind im Longline-Verfahren 100 Meter lang. Wir mussten die Produktionsplanung komplett neu denken,“ erinnert sich Standort- & Produktionsleiter Athanasios Herzog.

Über 2.200 Schwellen für eine besondere Strecke

Seit Beginn der Zusammenarbeit lieferte MABA 2.272 Betonschwellen und 59 Weichenschwellen an die Liliputbahn. Allein im Jahr 2025 wurden 723 Schwellen gefertigt und ausgeliefert. Aneinandergereiht ergeben die Schwellen eine Länge von rund 1,82 km, was fast der halben Rundstrecke der Liliputbahn entspricht. Der Maßstab zeigt sich auch bei den Weichen. Eine Standardweiche misst 200 bis 500 Laufmeter. Die Weiche der Liliputbahn kommt auf rund 13 Laufmeter.

Für das Werk ist die Liliputbahn ein kleiner Kunde. Pro Jahr verlassen 150.000 bis 200.000 Streckenschwellen den Standort. „Trotzdem erfüllt es mich jedes Mal mit Stolz, wenn dieser kleine Kunde mit seinen wenigen Stück die Schwellen bei uns in Sollenau kauft,“ betont Herzog.

2028 feiert die Liliputbahn ihr hundertjähriges Bestehen. Dann fahren die historischen Lokomotiven weiterhin auf einem Gleis, das mit einer eigens entwickelten Betonschwelle aus dem Hause Kirchdorfer langfristig stabilisiert wird.



2: 80 Zentimeter lang, 16 Zentimeter hoch: Die speziell entwickelte MABA Betonschwelle musste exakt auf das historische Gleissystem der Liliputbahn abgestimmt werden



Drei Neuheiten für den Fahrweg der Zukunft

Höhere Geschwindigkeiten und sinkende Lebenszykluskosten erfordern innovative Komponenten im Oberbau. Gleichzeitig gewinnen nachhaltige, kreislauffähige Werkstoffe massiv an Bedeutung. Kraiburg Strail präsentiert auf der InnoTrans in Berlin (Halle 25, Stand 370) anwendungsorientierte Lösungen: Im Fokus stehen drei technische Neuentwicklungen für Dienstüberwege, Highspeed- und Schwerlaststrecken.



Die moderne Bahninfrastruktur muss heute als Gesamtsystem verstanden werden, bei dem innovative und langlebige Lösungen im Vordergrund stehen. Um Streckenverfügbarkeiten zu maximieren und die Instandhaltungsintervalle zu verlängern, bedarf es Werkstoffe, die mechanischen Belastungen und Witterungseinflüssen dauerhaft standhalten. Vor diesem Hintergrund hat sich der Einsatz von Sekundärrohstoffen auf Gummi- und Kunststoffbasis, wie sie Kraiburg Strail verwendet, bewährt. Auf der diesjährigen InnoTrans zeigt das Unternehmen, wie sich durch Neuentwicklungen mit

diesen Werkstoffen spezifische Problemstellungen der Praxis lösen lassen.

Neue Oberfläche für extreme Belastungen

An Knotenpunkten, an denen Schienenverkehr auf hochbelastete Straßeninfrastruktur trifft, herrschen extreme mechanische Beanspruchungen. Insbesondere in Hafenanlagen, zum Beispiel in Hamburg, Industriearealen oder bei engen Radien und Wendeschleifen wirken durch lenkende und drehende Nutzfahrzeuge enorme Torsions- und Scherkräfte auf die Bahnübergangsoberfläche.



Carola Zattler

Unternehmensredakteurin bei Kraiburg Strail, Tittmoning
Carola.zattler@strail.de



Thomas Becker

Leitung Vertrieb bei Kraiburg Strail, Tittmoning
Thomas.becker@strail.de

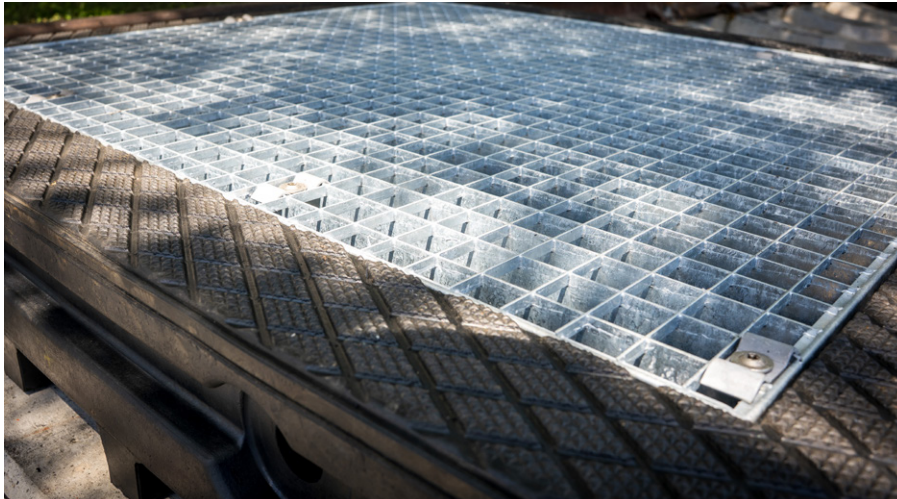


1: Die neu entwickelte, speziell strukturierte Kunststoffoberfläche ist für den Schwerst- und Industrieverkehr ausgelegt und überzeugt durch eine deutlich höhere Langlebigkeit

Quelle aller Bilder: Kraiburg Strail GmbH & Co. KG

Deshalb hat Kraiburg Strail eine neue Kunststoffoberfläche mit spezieller Struktur entwickelt. Diese ist für den Schwerst- und Industrieverkehr ausgelegt und aufgrund ihrer Materialeigenschaften deutlich langlebiger als Oberflächen von Standard-Bahnübergangsprodukten.

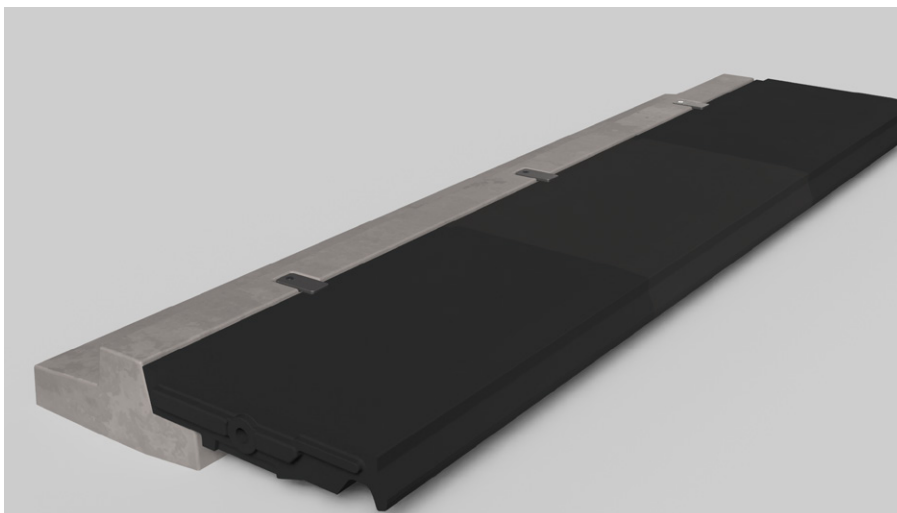
Durch den in die Oberfläche integrierten Kunststoff erhält die gesamte Bahnübergangsplatte eine höhere strukturelle Steifigkeit und ist deutlich rutschfester. Bahnübergangsplatten mit der Kunststoffoberfläche erzielen einen SRT-Wert von größer 80 (Skid Resistance Tester). Damit liegen sie weit über den Mindestanforderungen und gewährleisten maximale Sicherheit. Ein weiterer zentraler Aspekt der Neuentwicklung ist die nachgewiesene Langlebigkeit im hochfrequentierten Betrieb: Selbst nach mehr als 3,5 Millionen Überfahrten bleibt die Griffigkeit konstant hoch.



2: Der neue Dienstüberweg kombiniert die Vorteile einer Gummi-Überwegplatte mit einem integrierten, feuerverzinkten Metall-Gitterrost, der für einen problemlosen Zugang zum Unterbau einfach jederzeit herausgenommen werden kann



3: Der neue Dienstüberweg ist analog zum bewährten System pedestrail für nicht-motorisierte Fahrzeuge, Gepäck- und Werkzeugwagen dimensioniert und kann zudem als Notbefahrung für ein Einsatzfahrzeug dienen



4: Die Highspeed-Lösung basiert auf den bewährten Bahnübergängen aus Recyclinggummi und wurde speziell für höchste Zuggeschwindigkeiten entwickelt sowie erfolgreich auf ihre aerodynamische Dauerfestigkeit getestet

Ein weiterer Vorteil der optimierten Oberflächentextur ist, dass Schmutzpartikel oder Rückstände kaum anhaften, wodurch der Bahnübergang sauber bleibt und sehr leicht zu reinigen ist. Im Winter zeigen die Bahnübergangsplatten mit der neuen Oberfläche ebenfalls deutliche Vorteile: Bei Räumarbeiten durch Schneepflüge neigt die Kunststoffoberfläche nicht zum Einreißen und verhält sich unempfindlich hinsichtlich Abschabungen.

Trotz der veränderten Oberflächenbeschaffenheit ist das Handling dieser Bahnübergangsplatten beim Einbau genauso einfach wie bei den bisher eingesetzten Strail Lösungen. Um auch gestalterischen Anforderungen gerecht zu werden, ist die Oberfläche einfarbig in allen gängigen RAL-Tönen ausführbar.

Modulares System für Dienstüberwege

Dienstüberwege auf Bahnhöfen, Rangieranlagen und Industriegleisen unterliegen spezifischen Anforderungen. Sie müssen für das Personal, zum Beispiel mit Werkzeug- oder Gepäckwagen, rutschsicher und befahrbar sein, gleichzeitig aber eine schnelle Demontage erlauben, um den Zugang für regelmäßige Inspektions- und Wartungsarbeiten an Schienen und Befestigungsmitteln zu gewährleisten.

Herkömmliche Konstruktionen auf Basis reiner Glasfaserverstärkter Kunststoffe zeigen im Betrieb oft Schwachstellen: Die Fixierung am Schienenfuß ist konstruktiv aufwendig, Verbindungselemente neigen zu Korrosion oder Materialermüdung wie Schraubenbruch und der vollständige Austausch von Kleinteilen bei der Wiederinstandsetzung erhöht die Lebenszykluskosten.

Mit dem System variostrail wird ein neuer konstruktiver Ansatz vorgestellt, der die Vorteile einer Überwegplatte aus Gummi mit der Durchlässigkeit von einem Gitter kombiniert. Dafür wird die Gummiplatte so gefertigt, dass ein feuerverzinktes Metall-Gitter direkt in die Platte eingesetzt werden kann. Das Komplettsystem besteht aus einer Innen- und einer Außenplatte, die jeweils eine Breite von 1.200 mm aufweisen.

Rutschfest und flexibel anpassbar

Der neue Dienstüberweg ist so dimensioniert, dass er analog zum bewährten System pedestrail für nicht-motorisierte Fahrzeuge, Gepäck- und Werkzeugwagen ausgelegt ist. Zudem kann er als Notbefahrung für ein Einsatzfahrzeug genutzt werden. Die Ober-

fläche, bestehend aus Gummi und Gitterrost, verfügt über eine ausgeprägte Rutschhemmung. Um betriebliche Einschränkungen durch Witterungseinflüsse zu minimieren, ist das System wasser- und schneedurchlässig.

Ein wesentlicher Vorteil von variostrail ist die spezifische Konfigurierbarkeit. Für Gleiszwischenbereiche und Auffahrampen lässt sich der Überweg in Länge und Schräge flexibel anpassen. Das System ist in feinen 10-mm-Schritten abstufbar, wodurch der Dienstüberweg herstellerunabhängig für alle gängigen Schwellen- und Schienentypen geeignet ist.

Schneller Einbau und einfacher Wartungszyklus

Unter dem Aspekt der Streckenverfügbarkeit wurde der Montageprozess optimiert. Der Einbau eines betriebsfertigen variostrail Dienstüberwegs ist im Regelfall innerhalb von rund einer halben Stunde

realisierbar. Der Einbauablauf gliedert sich in wenige, klar definierte Schritte. Für die Verschraubung des Gitters kommen robuste Grobgewindeschrauben zum Einsatz, die ein Lösen und Wiederverschrauben ermöglichen. Dadurch kann der Gitterrost bei Bedarf einfach herausgenommen werden, sodass der Zugang zum Unterbau jederzeit problemlos möglich ist. Das System wird mittels Schienenhaken an der Schiene befestigt. Die Plattenverbindung erfolgt über das bewährte Verspannsystem.

Die ersten Dienstüberwege kamen bereits für ein Großprojekt zum Einsatz: An einer Abstellgleisgruppe in Bern (Schweiz) wurden variostrail Überwege zukunftsweisend über insgesamt 16 Gleise hinweg realisiert.

Aufgleisplattform für Hochgeschwindigkeitsstrecken

Auf Zugstrecken mit Höchstgeschwindigkeiten wird zur Gewährleistung der Be-

triebsicherheit weitgehend auf klassische Bahnübergänge verzichtet. Dennoch besteht eine Notwendigkeit für Aufgleisplattformen für Wartungsarbeiten sowie für Rettungskräfte, insbesondere vor und nach Tunnelbauwerken sowie in regelmäßigen Abständen auf freier Strecke.

Die Kernherausforderung bei der Realisierung dieser Plattformen liegt darin, dass Plattenbeläge den massiven aerodynamischen Belastungen vorbeifahrender Züge, wie stoßartige Sog- und Druckkräfte, standhalten müssen. Ein unkontrolliertes Lösen oder Anheben von Bauteilen im Gleisbereich muss absolut ausgeschlossen sein.

Bislang galten für diese extremen Szenarien fast ausschließlich schwere Betonfertigteilkonstruktionen als nachweislich geeignet. Diese schränken jedoch die Flexibilität im Betrieb deutlich ein, da sie den schnellen Zugang zu den Schienen für Instandhaltungsarbeiten erschweren. Da Sperrzeiten auf Highspeed-Strecken

Individuelle Sonderdrucke **Schaffen Sie Aufmerksamkeit!**

Für mehr Informationen besuchen Sie

www.eurailpress.de/sonderdrucke-rail

Wir finden mit Ihnen die beste Ergänzung zu Ihrem Marketingmix, sodass Sie Ihre Reichweite optimal ausnutzen können.

- ▼ Sowohl als Print-Sonderdrucke als auch in digitaler Form
- ▼ Individuelle Erweiterung durch zusätzliche Inhalte
- ▼ Profitieren Sie von der hohen Markenpräsenz der DVZ
- ▼ Zielgruppenspezifisches Werben durch einen nachhaltigen Kommunikationsverstärker
- ▼ Unterstützung Ihrer Kanäle durch hochwertige Fachbeiträge
- ▼ Für Online-Kongresse, Messen oder Symposien
- ▼ Kostengünstige und individuelle Content Marketing Inhalte

Ihre Vorteile:

Werben Sie
mit Ihrem
maßgeschneiderten
Sonderdruck!



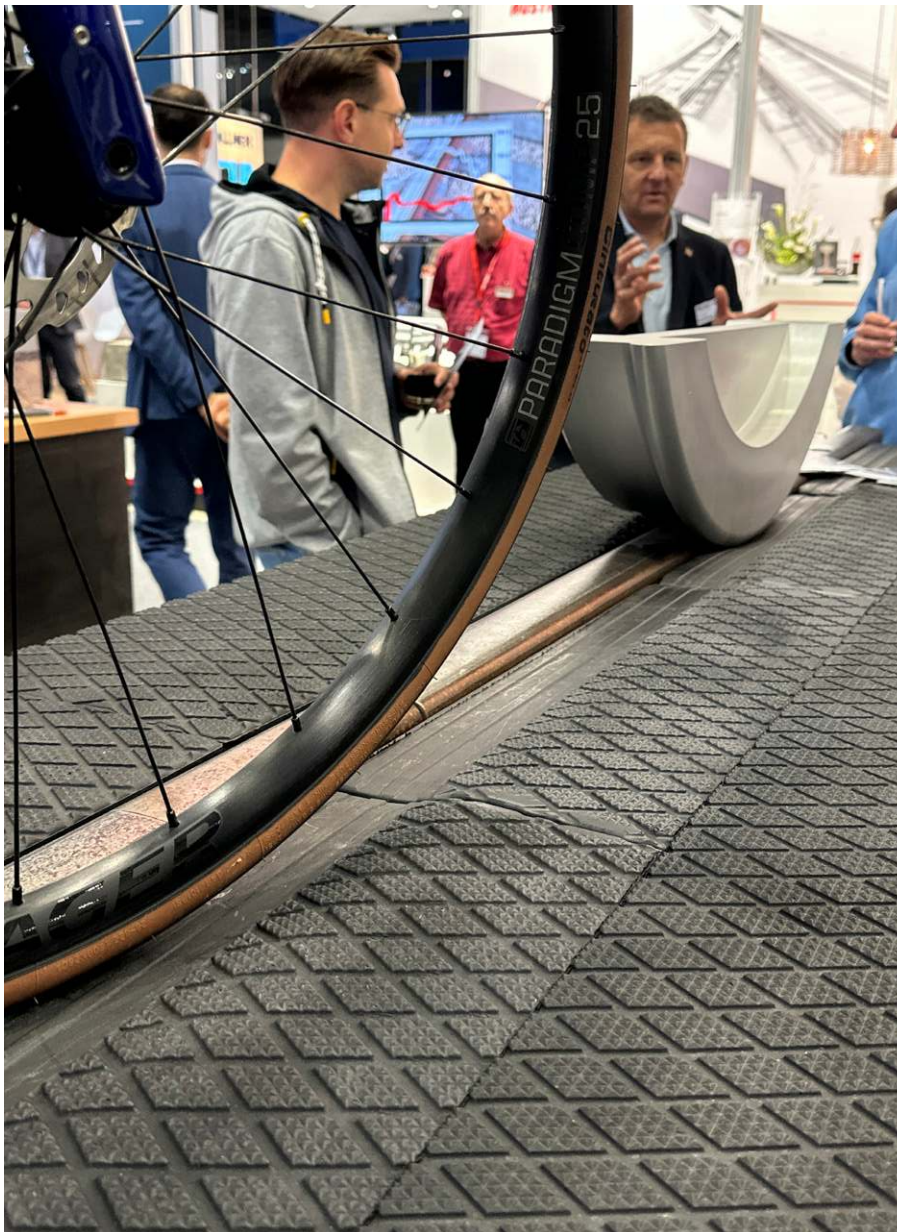
DVV Media Group

Interesse? Ihre Ansprechpartnerin: Martina Seemann

lizenzen@dvvmedia.com | 040 237 14 139

DVV Media Group GmbH, Heidenkampsweg 73–79, 20097 Hamburg





5: Das bewährte Bahnübergangssystem velostrail schließt die Spurrille mit einem Gummi-Wechselteil, das vom Zugrad einfach nach unten gedrückt wird, und verhindert so zuverlässig das Verfangen schmaler Räder von Fahrrädern oder Kinderwagen

wirtschaftlich extrem kritisch sind, müssen Inspektionen und Wartungen am Oberbau in minimalen Zeitfenstern realisierbar sein.

Konstruktive Absicherung gegen Sog- und Druckkräfte

Kraiburg Strail hat nun eine Highspeed-Lösung entwickelt, die auf den bewährten Bahnübergangssystemen aus Recyclinggummi basiert und für höchste Zuggeschwindigkeiten ausgelegt ist. Die Dauerfestigkeit der neuen Lösung wurde unter den aerodynamischen Belastungen im Highspeed-Bereich getestet. In verifizierten Prüfverfahren konnte sie bisher für

Geschwindigkeiten von bis zu 300 km/h erfolgreich nachgewiesen werden.

Um das Anheben der Bahnübergangsplatten zuverlässig zu verhindern, setzt die Neuentwicklung auf eine spezielle mechanische Befestigung. Das System besteht aus einer konstruktiven Stahlplatte, die direkt auf die Gummi-Außenplatte montiert und verschraubt wird. Diese Stahlplatte greift formschlüssig in die Aussparung eines eigens dafür modifizierten Sonderbordsteins ein. Für einen optimalen und gleichmäßigen Übergang sorgt dabei die Geometrie der Gummi-Außenplatte, die zum Bordstein hin leicht abgesenkt wird. Die hochfeste Verankerung im Bordstein

erfolgt über selbstschneidende Betonschrauben, die das System dauerhaft fixieren. Die Längssicherung und Stabilität wird über das Standard-Verspannsystem und Schienenfußklemmen sichergestellt.

Hoher Kundennutzen und kurze Sperrzeiten

Der wesentliche Vorteil für Infrastrukturbetreiber und Bauunternehmen liegt in der Kombination aus nachgewiesener High-speed-Eignung und hoher Wirtschaftlichkeit. Da das System auf bewährten Komponenten basiert, fällt für die Baufirmen keine große Umstellung an. Zudem wird kein Zusatzwerkzeug benötigt. Im Falle von notwendigen Gleiswartungen erlaubt die Konstruktion einen schnellen Ein- und Ausbau, wodurch die kostenintensiven Sperrzeiten auf Hochgeschwindigkeitsstrecken auf ein Minimum reduziert werden.

Bewährte Systeme für die Bahninfrastruktur

Neben den Neuheiten präsentiert das oberbayerische Unternehmen in Berlin sein bewährtes Gesamtsortiment. Im Fokus steht dabei die langlebige Kunststoffschwelle STRAILway aus Sekundärrohstoffen, die als ökologische Alternative zu klassischen Holz- und Betonschwellen überzeugt. Zur wirksamen Reduzierung von Bahnärm bei freier Sicht werden zudem die niedrigen STRAILwave Schallschutzwände gezeigt, die sich direkt am Regellichtraum montieren lassen. Abgerundet wird der Auftritt durch das barrierefreie Bahnübergangssystem velostrail: Ein vom Zugrad leicht eindrückbares Gummi-Wechselteil verschließt die Spurrille und verhindert so zuverlässig das Verfangen von schmalen Rädern wie von Fahrrädern oder Kinderwagen. •

Summary

Three new products for the track of the future

At InnoTrans, Kraiburg Strail is presenting three innovative new products made from sustainable secondary raw materials for the track of the future: An extremely durable and non-slip plastic surface for heavily used industrial level crossings; the modular, water-permeable 'variostrail' system for flexibly adaptable and easily maintainable service crossings; and a tested high-speed solution for re-railing platforms on high-speed lines.

Von Sachsen auf die Schiene: Entwicklung und Fertigung moderner Bahngetriebe aus Penig

Bahngetriebe bilden die mechanische Schnittstelle zwischen Traktionsmotor und Radsatz und beeinflussen maßgeblich Wirkungsgrad, Lebensdauer, Akustik, Bauraum und Lebenszykluskosten des Antriebsstrangs. Die Siemens Traction Gears GmbH in Penig/Sachsen entwickelt, fertigt und prüft Traktionsgetriebe für unterschiedliche Fahrzeugsegmente wie Hochgeschwindigkeitszüge, Lokomotiven und Straßenbahnen. Im Mittelpunkt stehen Entwicklungs- und Fertigungsprozesse sowie zentrale konstruktive Schwerpunkte moderner Bahngetriebe, darunter Maßnahmen zur Reduktion von Verlustleistungen, NVH-Optimierung sowie robuste Lagerungs- und Dichtungskonzepte. Ergänzt wird dies durch Prüfstrategien, Qualitätssicherungsmaßnahmen und Ansätze zur zustandsorientierten Instandhaltung sowie durch die Rückführung von Betriebs- und Felddaten in Konstruktion und Validierung. Damit wird deutlich, wie die Verbindung von anwendungsorientierter Auslegung, modernen Prüfverfahren und datenbasierten Entwicklungsansätzen zur weiteren Verbesserung von Zuverlässigkeit und Effizienz von Traktionsgetrieben im Schienenverkehr beiträgt.

1. Relevanz von Bahngetrieben

Bahngetriebe übernehmen im elektrischen Antriebsstrang die Anpassung von Drehzahl und Drehmoment zwischen Traktionsmotor und Radsatz. Damit bestimmen sie

nicht nur die mechanische Leistungsübertragung, sondern beeinflussen auch zentrale Systemeigenschaften wie Wirkungsgrad, Geräuschverhalten, Bauraum, Masse, Wartungsaufwand und Lebensdauer. Ihre Auslegung ist deshalb ein wesentlicher



Matthias Mühlberg

Geschäftsführer - Siemens Traction Gears GmbH, Penig
matthias.muehlberg@siemens.com



Falk Ebert

Engineeringleiter - Siemens Traction Gears GmbH, Penig
falk.ebert@siemens.com



1: Der Standort der Siemens Traction Gears GmbH an der Thierbacher Straße in Penig, Sachsen

Bestandteil der Gesamtoptimierung von Schienenfahrzeugen.

Mit steigenden Anforderungen an Energieeffizienz, Akustik, Verfügbarkeit und Lebenszykluskosten wächst die Bedeutung anwendungsspezifisch ausgelegter Getriebelösungen. Dabei unterscheiden sich die Randbedingungen je nach Fahrzeugsegment erheblich: Hochgeschwindigkeitszüge stellen andere Anforderungen an Laufverhalten und Leistungsdichte als Stra-



2: Moderne und flexible Arbeitsbereiche – Fertigungsplanung für klassische mechanische Prozesse



3: Explosionsdarstellung eines Bahngetriebes mit den wesentlichen Baugruppen



4: Getriebevarianten für alle Arten von Schienenfahrzeugen, von Straßenbahnen bis hin zu Hochgeschwindigkeitszügen und Lokomotiven

ßenbahnen mit stark begrenztem Bauraum oder Lokomotiven mit hohen Zugkräften und robusten Lastprofilen.

Mit Siemens Traction Gears GmbH in Penig/Sachsen verfügt die Siemens Mobility GmbH über einen Entwicklungs- und Fertigungsstandort für Traktionsgetriebe. Im Fokus stehen dort die technische Auslegung unterschiedlicher Getriebekonzepte, ihre Anwendung in verschiedenen Fahrzeugsegmenten sowie Prüf-, Instandhaltungs- und Qualitätssicherungskonzepte über den Lebenszyklus hinweg.

2. Penig als Entwicklungs- und Fertigungsstandort

Die Siemens Traction Gears GmbH in Penig vereint Entwicklung, Fertigung, Prüfung und Service für Bahngetriebe an einem Standort. Bislang wurden mehr als 160.000 Getriebe ausgeliefert. Das Produktportfolio umfasst Anwendungen für Straßenbahnen und Metros ebenso wie für Regional- und Fernverkehrszüge, Lokomotiven und Hochgeschwindigkeitsfahrzeuge.

Das Leistungsspektrum reicht von der kundenspezifischen Entwicklung über Prototypen- und Serienfertigung inkl. Typprüfungen und Produktvalidierung, u. a. auch unter den spezifizierten Umweltbedingungen, bis hin zu kundenspezifischen Abnahmen sowie dem Ersatzteil- und Servicegeschäft. Damit deckt der Standort wesentliche Phasen des Produktlebenszyklus in einem integrierten industriellen Umfeld ab.

In Penig werden Bahngetriebe montage- und prüftechnisch bis zur auslieferungsfähigen Einheit gefertigt. Die Fertigung basiert auf rückverfolgbaren Prozessen und ist flexibel auf die hohe Variantenvielfalt ausgelegt. Ein zentrales Merkmal vor Ort ist die durchgängige Prüfstrategie vom Einzelteil bis zum fertigen Produkt: Alle Getriebe werden unter Last geprüft. Hierfür stehen Typen- und Serientestfelder zur Verfügung, unter anderem mit Back-to-back-Testanordnungen sowie Einzelprüfständen mit Antriebs- und Bremsmaschinen. Erfasst werden unter anderem Drehmoment, Drehzahl, Temperatur, Schwingungen und akustische Kenngrößen. Auf dieser Grundlage lassen sich Funktionsnachweise, thermisches Verhalten sowie schwingungs- und akustikrelevante Auffälligkeiten bereits vor der Auslieferung bewerten.

Die Fertigungs- und Prüfprozesse werden durch definierte Qualitätsstandards abgesichert. Zugleich bilden sie eine



5: Prüfstand zur Lastprüfung von Bahngetrieben



6: High Speed – Siemens Velaro



7: Straßenbahn Dresden NGTX

Quelle: DVB AG

Grundlage für den Technologietransfer an internationale Standorte des Unternehmensverbunds.

Darüber hinaus kommt dem Standort in Penig innerhalb von Siemens Mobility eine zentrale Rolle in Forschung und Entwicklung von Bahngetrieben zu. Die dortige Arbeit umfasst die kundenspezifische Auslegung, Konstruktion und Validierung von Getrieben für unterschiedliche Fahrzeugkonzepte und Einsatzprofile. Außerdem werden in Penig technologische Fragestellungen bearbeitet, die über das konkrete Produkt hinausreichen und in die Weiterentwicklung von Auslegungsmethoden, Konstruktionsprinzipien und Prüfkonzepten einfließen.

Kooperationen mit Forschungseinrichtungen und Entwicklungspartnern unterstützen den Transfer aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse in die industrielle Produktentwicklung und stärken damit die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in Penig.

3. Technische Auslegung und Portfolio

In Penig werden Bahngetriebe für unterschiedliche Fahrzeugsegmente und Einsatzprofile gefertigt. Das Portfolio umfasst Stirn- und Kegelradgetriebe in ein- oder mehrstufiger Ausführung, von hochgradig standardisierten Plattformlösungen bis hin zu betreiberspezifischen Sonderausführungen. Dazu zählen teilabgefederte und vollabgefederte Getriebe ebenso wie kundenspezifische Speziallösungen.

Teilabgefederte Konzepte eignen sich für hohe Drehmomente bei begrenztem Bauraum und kommen unter anderem in Metros, Regional- und Fernverkehrszügen, Lokomotiven sowie Hochgeschwindigkeitsfahrzeugen zum Einsatz. Vollabgefederte Getriebe werden insbesondere dort verwendet, wo besondere Anforderungen an Bauraumintegration, reduzierte ungefederte Massen und Laufverhalten bestehen, etwa bei Niederflur-Straßenbahnen. Ergänzt wird das Spektrum durch Sonderlösungen für besondere Anforderungen wie variable Spurweiten, hohe Antriebsdrehzahlen oder Geschwindigkeitsbereiche über 400 km/h.

Die technische Auslegung der Getriebe orientiert sich an den Anforderungen des jeweiligen Fahrzeugs und Einsatzprofils. Im Vordergrund stehen Wirkungsgrad, Lebensdauer, NVH-Verhalten (Noise, Vibration, Harshness), Bauraum- und Massenoptimierung sowie robuste Lagerungs- und



8: Hochgeschwindigkeitsgetriebe mit Spurweitenanpassung

Dichtungskonzepte. Daraus ergeben sich Zielkonflikte, die im Entwicklungsprozess gegeneinander abzuwägen sind: Eine kompakte Bauweise kann beispielsweise Anforderungen an thermisches Verhalten und Instandhaltbarkeit verschärfen, während Maßnahmen zur Akustikoptimierung Einfluss auf Masse, Fertigungsaufwand oder Kosten haben können.

Optimierte Verzahnungen, angepasste Lagerungen und abgestimmte Schmierstoffführung reduzieren Verluste. FEM-gestützte Auslegung, Gehäuseoptimierung und präzise Fertigung tragen zur Reduktion von Masse, Schwingungsanregungen und Luftschallemissionen bei. Berührungslose Mehrkammerlabyrinth und bahnspezifische Wälzlager unterstützen den zuverlässigen Betrieb auch unter anspruchsvollen Umgebungsbedingungen.

Neben den mechanischen Auslegungsgrößen gewinnen auch thermische und akustische Anforderungen an Bedeutung. Dies betrifft sowohl die Wahl konstruktiver Details als auch die Validierung im Prüfstand und im Feld.

Die Getriebeauslegung ist damit keine isolierte Disziplin, sondern Teil eines systemischen Entwicklungsansatzes, der mechanische, betriebliche und wirtschaftliche Anforderungen zusammenführt.

4. Anwendungen im Schienenverkehr

Die in Penig entwickelten und gefertigten Getriebe kommen in unterschiedlichen Fahrzeugsegmenten zum Einsatz.

Im Hochgeschwindigkeitsverkehr stehen insbesondere hohe Leistungsdichte, thermische Beherrschung, Laufverhalten und akustische Anforderungen im Vordergrund. Getriebe für diese Anwendungen müssen auch bei hohen Umfangsgeschwindigkeiten einen zuverlässigen und effizienten Betrieb sicherstellen. Beispiele

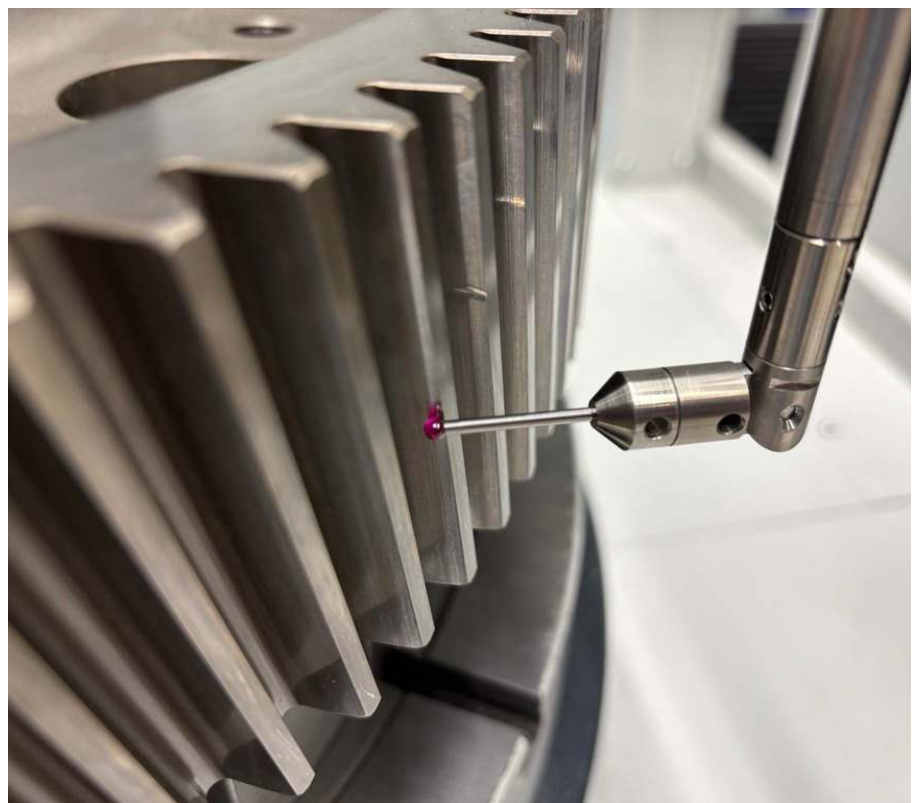
hierfür sind Anwendungen im Velaro in Europa und China.

Bei Lokomotiven für den Güter- und Personenverkehr liegen die Schwerpunkte stärker auf robusten Lastprofilen, hohen übertragbaren Drehmomenten und langfristiger Verfügbarkeit. Die Getriebe müssen hier speziell auf hohe Zugkräfte, variierende Einsatzbedingungen und wirtschaftliche Instandhaltung ausgelegt werden.

Regional- und Nahverkehrsfahrzeuge stellen wiederum andere Anforderungen. Hier spielen häufig Lebenszykluskosten, hohe Verfügbarkeit, standardisierte Instandhaltung und eine gute Anpassbarkeit an unterschiedliche Fahrzeugplattformen eine wichtige Rolle. Anwendungen finden sich beispielsweise in S-Bahnen, unter anderem in Berlin und München.

Bei Straßenbahnen und Niederflurfahrzeugen stehen insbesondere Bauraumbeschränkungen, reduzierte ungefederte Massen und fahrzeugseitige Integrationsanforderungen im Vordergrund. Dies gilt etwa für Anwendungen in Zürich, Krakau, Bremen, Dresden oder Toronto. Gerade in urbanen Anwendungen ist die Getriebeauslegung eng mit Fahrzeugarchitektur, Akustik und Wartungskonzept verknüpft.

Die Beispiele zeigen, dass die konstruktive Bandbreite des Portfolios aus den



9: Jeder µm zählt

unterschiedlichen technischen und betrieblichen Anforderungen der jeweiligen Fahrzeugsegmente resultiert. Damit wird die vielseitige Einsetzbarkeit der Getriebelösungen über verschiedene Marktsegmente hinweg deutlich.

5. Prüfung, Instandhaltung und Qualitätssicherung

Über den Lebenszyklus der Getriebe hinweg umfasst das Leistungsspektrum in Penig Instandhaltung, Retrofit und technische Modifikationen. Wesentlich sind standardisierte Instandsetzungsabläufe sowie die Rückführung von Betriebs- und Verschleißdaten in Konstruktion und Validierung. Instandgesetzte Getriebe werden erneut auf Prüfständen unter Last getestet, um Funktionsfähigkeit, Laufverhalten und gegebenenfalls akustische Auffälligkeiten nach der Überarbeitung zu verifizieren. Prüf- und Instandhaltungskonzepte sind damit nicht nur für die Absicherung des Einzelprodukts relevant, sondern auch für die kontinuierliche Verbesserung von Konstruktion und Fertigungsprozessen.

Die Qualitätssicherung ist in alle wesentlichen Fertigungs- und Prüfprozesse integriert und umfasst Wareneingangsprüfungen, Messprozesse im klimatisierten 3D-Messraum, dokumentierte Prüf-, Mess- und Montageprotokolle sowie die Rückverfolgbarkeit der Produkte. Der Standort verfügt über zertifizierte Managementsysteme nach ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 und ISO 22163 sowie weitere bahnspezifische Qualifizierungen, wie DVO (EU) 2019/779 und DIN EN 15085.

Neben Produktqualität und Prozesssicherheit gewinnen auch Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit an Bedeutung. So sind bei der Erneuerung eines Serienprüffeldes bei gleichbleibender Performance Energieeinsparungen von rund 20 % vorgesehen. Nachhaltigkeitsaspekte fließen damit nicht nur in betriebliche Entscheidungen ein, sondern zunehmend auch in die technische Weiterentwicklung der Prüf- und Produktionsinfrastruktur.

6. Ausblick

Die Anforderungen an Traktionsgetriebe steigen mit Digitalisierung, Dekarbonisierung und höherer Systemintegration. Relevante Entwicklungsthemen sind Zustandsüberwachung, datenbasierte Instandhaltung, höhere Leistungsdichten

und neue Antriebskonzepte wie Batterie- und Wasserstoffzüge.

Damit wachsen die Anforderungen an thermische Auslegung, Akustik, Raumintegration, Prüfbarkeit und Lebensdauernachweise. Künftige Entwicklungen werden daher nicht allein von neuen Materialien oder konstruktiven Details geprägt sein, sondern zunehmend von der Verknüpfung klassischer Getriebetechnik mit datenbasierten Methoden, Zustandsinformationen aus dem Feld und weiterentwickelten Validierungsansätzen. •

Die Bahngetriebe der Siemens Traction Gears GmbH sind Teil der Produktfamilie MoComp von Siemens Mobility. Besuchen Sie uns auf der InnoTrans 2026 in Halle 7 / Stand 220. www.siemens.de/mocomp.

Summary

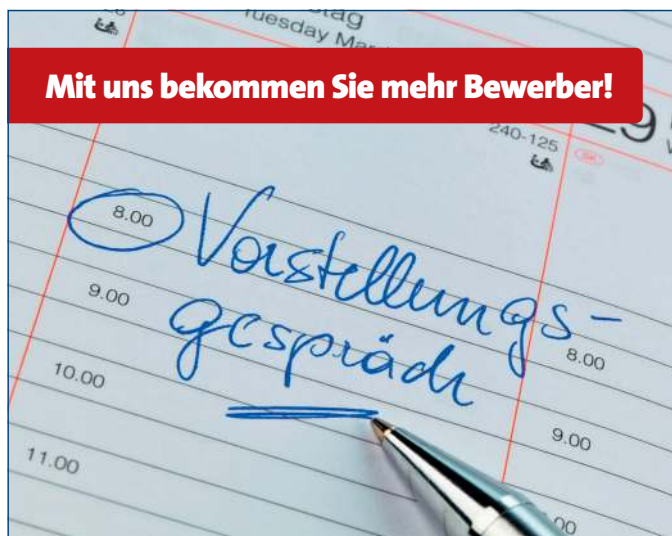
From Saxony onto the tracks: development and manufacturing of modern railway gearboxes in Penig

Railway gearboxes form the mechanical interface between the traction motor and the wheelset, significantly impacting the efficiency, service life, noise levels, installation space and life-cycle costs of the drivetrain. Germany's Siemens Traction Gears GmbH in Penig, Saxony, develops, manufactures and tests traction gearboxes for various vehicle segments, including high-speed trains, locomotives and streetcars.

Their focus is on development and manufacturing processes along with key design aspects of modern railway gearboxes. These include measures to reduce power loss, NVH optimization as well as robust bearing and sealing concepts. This is complemented by testing strategies, quality assurance measures and approaches to condition-based maintenance. Both operational and field data are also fed back into the design and validation processes.

The company's approach demonstrates how the combination of application-oriented design, modern testing methods and data-driven development contributes to further improving the reliability and efficiency of traction gearboxes in rail transport.

Mit uns bekommen Sie mehr Bewerber!



Ihr Fachmann für Stellenanzeigen:

Tim Feindt

tim.feindt@dvvmmedia.com

+49 40 237 14 220



Optimierung von Reibungsverlusten in Bahn-radsatzlagern – Nachweise sowie Ausblick

Um den Trends zu längeren Wartungsintervallen und geringerem Energieverbrauch zu begegnen, bietet Schaeffler seinen Kunden reibungsoptimierte Radsatzlager für Schienenfahrzeuge an. Bei der Entwicklung von Radsatzlagern wird unter anderem auf computergestützte Designoptimierung zurückgegriffen. Die erzielten Reibungseinsparungen können mithilfe eigener Berechnungsmodelle und Prüfstände nachgewiesen werden. Ein neuer Prüfstand ermöglicht es, die Reibungsverluste direkt für reale Fahrspiele unter betriebsnahen Bedingungen zu messen. Weiter können mit den gemessenen Reibmomenten die bestehenden Berechnungsmodelle abgeglichen werden, wodurch die Ergebnisqualität dieser Modelle gesteigert wird und insbesondere bei einer großen Variantenvielfalt die Validierungskosten gesenkt werden können.



1. Einleitung

Angesichts der zunehmenden Bedeutung von CO₂-Vermeidung und steigender Energiepreise rückt die Reduzierung von Reibungsverlusten in der Mobilität immer mehr in den Fokus. Reibungsarme Radsatzlager für Schienenfahrzeuge tragen dabei maßgeblich zur Senkung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen im Fahrbetrieb bei. Als führende Motion Technology Company ist Schaeffler mit seinem umfassenden Produkt- und Systemportfolio in diversen Mobilitäts- und

Industriesektoren präsent. Schaeffler begegnet dabei – dank jahrzehntelanger Erfahrung in der Entwicklung und Fertigung von Radsatzlagern – gezielt der Herausforderung, Reibung zu minimieren und damit nachhaltige Lösungen für die Schienenmobilität zu schaffen.

Radsatzlager sind für gewöhnlich fettgeschmiert und der Wälzkontakt ist dauerhaft ausgelegt. Im Idealfall bestimmt somit das Schmierfett das Serviceintervall. Das Fett muss die Wälzkontakte im Radsatzlager mit ausreichend Schmieröl versorgen, sodass hier ungünstige Reibzustände ver-



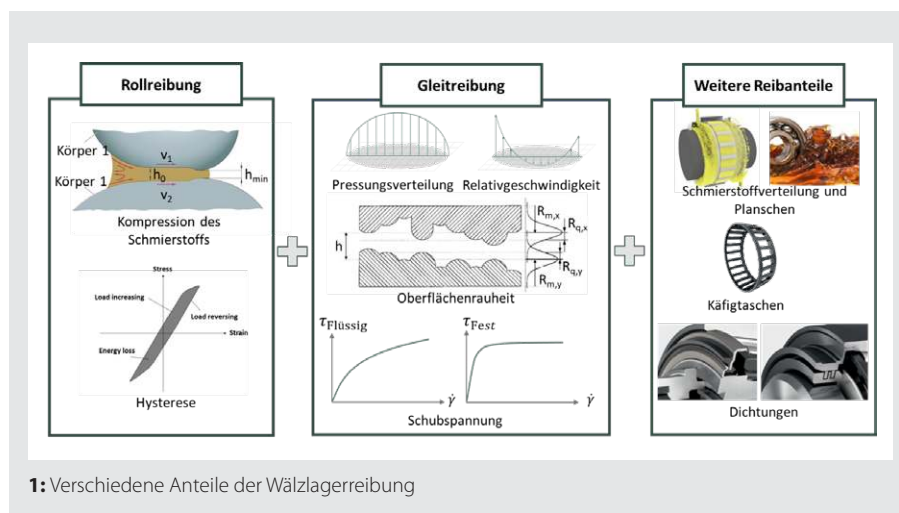
Dipl.-Ing. Frank Bähr

Senior Experte Anwendungs-
technik Bahn
Schaeffler Technologies AG & Co.
KG, Schweinfurt (Germany)
baehrfran@schaeffler.com



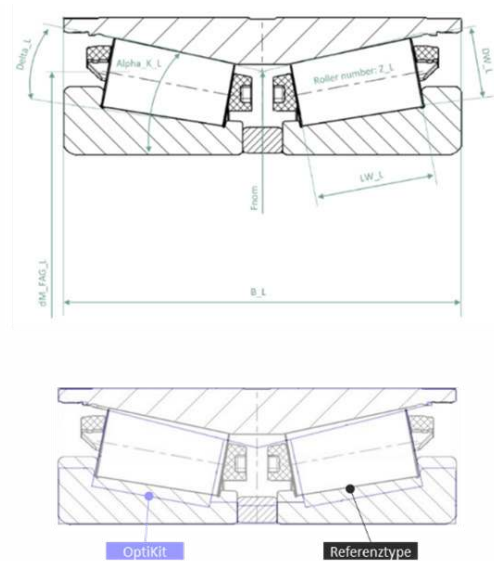
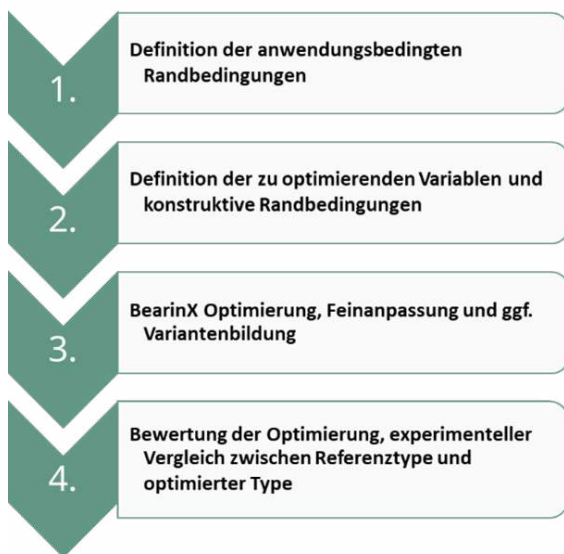
M.Sc. Ferdinand Höfling

Experte für Validierung und Prü-
fung von Bahn-radsatzlager
Schaeffler Technologies AG & Co.
KG, Schweinfurt (Germany)
hoeflfrd@schaeffler.com



mieden werden und kein Verschleiß auftritt. Die Betriebsdauer, in der das Fett diese Aufgabe ausreichend erfüllt, ist als Fettgebrauchsdauer definiert.

Es zeigt sich der Trend, dass Kunden immer längere Wartungsintervalle für Radsatzlager wünschen. Lag das durchschnittliche Wartungsintervall für Radsatzlager eines Hochgeschwindigkeitszugs in den 90er-Jahren noch unter 1 Mio. km Fahrleistung, werden bei aktuellen Fahrzeugentwicklungen Fahrleistungen von über 2 Mio. km gefordert. Dabei wird angestrebt, dass die Radsatzlager die Wartungsintervalle der restlichen Radsatzkomponenten wie Rad und Achse erreichen, um



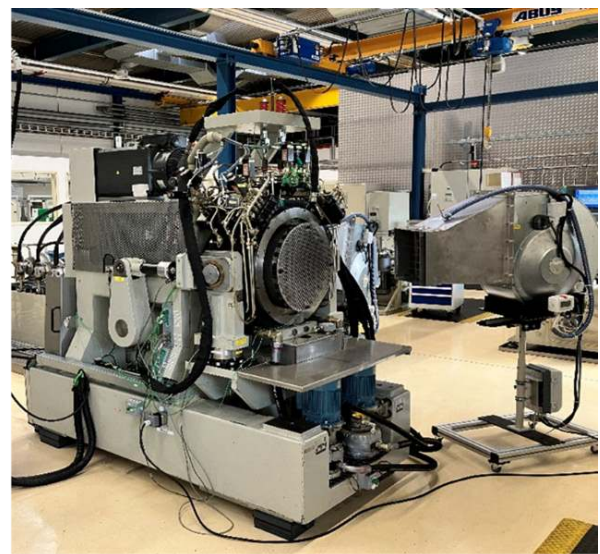
2: Designoptimierung mit BearinX OptiKit [2]

auch die Servicehäufigkeit zu reduzieren und die Fahrzeugverfügbarkeit zu erhöhen. Der Trend hin zu innengelagerten Radsätzen verstärkt diesen Effekt umso mehr, da hier ein Austausch der Radlager die Demontage der Räder erfordert. Somit ergibt sich ein weiterer Vorteil von reduzierten Reibungsverlusten im Wälzlager. Niedrige Reibungsverluste ermöglichen auch niedrigere Betriebstemperaturen im Radsatzlager, was sich wiederum positiv auf die Fettgedächtsdauer auswirkt.

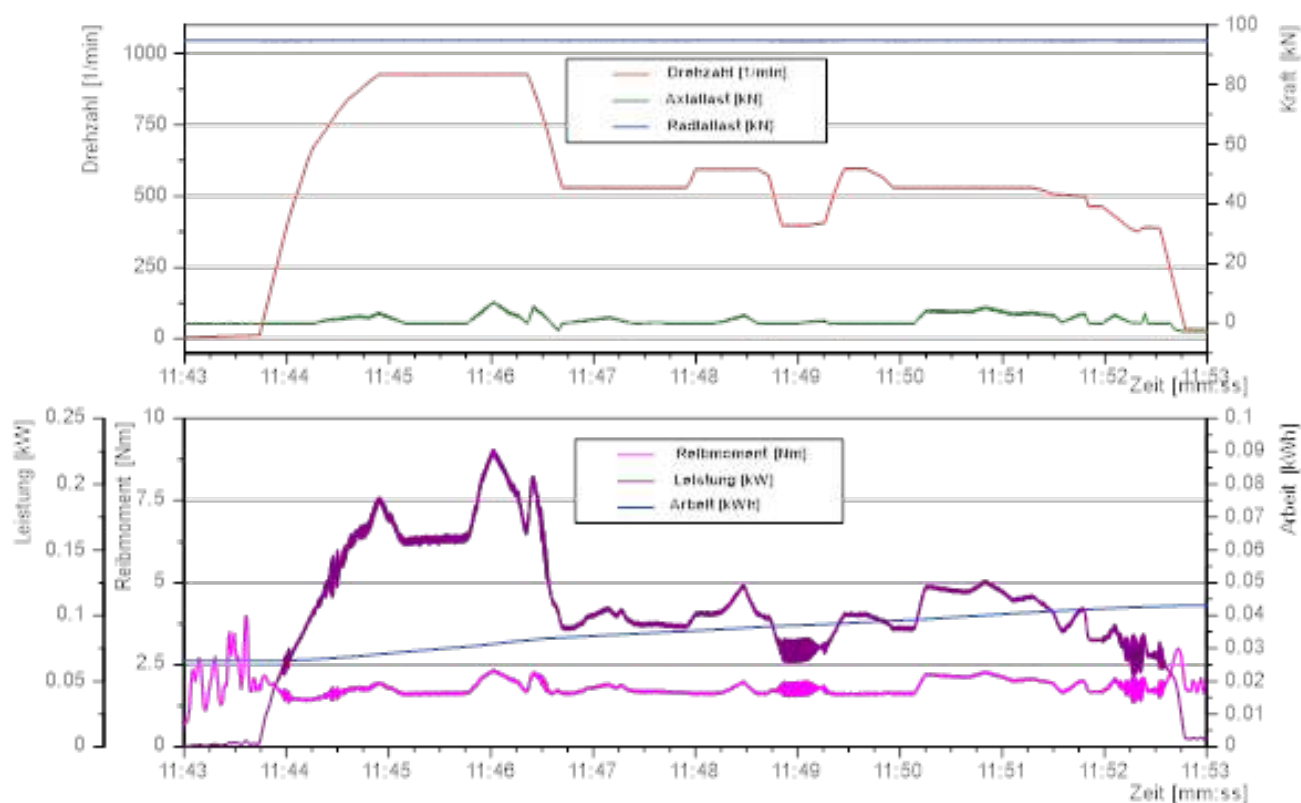
2. Grundlagen der Wälzlagerreibung

Grundsätzlich bestimmen die tribologischen Kontakte im Wälzlager die Reibung. Die Rollreibung in einem geschmierten Kontakt zwischen Wälzkörper und Lageringen ergibt sich aus den Hystereseverlusten der Verformung der Kontaktpartner und der Schmierstoffkomprimierung. An vielen Kontakten im Wälzlager tritt neben reinem Rollen auch Gleiten auf. Die Relativbewegung im Kontakt führt zu Verlusten

durch Scherung im Schmierstoff und bei direktem Festkörperkontakt, z. B. an einzelnen Rauigkeitsspitzen, zu Festkörperreibung. Einen weiteren Beitrag leistet die Bewegung der Wälzlagerkomponenten im Schmierstoff. Die Dichtungsreibung entsteht je nach Design der Dichtung infolge berührender Dichtlippen oder durch Scherung des Dichtungsfettes infolge Relativbewegungen im Dichtungsspalt. Abbildung 1 veranschaulicht die verschiedenen Anteile der Wälzlagerreibung.



3: links: klassische Reibungswaage R6; rechts: Reibungswaage für fettgeschmierte Radsatzlager R32



4: Gemessenes Reibmoment für Auszug aus Fahrspiel

3. Reibungsoptimierung von Radsatzlagern für Schienenfahrzeuge

Um den anfangs beschriebenen Marktanforderungen nach reibungsarmen Radsatzlagern zu begegnen, entwickelt Schaeffler kontinuierlich seine Radsatzlagerungen weiter.

So bietet Schaeffler seinen Kunden für viele Radsatzlagerungen eine verbesserte Type im X-Life Design an. Das X-Life Design ermöglicht höhere Tragzahlen, eine längere Lebensdauer und niedrigere Reibungsverluste bei identischem Bauraum, was wiederum den Einsatz in Bestandsfahrzeugen ermöglicht. [1]

Weitere Potenziale können durch eine Designoptimierung hinsichtlich Reibungsverluste mit dem Schaeffler-eigenen CAE-Tool Bearinx OptiKit, z. B. im Rahmen einer Neuauslegung, ausgeschöpft werden. Hierbei werden ausgewählte Designparameter der Lagerinnengeometrie, wie z. B. Wälzkörperdurchmesser, Wälzkörperanzahl, Laufbahndurchmesser, Druckwinkel und viele weitere iterativ so verändert, dass sich

entsprechend der gewünschten Zielgröße eine minimale Wälzlagerreibung einstellt. Diese Optimierung erfolgt automatisiert innerhalb der vorgegebenen Randbedingungen wie z. B. Bauraum und Min-

destanforderungen an Lebensdauer und Tragzahlen. Final können an den so generierten Designvarianten manuelle Fein Anpassungen durchgeführt werden. Hierbei werden z. B. fertigungstechnische Aspekte und Merkmale, welche sich in der Bahnanwendung etabliert haben, berücksichtigt. Abbildung 2 veranschaulicht den beschriebenen Optimierungsprozess. [2]

4. Nachweis der Reibungsverluste im Radsatzlager

Um die Reibungsverluste eines Radsatzlagers so genau wie möglich quantifizieren zu können, müssen die jeweils vorherrschenden Betriebsbedingungen definiert sein. Die Daten des Schienenfahrzeugs, wie z. B. Fahrzeugmasse und zulässige Betriebsgeschwindigkeit, geben erste Anhaltswerte für die am Radsatzlager herrschenden Bedingungen. Wesentlich detailliertere Eingangsdaten aber liefern Simulationen und Messungen der Betreiber und Hersteller von Schienenfahrzeugen für konkrete Streckenprofile.



5: Tarol Kegelrollenlagereinheit

Theoretisch kann das Reibmoment von Wälzlager berechnete werden. Dies bietet sich insbesondere in der Auslegungs- oder Entwicklungsphase an, wenn noch kein Referenz-Radsatzlager physisch vorliegt.

Hierfür nutzt Schaeffler das eigenentwickelte CAE-Tool Bearinx, welches basierend auf einem quasistatischen Ansatz das Kräftegleichgewicht im System berechnet und unter anderem Geometrie, Laufbahnprofilierungen, Passungen und Temperatureinflüsse berücksichtigt. Bearinx kann dabei nicht nur das einzelne Wälzlager, sondern ganze Wellensysteme und Antriebsstränge abbilden und berücksichtigt damit bereits Systemeinflüsse wie Wellendurchbiegung und Lasteinleitungspunkte. [3]

Sollen auch dynamische Effekte wie z. B. hohe Beschleunigungen oder die Bewegungen des Wälzlagerkäfigs untersucht werden, ist die auf Wälzlagerdynamik spezialisierte Mehrkörpersimulation Caba3D die beste Wahl. [4]

Sind die zu untersuchenden Radsatzlager physisch vorhanden, bieten sich verschiedene Prüfstände und Prüfmethoden an, um das Reibmoment zu bestimmen.

Für eine erste Abschätzung der Reibungsverluste unter betriebsnahen Bedingungen ist ein Abgleich mit den gemessenen Temperaturen aus einer EN12082 Leistungsprüfung [5] zweckdienlich. In der für die Zulassung relevanten EN12082 Leistungsprüfung werden über mehrere Monate zwei Radsatzlagereinheiten unter betriebsnahen Prüfbedingungen getestet. Diese leiten sich aus den Daten des Schienenfahrzeugs ab, wie z. B. Fettschmierung, Original-Radsatzlagergehäuse mit Dichtungen und Fahrtwindkühlung.

Werden in einem anschließenden Aufheizversuch die Radsatzlager durch elektrisch beheizte Dummy-Ringe ersetzt, können durch einen Abgleich der gemessenen Temperaturen und die dafür benötigte Heizleistung Rückschlüsse auf die mittleren Reibungsverluste in der EN12082 Leistungsprüfung gezogen werden. [6]

Klassisch werden bei Schaeffler Wälzlager auf Reibungswaagen unter Ölschmierung getestet. Dabei können für den Betrieb von Schienenfahrzeugen typische Lasten und Drehzahlen abgebildet werden. Dieser Prüfstands-Typ, wie auf der linken Seite in Abbildung 3 gezeigt, eignet sich insbesondere, um den Einfluss von Innen-Geometrien und Oberflächen zu untersuchen, da auch kleinste Unterschiede im Reibmoment erfasst werden können.

Um das Reibmoment von Radsatzlagern unter betriebsnahen Bedingungen direkt zu messen, hat Schaeffler die Reibungswaage R32 entwickelt. Der Prüfstand, wie auf der rechten Seite in Abbildung 3 dargestellt, kann das Reibmoment fettgeschmierter Radsatzlager inkl. Dichtungen mit hoher Präzision messen. Neben den typischen Prüfgrößen wie Drehzahl und axiale und radiale Prüfkraft, kann auch die Lagertemperatur durch eine Fahrtwindsimulation beeinflusst werden.

Neben betriebsnahen Prüfbedingungen, welche sich aus den Daten des Schienenfahrzeugs ableiten, können auch direkt vom Hersteller und Betreiber gemessene oder simulierte Fahrspiele getestet werden. In Abbildung 4 ist der zeitliche Verlauf von Reibmoment, Reibungsverlust und Energieaufnahme für einen Ausschnitt aus einem exemplarischen Fahrspiel dargestellt. •

Literatur

- [1] Digital: https://www.schaeffler.de/de/produkte-und-loesungen/industrie/x_life/; 13.03.2026.
- [2] Käbe A., Höfling F., Steger F.: Bearinx makes railway bearings even more efficient. Bearing World – 5th International FVA-Conference, Würzburg 2024, S. 218-221.
- [3] PBB / D-D / 202109 Bearinx Lagerauslegung auf hohem Niveau; Schaeffler Technologies AG & Co. KG, Herzogenaurach 2021.
- [4] PCA / D-D / 202208 Caba3D Einblick in die Wälzlagerdynamik; Schaeffler Technologies AG & Co. KG, Herzogenaurach 2022.
- [5] DIN EN 12082: Bahnanwendung – Radsatzlager-Prüfung des Leistungsvermögens. Beuth Verlag GmbH, Berlin 2021.
- [6] F. Bähr, F. Höfling: Ermittlung von Reibverlusten in Bahnradatzlagern mittels Aufheizversuch, 19. Internationale Schienenfahrzeugtagung, Dresden 2023.

Summary

Optimisation of Friction Losses in Railway Wheel Set Bearings – Experimental and Computational Verification and Outlook

To meet the trends towards longer maintenance intervals and lower energy consumption, Schaeffler offers its customers friction-optimised wheel set bearings for rail vehicles. The development of wheel set bearings involves, amongst other things, the use of computer-aided design optimisation. The friction savings achieved can be verified using the company's own calculation models and test benches. A new test rig makes it possible to measure friction losses directly for real running cycles under conditions close to those encountered in operation. Furthermore, the measured friction torques can be used to calibrate the existing calculation models, thereby improving the quality of the results produced by these models and, in particular, reducing validation costs when dealing with a wide variety of variants.



Besuche uns: InnoTrans | Halle 2.2 | Stand 410 – oder bewirb dich hier:

Von Entwurf bis Betrieb: Neue Bahnnorm definiert konkrete Sicherheitsbedürfnisse

Seit gut einem Jahr gilt die europäische Norm EN 17976 beim Verschrauben von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen. Sie hat die deutsche DIN 25201 ersetzt. Notwendig geworden war die Aktualisierung unter anderem, um im Zuge der europäischen Eisenbahnregulierung einen einheitlichen Rahmen zu schaffen.



Die DIN EN 17976, wie sie in Deutschland bezeichnet wird, definiert Verschrauben als Prozess. Es geht nicht nur um das Verschrauben von Einsteck- und Durchsteckschraubverbindungen, sondern die Norm soll zudem zu einem „angemessenen Sicherheitsniveau für Schraubverbindungen in Bahnanwendungen in Bezug auf Entwurfs-, Montage- und Betriebsphase“ führen¹. Daher reicht der Kreis an Abteilungen und Personen, die von der Norm in Verantwortung gezogen werden, vom Einkauf über das Planungs- und Konstruktionsbüro und den Verantwortlichen der Montage und Instandhaltung von mechanischen

und elektrischen Schraubverbindungen aus metallischen Bauteilen und Schrauben bis hin zu denjenigen, die den Schrauber bedienen. Denn sie alle sind daran direkt oder indirekt beteiligt, „zwei oder mehr Teile auf ausreichende und sichere Weise über die vorgesehene Lebensdauer unter den Bedingungen der Eisenbahnumgebung zu verbinden“. Das betrifft sowohl rein mechanische als auch elektrische Schraubverbindungen: Für beide gilt, dass sie „ohne Klaffen oder ohne Relativbewegung konstruiert“ sein sollen.

Mehr als Eisenbahn

Die DIN EN 17976 definiert ihren Anwendungsbereich auf alle Schienenfahrzeuge.



Dipl.-Ing. (FH) Holger Junkers

Schraubenfachingenieur (DSV)
Schraubtechnik Experte und
Trainer, Akademie der Schraub-
verbindung (AdSV)
h.junkers@akademie-sv.de

Sie definiert nicht, welche Fahrzeuge unter diese Definition fallen. An dieser Stelle greifen unter anderem die DIN EN 45545-1: 2013-08 „Fahrzeuge des spurgeführten öffentlichen Personenverkehrs an Land“ sowie die DIN 25003: 2001-09 „Spurbundene Fahrzeuge, die mit Spurkranz versehenen Rädern auf Gleisen, die aus Schienen einer bestimmten gleichbleibenden Spurweite gebildet sind, geführt und getragen werden“. Im DB-Fachbuch „Schienenfahrzeugtechnik“ werden diese Definitionen aufgegriffen: „Der Begriff ‚Schienenfahrzeuge‘ steht in der Regel für Fahrzeuge von Bahnen, die auf mit Spurkranz versehenen Rädern auf zwei parallel angeordneten Schienen fahren und sowohl Güter als auch Personen befördern. Zu den Schienenbah-



1: Die neue DIN EN 17976 legt fest, dass für jede Schraubverbindung ein Sicherheitsbedürfnis festzulegen ist

Die aktualisierte Bahnnorm
EN 17976 stärkt den
innereuropäischen Markt
im Bereich Schienenfahrzeuge.



nen zählen neben der Eisenbahn auch vergleichbare Systeme wie beispielsweise die Straßen- oder Untergrundbahn.“²

Personalkompetenz gefordert

Bei Verschraubungen im industriellen Umfeld spielt Technik zur Unterstützung eine immer größere Rolle. Allerdings lässt die DIN EN 17976 gegenüber ihrer Vorgängerin weniger Spielraum zu: „Alle Personen, die sich mit dem Thema Verschraubung und Schraubtechnik beschäftigen, müssen entsprechend qualifiziert sein, um die mit dem speziellen Prozess des Schraubenanziehens verbundenen menschlichen Faktoren kontrollieren zu können“, heißt es unmissverständlich. Dabei kann die Qualifizierung dieser Person an ihre Rolle im Prozess angepasst werden – zum Beispiel Konstruktion, Einkauf, Fertigungsplanung, Montage oder Qualitätsmanagement. Vorausgesetzt werden in allen Fällen grundlegende Kenntnisse einer Schraubverbindung einschließlich Vorspannkraft und Verspannung der verbundenen Teile.

Mit der DIN EN 17976 kommt den oben beschriebenen Personen mehr Verantwortung zu. Konkret heißt das zum Beispiel, dass ein Monteur erkennen muss, ob die Werte, mit denen eine Schraubverbindung angezogen werden soll, Sinn ergeben. Ist das seiner Expertise nach nicht der Fall, trägt er die Verantwortung, dass diese Schraubverbindung so nicht angezogen wird. Denn unzureichend montierte Schraubverbindungen können im schlimmsten Fall bei allen direkt oder indirekt beteiligten Personen persönliche sowie juristische Konsequenzen nach sich ziehen.

Konkrete Kenntnisse erforderlich

Die Norm zählt in diesem Zusammenhang sieben konkrete Kenntnisse auf. Theoretisches Wissen und praktische Erfahrung sind nach dem aktuellen Stand der Technik gleichermaßen gefragt. Unter anderem geht es um Materialkunde. Die Beteiligten müssen – je nach Einsatzgebiet – Kenntnis davon haben, welche Folgen eine zu hohe und zu niedrige Reibung haben können, und welche Anzugswerkzeuge es gibt. Beherrscht werden sollte auch das Anziehen als solches: Welche Position ist beim Anziehen einzunehmen, und wie wird das Drehmoment kontinuierlich angewandt?



2: Unzureichend montierte Schraubverbindungen können persönliche sowie juristische Konsequenzen nach sich ziehen

In diesem Zusammenhang verweist die EN 17976 auf die deutsche VDI/VDE-MT 2637. Als europaweit einzige Richtlinie legt sie verbindlich fest, welche Kompetenzen im Umgang mit sicherheitskritischen Schraubverbindungen nachzuweisen sind. Sie bildet das normative Fundament für die Qualifikation von Fachpersonal im Bereich der Schraubtechnik. Blatt 1 definiert die bedarfsgerechte Qualifikation für Mitarbeiter und Führungskräfte, während Blatt 2 einen Bewertungsleitfaden zur Beurteilung von Ausbildern bereitstellt.

Vergleichbare Anforderungen finden sich auch für andere Fügeverfahren wie Schweißen und Kleben. Die damit verbindlichen Schulungspflichten tragen der besonderen Sicherheitsverantwortung im Bahnbereich Rechnung. Denn der „Einfluss menschlicher Faktoren auf Unfälle in der verfahrenstechnischen Industrie“ ist trotz aller technischen Möglichkeiten und Kontrollinstanzen vorhanden.³

Sicherheit statt Risiko

Eine zentrale Rolle spielt das sogenannte Sicherheitsbedürfnis von mechanischen und elektrischen Schraubverbindungen. Hier unterscheidet sich die frühere DIN 25201 von der jetzt gültigen Norm. Denn in der bisherigen werden elektrische und me-

chanische Verbindungen getrennt behandelt und zudem in Risikoklassen unterteilt.

Analog zu den früheren Risikoklassen gibt es drei Sicherheitsbedürfnisse: H für high/hoch, M für medium/mittel und L für low/niedrig. Auch die Definitionen ähneln sich. Das Versagen einer Verschraubung mit Sicherheitsbedürfnis H „führt zu Folgeereignissen mit Personenschäden und Todesfällen, Ausfall der Gesamtfunktion oder schweren Umweltschäden“. Beim Versagen einer M-Verbindung kann es zur Beeinträchtigung der Gesamtfunktion sowie zu Folgeereignissen mit körperlichen Verletzungen oder begrenzten Schäden für die Umwelt kommen. Dementsprechend gilt für L-Verbindungen, dass ihr Versagen nicht zu einer direkten Beeinträchtigung der Gesamtfunktion führt und Folgeereignisse mit Personen- oder Umweltschäden unwahrscheinlich sind.

Aufgrund ihres Geltungsbereichs, der bereits mit dem Entwurf von Schraubverbindungen beginnt, legt die DIN EN 17976 fest, dass für jede Schraubverbindung ein Sicherheitsbedürfnis festzulegen ist. Die Klassifizierung lässt sich entweder aus einer Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) oder aus Erfahrungswerten ableiten; außerdem gibt es gerade für Sonderfahrzeuge, die im Schienenbau oder zur Wartung eingesetzt werden, konkrete Beispiele, die im umfangreichen Anhang aufgeführt sind. Insgesamt umfasst die neue Regulierung 103 Seiten, ein Drittel davon machen weiterführende Angaben und Hinweise aus.

2) DB-Fachbuch „Schienenfahrzeugtechnik“, J. Janicki, H. Reinhard, M. Rüffer; Bahn Fachverlag, Berlin 2019

3) „Einfluss menschlicher Faktoren auf Unfälle in der verfahrenstechnischen Industrie“, Forschungsbericht 20648300; ISSN 1862-4804 - <https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/publikation/long/3490.pdf>



3: Die neue Norm bedeutet mehr Verantwortlichkeit und gestiegene Haftungsrisiken: Ein Grund mehr für Schulungen und Qualifizierung

System und Werkzeug

Grundsätzlich sind durch die DIN EN 17976 alle Werkzeuge und Anziehsysteme bei allen Sicherheitsbedürfnissen zugelassen. Ob handgeführtes Anzugsystem oder manuell betätigtes Anziehwerkzeug spielt keine Rolle. Unterschiedlich sind nur die begleitenden und nachfolgenden Tätigkeiten. Beim handgeführten Anziehen bei der höchsten Sicherheitsstufe H kommen die direkt oder indirekt gemessene Steuergröße, also Drehmoment und Drehwinkel, sowie die Überwachungsgröße von Drehmoment oder Drehwinkel ins Spiel. Dabei muss die Kontroll- oder die Überwachungsgröße direkt gemessen werden. Die Anziehergebnisse sollten für die Weiterverarbeitung zur Verfügung gestellt werden – zumindest in Form von „okay“ (OK) oder „nicht okay“ (NOK).

Deutlich erhöht ist der Aufwand beim Anziehen mit einem manuell betätigten Werkzeug, gerade wenn es um das höchste Sicherheitsbedürfnis geht: Auch hier dienen die direkt oder indirekt gemessene oder wirkende Steuergröße sowie die direkt oder in-

direkt gemessene Überwachungsgröße zur Kontrolle. Bei handbetätigten Werkzeugen ohne die entsprechende digitale Kontrollgröße ist ein zweiter Mitarbeiter zwingend vorgeschrieben. Darüber hinaus sind Maßnahmen zur Qualitätssicherung einzuleiten, um fehlerhafte Schraubverbindungen zu verhindern. Geregelt wird das im Kapitel „Qualitätssicherung des Montageergebnisses in der Serienfertigung“. So müssen bei H-Verschraubungen konkrete Prüfstrategien definiert werden, außerdem sind stichprobenartige Kontrollen vorgeschrieben. Deren Häufigkeit wird durch eine Risikobewertung bestimmt.

Generell sind bei rein mechanischen H-Verschraubungen mehrere Nachweise erforderlich. Dazu zählen der Festigkeitsnachweis sowie die Dokumentation des Festigkeitsnachweises, ein Montageprotokoll, ein Qualitätsprozess und eine Inspektion über die gesamte Lebensdauer. Bei elektrischen Verbindungen der H-Kategorie ist kein Festigkeitsnachweis zu erbringen, dafür müssen „Informationen zur Montage in technischen Dokumenten“ vorliegen, genauso wie ein Montageprotokoll, und eine Lebensdauerprüfung ist ebenfalls erforderlich. Das Ganze ist unabhängig vom Anziehverfahren und den genutzten Schrauben.

Manuelles Anziehen – erlaubt, aber nicht sinnvoll

Manuelle Anzugverfahren sind laut DIN EN 17976 selbst bei Verschraubungen der H-Kategorie zulässig. Doch der Aufwand, um die erforderlichen Nachweise zu erbrin-

gen, ist sehr groß, und an dieser Stelle ist die Norm unscharf. Denn unbeabsichtigtes und damit unkontrolliertes überelastisches Anziehen ist zu vermeiden. Das aber lässt sich beim manuellen Anziehen nicht ausschließen. Um diese Vorgabe zu erfüllen und transparent zu arbeiten, empfiehlt sich das drehmomentgesteuerte, streckgrenzüberwachte Anzugverfahren. Im idealen Fall setzt man dieses bei allen Schrauben unabhängig vom definierten Sicherheitsbedürfnis ein, zumal ein permanenter Werkzeugwechsel nicht mit wirtschaftlichen oder zeitlichen Vorteilen verbunden sein dürfte. Mögliche Haftungsrisiken lassen sich durch die exakte und zeitgenaue Dokumentation des Verschraubungsprozesses auf ein Minimum reduzieren. Werkzeugsysteme, die diese technischen Möglichkeiten bieten, gibt es längst im Markt.

Kommt es zu einem gravierenden Unglück, liegt es an den Gutachtern, wie sie einzelne Verschraubungen definieren und ob sie den Plänen der Konstruktion folgen: Was im Plan ein M-Sicherheitsbedürfnis zu erfüllen hatte, kann aufgrund einer Folgewirkung im Nachhinein zu einer H-Verschraubung werden und damit eine Kettenreaktion in der Verantwortungshierarchie auslösen.

Signifikante Unterschiede

Sowohl die deutsche DIN 25201 als auch die europäische EN 17976 als ihre Nachfolgerin verfolgen das gleiche Ziel: Wagenmaterial und Lokomotiven sicher zu machen. Zu den wichtigsten Neuerungen zählt die Verteilung von Verantwortlichkeiten inklusive gestiegenen Haftungsrisiken und die stärkere Rolle der Person, die mit dem Anziehen beschäftigt ist. Sie muss erkennen können, ob die geforderten Parameter an der jeweiligen Stelle Sinn ergeben. Damit einher geht ein deutlich gesteigerter Bedarf an Schulungen und Qualifizierung, für die zudem jährliche Auffrischungen vorgeschrieben sind. Das betrifft allerdings nicht nur diejenigen, die mit dem Hydraulik- oder Pneumatikschrauber an Fahrzeugen oder Waggons verschrauben, sondern alle, die zu diesem Prozess beisteuern. Um diese Standards zu erfüllen, empfiehlt es sich, auf zertifizierte Lerndienstleister wie beispielsweise die Akademie der Schraubverbindung (AdSV) zurückzugreifen.

Schiene ist Zukunft

Die Einführung der EN 17976 als einheitliche europäische Norm ist ein logischer

Risiken und Sicherheitsbedürfnisse werden klar benannt, genauso wie die Verantwortung der verschiedenen Beteiligten.



Schritt, um den Schienenverkehr in Europa sicherer zu gestalten. Und er ist wichtig, weil der Schienenverkehr nicht nur ein Wachstumsmarkt, sondern auch ein Markt mit Zukunft ist. In seiner Verkehrsprognose 2040 rechnet das Bundesverkehrsministerium mit einem Plus bei der Personenbeförderung – und zwar nicht nur, was die Zahl der Passagiere angeht (+3,5 %), sondern auch hinsichtlich der Personenkilometer (+7,9 %). Basisjahr für die Berechnung ist 2019. Klar ist also: Es werden mehr Menschen mit der Bahn fahren und dabei längere Strecken absolvieren⁴.

Ähnliches gilt für den Transport von Gütern per Bahn. Der lag 2022 bei 140 Milliarden Tonnenkilometern und macht circa 20,2 Prozent des Gesamtgüterverkehrs aus.⁵ Bis 2030 könnte er auf 213 Milliarden

den Tonnenkilometer gesteigert werden⁶, schätzt der Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), wenn entsprechend in die Infrastruktur investiert wird. Das entspräche einem Zuwachs von 52 Prozent.

Sowohl das wachsende Fahrgastaufkommen im Personenverkehr als auch das Plus im Güterverkehr sorgen länderübergreifend für Impulse bei Herstellern von Waggons und Lokomotiven. Es geht um Schnelligkeit, Flexibilität und Zuverlässigkeit. Das beinhaltet nicht nur den Umbau und die Optimierung von bestehendem Zugmaterial, sondern auch neue Konstruktionen, weil sich Techniken und Materialien weiterentwickeln. In den ersten ICE 1 der DB von 1991 mit einer Zuglänge von 410 Metern fanden rund 760 Passagiere einen Platz. Mit dem aktuellen ICE 4 der DB, der eine Länge von nicht ganz 375 Metern hat, können sich mehr als 910 Passagiere einen

Sitz aussuchen, weil der Antrieb auf die Drehgestelle der einzelnen Wagen verteilt ist. Mit der neuen Norm ist jetzt europaweit geregelt, wie jeder Sitz sicher verschraubt sein muss. Das stärkt nicht nur den innereuropäischen Wettbewerb, sondern auch die europäischen Hersteller.

Summary

From design to operation: New railway standard defines specific safety requirements

The updated railway standard EN 17976 strengthens the intra-European market for rail vehicles. It establishes a common basis and facilitates cross-border trade, distribution and service. Of central importance in this context is a new definition of safety and responsibility throughout the entire bolting process. Risks and safety requirements are clearly identified, as are the responsibilities of the various parties involved. Procurement, planning, design and assembly must demonstrate competence and qualifications and are held more accountable.

4) <https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/verkehrsprognose-2040.html>

5) <https://www.allianz-pro-schiene.de/themen/gueterverkehr/marktanteile/>

6) https://www.vdv.de/presse.aspx?id=3d24e5c0-41ff-459c-93f7-2adfdc1f0212&mode=detail&coriander=V3_04444d54-6c0c-2045-7e3e-dd68c503c163



ASC INERTIALSENSOREN

Genau. Präzise. Zertifiziert.

Für überragende Leistung im Schienenverkehr

- **Genau:** ASC-Sensoren liefern Ergebnisse, die am tatsächlichen Wert liegen
- **Präzise:** Bei wiederholten Messungen zeigen ASC-Sensoren konstante Ergebnisse
- **Zertifiziert:** Die ASC RAIL-Serie ist nach wichtigen Normen ausgelegt (inkl. EN 50155, EN 50121-3-2 und EN 45545). Sie bietet zuverlässige Lösungen, die nationalen und internationalen Standards entsprechen
- **Verlässlich:** ASC RAIL-Sensoren sind äußerst robust, um extremen Test- und Betriebsbedingungen standzuhalten

Bahnhersteller und -betreiber rund um die Welt vertrauen auf maßgeschneiderte Lösungen von ASC.
Wann dürfen wir Sie von der ASC RAIL-Serie überzeugen?



asc-sensors.de

ASC-Inertialsensoren werden verwendet für

Charakterisierung der Gleisgeometrie (EN 13848)

Festlegung der konstruktiven Anforderungen an Drehgestelle (EN 13749)

Dynamische Wechselwirkung zwischen Stromabnehmer und Oberleitung (EN 50317)

Fahrkomfort der Passagiere (EN 12299)

Fahreigenschaften von Schienenfahrzeugen (EN 14363)

SUCCESSFUL WORLDWIDE. AT HOME IN GERMANY.

Sicherheit & Komfort auf Schiene: Stadler setzt auf ASC-Sensoren

Die Zulassung von Schienenfahrzeugen ist ein komplexer, normierter Prozess, der Sicherheit und Qualität gewährleistet. Bei Stadler stehen dabei unter anderem anspruchsvolle Prüfungen zu den fahrtechnischen Eigenschaften der Schienenfahrzeuge sowie Fahrkomfort-Tests im Fokus. Kapazitive Beschleunigungssensoren der ASC OS-Serie bilden dabei die messtechnische Grundlage für die internationale Homologation.



Strenge Zulassungstests für Schienenfahrzeuge

Die Firma Stadler, mit Hauptsitz im schweizerischen Bussnang, ist ein international führender Hersteller von Schienenfahrzeugen. Die Produktpalette reicht von Stra-

ßenbahn- und Regionalzügen über Doppelstock- und Fernverkehrsgarnituren bis hin zu Hochgeschwindigkeitszügen. Als internationales Unternehmen ist Stadler mit Engineering-Standorten, Produktions- und Komponentenwerken und mehr als 95 Service-Standorten in 25 Ländern vertreten.



Markus Nowack

Applikationsingenieur bei ASC Sensors
m.nowack@asc-sensors.de



1: Regionalzug Prättigau

Quelle: RhB, Andrea Badrutt



2: Beschleunigungssensoren ASC OS-115LN-PG am Achslager und Drehgestellrahmen zur Prüfung der fahrtechnischen Eigenschaften einer U-Bahn

Quelle: Stadler

Neue Fahrzeuggenerationen oder Umbauten mit relevanten Änderungen müssen Zulassungsprüfungen durchlaufen, bevor sie im regulären Personenverkehr eingesetzt werden dürfen. Wesentliche Kriterien zur Quantifizierung des Fahrverhaltens von Zügen unter repräsentativen Betriebs- und Infrastrukturbedingungen sind dabei in der Norm DIN EN 14363 geregelt. Die Prüfungen dienen nicht nur dem Nachweis der Betriebssicherheit, sondern auch der Bestätigung des vom jeweiligen Kunden geforderten Komforts (DIN EN 12299) für Fahrgäste. Die Typgenehmigung – das offizielle Verfahren, in dem bestätigt wird, dass ein neues Produkt die erforderlichen technischen und umweltbezogenen Normen erfüllt – wird bei Stadler durch eine unabhängig agierende, interne Prüfstelle unterstützt und durch ein Zulassungsmanagement durchgeführt.

Dabei sind die Zulassungsprozesse streng reguliert. Sie basieren auf internationalen und europäischen Normen sowie länderspezifischen Vorschriften der jeweiligen Eisenbahnbehörden. „Als Prüfstelle müssen wir unzählige formale Kriterien beachten und regelmäßig strenge Audits durchlaufen“, erklärt Gian Spe-



3: Typische Versuchsdurchführung zur Bestimmung des Fahrkomforts (links: am Fahrzeugboden befestigte Beschleunigungssensoren ASC OS-315LN-PG, rechts: mit Ballastierung zur Simulation der Fahrgäste)

Quelle: Stadler

scha, Abteilungsleiter Messtechnik und Stellvertretender Leiter der Prüfstelle bei Stadler. Getestet wird oft unter Extrembedingungen vor Ort, da sich Spurbreiten, Oberleitungen, Umweltbedingungen und eine Menge weiterer Faktoren von Land zu Land unterscheiden können. „Wir fahren makellose Hochgeschwindigkeitsgleise genauso ab wie kurvenreiche, abgenutzte Strecken, um das reale Betriebsverhalten zu simulieren.“

Inertialsensoren für den Extremeinsatz: rauscharm, stabil, robust

„Für gesicherte Ergebnisse benötigen wir hochpräzise, robuste, stabile Sensoren“, sagt Spescha. „Die ASC-Beschleunigungssensoren bieten hervorragende Leistung und Datenqualität.“ Sie basieren auf bewährter MEMS Technologie mit kapazitivem Funktionsprinzip. Die integrierte Elektronik ermöglicht einen differentiellen, analogen Spannungsausgang (± 4 V Signalhub) und flexible Spannungsversorgung von 6 bis 40 VDC. „Auch ihre praktischen, flexiblen Installationsmöglichkeiten helfen sehr. Denn während Größe und Gewicht im Bahnbereich oft nicht matchentscheidend sind, ist es wichtig, dass wir den Sensor unkompliziert und stabil anbringen können.“

Weiter zeichnet sich die ASC OS-Serie durch ihre hohe Langzeitstabilität im Messsignal und durch extreme Robustheit aus. „Beides ist entscheidend“, sagt Philipp Feurstein, Messingenieur im Bereich Fahrtechnik bei Stadler. Insbesondere vor der primären Federstufe am Rad-Schiene-Kontakt wirken sehr hohe Kräfte, die in Z-Richtung des Fahrzeugkoordinatensystems zu Beschleunigungswerten von deutlich mehr als 100 g führen. „Die Stöße dürfen den eingesetzten Sensoren nichts anhaben und die Messergebnisse nicht beeinflussen.“

Sicherheitskritische Fahrdynamik-Prüfungen am Drehgestell

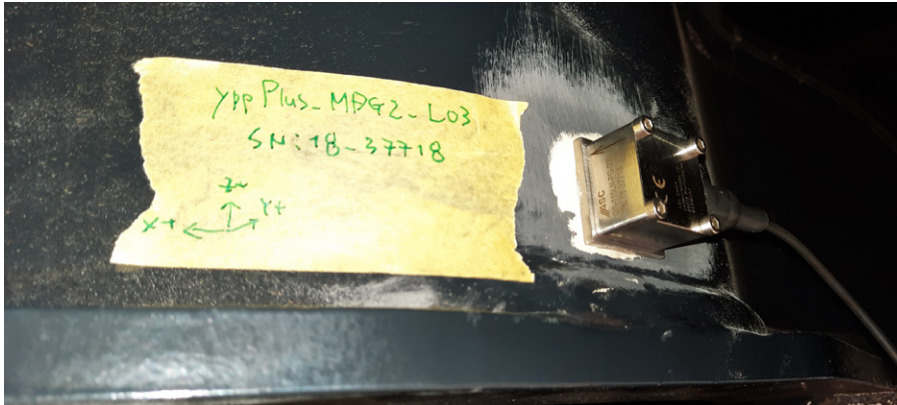
Herzstück jedes Schienenfahrzeugs ist das Drehgestell. Das Bindeglied zwischen Wagenkasten und Gleis muss enorme physikalische Kräfte bewältigen. In intensiven Fahrdynamik-Sicherheitstests wird evaluiert, wie sich das Drehgestell und der gesamte Zug bei verschiedenen Geschwindigkeiten, auf unterschiedlichen Streckenprofilen, Fahrwegbeanspruchungen und Kurvenradien verhalten. Daraus werden wichtige Rückschlüsse auf das Verhalten des Fahrzeuges gezogen, in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen, den Eigenschaften der Infrastruktur und der Schnittstelle Rad-Schiene.

Ein zentrales Ziel der Fahrdynamiktests ist der Nachweis der Laufstabilität und Entgleisungssicherheit. Um das Fahrdynamikgeschehen zu analysieren und geeignete Maßnahmen zur Vibrationsdämpfung und Komponentenoptimierung zu treffen, nutzt das Stadler-Messteam instrumentierte Radsätze und Drehgestelle. Uniaxiale Beschleunigungssensoren vom Typ ASC OS-115LN-PG mit Messbereichen von 5 und 50 g (verfügbar bis 400 g) werden am Drehgestellrahmen, den Radsatzlagern und am Wagenkasten angebracht, um Vertikal- und Querbeschleunigungen zu erfassen.

„Alle Stufen des Drehgestells sind sicherheitsrelevant“, so Feurstein. „Kritisch sind die Bedingungen vor der primären Federstufe am Radsatz sowie vor der sekundären Federstufe am Drehgestellrahmen. Dort herrschen die stärksten Beschleunigungskräfte, daher setzen wir hier unterschiedliche Sensortechnik ein.“

Sensoren vom Typ ASC OS verfügen über ein robustes, zuverlässiges Edelstahlgehäuse mit Schutzklasse IP68 und eignen sich daher besonders für raue Umgebungsbedingungen, wo Öle, Staub und Stein Schlag die Zuverlässigkeit der Messtechnik beeinflussen können.

Sie sind mit einem integrierten Kabel von konfigurierbarer Länge und Anschluss-



4: Temporäre Befestigung des Beschleunigungssensors ASC OS-115LN-PG durch den Einsatz von Montageplatten und Kleben am Drehgestellrahmen
Quelle: Stadler

möglichkeiten ausgestattet, da Steckverbindungen sich durch die heftigen Stöße am Drehgestell lösen können. Benutzerfreundliche, vorgefertigte Lochungen für metrische Schrauben helfen beim Applizieren. Da Gewindebohrungen einen Einfluss auf die strukturelle Integrität der Komponenten haben, kommen Montageplatten zum Einsatz, die ebenfalls von ASC geliefert werden – ein simples, aber effektives Zubehör. Die Sensoren werden dabei zunächst auf die Montageplatten geschraubt und anschließend als Verbund an die Messstellen geklebt. Nach Beendigung der Prüfungen können die Sensoren abgeschraubt und die Platten im weiteren Verlauf abgeschlagen werden.

Low-Noise Sensoren für optimale Laufdynamik

„Primär interessiert uns die laterale Bewegung am Rahmen“, so Messexperte Feurstein weiter. „Sie ist wesentlich für die Charakterisierung der Laufdynamik.“ Denn

Schienenfahrzeuge zeigen aufgrund der konischen Radprofile einen natürlichen Sinuslauf der Radsätze. Diese Bewegung besteht aus einer seitlichen Verschiebung des Radsatzes und einer gekoppelten Gierbewegung um die Hochachse (Z-Achse). Bei kleinen Auslenkungen lässt sie sich näherungsweise als sinusförmig beschreiben. Da ihre Wellenlänge weitgehend konstant bleibt, steigt ihre Frequenz mit zunehmender Fahrgeschwindigkeit an. Wird die kritische Laufgeschwindigkeit überschritten oder ist das Fahrwerk unzureichend gedämpft, kann dieser Sinuslauf instabil werden und in ein sicherheitskritisches Schlingern übergehen. Die Schwingungen können sich dabei aufschaukeln und zu starken seitlichen Fahrzeugbewegungen sowie erhöhten Spurkranzkräften führen.

Die LN (Low-Noise)-Beschleunigungssensoren von ASC weisen ein hervorragendes Signal-Rausch-Verhältnis und eine exakte Frequenzantwort von unter 10 Hz auf – Grundvoraussetzungen für die anspruchsvolle Messung niedriger

Frequenzen und den auftretenden lateralen Beschleunigungen von wenigen Zehntel m/s^2 .

Komfortbewertung für Kundenzufriedenheit

Doch was nützt ein hochsicherer Zug, wenn die Reise für den Passagier zur Tortur wird? Der Fahrgastkomfort ist häufig ein wesentliches Verkaufsargument. Er wird daher im Rahmen der Testfahrten ebenfalls konsequent überprüft. Hierbei fließen Faktoren zusammen, die das subjektive und objektive Wohlbefinden der Gäste beeinflussen.

„Fahrkomfortmessungen spielen keine Rolle für die Zulassung an sich. Sie sind jedoch Vertragsbestandteil mit dem Kunden“, erklärt Spescha. Der Fahrkomfort wird in der Regel nach der europäischen Norm EN 12299 quantifiziert. Diese Norm definiert sogenannte „Komfortindizes“ für vertikale und laterale Bewegungen. Um diese zu ermitteln, werden im Inneren des Wagenkastens, insbesondere über den Drehgestellen und im Fahrgastraum, hochsensible Beschleunigungssensoren platziert.

Hier setzt Stadler triaxiale Beschleunigungssensoren vom Typ ASC OS-315LN-PG (Messbereich 2 g) ein. Die Messungen erfassen niederfrequente Schwingungen (die zu Reiseübelkeit führen können) sowie hochfrequente Stöße, die beispielsweise durch unebene Schienenstöße oder Weichen entstehen. Die Messdaten werden mittels spezieller Software ausgewertet, um ein objektives Bild der Laufruhe zu zeichnen. Nur wenn die vereinbarten Grenzwerte für den Sitz-, Steh- und Liegekomfort in allen Bereichen unterschritten werden, wird das Schienenfahrzeug vom Kunden abgenommen.

Präzise Messergebnisse – mit dem Kalibrierservice von ASC

Die ASC Inertialsensoren bieten hervorragende Langzeitstabilität der wesentlichen Parameter. Durch regelmäßige Kalibrierung wird dies bestätigt, um konstant zuverlässige und genaue Messergebnisse zu erzielen. ASC bietet deshalb sowohl DAKS-konforme als auch Werkskalibrierungen für Beschleunigungssensoren sämtlicher Hersteller wie auch für weitere Sensormodelle an. Das mit hochmoderner Technologie ausgestattete Kalibrierlabor von ASC ist von der DAKS (Deutsche Akkreditierungsstelle) gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 für die Messgröße Beschleunigung sowohl für die Sinus- als auch für die Stoßkalib-

DIN EN 17976 Pflichtschulung

Wir machen Ihre Mitarbeitenden
fit für sicheres Verschrauben
im Bahnsektor.



AKADEMIE^{DER}
SCHRAUBVERBINDUNG

Jetzt buchen

info@akademie-sv.de
www.akademie-sv.de

rierung akkreditiert. DAKS-akkreditierte Kalibrierzertifikate belegen die Rückführbarkeit auf nationale Standards, wie sie in der Normenfamilie DIN EN ISO 9000 und DIN EN ISO/IEC 17025 gefordert wird.

Die Messprofis von Stadler nutzen den ASC-Kalibrierservice regelmäßig. „Das ist auch unserer Funktion als unabhängige Prüfstelle geschuldet“, klärt Spescha. Denn der normierte Prozess gibt die regelmäßige Überprüfung und fixe Kalibrierzyklen für sämtliche im Zulassungsverfahren eingesetzte Sensorprodukte vor.

„Von ASC erhalten wir hier wirklich ein ‚Rundum-Sorglospaket‘. Das Team geht flexibel auf unsere Wünsche ein. Gerade im unabhängigen Prüfungsumfeld hilft uns das sehr, um die Rückführbarkeit der Messsignale darstellen zu können.“

Innovative Zusammenarbeit

„Wir schätzen die professionelle, unkomplizierte Zusammenarbeit mit dem Team von

ASC Sensors“, meint Philipp Feurstein. „Als Messingenieur ist es schön, mit Partnern zu arbeiten, wo man merkt, dass großes technisches Know-how und eine Leidenschaft für gemeinsame Innovation vorhanden sind.“

„Bei ASC sind die Wege kurz. Man erhält Antworten umgehend und Lösungen rasch. Da die Prüfstelle von Stadler sehr viele Sensoren quasi im Dauereinsatz betreibt, ist eine vertrauensvolle, unkomplizierte Zusammenarbeit ohne langwierige Bürokratie ein schlagender Vorteil“, schließt Gian Spescha.

Die Eisenbahnzulassung bei Stadler ist ein vielschichtiger Prozess, bei dem absolute Sicherheit und optimaler Fahrkomfort Hand in Hand gehen. Durch modernste Messtechnik an den Drehgestellen und im Fahrgastraum stellt Stadler sicher, dass seine Schienenfahrzeuge nicht nur die strengen regulatorischen Anforderungen der Behörden erfüllen, sondern auch die hohen Erwartungen der Kunden und Reisenden an eine sichere und entspannte Fahrt übertreffen. •

Besuchen Sie ASC auf der InnoTrans:
Halle 27 / Stand 690

Literatur

ASC OS-115LN-PG
ASC OS-315LN-PG

Summary

Safety & comfort on track: Stadler relies on ASC sensors

Rail vehicle certification is a complex, standardized process that ensures safety and quality. At Stadler, one focus is the rigorous testing of dynamic vehicle performance characteristics as well as ride comfort tests, among further areas. Capacitive accelerometers from the ASC OS series form the metrological basis for international homologation.

**Bleiben
Sie in der Spur!**

Mit dem Newsletter von

**Eurail
press**

**Jetzt
anmelden!**

[www.eurailpress.de/
anmeldung](http://www.eurailpress.de/anmeldung)

Weniger Ölwechsel, mehr Reichweite: Feldtest validiert verdreifachtes Wartungs- intervall im Schienenfahrzeug-Getriebe

Ein gemeinsamer Feldtest von Klüber Lubrication, Voith, Alpha Trains und eurobahn zeigt: Das vollsynthetische Getriebeöl Klübersynth GE 4 75 W 90 hält in Voith-Radsatzgetrieben SZH595 der Stadler-Flirt-Flotte zuverlässig bis 840 Tkm – und ermöglicht so eine Verdreifachung des bisherigen Ölwechselintervalls.



Ausgangslage: Wartungsaufwand als Kostentreiber

Im Betrieb moderner Elektrotriebwagen sind Ölwechsel an Radsatzgetrieben ein kostenintensiver Routineeingriff – nicht allein wegen des Betriebsstoffes selbst, sondern vor allem wegen des damit verbundenen Aufwands: Für jeden Ölwechsel am Voith-Radsatzgetriebe SZH595 müssen die betroffenen Züge aus dem Betrieb genommen und in die Werkstatt überführt werden. Für Flottenbetreiber wie eurobahn und den Fahrzeugeigentümer Alpha Trains summieren sich diese Eingriffe über eine Fahrzeugflotte von 62 Stadler-Flirt-Zügen zu einem erheblichen Posten in der Lebenszyklusrechnung.

Das bisher verwendete Öl sah einen Wechsel nach jeweils 250 Tkm Fahrzeuglaufleistung vor. Zusätzlich war ein sogenannter W1-Einlaufölwechsel nach 25 Tkm vorgeschrieben, um Fertigungs- und Einfahrverschmutzungen aus dem frisch revidierten Getriebe zu entfernen.

Das Ziel des gemeinsamen Feldtests war ehrgeizig: Das Wartungsintervall sollte auf mindestens 600 Tkm mehr als verdoppelt und der W1-Ölwechsel in seiner Notwendigkeit überprüft werden.

Ein Konsortium mit klarer Rollenverteilung

Das Projektkonsortium vereinte komplementäre Kompetenzen unter einem gemeinsamen Projektziel. Alpha Trains als



Florian Sabelmann

Vice President Product Management Rail, J.M. Voith SE & Co. KG
Florian.Sabelmann@voith.com



Jörg Hagemeyer

Engineering Director, Alpha Trains
Joerg.Hagemeyer@alphatrains.eu



Arne Bela

Leiter Fahrzeugtechnik, eurobahn
arne.bela@eurobahn.de



Pierre Köplin

Head of Rail Industry Germany, Klüber Lubrication
Pierre.Koeplin@klueber.com



1: Stadler-Flirt-Triebzüge der eurobahn im Fahrgastbetrieb – die Flotte diente als Einsatzplattform für den mehrjährigen Feldtest zur Verlängerung der Ölwechselintervalle
Quelle: Alpha Trains

Fahrzeugeigentümer und Initiator stellte die Fahrzeuge und damit die Getriebe bereit. Die eurobahn als Betreiber und Instandhalter der Fahrzeuge entnahm in definierten Intervallen Ölproben und meldeten etwaige Auffälligkeiten im Betrieb. Klüber Lubrication lieferte das Testöl sowie standardisierte Ölanalysesets und übernahm die chemisch-

physikalischen Ölanalysen inklusive eigenem Trendmonitoring. Voith als Getriebeentwickler und -hersteller koordinierte das Gesamtprojekt, beurteilte den Getriebezustand, verfolgte den Öltrend parallel und erteilte schließlich die Sonderfreigabe für das verlängerte Ölwechselintervall.

Das Testobjekt: Voith SZH595 im Stadler Flirt

Das Radsatzgetriebe SZH595 ist ein zweistufiges Stirnradachsgetriebe mit Hohlwelle. Es ist in allen Triebdrehgestellen der Stadler-Flirt-Elektrotriebwagen verbaut – jedes Fahrzeug trägt vier dieser Getriebe. Mit einer Ölfüllmenge von 11 Litern und einer Lebenserwartung bis zur Hauptuntersuchung von 1,2 Mio. km ist es ein Schlüsselbauteil in der Fahrzeugunterhaltung. Für den Test wurden ausschließlich Getriebe nach einer durchgeführten Überholung bei Voith verwendet.

Der Schmierstoff: Klübersynth GE 4 75 W 90

Das für den Feldtest gewählte Klübersynth GE 4 75 W 90 ist ein vollsynthetisches Hochleistungsgetriebeöl auf Basis von Polyalphaolefin (PAO). Es erfüllt die Anforderungskategorie API GL-5 und bietet damit höchsten Schutz vor Zahnflankenfraß auch unter Stoßbelastungen. Gegenüber dem abgelösten Mineralöl zeichnet es sich durch eine deutlich höhere Alterungs- und Oxidations-

Ziel dieses Projekts war es, die Instandhaltungsstrategie unserer Flotten im Hinblick auf Nachhaltigkeit und Effizienz weiterzuentwickeln. Gemeinsam mit Klüber als Lieferant des Öls sowie Voith als Hersteller der Radsatzgetriebe und langjährigem Revisionspartner haben wir die Intervallverlängerung für den Ölwechsel bei der Eurobahn umgesetzt.

Jörg Hagemeyer

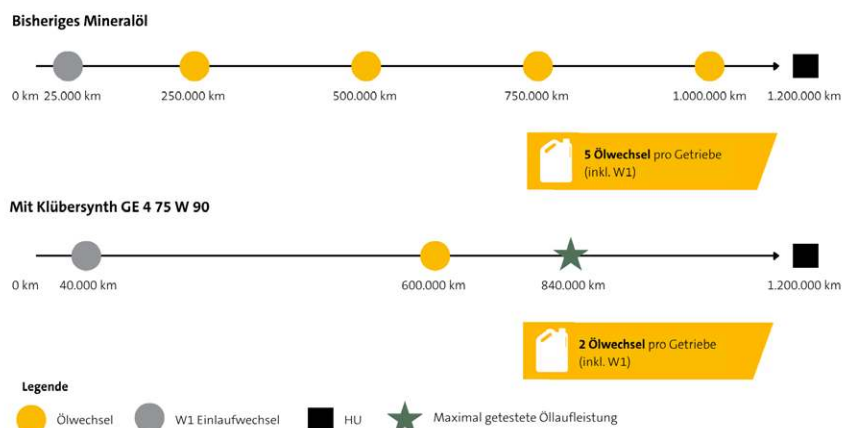
Projektergebnisse auf einen Blick



2: Projektergebnisse auf einen Blick

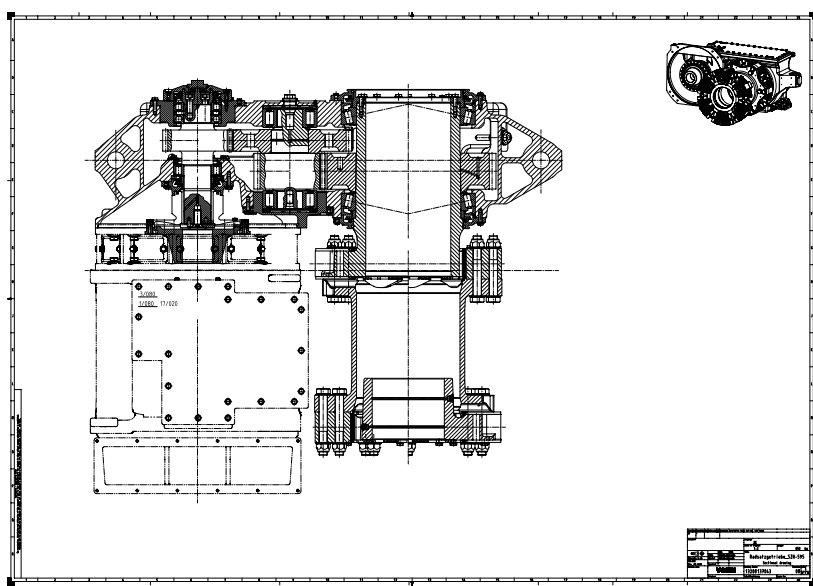
Quelle: Klüber Lubrication

Ölwechselplan über ein Revisionsintervall



3: Ölwechselplan über ein Revisionsintervall

Quelle: Klüber Lubrication



4: Schnittdarstellung des zweistufigen Voith-Radsatzgetriebes SZH595 mit Hohlwelle, das in den Triebdrehgestellen der Stadler-Flirt-Fahrzeuge eingesetzt wird

Quelle: Voith Group

Tabelle 1: Übersicht der Testfahrzeuge und -getriebe (Auswahl)

Fahrzeugtyp	Getriebe (Anzahl)	Teststart	Max. Öl-Laufleistung	Gruppe
ET 8.01 (3-Teiler)	4	Sep. 2020	441.617 km	ohne W1
ET 8.12 (3-Teiler)	4	Nov. 2020	649.696 km	2 mit/ 2 ohne W1
ET 5.04 (4-Teiler)	4	Nov. 2020	840.000 km	2 mit/ 2 ohne W1
ET 5.18 (4-Teiler)	4	Dez. 2020	234.975 km	2 mit/ 2 ohne W1
ET 7.09 (5-Teiler)	4	Apr. 2021	378.467 km	2 mit/ 2 ohne W1
ET 7.03 (5-Teiler)	4	Mai 2021	137.023 km	2 mit/ 2 ohne W1

stabilität aus – die wesentliche Grundlage für verlängerte Ölwechselintervalle.

Weitere Stärken des Produkts liegen in seiner guten Scherstabilität, die eine zuverlässige Schmierfilmbildung auch bei hoher Belastung sicherstellt, sowie im breiten Einsatztemperaturbereich dank ausgezeichneter Tieftemperaturmerkmale.

Versuchsaufbau

Insgesamt 24 SZH595-Getriebe aus sechs Alpha-Trains-Fahrzeugen (zwei 3-Teiler, zwei 4-Teiler, zwei 5-Teiler) wurden zwischen Herbst 2020 und Ende 2024 in den Feldtest einbezogen. Die Getriebe wurden in zwei Gruppen aufgeteilt: Eine Gruppe fuhr ohne den obligatorischen W1-Einlaufölwechsel, eine Vergleichsgruppe erhielt diesen nach etwa 40 Tkm. In regelmäßigen Abständen – bei 40, 80, 120, 240, 360, 480, 600, 720 und 840 Tkm Öllaufleistung – wurden Ölproben entnommen und an Klüber Lubrication zur Analyse übergeben.

Die Ölanalyse umfasste ein breites Spektrum physikalisch-chemischer Parameter: kinematische Viskosität (KV40), Total Acid Number (TAN), Eisengehalt

(Fe) als Verschleißindikator, Phosphorgehalt (P) als Maß für den Additivabbau, Ölreinheit, Wassergehalt sowie Schaumverhalten (ASTM-Test). Ergänzend wurde ein Temperaturlogger zur Überwachung der Ölsumpftemperaturen eingesetzt. Für ausgewählte Endproben (EOT = End of Test) wurden zusätzlich Blotterspot-Tests zur Bewertung von Ablagerungsneigung durchgeführt.

Ergebnisse: Stabile Ölqualität über die gesamte Laufzeit

Ölanalysen: Alle Grenzwerte eingehalten

Die kontinuierliche Öltrendanalyse über alle 24 Getriebe und die gesamte Versuchslaufzeit ergab ein konsistent positives Bild. Die kinematische Viskosität (KV40) blieb über den gesamten Verlauf im zulässigen Bereich. Der Eisengehalt als Maßstab für Zahnrad- und Lagerverschleiß bewegte sich durchgehend auf niedrigem Niveau – weit unterhalb der definierten Grenzwerte.

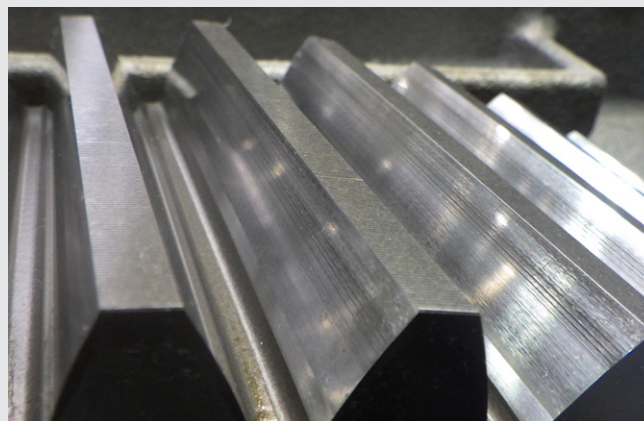
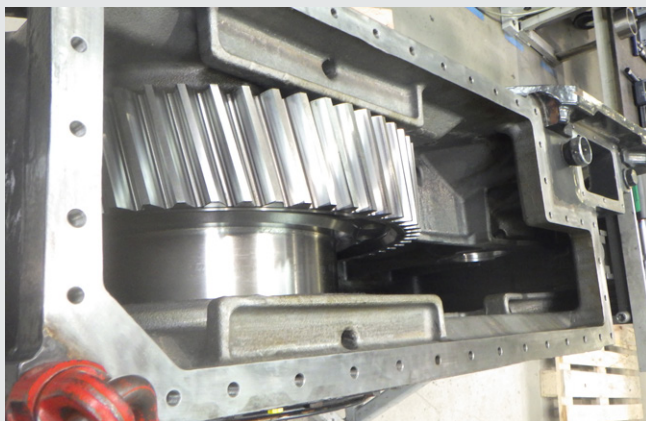
Besonders bemerkenswert: Die TAN-Werte (Total Acid Number) zeigten keinen signifikanten Anstieg mit zunehmender

Vier Jahre Felddaten aus dem realen Fahrgastbetrieb sprechen eine klare Sprache. Die Ölanalysen haben über die gesamte Laufzeit keine kritischen Trends gezeigt, die Getriebe waren bei der Öffnung in einwandfreiem Zustand.

Das gibt uns als Betreiber das Vertrauen, das verlängerte Intervall dauerhaft in unsere Instandhaltungsstrategie zu übernehmen.

Arne Bela

Öllaufleistung. Dies belegt die hervorragende Oxidationsstabilität des PAO-basierten Grundöls, das auch nach mehreren hunderttausend Kilometern keine nennenswerte Versäuerung aufweist. Der Phosphorgehalt (P) als Indikator für den Additivverbrauch zeigte zwar eine graduelle Abnahme – bei einigen Getriebe wurde nachgefüllt („aufgetoppt“) – der Additivschutz blieb jedoch über die gesamte Testlaufzeit gewährleistet. Ein Vergleich zwischen der Gruppe ohne W1-Ölwechsel und jener mit W1-Wechsel erbrachte keine signifikanten Unterschiede im Ölalterungsverhalten.



5a und b: Geöffnetes SZH595-Radsatzgetriebe nach bis zu 840 Tkm Öllaufleistung – die Inspektion zeigte keine ölbedingten Schäden oder Ablagerungen
Quelle: Voith Group



BESUCHEN SIE UNS AUF DER **INNOTRANS 2026**
IN **HALLE 4.2 | STAND 115**

WISSEN, WAS BAHNEN BEWEGT



Attraktive
Messeangebote
+
Gewinnspiel mit
hochwertigen
Preisen

www.eurailpress.de/innotrans2026



6: Stadler-Flirt-Flotte der eurobahn in der Instandhaltungshalle – nach Abschluss des Feldtests wurde die gesamte Flotte auf Klübersynth GE 4 75 W 90 umgestellt
Quelle: eurobahn GmbH & Co. KG

Tabelle 2: Klübersynth GE 4 75 W 90 – Technische Eckdaten

Typ	Vollsynthetisches PAO-Hochleistungsgetriebeöl
Viskositätsklasse	75 W 90 (SAE)
Leistungsstufe	API GL-5 (auch für GL-4)
Graufleckentragfähigkeit	GFT ≥ 10 nach FVA 54/7
Temperaturbereich	Für sehr niedrige bis hohe Betriebstemperaturen
Freigaben (Auswahl)	Voith Turbo, Siemens-Flender, Bombardier, Deutsche Bahn AG, Stadler u.v.m.
Artikel-Nr.	012117

Schaumtest und Blotterpunkt: Keine Ablagerungsneigung

Repräsentative EOT-Ölproben wurden zusätzlich mit dem ASTM-Schaumtest (3 Stufen: 24 °C / 93,5 °C / 24 °C) untersucht. Alle Proben zeigten, dass entstandener Schaum unmittelbar zerfiel – die Stabilitätswerte lagen durchgehend bei 0 %. Auch die Blotter-spot-Tests wiesen keine Hinweise auf Ablagerungsbildung auf.

Ölumpftemperaturen: Keine thermische Überbelastung

Die Ölumpftemperaturen wurden stichprobenweise mittels Voith-Temperaturloggern aufgezeichnet. Die gemessenen Werte lagen ausnahmslos unter 80 °C – ein Befund, der die günstigen thermischen Einsatzbedingungen im SZH595 unterstreicht. Eine thermisch bedingte Ölalterung hatte in dieser Anwendung nachweislich keine Relevanz.

Getriebebefundung: Keine ölbedingten Schäden

Die im Rahmen planmäßiger Servicetätigkeiten geöffneten Getriebe wurden von Voith-Servicetechnikern visuell begutachtet. Das Ergebnis war eindeutig: Keine Ablagerungen, keine Korrosion, keine Frühverschleißerscheinungen. Getriebe Nr. 1267787, das mit einer Ölaufleistung von 840 Tkm den längsten Testlauf absolvierte, wurde exemplarisch geöffnet und fotografisch dokumentiert – der Befund war tadellos.

Der Business Case

Die Verlängerung des Ölwechselintervalls von 250 Tkm auf 600 Tkm ergibt bei der Stadler-Flirt-Flotte der eurobahn – 62 Züge mit je vier Getrieben, also 248 Getriebe – eine beeindruckende Bilanz pro Revisionsintervall (1,2 Mio. km):

Obwohl das Klübersynth GE 4 75 W 90 einen höheren Literpreis hat als das Referenzprodukt, überwiegt der Vorteil durch die

deutlich geringere Anzahl von Ölwechseln. Weniger Ölwechsel bedeuten weniger verbrauchtes Öl, weniger Altöl-Entsorgung, weniger CO₂-Aufwand für Produktion und Logistik – und weniger Werkstattausfallzeiten.

Ein Aspekt, der die Projektergebnisse in einen größeren Kontext rückt, ist das Getriebe-Pooling zwischen Alpha Trains und Voith. Alpha Trains bzw. der Betreiber übergibt revisionsfähige Getriebe zur Generalüberholung an Voith, das diese für den erneuten Einsatz aufbereitet. Längere Ölwechselintervalle reduzieren in diesem Kreislauf nicht nur die Häufigkeit von Eingriffen, sondern auch die Zahl der durch Ölwechselfehler potenziell induzierten Schäden – jeder manuelle Eingriff am Getriebe stellt eine Fehlerquelle dar. Eine hohe Öllebensdauer senkt damit auch das operative Risiko.

Freigabe und Ausblick

Auf Basis der gesamten Felddaten hat Voith zum Projektabschluss Ende 2025 die formale Sonderfreigabe für das Klübersynth GE 4 75 W 90 im SZH595-Getriebe mit einem verlängerten Ölwechselintervall bis 600 Tkm oder 3 Jahren (je nachdem, was zuerst eintritt) erteilt.

Für eurobahn war das Ergebnis überzeugend genug: Die gesamte Flirt-Flotte wurde inzwischen auf Klübersynth GE 4 75 W 90 umgestellt. Alpha Trains trägt die Ergebnisse aktiv in die Branche – der Feldtest gilt intern als Referenzprojekt für nachhaltige Flottenunterhaltung.

Das Projekt zeigt exemplarisch, wie die enge Zusammenarbeit zwischen Schmierstoffhersteller, Getriebehersteller, Fahrzeugeigentümer und Betreiber nicht nur technisch überzeugende, sondern auch ökonomisch und ökologisch bedeutsame Ergebnisse liefern kann. •

Summary

Fewer oil changes, greater range: Field test validates tripled maintenance interval in rail vehicle gearboxes

A joint field test conducted by Klüber Lubrication, Voith, Alpha Trains and eurobahn shows that the fully synthetic gearbox oil Klübersynth GE 4 75 W 90 performs reliably for up to 840 Tkm in VOITH SZH595 wheel-set gearboxes in the Stadler Flirt fleet – thereby enabling the previous oil change interval to be tripled.

Wie automatisierte Inspektionstechnologie die Flotteninstandhaltung verändert

Betreiber und Instandhalter im Schienenverkehr stehen unter wachsendem Druck, die Flottenverfügbarkeit sicherzustellen, während gleichzeitig die Kosten steigen und der Fachkräftemangel zunimmt. Herkömmliche intervallbasierte Inspektionen stoßen dabei zunehmend an ihre Grenzen. Mit über 250 Installationen auf fünf Kontinenten bieten unsere Vehicle Equipment Measurement Systeme (VEMS) von Siemens Mobility eine bewährte, automatisierte und depotnahe Lösung für den Umstieg auf eine datengestützte, zustandsbasierte Instandhaltung.



In der Bahnbranche steigen die Instandhaltungskosten weiterhin im Gleichlauf mit den Personalkosten, während der zunehmende Fachkräftemangel es immer schwieriger macht, etablierte Inspektionsroutinen zuverlässig aufrechtzuerhalten. Parallel dazu führen eine steigende Flottenauslastung und dichtere Umlauf- und Betriebspläne zu deutlich verkürzten Zeitfenstern für konventionelle, intervallbasierte Inspektionen. Dies erhöht den Druck auf Instandhaltungsorganisationen, Planung und Ressourcenallokation effizienter und gleichzeitig sicherheitskonform zu gestalten. Gerade im klassischen, intervallbasierten Ansatz sind Inspektions- und Wartungsmaßnahmen häufig starr miteinander verknüpft, unabhängig vom tatsächlichen Zustand des Fahrzeugs.

Traditionell basiert die Flotteninstandhaltung auf manuellen Inspektionen in festen Intervallen. Dieser Ansatz ist zwar etabliert, bringt aber mehrere Einschränkungen mit sich: Inspektionen sind zeitaufwendig und häufig durch den Zugang zu Instandhaltungsgleisen sowie Terminvorgaben begrenzt. Da jede Inspektion einen erheblichen manuellen Aufwand erfordert, werden Messintervalle oft verlängert. Das schränkt die Fähigkeit ein, beginnenden Verschleiß oder schleichende Degradation zwischen den Inspektionszyklen frühzeitig zu erkennen.

Mit steigender Flottenauslastung können diese Einschränkungen die Fahrzeugverfügbarkeit verringern und die Instandhaltungskosten erhöhen. Dies unterstreicht den Bedarf an präzisen, wiederholbaren Zustandsdaten von Schienenfahrzeugen



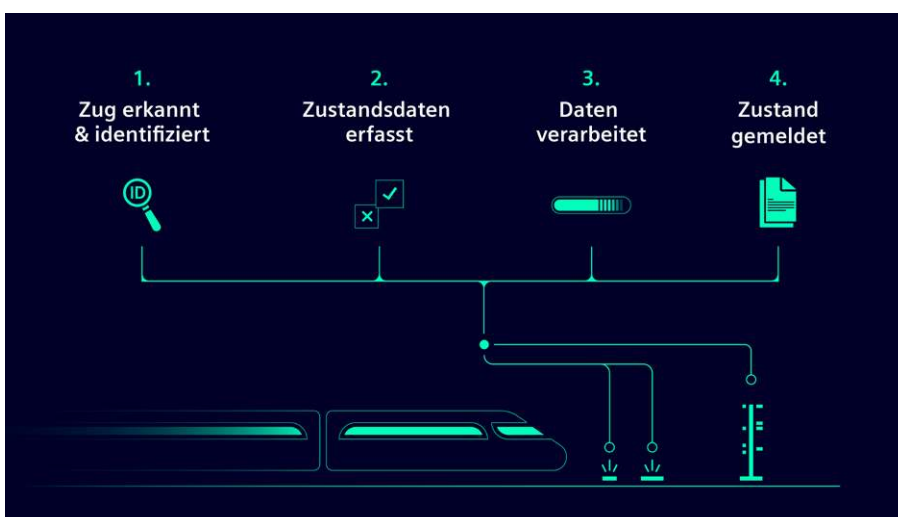
Roman Stawowy

Head of Sales for Automated Measurement Solutions
Siemens Mobility GmbH,
Belmont, Australia
roman.stawowy@siemens.com

bei minimaler Beeinträchtigung des Betriebs. Um diesem Bedarf gerecht zu werden, hat Siemens Mobility ein Portfolio automatisierter Messlösungen entwickelt, die Betreibern die Messdaten und Analysen an die Hand geben, um Instandhaltungsentscheidungen auf den tatsächlichen Zustand der Fahrzeuge zu stützen. VEMS (Vehicle Equipment Measurement Systems) sind Zustandsüberwachungssysteme, die am Gleis installiert werden und bei jeder Durchfahrt Daten zu relevanten Parametern der Schienenfahrzeuge erfassen. So können kritische Komponenten wie Räder, Bremsen und Stromabnehmer außerhalb des Depotgebäudes überwacht werden, sodass Züge mit minimaler Betriebsunterbrechung weiterhin eingesetzt werden können.

So funktioniert die automatisierte Messtechnologie

VEMS ist ein modulares Zustandsüberwachungssystem mit Hardware, die sowohl am als auch neben dem Gleis installiert wird. Jede Installation umfasst gleisintegrierte und streckenseitig montierte Sensormodule, eine zentrale Verarbeitungs- und



1: VEMS-Messprozess – Von der Zugerkenennung bis zur Alarmmeldung



2: Am Gleis installierte VEMS-Module in Großbritannien

Steuereinheit für Energie- und Datenmanagement sowie Kommunikationsschnittstellen. Das System kombiniert Technologien wie Laserscanning und hochauflösende optische Bildgebung, um eine berührungslose Inspektion kritischer Fahrzeugkomponenten wie Räder, Bremsen und Stromabnehmer zu ermöglichen.

Wie in Abbildung 1 dargestellt, öffnet das VEMS-Gehäuse seine Kamera- und Laserverschlüsse, sobald sich ein Zug nähert. Die Fahrzeugerkennungssensoren identifizieren den jeweiligen Zugtyp. Sobald der Zug die Eingangs-Radsensoren passiert hat, beginnt das System mit der Erfassung von Zustandsdaten. Nachdem das vollständige Fahrzeug die Ausgangs-Radsensoren passiert hat, schließt das System seine Verschlüsse. Die erfassten Daten werden lokal im System verarbeitet und Alarmmeldungen zum Fahrzeugzustand werden zur Überprüfung an das Depot übermittelt.

Beim Durchfahren des Systems liefert VEMS kontinuierliche Zustandsdaten in nahezu Echtzeit. Das System erfasst Verschleiß, Beschädigungen und Positionierung kritischer Komponenten mit Submillimeter-Präzision, ohne den Betrieb zu beeinträchtigen. Diese Daten werden über anpassbare Schnittstellen an die Instandhaltungsteams übermittelt, wobei automatisierte Warnmeldungen ausgelöst werden, sobald flottenspezifische Schwellenwerte überschritten werden.

Was VEMS auszeichnet

Im Gegensatz zu manuellen Inspektionen oder eigenständigen Messsystemen vereint VEMS automatisierte Datenerfassung, -ver-

arbeitung und Entscheidungsunterstützung in einer modularen Lösung. Drei Leistungsmerkmale stechen besonders hervor:

Schnelle Inbetriebnahme und modulare Skalierbarkeit

VEMS automatisiert die Erfassung von Inspektionsdaten und macht zeitaufwendige manuelle Prozesse überflüssig. Das System kann innerhalb von weniger als 24 Stunden Gleisarbeitszeit mit minimaler Betriebsunterbrechung installiert werden, und lässt sich problemlos in bestehende Infrastruktur integrieren. Das modulare Design ermöglicht es Betreibern, zunächst nur die benötigten Funktionen einzusetzen und das System bei Bedarf schrittweise zu erweitern. Line Replaceable Unit (LRU)-Komponenten können ohne Spezialwerkzeug schnell ausgetauscht werden, was die Systemwartung einfach und effizient hält. Die in unterschiedlichsten Klimabedingungen validierte Leistungsfähigkeit gewährleistet einen zuverlässigen Betrieb in jeder Umgebung.

Intelligenter, datengestützte Instandhaltung

Durch die kontinuierliche Erfassung konsistenter Zustandsdaten bei jeder Durchfahrt ermöglicht VEMS den Wechsel von einer intervallbasierten hin zu einer zustandsbasierten Instandhaltung. Individuelle Schwellenwerte und Trendanalysen ermöglichen es den Teams, nur bei tatsächlichem Bedarf einzugreifen. Dies unterstützt eine bessere Verteilung der Ressourcen, einschließlich Personal, Ersatzteile und Depotkapazität, und reduziert gleichzeitig unnötige Instandhaltungsmaßnahmen. So

werden ungeplante Stillstandszeiten vermieden und die Kosteneffizienz sowie die Flottenverfügbarkeit verbessert.

Betriebssicherheit und Cybersecurity

Der proaktive Ansatz von VEMS erkennt Verschleißmuster und sich abzeichnende Defekte frühzeitig und hilft so, unerwartete Komponentenausfälle im Betrieb zu vermeiden. Das verbessert die Zuverlässigkeit der Flotte und reduziert unvorhergesehene Betriebsunterbrechungen. Über die betriebliche Resilienz hinaus verfügt das System über Cybersecurity-Maßnahmen gemäß IEC 62443-3-3, die sicherstellen, dass Messdaten und Systemintegrität vor digitalen Bedrohungen geschützt sind.

Optimierung von Betrieb und Instandhaltung weltweit

Mit nahezu 30 Jahren Betriebserfahrung und mehr als 250 Installationen weltweit hat VEMS seine Leistungsfähigkeit unter unterschiedlichsten betrieblichen und infrastrukturellen Rahmenbedingungen nachweislich belegt. Ein Referenzprojekt in Großbritannien zeigt exemplarisch den erfolgreichen Einsatz bei einem großen Betreiber im regionalen Schienenpersonenverkehr: Das System unterstützt dort einen hochfrequenten Verkehrsverbund mit eng getakteten Umläufen, der ein weitläufiges Streckennetz bedient und täglich eine hohe Anzahl an Fahrgästen transportiert.

Die am Instandhaltungsstandort installierten VEMS-Systeme ermöglichen eine automatisierte, zustandsbasierte Zustandsüberwachung sowie eine vorausschauende Flottensteuerung und Instandhaltungsplanung. Dadurch konnten ungeplante Ausfallzeiten signifikant reduziert und die betriebliche Leistungsfähigkeit nachhaltig verbessert werden.

Die eingesetzte Lösung umfasst eine Kombination aus automatisierter Radprofilmessung, Überwachung der Bremsbeläge für rad- und achsmontierte Brems scheiben, Schleifleistenmessung sowie visueller Inspektion. In ihrer Gesamtheit stellt sie eine integrierte und kontinuierliche Zustandsbewertung zentraler Fahrzeugsysteme sicher und schafft die Grundlage für eine datenbasierte Instandhaltungsstrategie.

Gerade in einem Betriebsumfeld mit hoher Fahrzeugverfügbarkeit, kurzen Wendezeiten und begrenzten Instandhaltungsfenstern leistet VEMS damit einen wesentlichen Beitrag zur Stabilisierung



3: WPMS in einem skandinavischen Güterverkehrsknotenpunkt

der Betriebsqualität. Das Referenzprojekt verdeutlicht, wie sich automatisierte Inspektionssysteme effektiv in anspruchsvolle Personenverkehrsstrukturen integrieren lassen und gleichzeitig Sicherheit, Zuverlässigkeit sowie Ressourceneffizienz im Instandhaltungsprozess signifikant steigern.

Auch in anspruchsvollen Güterverkehrsumgebungen hat sich VEMS unter

realen Betriebsbedingungen bewährt. An einem zentralen skandinavischen Güterverkehrsknotenpunkt, der als Schnittstelle zwischen west- und osteuropäischen Verkehrsströmen fungiert, wird das System zur hochpräzisen Erfassung und Verarbeitung von Radsatzdaten eingesetzt.

Das dort implementierte Radprofil-messsystem geht über die klassische In-

spektionsfunktion hinaus: Es ist direkt in die Ablaufsteuerung des Rangier- und Dispositionsprozesses integriert. Die erfassten Profildaten werden in Echtzeit zur Bewertung und Klassifizierung der Wagen herangezogen. So wird eine automatisierte, zustandsbasierte Zuordnung innerhalb der Zugbildungs- und Sortierprozesse ermöglicht. Dies trägt maßgeblich zur Effizienzsteigerung im Betriebsablauf sowie zur Reduzierung manueller Prüfschritte bei.

Besondere Bedeutung kommt dabei der hohen Systemverfügbarkeit unter extremen klimatischen Bedingungen zu: Der zuverlässige Betrieb bei dauerhaft niedrigen Temperaturen bis zu -14 °C sowie unter intensiver Schneelast und Vereisung unterstreicht die Robustheit der eingesetzten Sensorik und Systemarchitektur.

In Westaustralien stand ein langjähriger Betreiber vor der Herausforderung, ein bestehendes Radprofilmesssystem aus den späten 1990er-Jahren unter hohem Zeitdruck zu modernisieren. Innerhalb kürzester Zeit wurde ein Wheel Profile Measurement System (WPMS) der neuesten

Für Ihre Werbeplanung die kommenden Ausgaben im Überblick

ETR
EISENBAUTECHNISCHE RUNDSCHAU

10/2026

- Digitalisierung und Automatisierung
- Elektrifizierung
- Verkehrswegetechnik/Stellwerktechnik
- Zusammenwirken Rad/Schiene
- Bahntechnik im Einsatz in Indien
- Service und Logistik für die Schiene
- Mit ETR-Swiss 2/2026

Erscheinungstermin: 15.10.2026
Anzeigenschluss: 11.09.2026
Druckunterlagenschluss: 16.09.2026

11/2026

- „Bayern“: S-Bahn-Netz, Ausbau Stammstrecke
- Generalsanierung
- Oberbau, Tunnelbau
- Konstruktion und Entwicklung von Schienenfahrzeugen und -Komponenten
- Mit ETR Science

Erscheinungstermin: 12.11.2026
Anzeigenschluss: 13.10.2026
Druckunterlagenschluss: 16.10.2026

Tim Feindt • 040/23 714-220 • tim.feindt@dvvmedia.com

**Eurail
press**

Generation geliefert, installiert und erfolgreich in Betrieb genommen.

Die Umsetzung erfolgte unter anspruchsvollen betrieblichen Rahmenbedingungen: Der Einbau fand in einem hochfrequentierten Betriebsbereich mit eingeschränkter Zugänglichkeit und komplexen logistischen Randbedingungen statt. Durch eine präzise Planung und abgestimmte Implementierung konnte die Inbetriebnahme jedoch mit minimalen Eingriffen in den laufenden Betriebsprozess realisiert werden.

Das modernisierte System ist speziell für extreme Umweltbedingungen ausgelegt, einschließlich dauerhaft hoher Temperaturen von über 40 °C sowie intensiver Staubbelastung. Es ermöglicht eine deutliche Steigerung der Messgenauigkeit bei der Radprofildiagnose und unterstützt gleichzeitig effizientere Instandhaltungsprozesse. Darüber hinaus schafft die neue Systemarchitektur die Grundlage für eine durchgängige digitale Integration in bestehende Instandhaltungs- und Flottenmanagementsysteme.

VEMS und Railigent X: Messdaten als Grundlage für fundierte Entscheidungen

Den vollen Mehrwert entfaltet VEMS, wenn seine Messdaten in Railigent X integriert werden. Dort verwandeln fortschrittliche Analysefunktionen die Flottenüberwachung in ein strategisches Werkzeug für fundierte Instandhaltungsentscheidungen. Mit zunehmender Datenmenge werden die Messdaten konsolidiert und liefern ein umfassendes Bild des Flottenzustands. Durch die Analyse von Trends und Komponentenverhalten über die Zeit können Instandhaltungsentscheidungen auf dem tatsächlichen Fahrzeugzustand basieren, statt auf Annahmen. Dies ermöglicht den Übergang von einfacher Überwachung hin zu fortschrittlicher Analytik. Diese unterstützt die Früherkennung von Defekten, kurzfristige Zustandsbewertungen sowie Restnutzungsdauer-Berechnungen für die mittelfristige Instandhaltungsplanung.

Durch die Vernetzung der Flotte mit Railigent X erhalten Betreiber mehr Transparenz über ihren gesamten Betrieb, unterstützt durch integrierte Entscheidungswerkzeuge und flexible Serviceoptionen. Basierend auf dem Prinzip „Power of Choice“ ermöglicht die skalierbare Architektur von Railigent X den Betreibern, den Integrationsgrad zu wählen, der am besten zu ihrer individuellen IT-Strategie und ihren

Anforderungen an die digitale Transformation passt:

- **Foundation:** Sichere und standardisierte Anlagendaten, zugänglich über APIs, mit optionaler Anreicherung durch Ecosystem-Partner.
- **Insights:** Handlungsrelevante Informationen, abgeleitet aus verarbeiteten Daten, Partnerexpertise und KI-Modellen.
- **Workflow:** Sofort einsetzbare Anwendungen für durchgängige Instandhaltungs-Workflows, vollständig integrierbar und über APIs an spezifische betriebliche Anforderungen anpassbar.

Mit VEMS als primäre Datenquelle für hochpräzise, automatisiert erfasste Zustandsdaten und den Applikationen innerhalb von Railigent X als analytische Verarbeitungsebene entsteht eine durchgängige, datengetriebene Entscheidungsbasis für die Instandhaltung von Schienenfahrzeugen.

VEMS erfasst im laufenden Betrieb kontinuierlich Zustandsparameter kritischer Komponenten, etwa Radprofile, Bremsen, Stromabnehmer oder visuelle Befunde. Die Railigent X Anwendungen übernehmen die strukturierte Aufbereitung, Aggregation und weiterführende Analyse dieser Daten. Die Transformation von Rohdaten in handlungsrelevante Informationen erfolgt dabei über integrierte Analysemodelle, Trendbewertungen und KI-gestützte Verfahren. Im Zentrum steht die Ableitung belastbarer Zustandsbewertungen („Health States“), die Früherkennung von Abweichungen sowie die Berechnung der verbleibenden Restnutzungsdauer (Remaining Useful Life). Diese ermöglichen nicht nur eine kurzfristige Priorisierung von Instandhaltungsmaßnahmen, sondern auch eine vorausschauende, mittelfristige Ressourcen- und Werkstattplanung.

Ein bewährter Standard für die Flotteninspektion

Gestützt auf jahrzehntelange Einsatzerfahrung in unterschiedlichsten Bahnumgebungen hat sich VEMS als bewährte, modulare Lösung für die zustandsbasierte Flotteninstandhaltung etabliert. In Kombination mit den analytischen Fähigkeiten von Railigent X liefert es die Messpräzision, betriebliche Flexibilität und Entscheidungsunterstützung, die der moderne Bahnbetrieb erfordert. Mit wachsenden Flotten und steigenden Instandhaltungsanforderungen wird die automatisierte

Zustandsüberwachung eine zunehmend zentrale Rolle dabei spielen, Bahnnetze sicher, effizient und zukunftsfähig zu halten.

Für den Betreiber ergibt sich daraus ein klarer Mehrwert:

- **Erhöhte Betriebssicherheit:** Früherkennung von kritischen Zuständen reduziert das Risiko ungeplanter Ausfälle und sicherheitsrelevanter Ereignisse
- **Optimierte Instandhaltungsstrategie:** Übergang von starrer Intervalllogik zu dynamischer, zustandsbasierter Instandhaltung
- **Steigerung der Anlagenverfügbarkeit:** Reduktion von Stillstandszeiten durch gezielte Eingriffe zum optimalen Zeitpunkt
- **Effizientere Ressourcennutzung:** Bessere Auslastung von Werkstätten, Personal und Material durch planbare Instandhaltungsfenster
- **Verbesserte Entscheidungsqualität:** Objektive, datenbasierte Entscheidungsgrundlage für Instandhaltung und Flottensteuerung



Link to: www.siemens.com/vems-webinar

Summary

Transforming fleet maintenance with automated inspection technology

Rising costs, labor shortages and increasing demand for fleet availability challenge rail operators worldwide. VEMS (Vehicle Equipment Measurement Systems) are automated depot-based systems that replace time-consuming manual inspections with non-contact, submillimeter-precise condition monitoring during regular operation. Combined with the analytical capabilities of Railigent X, it supports the transition from fixed-interval maintenance to a data-driven, condition-based approach.



Sehr geehrte Leserinnen und Leser!

Ich hoffe, Sie konnten einen angenehmen Sommer verbringen und ausreichend Zeit zur Erholung finden. Ich möchte Sie sehr herzlich zu einer weiteren Ausgabe der ETR-Austria begrüßen, die wieder rechtzeitig zur InnoTrans erscheint. Viele von Ihnen werden diesem Höhepunkt sicherlich schon entgegenfiebern – einerseits als Besucherinnen und Besucher mit dem Ziel, umfangreich Eindrücke zu den aktuellsten Entwicklungen zu sammeln und wertvolle Fachgespräche zu führen, andererseits als Ausstellerinnen und Aussteller mitten in den letzten Vorbereitungen. Ihnen wünsche ich jetzt schon ein gutes Gelingen und viele fruchtbare Gedanken- und Informationsaustausche!

Passend zu diesem branchenweiten Zusammenkommen widmet sich die vorliegende Ausgabe der ETR-Austria bewusst Themenfeldern, die die Zukunft des Systems Bahn mitprägen: der Ausbildung des Fachkräftenachwuchses, der Digitalisierung des Schienengüterverkehrs, innovativen Systemansätzen im Regional- und Stadtverkehr sowie der experimentellen Forschung an der Eisenbahninfrastruktur.

Im ersten Fachartikel, erstellt an der TU Wien, wird auf Basis von 29 Experteninterviews systematisch erhoben, welche Kompetenzen die Bahnbranche von Hochschulabsolventinnen und -absolventen beim Berufseinstieg erwartet. Aus den Ergebnissen werden ein Kompetenzprofil sowie konkrete Empfehlungen für die Lehrinhalte im Eisenbahnwesen abgeleitet und ein wertvoller Weg für den Dialog zwischen Hochschulen und Branche aufgezeigt.

Der zweite Fachartikel, erstellt durch Kolleginnen und Kollegen der ÖBB im Rahmen des EU-Rail-Flagship-Projekts FP5-TRANS4M-R, widmet sich der Digitalen Automatischen Kupplung (DAK) als Schlüsseltechnologie für den digitalisierten Schienengüterverkehr. Neben einer

Einordnung der DAK in die europäische Migrationsstrategie wird auch der österreichische Demonstratorzug näher vorgestellt, mit dem wesentliche betriebliche Prozesse unter realen Bedingungen erprobt werden.

Der dritte Fachartikel, erstellt von Absolventen der USTP, stellt die Ergebnisse einer studentischen Machbarkeitsuntersuchung für eine Regionalstadtbahn in St. Pölten vor. Die Autoren zeigen anschaulich, wie durch die Verknüpfung der Traisentalbahn im Süden mit der Tullnerfelder Bahn im Norden über eine innerstädtische Neubaustrecke ein durchgängiges, attraktives Angebot im Ballungsraum St. Pölten geschaffen werden könnte.

Ergänzt werden die Beiträge durch einen Bericht der TU Graz, in dem das neue Railway and Infrastructure Laboratory (RaIL) am Institut für Eisenbahn-Infrastrukturdesign vorgestellt wird. Mit dieser großmaßstäblichen Prüfumgebung entsteht in Graz eine Forschungsplattform, auf der Oberbau, Unterbau und deren Systeminteraktion unter kontrollierten Bedingungen untersucht werden können.

Ich hoffe, diese Zusammenstellung findet bei Ihnen Gefallen und Sie entdecken für sich die eine oder andere Anregung für Ihre tägliche Arbeit. Beim Studieren all dieser Beiträge wünsche ich Ihnen gute Unterhaltung und all jenen, die persönlich nach Berlin zur InnoTrans kommen werden, spannende und informative Tage. Vielleicht ergibt sich ja die Gelegenheit zu einem persönlichen Kennenlernen – gerne können Sie mich am Stand 210 in der Halle 6.1 besuchen kommen!

Ihr

**Ass.Prof. DI Dr.techn. Bernhard Rüger,
EURAIL-ING**

Technische Universität Wien,
Institut für Verkehrswissenschaften,
Forschungsbereich Spurgebundene Verkehrssysteme,

Herausgeber ETR Austria

Neue Straßenbahn für Graz

Graz | Die neuen Flexity-Straßenbahnen von Alstom stärken seit Mai dieses Jahres den öffentlichen Verkehr in Graz. Die Fahrzeuge werden vollständig in Österreich gefertigt und setzen neue Maßstäbe in Komfort, Sicherheit und Energieeffizienz. Der barrierefreie Niederflureinstieg erleichtert den Zugang für alle Fahrgäste, moderne Fahrgastinformationssysteme

sorgen für klare Orientierung, und die großzügigen Innenräume bieten mehr Platz sowie ein ruhigeres Fahrgefühl. Dank innovativer Antriebstechnik fahren die Flexity-Bahnen besonders energiearm und leise. Mit ihrer hohen Zuverlässigkeit und modernen Ausstattung leisten sie einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Mobilität in unserer Stadt. (red) ●



Quelle: Graz Holding

Die neuen Flexity-Straßenbahnen von Alstom sind seit Mai in Graz im Einsatz – in Österreich gefertigt, energieeffizient und barrierefrei für alle Fahrgäste

Von hochwertigen Materialien zu hervorragenden Ergebnissen

Getzner | Hochwertige Materialien und Lösungen sind die Basis für erfolgreiche Projekte in der Vibrationsisolierung und im Oberbauschutz. Für verlässliche Ergebnisse braucht es jedoch mehr als leistungsfähige Werkstoffe. Unter dem Leitgedanken „Beyond Track Protection“ betrachtet Getzner den gesamten Prozess – von Engineering und Materialbereitstellung über Lieferung und Einbau bis hin zum langfristigen Projekterfolg. Entscheidend ist das abgestimmte Zusammenspiel aller Beteiligten und Prozessschritte.



Mit der Neuausrichtung seines Serviceportfolios unterstreicht Getzner diesen Anspruch im Dienstleistungsbereich. Den Auftakt bildet die Installationseinweisung, international als „Installation Supervision“

bezeichnet. Getzner unterstützt das Installationsteam dabei direkt vor Ort mit fachkundiger Begleitung, projektspezifischen Schulungen und praxisnaher Unterstützung bei kritischen Installationsschritten. Das Ergebnis sind eine höhere Installationsqualität, ein geringeres Fehlriskio und die Sicherheit, dass zuverlässige und nachhaltige Ergebnisse erzielt werden. Zusätzlich begleitet Getzner die Einweisung mit einer strukturierten Dokumentation. So wird aus hochwertigen Materialien und Lösungen ein ganzheitlich begleitetes Projektergebnis. (red) ●

LSST jetzt für alle Linsinger Großmaschinen verfügbar

Portfolioerweiterung | Mit der Linsinger Smart Surface Technology (LSST) hebt Linsinger die Schienenbearbeitung auf ein neues Niveau. Das innovative Nachbearbeitungsverfahren erzeugt mittels eines geschlossenen Kugelstrahlprozesses eine homogene, klar definierte Oberflächenstruktur und egalisiert die Periodizität der Fräsfacetten – ohne Hitzeeinwirkung, Funkenflug oder Beeinflussung der Längswelligkeit. In Kombination mit dem Fräsprozess entsteht damit der weltweit erste vollkommen funkenfreie Schienenreprofilierungsprozess.

Die Technologie wurde bereits 2024 vorgestellt und seither umfassend in der Praxis erprobt. Mittlerweile wurden mehr als 350 Schichten erfolgreich absolviert, zudem ist das Verfahren bereits bei europä-



Linsinger Smart Surface Technology Unit

ischen Netzbetreibern zugelassen. Neu ist, dass LSST nun auch für die Linsinger Großmaschinen SF 03, SF 06, MG 31 und den Railmaster® verfügbar ist. Damit steht die innovative Oberflächenveredelung künftig für das gesamte Maschinenportfolio zur Verfügung. (red) ●

Quelle: Linsinger



Eine mit LSST bearbeitete Schienenkopfoberfläche

Neue Optionen zur Ermittlung der Haltezeit

netwiss | TrainOptimizer®, die Software zur Simulation von Haltezeiten, aber auch der Unterbringbarkeit von Reisegepäck und der tatsächlichen Nutzbarkeit von Sitzplätzen, wird entsprechend Kundinnen- und Kundenwünschen deutlich erweitert. Für alle Unternehmen, die Nahverkehrsdienstleistungen anbieten und die Haltezeit bedingt durch den Fahrgastwechsel ihrer Fahrzeuge bzw. im Rahmen von Redesigns oder Neubeschaffungen die effizientesten Layouts ermitteln wollen, stehen ab sofort folgende Optionen zur Verfügung:

- Für Straßenbahnen → TramOptimizer
- Für U- und S-Bahnen → MetroOptimizer
- Für städtische und regionale Busse → BusOptimizer

Möglichst kurze Haltezeiten werden als zunehmend relevant für die betriebliche Effizienz erachtet: Besonders für den Nahverkehr sind Themen wie eine möglichst kurze Zugfolge, Einsparung von Fahrzeugen und Personal bei gleichbleibendem Angebot oder umgekehrt Potentiale zum Energiesparen von großer wirtschaftlicher

Bedeutung, der die Serviceerweiterung der TrainOptimizer®-Ableger ab sofort gerecht werden sollen. (red) ●



BusOptimizer



MetroOptimizer



TramOptimizer

Fahrzeuglayouts einfach skizzieren



TrainDesigner

TrainDesigner | Lange bevor neue Fahrzeuge bestellt werden, oder ein Redesign konkret geplant wird, werden in einer ersten Konzeptphase Ideen generiert, Gedanken sortiert und zur konzeptionellen Unterstützung mögliche Layouts skizziert. Für rasche und einfache Skizzen von Fahr-

zeuglayouts im Bereich der Bahn und des Öffentlichen Verkehrs stehen jedoch kaum geeignete Tools zu Verfügung. Übliche CAD-Programme sind deutlich zu aufwendig, oder im Unternehmen nicht verfügbar, weshalb häufig auf sehr simple aber wenig professionelle „Ersatzmaßnahmen“ zurückgegriffen wird, wie z.B. das Einfügen und Verschieben von Formen in Text- oder Präsentationsdokumenten.

TrainDesigner ist ein neues Softwareprodukt, dass aus der Software TrainOptimizer® herausgelöst wurde und ausschließlich dem einfachen und raschen Skizzieren und ebenso unkomplizierten Anpassen von Layoutvarianten dienen soll. In weniger als 20 Minuten lassen sich Layouts ohne jegliche EDV-technische Vorkenntnisse erstellen und in wenigen Klicks anpassen. (red) ●

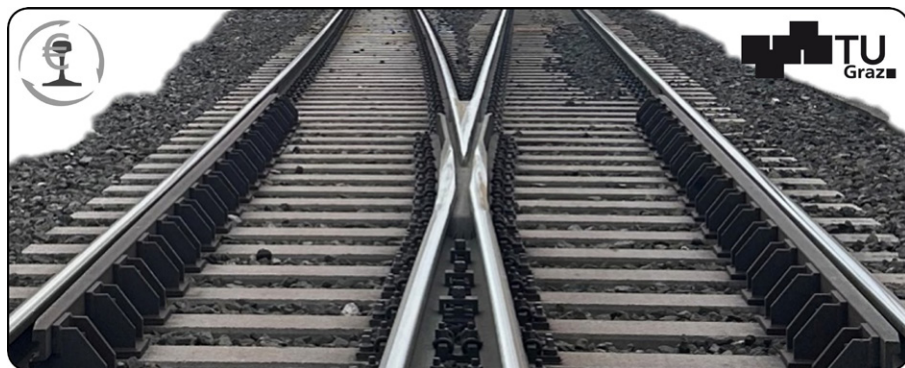
Auf dem Weg zur prädiktiven Instandhaltung

Weichenforschung | Weichen zählen zu den komplexesten und kostenintensivsten Anlagen im Eisenbahnnetz. Das Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft der Technischen Universität Graz beschäftigt sich daher seit Jahren intensiv mit deren Zustandserfassung und -bewertung. Im Zentrum stand bisher vor allem die Auswertung von Daten des ÖBB-Gleismesswagens, die seit über 20 Jahren netzweit zur Verfügung stehen. Darauf aufbauend wurden aussagekräftige Qualitätskennwerte für Geometrie, Schotterzustand und kritische Bauteile wie Herzstücke, Schweißstöße und Isolierstöße entwickelt.

Nun soll dieser Ansatz erweitert werden: Zusätzlich zu den etablierten Messwagendaten sollen weitere Inspektionstechnologien – etwa Sensorik an Weichen, Stopfmaschi-

nendaten sowie neue, speziell für Weichen entwickelte Messfahrzeuge – systematisch einbezogen werden. Ziel ist es, tiefere Einblicke in das Zusammenspiel von Belastung, Bauteilverhalten und Weichendesign zu

gewinnen und so die Grundlage für eine vorausschauende Instandhaltung zu schaffen. Die Erforschung des Weichenverhaltens bleibt damit ein zentraler Schwerpunkt des Instituts für die kommenden Jahre. (red) ●



Forschungsschwerpunkt Weichen – Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft, TU Graz

Quelle: Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft

Fachkräfte für die Schiene: Branchenanforderungen an die Hochschul-Eisenbahnausbildung

Das Eisenbahnwesen ist ein stark vernetztes System. Welche Kompetenzen Absolvent_innen einer Eisenbahnhochschulausbildung beim Berufseinstieg mitbringen sollten, wurde in Experteninterviews mit 29 Vertreter_innen der Bahnbranche erhoben. Daraus entstehen ein Kompetenzprofil, relevante Zukunftsthemen und konkrete Empfehlungen für die Lehrinhalte im Eisenbahnwesen.



1. Einleitung

Der Schienenverkehr hat in Österreich einen hohen Stellenwert. 2024 wurden 348,7 Millionen Fahrgäste befördert. Mit durchschnittlich 1597 Bahnkilometern pro Person nimmt Österreich den ersten Rang unter den EU-Staaten ein [1]. Auch wirtschaftlich fällt die Branche ins Gewicht. Allein die Bahnindustrie sichert in Österreich über 34.000 Arbeitsplätze und erwirtschaftet eine Bruttowertschöpfung von rund drei Milliarden Euro [2]. Diesem Stellenwert steht ein Bedarf an qualifiziertem Nachwuchs gegenüber. Eine an den Anforderungen der Branche ausgerichtete Hochschulausbildung ist ein zentraler Hebel, um diesen Bedarf zu decken. Für ihre Weiterentwicklung ist ein Dialog zwischen Hochschulen und Branche förderlich. Im Rahmen einer Diplomarbeit an der TU Wien wurde dieser Dialog daher in Form von Expert_inneninterviews eröffnet [3]. Betrachtet wurde die Ausbildung im Eisenbahnwesen aus dem Blickwinkel der künftigen Arbeitgeber_innen. Ziel war es, die von der Branche geforderten Kompetenzen systematisch zu erfassen und aufzuarbeiten. Daraus wurden anschließend Empfehlungen für konkrete Lehrinhalte abgeleitet. Vergleichbare Erhebungen liegen für den deutschsprachigen Raum bislang nicht vor.

2. Methodik

Zur Erfassung der Branchenanforderungen wurde ein qualitativer, explorativer

Forschungsansatz gewählt. Die konkreten Anforderungen an die eisenbahnfachliche Hochschulausbildung waren zu Beginn nicht vollständig bekannt. Daher war ein offenes Vorgehen ohne feste Hypothesen angezeigt.

Als Erhebungsmethode dienten leitfadengestützte Expert_inneninterviews. Befragt wurden 29 Fachpersonen aus der österreichischen und deutschen Bahnbranche. Die Auswahl erfolgte nach inhaltlicher Relevanz, nicht nach statistischer Repräsentativität. Um ein möglichst breites Spektrum abzudecken, wurden Vertreter_innen aus möglichst allen relevanten Bereichen der Branche einbezogen. Für die Auswertung wurden die Befragten anschließend fünf fachlichen Schwerpunkten zugeordnet: Fahrwegtechnik, Planung, Bauausführung und Projektabwicklung, Instandhaltung sowie Schnittstellen. In der Gruppe der Schnittstellen wurden dabei Themenbereiche zusammengefasst, die vor allem in der Zusammenarbeit mit den bauingenieurnahen Kernfeldern relevant werden, etwa Fahrzeugtechnik, Betrieb, Sicherungstechnik oder Bahnlärm. Die Interviews wurden zwischen Juli 2025 und Januar 2026 geführt und ausgewertet.

Die Auswertung erfolgte nach der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz. Dabei handelt es sich um ein systematisches und regelgeleitetes Verfahren zur thematischen Strukturierung qualitativer Daten. Grundlage sind Haupt- und Subkategorien, die in zwei Codierungsprozessen gebildet werden [4]. Die Kategorien entstanden teils deduktiv



Dipl.-Ing. in Anna Berthold
Absolventin TU Wien
anna.berthold09@gmail.com



Prof. Dr. Bernhard Rüger
TU Wien, Forschungsbereich
Spurgebundene Verkehrssysteme
bernhard.rueger@tuwien.ac.at

aus Fachliteratur und Interviewleitfaden, teils induktiv aus dem Material. Die Codierung erfolgte manuell mit der Analysesoftware MAXQDA. Die Ergebnisdarstellung kombiniert qualitative und quantifizierende Elemente. Die ausgewiesene Nennungshäufigkeit dient dabei ausschließlich der Orientierung. Jede befragte Person wird pro Thema nur einmal gezählt, unabhängig davon, wie oft oder mit welcher Gewichtung sie ein Thema im Gespräch anspricht.

3. Anforderungsprofil

Die von den Expert_innen geforderten Kompetenzen lassen sich in vier Bereiche gliedern: bahnspezifische Fachkenntnisse, erweiterte Fachkenntnisse, digitale Kompetenzen und Soft Skills (Abbildung 1). Den Kern bilden die bahnspezifischen Kenntnisse. Sie wurden von allen Expert_innen als zentral für Berufseinsteiger_innen genannt.

3.1. Bahnspezifische Kenntnisse

Innerhalb der bahnspezifischen Kenntnisse ließen sich 16 Themenfelder identifizieren. Sie sind in Abbildung 2 nach ihrer Nennungshäufigkeit je Fachgruppe dargestellt und lassen sich zwei Ebenen zuordnen.

Die erste Ebene bildet das Fundament. Allen voran nannten nahezu alle Befragten das Systemverständnis des Eisenbahnwesens und betonten es als notwendige Grundlage. Gemeint ist ein Gesamtverständnis für das Eisenbahnwesen als vernetztes Querschnittsfach, dessen Gewerke zusammenwirken müssen. Dazu gehört auch die Fähigkeit, über den eigenen Fachbereich hinaus in Schnittstellen zu denken. Fast ebenso grundlegend ist der Betrieb. Er wurde als übergeordnetes Leitprinzip aller Tätigkeiten beschrieben. Demnach dienen alle ingenieurtechnischen Maßnahmen letztlich der Ermöglichung und Aufrechterhaltung des Betriebs zur Beförderung von Personen und Gütern. Diese Orientierung soll jede Planungs- und Bauentscheidung durchziehen. Als eigenes Wissensgebiet umfasst der Betrieb beispielsweise die Grundlagen des Fahrens im Blockabstand sowie das Zusammen-



menspiel von Baumaßnahmen und Betrieb. Ergänzt wird diese Kernebene durch den Fahrweg als Gesamtsystem. Als relevant erachtet werden dabei seine einzelnen Komponenten: der Oberbau, der Unterbau und Untergrund sowie die Sicherungstechnik und Streckenausrüstung.

Die zweite Ebene ergänzt die Grundlagen und deckt das fachliche Spektrum ab, das Absolvent_innen für den Berufseinstieg benötigen. Als technische Grundlagen wurden das Verständnis des Rad-Schiene-Systems, der Spurführung und der Fahrdynamik genannt, ebenso die Beherrschung der eisenbahnspezifischen Terminologie. Ergänzt werden sie um einen Überblick über die Rechtsgrundlagen. Dieser reicht vom nationalen und europäischen Eisenbahnrecht über die Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI) bis zu den geltenden Normen und Regelwerken. Auf dieser Grundlage bauen die planerischen und baulichen Kompetenzen auf. Zur Trassierung in Lage und Höhe gehören die Trassierungselemente, die zugehörigen Berechnungen sowie eine anwendungsorientierte Übung. Die Planung von Bahnanlagen erweitert diesen Blick. Sie umfasst die Verkehrs- und Infrastrukturplanung, die Gestaltung von Bahnhöfen und Verkehrsstationen sowie das Lesen und Erstellen von Plänen. Den Bezug zur Ausführung stellen schließlich die Bauverfahren und Gleisbaustellen her. Genannt wurden die Gleisbauverfahren für Schotteroberbau und feste Fahrbahn, die zugehörige Maschinentechnik, die Zeitplanung mit Sperrpausen, die Logistik als Extremfall einer Linienbaustelle sowie der Arbeitnehmerschutz beim Bauen unter laufendem Betrieb.

Mehrere Themenfelder wurden eng mit Fahrweg und Betrieb verknüpft. So bilden Weichen und Kreuzungen einen eigenen Schwerpunkt. Sie gelten oberbautech-

nisch, betrieblich und instandhaltungsseitig als kritischstes Element. Die Sicherungstechnik und Streckenausrüstung ist die weitere der drei großen Disziplinen. Sie umfasst Zugbeeinflussung, Signaltechnik und Streckenausrüstung. Die Fahrzeugtechnik wurde für Bauingenieur_innen hingegen bewusst auf die Schnittstelle zum Fahrweg begrenzt. Im Vordergrund stehen der Rad-Schiene-Kontakt, die Achslast und die Fahrzeugabmessungen als Grundlage der Lichtraumbetrachtung.

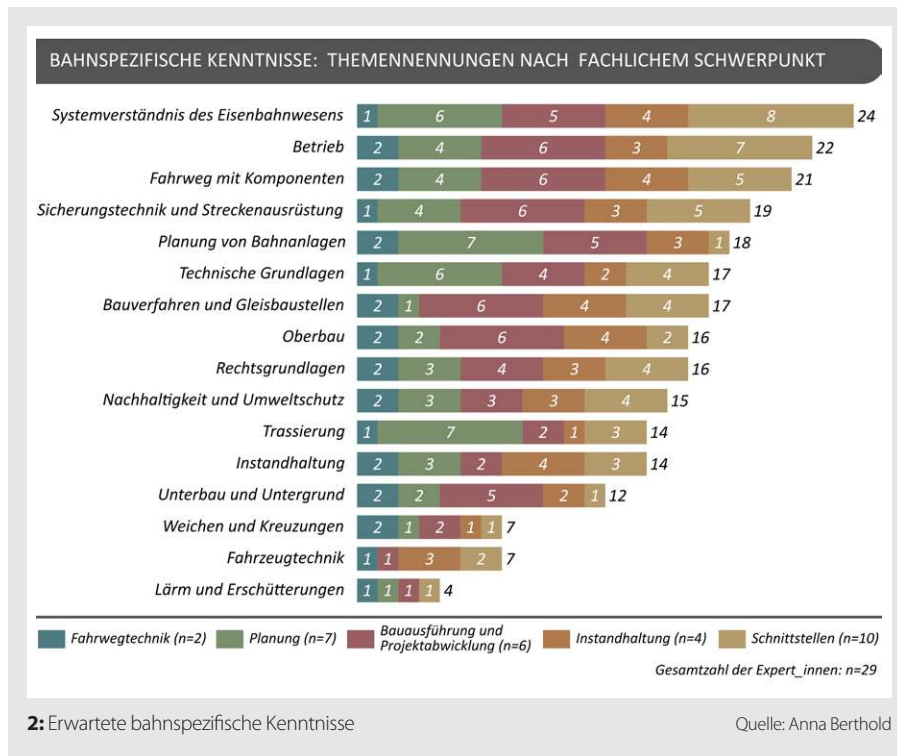
Als Tätigkeitsfeld über den gesamten Lebenszyklus wurde schließlich auch die Instandhaltung genannt. Sie reicht von der instandhaltungsgerechten Planung über die Überprüfung der Fahrwegqualität mittels Messtechnik bis zur Ableitung von Maßnahmen aus Soll-Ist-Abweichungen.

Beim Thema Lärm und Erschütterungen standen die Schallentstehung am Rad-Schiene-Kontakt und mögliche Schutzmaßnahmen im Vordergrund. Bei Nachhaltigkeit und Umweltschutz waren es hingegen die Lebenszyklusbetrachtung, die klimaresiliente und ressourcenschonende Planung, die Baustoffauswahl und Kreislaufwirtschaft sowie die Dekarbonisierung.

3.2. Erweiterte Fachkenntnisse

Die erweiterten Fachkenntnisse betreffen Inhalte, die nicht unmittelbar dem Eisenbahnwesen zuzuordnen sind. Die Befragten stuften sie dennoch als relevant für die Arbeit im Sektor ein. Genannt wurden ein bautechnisches und mathematisches Grundverständnis, Baustoffkunde sowie Tiefbau mit Straßen- und Tunnelbau. Hinzu kamen der konstruktive Ingenieurbau mit Statik, Brücken und Ingenieurbauwerken, die Vermessung, die Bauwirtschaft und das Kostenmanagement, das Projektmanagement sowie Fremdsprachenkenntnisse, insbesondere

Digitale Werkzeuge ersetzen
fundiertes Fachwissen nicht,
sondern setzen es voraus.



Englisch als fachliche Arbeitssprache. Nach Einschätzung der Befragten werden diese Inhalte überwiegend bereits im allgemeinen Bauingenieurstudium abgedeckt. Sie stellen damit weniger eine eisenbahnspezifische Zusatzanforderung dar.

3.3. Digitale Kompetenzen

Die digitalen Kompetenzen wurden als Voraussetzung des heutigen Arbeitsalltags genannt. Die häufigsten Nennungen entfielen dabei auf den Umgang mit gängigen Softwarelösungen, darunter Microsoft Office, CAD-Software und Trassierungsprogramme. Es folgten Themen wie Building Information Modeling (BIM). Weiter genannt wurde die Bedeutung des Datenmanagements, einschließlich des Umgangs mit großen Datenmengen und Datenbanksystemen. Im Kontext Künstlicher Intelligenz standen zudem ein grundlegendes Verständnis der Funktionsweise, die Einschätzung von Möglichkeiten und Grenzen

sowie ein kritischer und datenschutzkonformer Umgang im Vordergrund. Übergreifend wurde betont: Digitale Werkzeuge ersetzen fundiertes Fachwissen nicht, sondern setzen es voraus.

3.4. Soft Skills

Die überfachlichen Fähigkeiten wurden von den Befragten überwiegend auf die persönliche Eignung zurückgeführt, im Berufsalltag aber als relevant eingestuft. Sie umfassen methodische, soziale und persönliche Kompetenzen. Zu den Methodenkompetenzen zählen strukturiertes und vernetztes Denken, Lernfähigkeit sowie die Fähigkeit, komplexe Sachverhalte adressatengerecht aufzubereiten und zu präsentieren. Am häufigsten wurden als soziale Kompetenzen die Kommunikations- und die Teamfähigkeit genannt. Beide wurden angesichts der Interdisziplinarität des Systems Eisenbahn und der Vielzahl an Projektbeteiligten hervorgehoben. Bei den persönlichen Kompetenzen wurden schließlich ein Interesse am System Eisenbahn, Lernbereitschaft über das Studium hinaus, Eigeninitiative und Selbstständigkeit genannt.

3.5. Zukunftsthemen

Ergänzend zu den vier Kompetenzbereichen wurden die Expert_innen gezielt

nach Themen und Technologien gefragt, die künftig an Bedeutung gewinnen. Insgesamt wurden 21 Zukunftsthemen identifiziert. Diese lassen sich drei Entwicklungsfeldern zuordnen.

Das erste Feld, Digitalisierung und Automatisierung, umfasst zehn Themen: die zunehmende Automatisierung des Bahnverkehrs, die Automatisierung von Gleisbaumaschinen einschließlich Robotik, das European Train Control System (ETCS), die wachsende Vernetzungstechnik mit steigenden Anforderungen an Datentransfer und Systemsicherheit, digitale Zwillinge im Asset Management, die datenbasierte vorausschauende Instandhaltung (Predictive Maintenance), Weiterentwicklungen in Messtechnik und Datenverarbeitung, die vernetzte und dreidimensionale Planung, Building Information Modeling (BIM) sowie Künstliche Intelligenz als Werkzeug im Arbeitsalltag.

Das zweite Feld, Nachhaltigkeit und Klimaresilienz, bündelt sieben Themen: die Dekarbonisierung und den Umstieg auf alternative Antriebstechnologien, die Kreislaufwirtschaft mit Wiederverwertung und Recycling, das Biodiversitätsmanagement, die Ökobilanzierung, den klimaresilienten Betrieb, die klimaresiliente Planung von Bahnanlagen sowie die instandhaltungsarme Planung als langfristigen Nachhaltigkeitsbeitrag.

Das dritte Feld, technologische Weiterentwicklungen in einzelnen Fachbereichen, umfasst vier Themen: neue Materialtechnologien im Oberbau (Metall-, Beton- und Kunststofftechnologien), Bautechnologien zur Verkürzung von Gleissperren, steigende Kapazitätsanforderungen im Betrieb sowie die Umstellung auf digitale automatische Kupplungssysteme.

4. Ableitungen für die Lehre

Aus den Interviewergebnissen wurden konkrete Lehrinhalte für die eisenbahnrelevante Ausbildung an Hochschulen wie die TU Wien abgeleitet. Ausgangspunkt der Hochschulausbildung sollen die bahnspezifischen Inhalte sein. Zunächst stehen ein Überblick über das Gesamtsystem Eisenbahn und der Bezug zum Betrieb im Vordergrund. Anschließend folgen die technischen Grundlagen und die weiteren Fachthemen von der Trassierung über den Fahrweg bis zur Instandhaltung. Detaillierte Empfehlungstabellen zu den einzelnen Themenbereichen sind in der zugrunde liegenden Arbeit dokumentiert. In diese Tabellen wurden zudem die Zukunfts-

Die Lehre muss vor allem
ein breites Überblickswissen
und ein ausgeprägtes
Systemverständnis vermitteln.

themen thematisch eingeordnet. So sind die künftig an Bedeutung gewinnenden Entwicklungen dem jeweils passenden Themenbereich zugeordnet und in der Lehrempfehlung berücksichtigt.

Auch die anderen Kompetenzbereiche lassen sich durch Maßnahmen in der Lehre fördern. Digitale Kompetenzen und Soft Skills erfordern dabei keine eigene Vorlesung. Sie lassen sich in bestehende Lehrformate integrieren. Für die Soft Skills wurden Gruppenarbeiten, Kurzpräsentationen von Projekten und eine sorgfältige Dokumentation von Übungsabgaben genannt. Hinzu kommt ein Praxisbezug durch Exkursionen und Unternehmenskooperationen.

Die erweiterten Fachkenntnisse werden überwiegend im allgemeinen Bauingenieurstudium abgedeckt. Für sie werden daher ein Überblick über die angrenzenden Disziplinen sowie eine Kooperation mit anderen Instituten vorgeschlagen, etwa gemeinsame Übungen zu Brücken- oder Tunnelthemen.

Bei den digitalen Kompetenzen steht hingegen die Sensibilisierung für einen kritischen und transparenten Umgang mit digitalen Werkzeugen im Vordergrund. In bestehende Übungen einbetten lassen sich zudem Grundlagen des Datenmanagements, ein reflektierter Einsatz Künstlicher Intelligenz sowie das praktische Arbeiten mit BIM- und Fachsoftware. So werden digitale Anwendungen im jeweiligen fachlichen Kontext erlernt.

5. Fazit und Ausblick

Die Lehre muss vor allem ein breites Überblickswissen und ein ausgeprägtes Systemverständnis vermitteln. Dies zeigt sich auch daran, dass kein einziger Themenbereich in den Interviews ausschließlich von einer Fachgruppe benannt wurde. Die Lehre muss daher einen Querschnitt durch alle Bereiche des Eisenbahnwesens abdecken und die Stärkung des vernetzten Denkens und der Schnittstellenkompetenz als zentrales Ziel verankern.

In einem nächsten Schritt sind die abgeleiteten Lehrinhalte mit den bestehenden Lehrplänen abzugleichen. Ebenso sind die Perspektive der Lehrenden und der aktuelle Stand der Forschung einzuarbeiten.

Die Interviews zeigen zudem, dass ein Praxisbezug das Interesse am System Eisenbahn fördern kann, etwa durch Exkursionen, Unternehmenskooperationen und Einblicke in den laufenden Betrieb. Die Branche hat mehrfach ihre Bereitschaft zu Kooperationen in der Lehre geäußert. Das bietet einen niedrigschwelligen Ansatzpunkt. Zugleich ist es eine Chance, angehende Ingenieur_innen bereits in der Lehre für das Berufsfeld Eisenbahn zu begeistern.

DOI 10.61067/260933

Literatur

- [1] Österreichische Gesellschaft für Schienenverkehrs-marktregulierung m.b.H., „Jahresbericht 2024“, 2025. [Online]. Verfügbar unter: https://www.schienencontrol.gv.at/files/1+Homepage-Schienen-Control/1f-Publikationen/SCG%20Jahresberichte/SC-Jahresbericht_2024_Web.pdf
- [2] Verband der Bahnindustrie, „Austrian Rail Report 2025“, 2025.
- [3] Berthold, A. S. (2026). Branchenforderungen an die Hochschul-Eisenbahnausbildung [Diploma Thesis, Technische Universität Wien]. reposiTUm. <https://doi.org/10.34726/hss.2026.136284>
- [4] U. Kuckartz und S. Rädiker, Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Umsetzung mit Software und künstlicher Intelligenz, 6., Überarbeitete und Erweiterte Auflage. in Grundlagentexte Methoden. Weinheim: Beltz Juventa, 2024.

Summary

Railway professionals: Industry requirements for university-level railway education

As part of a master's thesis at the Vienna University of Technology, 29 expert interviews were conducted to identify the skills the railway industry expects from university graduates. Key requirements include rail-specific specialist knowledge, combined with an understanding of the system and operational relevance, supplemented by advanced specialist knowledge, digital skills and soft skills. Teaching recommendations were derived from these findings. Conclusion: Teaching should impart broad, overview-based knowledge, interconnected thinking and practical relevance.



120 JAHRE SIGNAL+DRAHT

Vom **Stellwerk** 1906 zu
SIGNAL+DRAHT 2026





Feiern Sie mit! Buchen Sie Ihre Anzeige
in der **Jubiläums-Ausgabe Nr. 11/26!**

Ihr Kontakt: Silke Härtel | silke.haertel@dvvmedia.com | Tel.: +49/40 237 14 -227

Anzeigenschluss ist am 05.10.2026

Digitale Automatische Kupplung – Grundlage für die Transformation des Schienengüterverkehrs

Die Digitale Automatische Kupplung (DAK) ist die Schlüsseltechnologie für den digitalisierten Schienengüterverkehr. Im EU-Rail-Flagship-Projekt TRANS4M-R werden DAK und darauf aufbauende Anwendungen entwickelt, getestet und validiert. Dadurch werden Prozesse beschleunigt, Sicherheitsrisiken reduziert und die Grundlage für einen effizienteren, skalierbaren Güterverkehr geschaffen.



1. Was ist DAK?

Die Digitale Automatische Kupplung (DAK) ist eine technische Schlüsselkomponente, die Güterwagen mechanisch und pneumatisch verbindet, während durch die Implementierung elektrischer Energieversorgung und Daten-Kommunikation im Zug zahlreiche innovative Funktionen im Güterzug realisiert werden können [1]. Schraubenkupplungen, die seit über einem Jahrhundert überwiegend in europäischen Fahrzeugen im Einsatz sind, ermöglichen eine manuelle Kupplung. Die Praxis des manuellen Kuppelns ist durch einen hohen personellen Ressourceneinsatz und zeitintensive manuelle Tätigkeiten gekennzeichnet [2], was auch als Wettbewerbsnachteil der Schiene gegenüber dem Lkw gesehen wird [3].

Denn Europa ist der letzte Kontinent, dessen Schienengüterverkehrsnetz bislang ohne ein automatisches Kupplungssystem betrieben wird. Nach gescheiterten Versuchen innerhalb des europäischen Eisenbahnsektors, die automatische Kupplung einzuführen [4], verfolgt die EU nun einen strategischen Ansatz, um das DAK-Konzept zur Umsetzung zu bringen.

Seit 2022 arbeitet das Flagship-Projekt 5 des Europe's Rail Joint Undertaking – Transforming Europe's Rail Freight (abgekürzt FP5-TRANS4M-R) – daran, eine DAK für Europa auf Basis des Scharfenberg-Kupplungsdesigns zu entwickeln. Dabei wird ein ganzheitlicher Systemansatz verfolgt, um die Grundlage für den vollstän-

dig digitalisierten Betrieb eines Güterzugs (FDFTO – Full Digital Freight Train Operations) zu schaffen.

In FP5-TRANS4M-R erfolgt eine Zusammenarbeit von europäischen Eisenbahnunternehmen, Fahrzeughaltern, Infrastrukturbetreibern, Forschungseinrichtungen und der Zulieferindustrie mit dem gemeinsamen Ziel, die DAK zu entwickeln und zu testen, um eine schrittweise Migration im europäischen Schienengüterverkehr, beginnend mit einer Vorbereitungs-Ausroll-Phase bis 2030, als sog. „Pre-Deployment“ zu ermöglichen.

Um diesen ambitionierten Zeitplan zu erreichen, wird das klassische V-Modell als standardisierter Entwicklungsprozess im Eisenbahnbereich mit einem agilen Ansatz kombiniert, um die Markteinführungszeit für alle DAK-Systemkomponenten zu verkürzen und letztlich eine schrittweise Einführung der DAK, beginnend mit dem sog. „Pre-Deployment“, nach Abschluss des FP5-TRANS4M-R zu ermöglichen [5].

Die Implementierung der DAK als ein zentraler technischer Wegbereiter für den europäischen Schienengüterverkehr soll zu einer nachhaltigen Transformation und gesteigerten Wettbewerbsfähigkeit beitragen und damit das Wachstum des europäischen Schienengüterverkehrs fördern.

Einige Beispiele hierfür sind: der **ökologische Nutzen** – DAK als Rückgrat zur Erreichung der Klimaziele im Verkehrssektor – sowie **Effizienzsteigerungspotenziale**, die durch eine intensivere Nutzung von Digitalisierung und Automatisierung



Dipl.-Ing. Constanze Bannholzer

Seit 2021 Programmleitung
Digitale Automatische Kupplung,
ÖBB-Holding AG, Wien
Constanze.Bannholzer@oebb.at



Ing. Maximilian Mertl

Ab 2021 technischer Projektmitarbeiter
Digitale Automatische Kupplung, Rail Cargo Austria AG,
Wien
Maximilian.Mertl@railcargo.com

betrieblicher Prozesse im europäischen Schienengüterverkehr realisiert werden können.

Die Einführung der DAK schafft die **Grundlage für den vollständig digitalen Güterzug (Full Digital Freight Train, FDFT)** – ein intelligentes, vernetztes System, das in der Lage ist, Informationen über Beladung, Zustand oder Zielort zu übermitteln. Dadurch werden die Optimierung und Überwachung des Güterverkehrs ermöglicht sowie **Sicherheit und Effizienz verbessert**.

Die Einführung der DAK kann den Aufwand für Vershubtätigkeiten erheblich reduzieren und dadurch Zeit beim Zusammenstellen eines vollständigen Güterzugs im Vergleich zu manuellen Tätigkeiten einsparen. Dies führt zu einer **höheren Produktivität, geringeren Kosten und ei-**

ner besseren Auslastung von Ressourcen aufgrund schnellerer Abwicklungszeiten.

Mit DAK ausgestattete Güterzüge können schwerere Lasten ziehen und somit die vom Infrastrukturbetreiber vorgegebenen Zuglängen maximal ausnutzen [1]. Die schnelleren Abwicklungszeiten tragen weiters zu einer Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit des Verkehrsträgers Schiene gegenüber dem Lkw bei.

Zur Unterstützung dieser Transformation im Schienengüterverkehr und zur Gewinnung operativer, technischer und regulatorischer Erkenntnisse umfasst FP5-TRANS4M-R ein umfangreiches Programm von Demonstrationsaktivitäten in ganz Europa. Demonstrationszüge dienen dabei als kritische Testumgebung zur Validierung aller im Testbetrieb befindlichen Komponenten und Automatisierungssysteme.

In diesem Zusammenhang konzentriert sich jeder Demonstratorzug auf unterschiedliche länderspezifische Betriebsumgebungen, Systemkonfigurationen und Testziele. Diese Demonstrationsaktivitäten werden innerhalb des Projekts zentral koordiniert, um die technische Vergleichbarkeit und den internationalen Erfahrungsaustausch sicherzustellen.

Die folgenden Abschnitte stellen die Konzeption, Umsetzung und Schwerpunktbereiche dieser Demonstrationszüge dar, wobei der Fokus auf dem österreichischen Demonstratorzug liegt. Dieser übernimmt eine zentrale Rolle bei der Erprobung betrieblicher Prozesse, die durch DAK-Applikationen unterstützt bzw. ermöglicht werden.

2. Methodik

2.1. Ziel der Testkampagne

Das Ziel der Testkampagne besteht darin, die im FP5-TRANS4M-R-Projekt entwickelten Technologien für den Schienengüterverkehr unter realen Betriebsbedingungen

zu evaluieren und damit den Weg für ihre zukünftige Serienproduktion zu ebnen.

Ein zentraler Schwerpunkt liegt auf der DAK, die das automatische Kuppeln von Schienenfahrzeugen ermöglicht. Darüber hinaus erlauben die integrierten Energie- und Datenverbindungen, die beim Kuppeln automatisch hergestellt werden, die Umsetzung weiterer Automatisierungsfunktionen wie beispielsweise die automatische Bremsprobe.

2.2. Lokomotiven

Zwei Vectron-A35-Lokomotiven wurden bereits ab Werk für den späteren Einsatz im Demonstratorzug vorgerüstet. Die Vorrüstung erfolgte so, dass die Lokomotiven bis zum Beginn der Testphase uneingeschränkt im Regelbetrieb eingesetzt wurden, während der spätere Umrüstaufwand für die Integration der DAK-Funktionen auf ein Minimum reduziert wurde.

Die Vorrüstung umfasste eine von der Lokomotive bereitgestellte 400-V-Wechselstromversorgung für DAK-ausgerüstete Güterwagen sowie Kommunikationsleitungen einschließlich der erforderlichen Steuerungseinrichtungen. Abschließend wurden beide Lokomotiven mit Hybridkupplungen ausgestattet, die von zwei unterschiedlichen Kupplungsherstellern bereitgestellt wurden. Hybridkupplungen ermöglichen den Betrieb sowohl mit DAK als auch mit konventionellen Schraubenkupplungen. Die Lokomotiven werden künftig mit solchen Kupplungen ausgestattet, um die betriebliche Flexibilität während der Migrationsphase zu gewährleisten, in der sowohl Schraubenkupplungen als auch DAK-Systeme zum Einsatz kommen könnten [6]. Dieser Ansatz sichert zudem den flexiblen Einsatz der Lokomotiven und macht sie kompatibel mit Personenwagen, die weiterhin Schraubenkupplungen verwenden.

2.3. DAK-Applikationen

Der Begriff DAK-Applikationen umfasst alle durch die DAK ermöglichten Funktionen, und die nachfolgenden bilden das sog. „DAC Basic Package“ darunter:

- Automatisches Entkuppeln: Einzelne Wagen können ferngesteuert ausgewählt und von der Lokomotive entkuppelt werden. Im heutigen Betrieb mit Schraubenkupplungen muss dazu ein Mitarbeiter zwischen die zu entkuppelnden Wagen treten und manuell sowohl die

mechanische als auch die pneumatische Verbindung trennen. Selbes gilt für den Kuppelvorgang.

- Entkuppeln per Knopfdruck: Zwei Wagen können per Knopfdruck an der Seite des Wagens entkuppelt werden. Dies ermöglicht selbst ohne Lokomotive einen effizienten Entkuppelvorgang.
- Pufferstellung: Eine Funktion, die das Kuppeln innerhalb eines festgelegten Zeitraums verhindert. Speziell bei Verschiebetätigkeiten mit variierenden Geschwindigkeiten und Längskräften kommt diese Funktion zum Tragen.
- Automatische Wagenliste: Alle angekuppelten Wagen übermitteln ihre Wagennummer, Position im Zugverband und Ausrichtung an die führende Lokomotive.
- Zugintegrität: Alle aktiven Teilnehmer der Zugformation melden regelmäßig ihren Status, um die Vollständigkeit des Zuges zu überprüfen. Das ist die Grundvoraussetzung für den Betrieb von ETCS-Level 3, in dem die fahrzeugseitige Integritätsprüfung notwendig ist.
- Zuglänge: Die Zuglänge wird durch die Übermittlung von Wagendaten ermittelt.
- Automatisierte Bremsprobe: Automatisierte Überprüfung der Bremsfunktion aller Wagen.
- Zugbetriebsarten: Zur Steuerung der 400-V-Wechselstromversorgung sind zwei Betriebsarten definiert und werden von der Lokomotive aus gesteuert:
 - Zugfahrtsmodus: 400 V Wechselstrom aktiv; Automatische Entkuppung inaktiv
 - Verschiebmodus: 400 V AC inaktiv; Automatische Entkuppung aktiv [7].

2.4. Wagen

Die Auswahl der bei den Demonstratorzügen eingesetzten Güterwagen erfolgt anhand mehrerer Kriterien. Um vergleichbare Ergebnisse zwischen den verschiedenen Herstellern von Kupplungssystemen zu ermöglichen, ist vorgesehen, pro Wagentyp jeweils einen Wagen mit dem System eines bestimmten DAK-Herstellers auszurüsten.

Darüber hinaus soll der Demonstratorzug repräsentativ für die Fahrzeugflotte der Rail Cargo Austria (RCA) sein und gleichzeitig Überschneidungen mit anderen Demonstratoren innerhalb des Projekts FP5-TRANS4M-R minimieren. Mit diesen Annahmen besteht der Zug daher aus den folgenden Wagen (Tabelle 1) sowie der entsprechenden Wagenausrüstung (Tabelle 2).

Die geplante Testkampagne in Österreich validiert Schlüsseltechnologien des europäischen Schienengüterverkehrs unter realen Betriebsbedingungen.



Tabelle 1: Planungsmatrix

Anteil	Wagen Typ	Beschreibung	Wagenhalter
5	Eanos 5380	Offener Güterwagen für Schüttgut oder Schrott	Rail Cargo Austria
5	Sgnss 4552	Tragwagen für den Transport von Containern und Wechselbehältern	
5	Habbiins 2743	Schiebewandwagen, u. a. Transport von Paletten	
4	Talns 0665	Selbstentladewagen für den Transport von feuchtigkeitsempfindlichem Schüttgut wie Getreide	
3	Shimmns 4668	Schwerlast-Coiltransportwagen für Transport schwerer Stahlrollen	
2	Shimmns 4674		Rail Equipment
2	Faccns 6985	Trichterwagen, u. a. für Transport von Baustoffen im Gleisbau eingesetzt	

Die Einführung der DAK schafft die Grundlage für Full Digital Freight Train – ein intelligentes und vernetztes System für den Güterverkehr von morgen.

2.5. Messtechnik

Um alle relevanten Ereignisse während der Tests und Zugfahrten reproduzierbar zu erfassen, sind sowohl die Lokomotiven als auch mehrere Waggons mit spezieller Messtechnik ausgestattet.

Lokomotiven

- GPS-Antenne
- Temperatur- und Feuchtigkeitssensor
- 3-Achsiger-Beschleunigungssensor
- 400 V Spannungsmessung
- Druckmessung an der Bremsleitung
- Längskraftmessung in x-Richtung an einem Kupplungselement

Basisausstattung der Güterwagen (jeweils 2 Einheiten)

- GPS-Antenne
- 400 V Spannungsmessungen an beiden Wagenenden
- 3-Achsiger Beschleunigungssensor am Wagenkasten
- Druckmessung an der Bremsleitung
- Temperaturmessungen

Erweiterte Ausrüstung der Güterwagen (jeweils 2 Einheiten)

- Grundausrüstung
- 3-Achsiger Beschleunigungssensor montiert am Wagenkasten und an beiden Kupplungen
- Feuchtigkeitssensor

Testphasen

Umbauphase I (09-11/2025): Die geplante Testphase des ÖBB-Demonstratorzuges erstreckt sich von September 2025 bis Anfang 2027 und begann mit der Umrüstung der ersten acht Wagen durch ÖBB-Techni-

sche Services GmbH in Österreich. Die nicht gleichzeitig erfolgende Umrüstung aller 23 Wagen minimiert das Risiko von Lieferengpässen bei kritischen Komponenten und ermöglicht einen kontrollierten Start auf einem sich stetig verbessernden Technologieniveau.

Da die Steuereinheiten von Wagen und Lokomotive (CCU) zu einem späteren Zeitpunkt verfügbar waren, erhielten die Wagen eine vereinfachte Steuereinheit (Simulation Box), die das Entkuppeln per Knopfdruck ermöglicht. Zwei der zu Beginn umgerüsteten Wagen dienen bei Bedarf einer Diesellokomotive für Verschubarbeiten als Adapterwagen. Diese Wagen sind an einem Wagenende mit einer automatischen Kupplung Typ 2 (AK2) und am anderen

Ende mit einer Schraubenkupplung ausgestattet. Dadurch sind diese Wagen mit beiden Systemen kompatibel.

Um im Betrieb mit der Simulation Box ein synchrones Entkuppeln an beiden Wagenenden zu gewährleisten, müssen Kupplungen und Steuereinheiten desselben Herstellers miteinander verbunden sein. Ohne diese Synchronität kann es zu unkritischen Fehlerfällen kommen, die jedoch ein manuelles Eingreifen erfordern.

Im späteren Betrieb mit der CCU funktioniert das gleichzeitige Entkuppeln interoperabel und herstellerübergreifend.

Inbetriebnahme (11-12/2025): Nach dem Umbau der beiden Vectron-Lokomotiven durch Siemens Mobility und der ersten acht Güterwagen durch ÖBB-Technische

Tabelle 2: Eingebaute Waggonausrüstung – bereitgestellt von vier verschiedenen Lieferanten

Komponente	Beschreibung
DAK5	Digitale Automatische Kupplung Level 5: Ermöglicht das automatische mechanische und pneumatische Kuppeln sowie den Anschluss von Strom und Daten; eine automatische Entkuppung über die Lokomotive ist möglich
DAK4	Digitale Automatische Kupplung Level 4: Ermöglicht das automatische mechanische und pneumatische Kuppeln sowie den Anschluss von Strom und Daten
AK2	Automatische Kupplung Level 2: Ermöglicht das automatische mechanische und pneumatische Kuppeln
CCU	Central Computing Unit: Zentrale Steuereinheit des Waggons
DACCU	DAC Control Unit: Steuermodul für den Aktuator der DAK
Aktuator	Ein Elektromotor, der den Entkuppelvorgang mithilfe eines Kolbens ausführt
PSB	Power Supply Box: Enthält eine Batterie, ein Batteriemanagementsystem, ein Ladegerät, einen Gleichrichter und einen 48V-DC-Ausgang
ABT	Automated Brake Test: Automatisierte, benutzergeführte Bremsprobe, die von der Lokomotive aus mit Hilfe von Sensoren an allen Waggons angesteuert werden kann
Push Button Box	Steuergerät für die Funktionen Entkuppeln und Pufferstellung
Junction Box	Schnittstelle zwischen DAK, PSB, und CCU
Manual Uncoupling Device	Hebel zum manuellen Entkuppeln von Wagenseite
Simulation Box*	Vereinfachte Steuereinheit, die das Entkuppeln von Kupplungen desselben Herstellers per Knopfdruck ermöglicht

* Dient als Übergangslösung, bis die CCU-Tests im Train Test Lab abgeschlossen sind.

Services GmbH wurden die Fahrzeuge ersten Inbetriebnahmetests unterzogen. Ziel dieser Tests war die Überprüfung ihrer Eignung für den Einsatz auf öffentlichen Gleisen sowie die korrekte Installation und Funktion aller mechanischen und digitalen Komponenten.

Wintertests (12/2025–02/2026): Es wurden Tests an Verschiebebahnhöfen in Westösterreich durchgeführt, um umfangreiche praktische Erfahrungen mit den Komponenten unter winterlichen Bedingungen zu sammeln. Bereits im Rahmen des Projekts DAC4EU konnte die Bedeutung von Erprobungen unter realen Betriebsbedingungen nachgewiesen werden, da sich Klimakammertests nur eingeschränkt auf den tatsächlichen Bahnbetrieb übertragen lassen [8].

Die im vorliegenden Projekt durchgeführten Wintertests bestätigten diese Erkenntnisse. Bei Temperaturen von bis zu -14 °C sowie unter Bedingungen wie Eisregen und Schneefall konnten insbesondere wertvolle Erkenntnisse für die Weiterentwicklung der Push Button Box gewonnen werden. Zum Zeitpunkt der Wintertests befanden sich mehrere Varianten der Push Button Box hinsichtlich Bedienkonzept, Gestaltung und Funktionalität im Praxiseinsatz. Dabei zeigten sich deutliche Unterschiede in ihrer Bewährung unter den winterlichen Einsatzbedingungen, wodurch wichtige Rückschlüsse für zukünftige Design- und Konstruktionsentscheidungen gezogen werden konnten.

Umbauphase II (ab 02/2026): Im Rahmen der zweiten Umbauphase werden 15 Güterwagen mit zusätzlichen Funktionalitäten ausgerüstet. Diese umfassen: Entkuppeln per Knopfdruck, Zugintegritäts- und Zuglängenbestimmung, Wagenreihung und -ausrichtung, Automatisierte Bremsprobe, Wahl des Zug-Betriebsmodus (Verschub-/Zugfahrt).

Darüber hinaus werden die bereits in Umbauphase I ausgerüsteten acht Güterwagen – mit Ausnahme der beiden Adapterwagen – ebenfalls auf diesen Funktionsumfang aufgerüstet.

Inbetriebnahme (ab 07/2026): Nach Abschluss der Umbauphase II sind, analog zu Phase I, erneut Inbetriebnahmetests mit den umgerüsteten Wagen durchzuführen.

Haupttestphase (ab 07/2026–03/2027): Nach erfolgreichem Abschluss der Inbetriebnahmetests beginnt die Haupttestphase des Projekts. Zu diesem Zeitpunkt haben sowohl die Güterwagen als auch die Lokomotiven den vorgese-

henen Entwicklungsstand erreicht, der dem auf europäischer Ebene definierten Basic Package entspricht (siehe 2.3. DAK-Applikationen). In dieser Phase werden sämtliche integrierten Funktionalitäten auf Zugebene unter realen Betriebsbedingungen an weiteren Verschiebebahnhöfen in Österreich umfassend erprobt.

Zulassung

Da die umgebauten Fahrzeuge nicht nur auf Verschiebebahnhöfen, sondern auch im öffentlichen Streckennetz eingesetzt werden, ist eine eingeschränkte Netzzulassung durch die ÖBB-Infrastruktur erforderlich. Gemäß § 19 Eisenbahngesetz 1957 (2024) [9] muss der Zug von einer befugten Person beaufsichtigt werden und es muss sichergestellt sein, dass Sicherheit und Ordnung des Bahnbetriebs, der Betrieb des Schienenfahrzeugs auf der Strecke und der Bahnverkehr nicht gefährdet werden. Vorangegangene Prüfungen auf Komponenten- und Fahrzeugebene unterstützen diese eingeschränkte Netzzulassung.

Das sogenannte „Train Test Lab“ wurde von den Projektpartnern als zentrale Testumgebung eingerichtet, um Validierungsprüfungen auf Komponenten- und Fahrzeugebene in einer geschützten Umgebung auf nicht öffentlichen Gleisanlagen durchzuführen. Es bildet die Voraussetzung für den späteren Einsatz der Demonstrationzüge in den teilnehmenden Ländern und befindet sich an den Standorten Berlin-Spandau und Görlitz.

Eine Ausnahme bilden die für den österreichischen Demonstratorzug vorgesehenen Vectron-Lokomotiven, die mit Hybridkupplungen zweier unterschiedlicher Hersteller ausgestattet werden. Für diese Fahrzeuge wurde entschieden, die erforderlichen Fahrzeugtests auf einem Verschiebebahnhof bzw. in einer Werkstättenumgebung in Österreich durchzuführen, da die vorgesehenen Erprobungen auch

auf der Infrastruktur der ÖBB durchgeführt werden können.

Testszenarien

Im Rahmen des FP5-TRANS4M-R-Projekts werden die entwickelten und definierten Prozesse [7] mit den zum Testzeitpunkt verfügbaren Komponenten und Funktionalitäten im Verschub und während der Zugfahrt erprobt, mit dem Ziel, alle in Deliverable 2.1 Preliminary Operational Procedures Prozessmatrix dargestellten Prozesse auszuführen [11]. Im Folgenden werden einige Beispiele erläutert.

Rollbergbetrieb

Beim Rollbergbetrieb werden einzelne Wagen oder Wagengruppen während des Schiebens über einen Hügel (bekannt als „Rollberg“) abgekuppelt und durch Nutzung der Pufferstellung gegen ein unbeabsichtigtes Wiederkuppeln gesichert. Anschließend rollen die Wagen aufgrund des Gefälles selbstständig in den Richtungsgleisbereich, wo sie durch die Weichensteuerung automatisch den vorgesehenen Richtungsgleisen zugeführt werden.

Abstoßbetrieb

Beim Verschubbetrieb mit Abstoßen werden die Kupplungen an der Trennstelle der Wagengruppe oder des einzelnen Wagens auf ebenem Gleis gelöst und die Fahrzeuge durch Nutzung der Pufferstellung gegen ein unbeabsichtigtes Wiederkuppeln gesichert. Die Weichen werden so voreingestellt, dass die Wagen ihre vorgesehenen Zielgleise erreichen. Die Lokomotive fährt langsam vorwärts, bis die entkuppelten Wagen genügend Schwung gewonnen haben, um selbstständig in das richtige Gleis zu rollen. Dieser Vorgang wird wiederholt, bis alle Wagen ihre jeweiligen Zielgleise erreicht haben.

Verschub in der Ebene / Flächenverschub

Beim Flächenverschub wird die Weiche so voreingestellt, dass der vorderste geschobene Wagen bzw. die vorderste Wagengruppe das vorgesehene Richtungsgleis erreicht. Die Wagen bleiben dabei bis zum Erreichen des Zielgleises mit der Lokomotive verbunden. Nachdem sie gegen Wegrollen gesichert wurden, werden sie abgekuppelt. Anschließend fährt die Lokomotive mit den verbleibenden Wagen bis vor die nächste zu befahrende Weiche zurück und wiederholt den Vorgang, bis alle Wagen den vorgesehenen Richtungsgleisen zugeordnet wurden.

Die DAK verbindet nicht nur Güterwagen, sondern ermöglicht die Automatisierung und Digitalisierung zentraler Prozesse im Schienengüterverkehr.



Zugvorbereitung & Zugfahrt

Bei der Zugvorbereitung wird der technische Zustand aller Fahrzeuge visuell geprüft, eine automatisierte Bremsprobe durchgeführt und die Wagenreihung sowie die Position und Ausrichtung aller Fahrzeuge festgestellt. Dies sind Vorbedingungen, um vom „Verschubmodus“ in den „Zugfahrtsmodus“ zu wechseln.

Wenn sich die Fahrzeuge im Betriebsmodus „Zugfahrt“ befinden, wird die Funktionalität des automatischen Entkuppelns gesperrt. Dadurch soll Fehlbedienung als auch Bahnfrevel vorgebeugt werden und es ermöglicht die Aktivierung der 400 V Wechselstromversorgung, um die Wagenbatterien während der Zugfahrt zu laden.

2.6. Erwartete Ergebnisse

Die Testkampagne in Österreich dient der Evaluierung und Validierung wichtiger Schlüsseltechnologien für den europäischen Schienengüterverkehr unter realen Betriebsbedingungen. Durch die Integration einer Vielzahl technischer Komponenten in den Demonstratorzug, darunter DAK, Hybridkupplungen sowie Stromversorgungs- und Kommunikationssysteme, sollen verlässliche Erkenntnisse über Systemleistung, Interoperabilität, technische Nachrüstung und betriebliche Machbarkeit gewonnen werden. Darüber hinaus liefern sowohl die Nachrüstung als auch der Betrieb des österreichischen Demonstratorzugs wertvolle Erkenntnisse über den zukünftigen Qualifikationsbedarf in Güterwagen-Instandhaltungseinrichtungen und die erweiterten Anforderungen an die Instandhaltung im Kontext der bevorstehenden DAK-Migration.

Alle Demonstrationsaktivitäten im Rahmen von FP5-TRANS4M-R, einschließlich des österreichischen Demonstratorzugs, sind inhaltlich aufeinander abgestimmt und zentral koordiniert [9]. Dies ermöglicht eine gezielte Verteilung und Durchführung der Testprioritäten in ganz Europa und auf die verschiedenen Demonstrationszüge. Während sich der österreichische Demonstratorzug auf die praktische Validierung von Betriebsprozessen mit digitalen DAK-Applikationen konzentriert, liegt der Schwerpunkt in Schweden und Norwegen auf Tests unter Winterbedingungen und der Analyse des Verschleißverhaltens beladener DAK-Wagen. In der Schweiz wurden bereits erfolgreiche Tests mit der Powerline+-Techno-

logie durchgeführt [10]. Sie stellt eine von zwei möglichen Lösungen für die Strom- und Datenübertragung in einem digitalen Güterzug der Zukunft dar.

Förderhinweis

Finanziert durch die Europäische Union. Die geäußerten Ansichten und Meinungen sind jedoch ausschließlich die der Autorinnen und Autoren und spiegeln nicht unbedingt die der Europäischen Union oder des gemeinsamen Unternehmens „Europe's Rail“ wider. Weder die Europäische Union noch die gewährende Behörde können dafür haftbar gemacht werden.

Das Projekt FP5-TRANS4M-R wird vom gemeinsamen Unternehmen „Europe's Rail“ und seinen Mitgliedern unterstützt.



Literatur

- [1] Bannholzer, C.; Seeßle, P.; Wolfram, D.; Hagenlocher, S. (2025): DAC enabling Full Digital Freight Train Operation, ZEV rail, 149 (05), pp. 178-183. Link: DAK ermöglicht den volldigitalen Eisenbahnschienengüterverkehr, ZEVrail.de (30.06.2026, 15:30).
- [2] Djordjević, B.; Kordnejad, B.; Krmar, E.; Bergstrand, J. (2025): Quantifying the impacts of digital automatic coupling on rail freight in Europe: Overview and case studies. Research in Transportation Business & Management, Vol. 60, Article 101380. Link: <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2025.101380> (01.07.2026, 14:00).
- [3] DAC4EU (2026): Abschlussbericht zum Forschungsprojekt DAK-Demonstrator: Digitale Automatische Kupplung als Enabler für die Automatisierung und Digitalisierung des europäischen Schienengüterverkehrs. Bundesministerium für Verkehr, Berlin, DE. Link: <https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2026/048-schnieder-automatische-kupplung-schiene.html> (01.07.2026, 14:05).
- [4] TIS Technical Innovation Circle for Rail Freight Transport (2019) TIS White Paper – The Intelligent Freight Train (IF2) Available at: Downloads – TIS (30.06.2026, 15:55).
- [5] Europe's Rail Joint Undertaking (2025) Open European DAC Delivery Programme enabled by Europe's Rail. Link: <https://rail-research.europa.eu/european-dac-delivery-programme/> (30.06.2026, 15:50).

- [6] Engelmann, J., Oliver M.; Kuhn, C.; Case, R. (2022): Deliverable D4.2 Final report on recommendations including best migration scenario, best point in time for migration in main system, measures needed and minimum requirements/criteria to ensure migration feasibility, DACcelerate (S2R-H2020, GA 101046657), pp. 17-18. Link: <https://projects.shift2rail.org/download.aspx?id=4d65e817-377c-4d7d-9a7e-e0c5c40c9d37> (30.06.2026, 15:45).
- [7] Haller, A.; Stobrave, M.; Zebracki, S.; Schmidt, J.; Vogel, A.; Lunzer, B.; Rapold, M.; Smania, A.; Lefevre, P.; Jost, F. (2023) Deliverable 2.1 Preliminary Operational Procedures FP5-TRANS4M-R (EU-Rail-Horizon Europe, GA 101102009); Link: <https://rail-research.europa.eu/wp-content/uploads/2025/02/FP5-TRANS4M-R-D2.1-Preliminary-Operational-Procedures-V2.pdf> (30.06.2026, 15:50).
- [8] DAC4EU (2023) Zwischenbericht Abschluss Phase II – Praxistests zur Zulassung/ Betriebserprobung, DAC4EU project (Bundesministerium für Digitales und Verkehr, Deutschland), pp. 39-41. Link: [dak-demonstrator-phase-2-zwischenbericht.pdf](https://www.dak-demonstrator-phase-2-zwischenbericht.pdf) (30.06.2026, 15:40).
- [9] Europe's Rail Joint Undertaking (2025) FP5-TRANS4M-R Project structure (EU-Rail-Horizon Europe, GA 101102009). Link: <https://rail-research.europa.eu/pages/fp5-trans4m-r/structure> (30.06.2026, 15:50).
- [10] Schmidt, C.; Smania A. (2024) Deliverable D18.1 Test report for Powerline PLUS Technology FP5-TRANS4M-R (EU-Rail-Horizon Europe, GA 101102009). Link: https://rail-research.europa.eu/wp-content/uploads/2025/02/FP5_D18.1_Test_report_for_Powerline_PLUS_Technology.pdf (30.06.2026, 15:50).
- [11] Seite 53, <https://rail-research.europa.eu/wp-content/uploads/2025/02/FP5-TRANS4M-R-D2.1-Preliminary-Operational-Procedures-V2.pdf>.

Summary

Digital Automatic Coupling – The Foundation for the Transformation of Rail Freight Transport

In FP5-TRANS4M-R, DAC's reliability and performance are being validated through demonstrators to highlight its operational and economic benefits for cost-efficient deployment, providing a solid foundation for pre-deployment of DAC systems. To enable this system transformation, FP5-TRANS4M-R project requires large-scale operation of DAC technology on DAC Pioneer trains from 2027 onwards, intended to demonstrate functionality and benefits of DAC/FDF-TO system in commercial operation in Europe.

TramTrainTraisen: Studentische Machbarkeitsuntersuchung für eine Regionalstadtbahn in St. Pölten

Anlässlich eines interdisziplinären Projekts an der USTP untersucht eine Studie die Implementierung eines modernen Tram-Train-Systems in St. Pölten. Ziel ist der Lückenschluss zwischen der Traisentalbahn im Süden und der Tullnerfelder Bahn im Norden durch eine innerstädtische Neubaustrecke. Der Beitrag beleuchtet die methodische Variantenfindung, betriebliche Anforderungen sowie die verkehrliche Notwendigkeit im Kontext starker Pendelverflechtungen.

Einleitung und Problemstellung

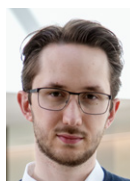
Die niederösterreichische Landeshauptstadt St. Pölten ist durch eine ausgeprägte Nord-Süd-Ausdehnung entlang der Traisen gekennzeichnet. Trotz einer bestehenden Bahn- und Businfrastruktur existieren signifikante Engpässe im öffentlichen Verkehr, insbesondere in der direkten Verknüpfung zwischen dem Stadtgebiet und dem Umland. Die derzeitige Situation ist durch gebrochene Reisesketten geprägt, die den motorisierten Individualverkehr begünstigen.

Das Projekt „TramTrainTraisen“ verfolgt den Ansatz einer Regionalstadtbahn nach dem Karlsruher Modell. Es sieht die Verknüpfung der bestehenden Eisenbahnstrecken – der Traisentalbahn im Süden und der Tullnerfelder Bahn im Norden – durch eine neu zu errichtende Straßenbahnstrecke durch das Stadtzentrum vor. Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Schaffung einer Entscheidungsgrundlage durch die Analyse technischer, wirtschaftlicher, rechtlicher und verkehrlicher Aspekte.

Rahmenbedingungen und Annahmen

Die Machbarkeitsstudie basiert auf definierten infrastrukturellen Voraussetzungen im Bestandsnetz der ÖBB, die für einen Mischbetrieb essenziell sind:

- Traisentalbahn: Es wird von einer Elektrifizierung mit 15 kV 16,7 Hz ausgegan-



Dipl.-Ing. Lukas Ertl, BSc.

Absolvent der USTP, Fachassistent im Bereich Infrastrukturentwicklung und -realisierung, Wiener Linien
bm241806@ustp-students.at



Thomas Heckhausen, BSc.

Absolvent der USTP, Techniker Eisenbahnplanung, Werner Consult
bm241824@ustp-students.at



Ing. Stefan Höfner, BSc.

Absolvent der USTP, Team Lead Young-Engineers Traffic and Transport Infrastructure, ILF Consulting Engineers
bm241814@ustp-students.at



Martin Kohlmayr, BSc.

Absolvent USTP, Operativer Produktmanager Nightjet, ÖBB-Personenverkehr AG
bm241804@ustp-students.at



Dipl.-Ing. Markus Prem, BSc.

Absolvent USTP, Betriebsspezialist im Sicherheitsmanagement, Wiener Linien
bm241803@ustp-students.at



Dipl.-Ing. David Scheifinger, BSc.

Absolvent USTP, Betriebsplaner, NÖVOG
bm241811@ustp-students.at



Dipl.-Ing. Noah Schoppitsch, BSc.

Absolvent der USTP, Wirtschaftlicher Mitarbeiter in der Fachassistenz der technischen Geschäftsführung, Wiener Linien
bm241810@ustp-students.at

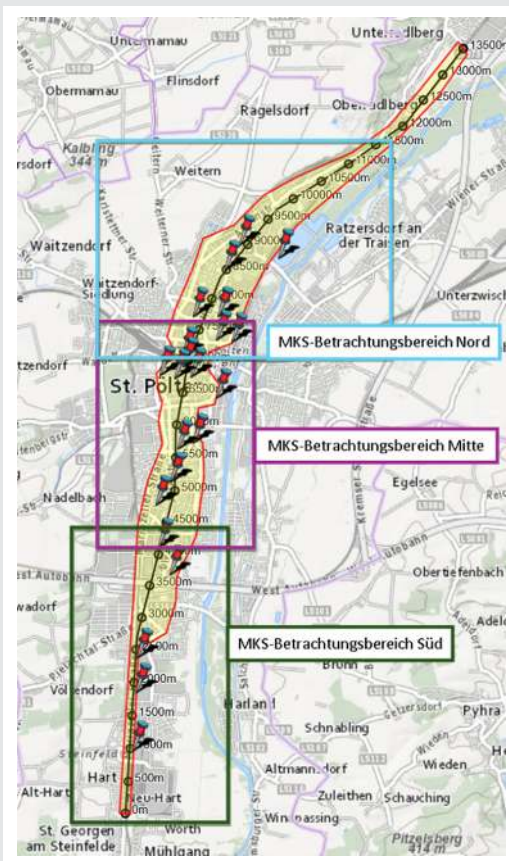
gen. Dies entspricht den Planungen im ÖBB-Rahmenplan 2024–2029.

- Tullnerfelder Bahn: Ein zweigleisiger Ausbau bis Herzogenburg wird vorausgesetzt, um die notwendigen Kapazitäten für den Taktverkehr zu gewährleisten.

Der zeitliche Horizont für eine potenzielle Inbetriebnahme wird auf das Jahr 2035 projiziert, wobei die Planungen den Fahrplan 2025 des Stadtbussystems (LUP) sowie das Fahrplankonzept 2033 für die Vollbahnen berücksichtigen.

Methodik der Variantenuntersuchung

In der ersten Projektphase lag der Fokus auf einer systematischen Variantenuntersuchung innerhalb eines vorab definierten



1: Korridor zur Variantenuntersuchung mit eingezeichneten Bereichen und POI

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf atlas.noel.gv

Verkehrliche Analyse und Marktpotenzial

Eine Pendelstromanalyse auf Basis von Daten der Statistik Austria (Stand 2022) unterstreicht die Notwendigkeit einer leistungsfähigen Schienenverbindung. Es zeigt sich ein deutlicher Überschuss an Einpendelnden nach St. Pölten gegenüber den Auspendelnden.

Das geplante System adressiert diese Verkehrsströme durch umsteigefreie Verbindungen. Zudem wurden im Rahmen einer MKS-Analyse (Markt, Kund:in, Stakeholder) wichtige „Points of Interest“ (POI) identifiziert. Dazu zählen unter anderem das Universitätsklinikum, das Regierungsviertel, der Hochschulcampus St. Pölten sowie Einkaufszentren und Industriegebiete, die durch die neue Trasse direkt erschlossen werden sollen.

Technik und Systemintegration

Die Realisierung des Tram-Train-Systems bedingt die technische Integration der Regelwerke für Eisenbahn- (EisBBV) und Straßenbahnbetrieb (StrabVO). Als Fahrzeugtyp wurde ein Zweirichtungs-Triebwagen definiert. Die Fahrzeuge weisen eine Länge von 35 bis 37,5 Metern auf und können in Spitzenzeiten in Doppeltraktion verkehren.

Herzstück der technischen Umsetzung ist die Auslegung als Zweisystemfahrzeug, das sowohl unter 750 V DC (Stadt) als auch 15 kV AC (ÖBB) operiert. Der Systemwechsel erfolgt dynamisch während der Fahrt, wobei eine leichte Längsneigung im Wechselbereich das Liegenbleiben im stromlosen Abschnitt verhindert. Die Zugsteuerung erfolgt auf der Vollbahnstrecke mit PZB 90, im innerstädtischen Bereich wird, wie im Straßenbahnbetrieb üblich, auf Sicht gefahren.

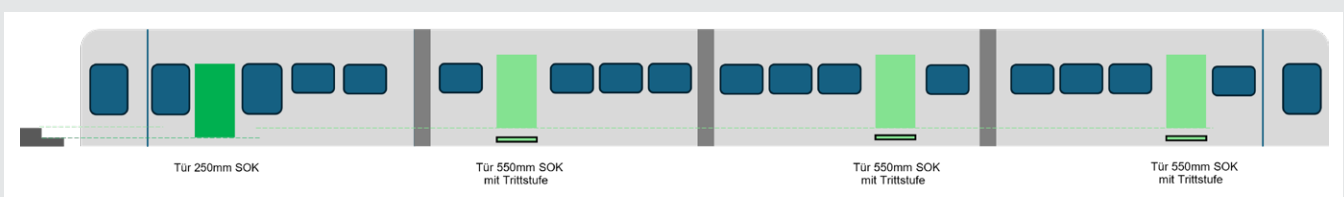
Ein zentraler Aspekt des Fahrzeugkonzepts ist die Gewährleistung der Barrierefreiheit trotz der unterschiedlichen Infrastrukturbedingungen in Stadt und

Korridors. Um eine objektive Auswahl der Trassenführung zu gewährleisten, wurde eine Bewertungsmethode in Anlehnung an die RVS 02.01.22 („Entscheidungshilfen zur Variantenwahl“) angewandt.

Die Bewertungsmatrix gliedert sich in drei Hauptdimensionen:

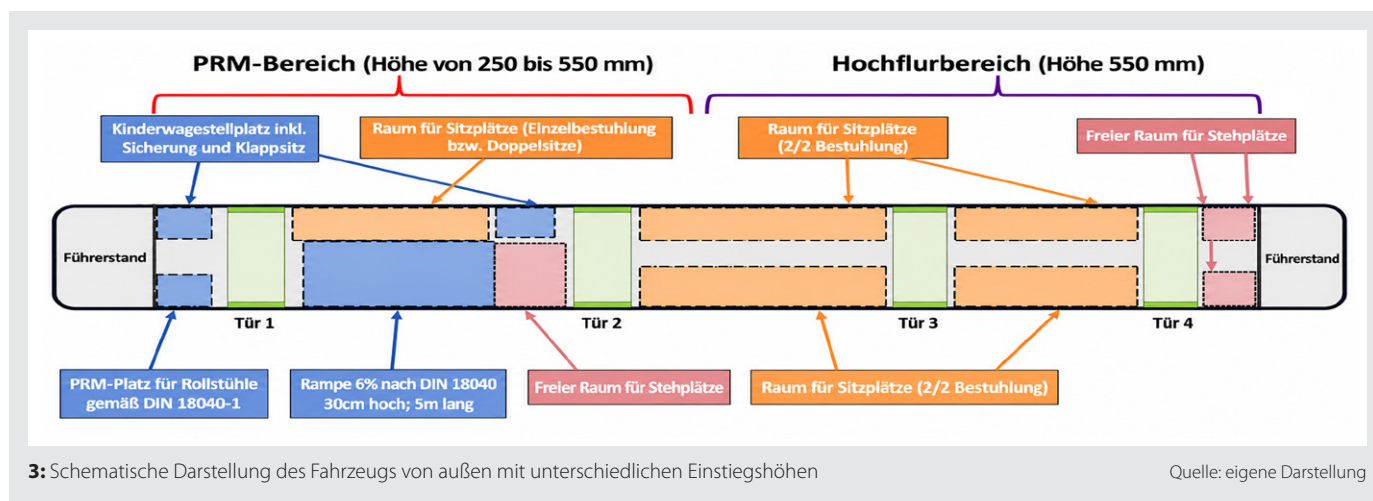
- **Verkehr und Technik:** Erreichbarkeit, Trassierungsparameter, Fahrzeit, Qualität für ÖPNV-Nutzer
- **Mensch/Raum/Umwelt:** Lärmemissionen, Trennwirkung, Flächeninanspruchnahme, Eingriffe in das Stadtbild
- **Kosten:** Errichtung, Instandhaltung und Betrieb

Die Betrachtung der Faktoren Markt, Kund:in, Stakeholder (MKS) erfolgt in den Teilbereichen „Süd“ (Anbindung Traisentalbahn bis Hauptbahnhof) und „Nord“ (Hauptbahnhof bis Anbindung Tullnerfelder Bahn) sowie die innerstädtische Durchbindung („Mitte“). Dafür wurden jeweils mehrere Varianten entwickelt. Beispielsweise wurden im Bereich Süd Varianten über die Josefstraße, die Mariazeller Straße und die Handel-Mazzetti-Straße geprüft. Kritische Punkte, wie die Querung der Westbahnstrecke im Bereich des Hauptbahnhofs (Unterführung Schöpferstraße vs. alternative Querungen), stellten besondere ingenieurtechnische Herausforderungen dar.



2: Schematische Darstellung des Fahrzeugs von außen mit unterschiedlichen Einstiegshöhen

Quelle: eigene Darstellung



Umland. Da die Bahnsteighöhen im ÖBB-Netz (i. d. R. 55 cm über Schienenoberkante) von denen im Straßenbahnbereich abweichen, wurde ein spezielles Türlayout mit unterschiedlichen Einstiegshöhen konzipiert. Dabei wird eine Tür pro Seite mit einer niedrigeren Einstiegshöhe (25 cm über Schienenoberkante) ausgestattet, sodass im Straßenbahnbereich ein barrierefreier Einstieg möglich ist. Die anderen 3 Türen befinden sich auf der Höhe der Bahnsteige der Vollbahn. An einer Straßenbahnstation fahren an den 3 hohen Einstiegen Trittstufen aus, die ein Ein- und Aussteigen über Stufen ermöglichen (siehe Abbildung 2). Beim Halt im ÖBB-Netz wird die Türe am Niederflureinstieg nicht freigegeben. Der Fahrgastwechsel erfolgt in diesen Stationen nur über 3 der 4 Türen. Über die im Fahrzeug befindliche Rampe kann jederzeit zwischen den beiden Höhenlagen des Fahrzeugs gewechselt werden. Das Fahrzeuginnenlayout ist in Abbildung 3 dargestellt.

Infrastruktur

Die Trassierung der finalen Variante erfolgte mithilfe der Software ProVI auf Grundlage von Trassierungsregelwerken der ÖBB-Infrastruktur AG sowie der Wiener Linien. Die Geschwindigkeit im Bereich der Straßenbahn beträgt bis zu 50 km/h bei einem Mindestradius von 25 Metern und einem Regelgleismittenabstand von 3,70 Metern. Die Strecke kann fast vollständig auf öffentlichen Flächen errichtet werden, eine Inanspruchnahme von Privatgrund ist auf wenige Stellen beschränkt. Die Haltestellen sind, bis auf wenige Ausnahmen, standardmäßig als Randbahnsteige ausgelegt, die bestehende Unterführung

am Hauptbahnhof kann ohne Erfordernis größerer Umbaumaßnahmen genutzt werden. Die für das Projekt erforderlichen Bautätigkeiten würden rund vier Jahre in Anspruch nehmen.

Betriebskonzept

Das Betriebskonzept sieht eine fahrplan-technische Verknüpfung der Straßenbahn mit dem bestehenden ÖBB-Netz vor. Die Analyse basiert auf dem Zielfahrplan 2033 gemäß der BMK-Vorinformation zum Verkehrsdienstevertrag Ostregion. Dabei werden auf der Traisentalbahn ein Halbstundentakt bis Traisen sowie auf der Tullnerfelder Bahn der zweigleisige Ausbau bis Herzogenburg und das vorgesehene Fahrplanangebot des Zielnetzes 2033 als Randbedingungen angenommen. Durch die Überlagerung mit den bestehenden ÖBB-Zügen wird ein möglichst dichter Takt geschaffen. Im innerstädtischen Kernbereich von St. Pölten wird durch die beiden Tram Train-Linienäste vom Veranstaltungszentrum (VAZ) kommend und von Kreisbach kommend ein dichter Takt von 7,5 Minuten angestrebt, um eine „Turn-up-and-go“-Qualität für den städtischen Verkehr zu gewährleisten. Auf den Außenstrecken der Traisental- und Tullnerfelder Bahn sieht das Konzept einen 30-Minuten-Takt vor, der durch die Überlagerung mit den Vollbahnzügen zu einem 15-Minuten-Takt ergänzt wird.

Rechtliche Rahmenbedingungen und gesellschaftsrechtliche Struktur

Ein wesentlicher Schwerpunkt der Untersuchung liegt in der rechtlichen Machbarkeit der Systemschnittstelle zwischen

dem Netz der ÖBB-Infrastruktur AG und der Neubaustrecke im Stadtgebiet. Betrieblich und zulassungsrechtlich trifft hier das Eisenbahngesetz (EisBG) inklusive der Eisenbahnbau- und Betriebsverordnung (EisbbV) auf die Straßenbahnverordnung (StrabVO). Während auf der Eisenbahninfrastruktur strengere Anforderungen hinsichtlich Netzzugang, Zugsicherung (PZB) und Zugfunk (GSM-R) gelten, erfordert der Innenstadtbereich Konzepte für den Sichtfahrbetrieb, straßenbahnspezifische Bremsenrichtungen und die Einbindung in verkehrsabhängige Lichtsignalanlagen. Eine besondere juristische und fahrzeugtechnische Herausforderung stellt die Vereinbarkeit der Barrierefreiheit nach TSI PRM auf den Vollbahnabschnitten mit den Vorgaben der StrabVO dar. Durch den Einsatz von Fahrzeugen mit zwei unterschiedlichen Einstiegshöhen (550 mm an den Endtüren für ÖBB-Bahnsteige und 320 mm an den Mitteltüren für städtische Haltestellen) sowie integrierten Trittstufen können die rechtlichen Vorgaben beider Regimes vollständig und konform erfüllt werden.

Organisatorisch wird für Errichtung und Betrieb die Gründung einer eigenständigen TramTrainTraisen GmbH als Errichtungs- und Betreibergesellschaft empfohlen. Um eine ausgewogene und verkehrspolitisch tragfähige Steuerung sicherzustellen, sieht das Eigentümerkonzept eine reine öffentlich-rechtliche Trägerschaft vor: Die Stadt St. Pölten würde dabei 40 % der Anteile halten, das Land Niederösterreich 33 % und die Anrainergemeinden Wilhelmsburg sowie Herzogenburg jeweils 13,5 %. Diese Verteilung sichert sowohl der Landeshauptstadt als auch dem Land wichtige Sperrminoritäten und gewährleistet eine faire Einbindung der Region.

Betriebswirtschaftliche Bewertung

Die ökonomische Analyse des Vorhabens basiert auf einer dynamischen Investitionsrechnung unter Zugrundelegung der Preisbasis 2025 sowie einer indexierten Kostenentwicklung von 2,5 % p.a. Die ermittelten Gesamtinvestitionskosten (CAPEX) für den Realisierungszeitraum 2031 bis 2034 belaufen sich kumuliert auf rund 400 Mio. Euro. Wesentliche Kostentreiber sind hierbei die Errichtung der innerstädtischen Straßenbahninfrastruktur mit ca. 220 Mio. Euro sowie die Beschaffung der 16 erforderlichen Zweisystemfahrzeuge mit einem Volumen von ca. 100 Mio. Euro. Für die Betriebsphase ab dem Jahr 2035 werden jährliche operative Aufwendungen (OPEX) von etwa 9 Mio. Euro prognostiziert, wobei die Fahrzeuginstandhaltung und Personalkosten die größten Einzelpositionen darstellen. Unter der Annahme eines Kostendeckungsgrades durch Tarifierlöse von 55 %

ergibt sich ein jährlicher Zuschussbedarf der öffentlichen Hand von rund 4 Mio. Euro. Diese Werte verdeutlichen den Charakter des Projekts als gemeinwirtschaftliche Daseinsvorsorge, dessen Rentabilität primär durch volkswirtschaftliche Effekte und nicht durch betriebswirtschaftliche Gewinne begründet ist.

Projektstatus und Ausblick

Das studentische Projekt ist mittlerweile erfolgreich abgeschlossen. Die detaillierten Planungsunterlagen, die sowohl die Trassierung und das Betriebskonzept als auch die fahrzeugtechnischen Spezifikationen umfassen, sind ausgearbeitet und liegen vor. Damit ist die theoretische Machbarkeit sowie die betriebliche Umsetzbarkeit des Systems nachgewiesen.

Das Vorhaben könnte aus technischer Sicht realisiert werden. Mit der Umsetzung dieses Projekts würde nicht nur eine signifi-

fikante Lücke im regionalen Verkehrsnetz geschlossen, sondern auch ein nachhaltiger Beitrag zur Mobilitätswende in der wachsenden Landeshauptstadtregion St. Pölten geleistet.

DOI 10.61067/260934

Summary

TramTrainTraisen: Student feasibility study for a regional light rail system in St. Pölten

As part of an interdisciplinary project at the USTP, a study is examining the implementation of a modern tram-train system in St. Pölten. The aim is to bridge the gap between the Traisentalbahn in the south and the Tullnerfelder Bahn in the north by means of a new inner-city line. This paper examines the methodological approach to identifying options, operational requirements and the transport needs in the context of strong commuter links.

100 JAHRE FACHWISSEN ZU TECHNIK UND MANAGEMENT MODERNER BAHNEN



BEWERBEN SIE IHRE DIENSTLEISTUNGEN ODER PRODUKTE IN DEN RUBRIKEN

-  Fahrweg & Bahnbau
-  Fahrzeuge & Komponenten
-  Ausrüstung & Betrieb
-  Projekte & Management
-  Forschung & Entwicklung

JETZT BUCHEN



Ihren Firmeneintrag
Präsentieren Sie Ihr Unternehmen



Ihr Businessprofil
Zeigen Sie Ihre Expertise



Ihre Anzeige
Erreichen Sie Ihre Zielgruppe

RaIL – Das neue Railway and Infrastructure Laboratory der TU Graz

Experimentelle Forschung für eine klimaresiliente und verfügbare Eisenbahninfrastruktur

Mit dem Railway and Infrastructure Laboratory (RaIL) entsteht an der TU Graz eine großmaßstäbliche Prüfumgebung für den Eisenbahnoberbau. Das Labor ermöglicht reproduzierbare Untersuchungen von Oberbau, Unterbau und Systeminteraktion – von mechanischer Lastabtragung bis zu klimainduzierten Zustandsänderungen.



Die Eisenbahn ist ein zentraler Baustein für eine klimafreundliche Mobilität. Steigende Verkehrsleistungen, dichtere Taktfolgen, höhere Anforderungen an Verfügbarkeit und zunehmende Extremwetterereignisse stellen die Infrastruktur jedoch vor neue Herausforderungen. Für die Weiterentwicklung des Systems Schiene braucht es daher ein vertieftes physikalisches Verständnis: Wie werden Kräfte aus dem Rad-Schiene-Kontakt in Oberbau und Unterbau übertragen? Wie wirken Schotter, Schwelle,

elastische Komponenten und Untergrund zusammen? Und wie verändern Wasser, Temperatur oder wiederholte Belastung das Systemverhalten?

Genau hier setzt das Institut für Eisenbahn-Infrastrukturdesign (RID) der TU Graz an. Seit seiner Gründung im Jahr 2021 verfolgt das Institut einen integrierten Forschungsansatz, der Messungen im Betriebsgleis, numerische Simulationen und experimentelle Untersuchungen kombiniert. Abbildung 1 zeigt das neue Railway



Univ.-Prof. Dr. techn. Ferdinand Pospischil, M. Sc.

Leiter des Instituts für Eisenbahn-Infrastrukturdesign, TU Graz
ferdinand.pospischil@tugraz.at



Dipl.-Ing. Dr. techn. Julian Torggler, B. Sc.

Laborleiter / PostDoc am Institut für Eisenbahn-Infrastrukturdesign, TU Graz
julian.torggler@tugraz.at

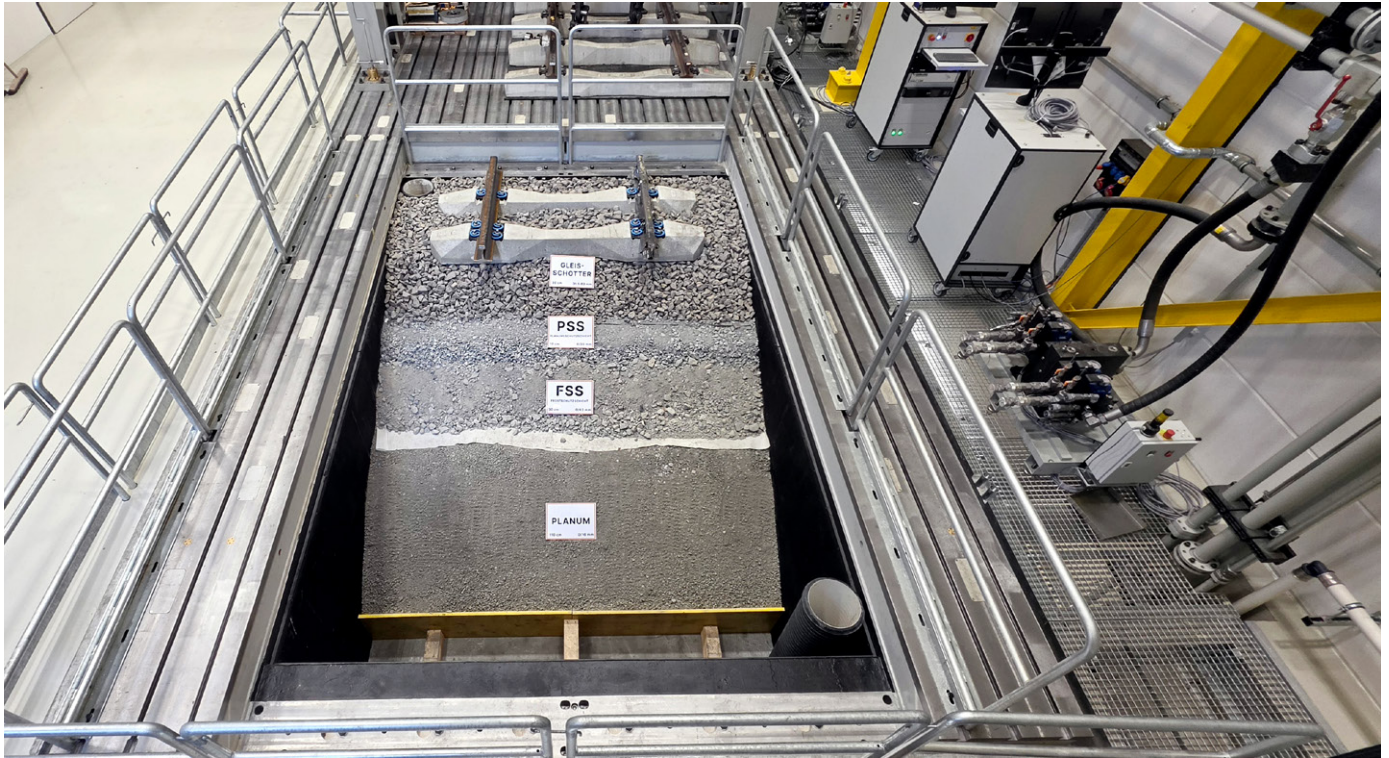


1: Railway and Infrastructure Laboratory (RaIL) der TU Graz: neue großmaßstäbliche Prüfumgebung für Untersuchungen an Oberbau- und Unterbausystemen
Quelle: Lunghammer/TU Graz

and Infrastructure Laboratory (RaIL) als zentrale Erweiterung dieser Forschungsstrategie: eine Prüfumgebung, in der reale Infrastrukturprozesse kontrolliert, wiederholbar und messtechnisch hochaufgelöst untersucht werden können.

Im Gegensatz zu Feldversuchen erlaubt RaIL die gezielte Variation einzelner Einflussgrößen. Fahrzeugmix, Witterung, Untergrundheterogenität oder betriebliche Einschränkungen überlagern die Interpretation nicht mehr in gleicher Weise wie im Betriebsgleis. Damit wird das Labor zu einem Bindeglied zwischen Simulation, Komponentenprüfung und realem Gleis.

Ein zentrales Element ist der variable Oberbauprüfstand. In diesem können repräsentative Schichtenaufbauten aus



2: Beispielhafter Aufbau des Oberbauprüfstands mit Unter- und Oberbau. Optionale Instrumentierung und Sensorik zur Erfassung von Lastpfaden, Verformungen und dynamischen Systemreaktionen unter Belastung je nach Versuchsaufbau applizierbar
Quelle: TU Graz/RID

Schiene, Schwelle, Schotter, Unterbau und Untergrund realisiert und mit moderner Mess- und Datenerfassungstechnik instrumentiert werden. Hydraulische Prüftechnik ermöglicht definierte vertikale und horizontale Belastungen. Dadurch lassen sich Lastpfade, Verformungen, Kontaktspannungen und dynamische Reaktionen im Gesamtsystem erfassen. Abbildung 2 zeigt den Oberbauprüfstand mit eingebauten Schichten im Querschnitt von Untergrund bis Schienenoberkante.

Der Mehrwert liegt besonders in der Betrachtung des Zusammenspiels der Komponenten. Während bestehende Labore häufig auf Einzelkomponenten oder Zulassungsprüfungen ausgerichtet sind,

rückt RalL die Systeminteraktion in den Mittelpunkt. Untersucht werden können etwa Schotterverhalten, elastische Komponenten, Übergangsbereiche, Weichen, Isolierstöße, Brückenanschlüsse oder lokale Steifigkeitssprünge. Auch Instandhaltungsprozesse wie Stopfen oder Verdichten kön-

nen perspektivisch unter kontrollierten Bedingungen analysiert werden.

Neben dem Labor bleibt die Messtechnik im Betriebsgleis ein wesentlicher Bestandteil der Forschung am RID. Abbildung 3 zeigt beispielhaft eine Gleismessung, bei der reale Belastungen und Sys-

Mit RalL schaffen wir eine experimentelle Plattform, die den Eisenbahnoberbau nicht nur als Summe einzelner Komponenten, sondern als Gesamtsystem untersuchbar macht.

Ferdinand Pospischil



3: Gleismessung im Betriebsgleis: Reale Fahrwegdaten ergänzen Laborversuche und numerische Simulationen und bilden eine Grundlage für die Validierung experimenteller Untersuchungen
Quelle: TU Graz/RID

temreaktionen im Fahrweg erfasst werden. Solche Daten sind unverzichtbar, um Laborversuche realitätsnah auszulegen und Simulationen zu validieren. Die Stärke des Forschungsansatzes liegt daher nicht in einer einzelnen Methode, sondern in der Verbindung aus Betriebsmessung, Laborversuch und numerischer Analyse.

Damit eröffnet Rall neue Möglichkeiten für Wissenschaft, Industrie und Infrastrukturbetreiber. Neue Komponenten und Materialien können unter realitätsnahen, aber reproduzierbaren Bedingungen getestet werden. Simulationen erhalten belastbare Validierungsdaten. Entwicklungszyklen lassen sich verkürzen, weil Varianten schneller verglichen und Risiken vor einem Einbau in die Strecke reduziert werden können.

Darüber hinaus schafft Rall eine Grundlage für zukünftige Fragestellungen

zur klimaresilienten Infrastruktur. Kontrollierte Untersuchungen von Feuchte, Sättigung, Entwässerung oder temperaturabhängigem Tragverhalten können helfen, die Auswirkungen klimatischer Veränderungen auf den Eisenbahnoberbau besser zu verstehen. Somit wird das Labor auch zu einer Plattform für die Verbindung von Fahrwegforschung, Geotechnik, Hydrologie und Klimafolgenforschung.

Mit Rall entsteht an der TU Graz somit nicht nur ein neuer Prüfstand, sondern eine Forschungsplattform für den Eisenbahnoberbau der Zukunft. Ziel ist es, grundlegendes Systemverständnis, praxisnahe Entwicklung und wissenschaftliche Exzellenz zu verbinden – und damit einen Beitrag zu einer leistungsfähigen, verfügbaren und klimaresilienten Eisenbahninfrastruktur zu leisten.

Literatur

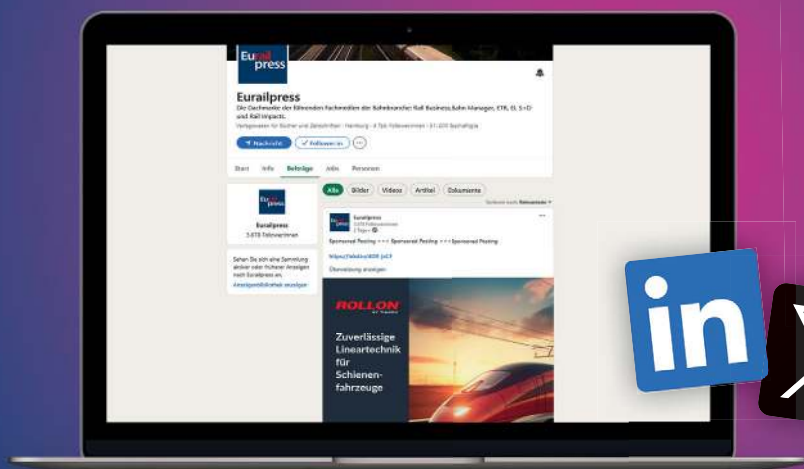
[1] Technische Universität Graz, Institut für Eisenbahn-Infrastrukturdesign: Railway and Infrastructure Laboratory, Projekt- und Laborunterlagen, Graz, 2026.

Summary

Rall – The new Railway and Infrastructure Laboratory at Graz University of Technology: Experimental research for a climate-resilient and reliable railway infrastructure

The Railway and Infrastructure Laboratory (Rall) is creating a new large-scale testing environment for railway superstructures at Graz University of Technology. The laboratory combines operational measurements, experimental system tests and simulation, enabling reproducible investigations into load transfer, superstructure behaviour, measurement technology and climate-induced changes in condition.

Mit Social Media zur TOP-REICHWEITE



Werben Sie auf unseren Kanälen und nutzen Sie unseren günstigen Einstiegspreis!



Ihr Ansprechpartner: Tim Feindt
tim.feindt@dvvmedia.com ■ Telefon +49 40 237 14 220



Sehr geehrte/r Leserin, Leser!

Es ist erfreulich, dass der Klimacheck der FSV für ihre eigenen Regelwerke nun auch breitere Wege nimmt. Die vorgestellten Öko-Daten als Ergänzung zur LB-VI bilden einen weiteren Meilenstein.

Regelwerke stellen den Stand der Technik dar und parallel auch eine Standardisierung, da sie ein Abgleich zwischen den unterschiedlichen Stakeholdern beinhalten. Die Anwendung jeder einzelnen Richtlinie erzeugt Routine und bildet weiters auch eine Grundlage zur Ausbildung neuer Fachkräfte.

Die Standardisierten Leistungsbeschreibung Verkehr und Infrastruktur (LB-VI) unterstützt die öffentliche Hand im Tiefbau bei der Erstellung von Ausschreibungen, die Öko-Daten erlauben nun eine Richtbewertung zur Verbesserung der Klimabeeinflussung während der baulichen Umsetzung.

Es ist in dieser Thematik aber auch Geduld gefragt. Da sowohl bei den Regelwerken als auch der LB-VI dabei Neuland erschlossen wird, kann erst in einigen Jahren durch Evaluierungen festgestellt werden, wie gut die Klimabeeinflussung positiv verändert wurde.



Dipl.-Ing. (FH) Tristan Tallafuss
Generalsekretär der FSV

Öko-Daten zur LB-VI

Nach von ÖBB und ASFINAG angeregten Vorbesprechungen zur Quantifizierung der in der Standardisierten Leistungsbeschreibung Verkehr und Infrastruktur (LB-VI) beschriebenen Leistungen im Hinblick auf Klimarelevanz im Mai und August 2024 wurde der Arbeitsausschuss TV10 im Herbst 2024 gegründet.

Die konstituierende Sitzung hat am 31.10.2024 stattgefunden, die Leitung des Ausschusses erfolgt durch Bmstr. DI Gerhard Spranz (Technisches Stammdatenmanagement Swietelsky AG – DCS).

Aufgabengebiet und Zielsetzung

Ziel des paritätisch besetzten Ausschusses ist es, klimarelevante Daten (insbesondere Treibhausgas-Äquivalente), die auf Basis existierender Grundlagen ermittelt wurden, mit den Positionen der LB-VI in der jeweils aktuellen Version so zu verbinden, dass eine ökologische Richtbewertung eines Projektes anhand des Leistungsverzeichnisses automatisiert über gängige Bausoftwareprogramme durchgeführt werden kann.

Es ist vorgesehen die Öko-Kennwerte zur LB-VI mittels einer .onpr-Datei (Preise und Kennwerte zu einer LB) zu publizieren. Diese Datei beinhaltet eine Parameterliste mit der Kennwertdefinition sowie die Kennwerte je Mengeneinheit der Leistungspositionen. Im Ausschreibungs-LV werden die Kennwerte der LB in gleicher Weise übergeben und ermöglichen so die Richtbewertung eines konkreten Projektes.

Die artikelbasierten Kalkulationsansätze der Positionen zur Kennwertermittlung beruhen auf generischen Werten, die aus qualifizierten Datenbanken (GWP-Katalog zum LCCO2-Tool) entnommen werden und somit eine Richtbewertung liefern, die ausdrücklich nicht dazu bestimmt ist, Bestandteil eines konkreten Bauvertrages zu werden.

Aufgrund der aktuellen Datenlage wird die Systemgrenze mit Positionen, die bewertbare Materialien, welche bleibender Bestandteil des Bauwerks werden, beinhalten – und zwar unabhängig davon, ob sie vom Auftragnehmer geliefert oder vom Auftraggeber beigestellt werden, definiert. Die Positionsbewertung gründet sich somit auf Baustoffe mit repräsentativen THG-Emissionsfaktoren, deren Kennwerte mit Vertretern der Branchenverbände konsoli-

diert sind (öbv-Arbeitsgruppe „Ökodaten“) und die Lebenszyklusphasen lt. ÖNORM EN 15804 abbilden.

- Herstellungsphase A1-A3: Möglichst EPD basiert
- Bauphase A4: Mittels eigenen Transportrechnern abgebildet
- Bauphase A5: Möglichst EPD basiert
- Nutzungsphase B: Rechnerische Abbildung anhand der Phasen A1-A5 und C
- Entsorgungsphase C: Möglichst EPD basiert
- Phase D: „Vorteile und Belastungen aus B und C“: österreichspezifisch modelliert.

Die Öko-Daten können in der Planungs- und Ausschreibungsphase als Instrument zur Optimierung der Nachhaltigkeitsaspekte eines Projekts genutzt werden. Die Dokumentation der Kennwertermittlung ermöglicht die Ableitung projektspezifischer Maßnahmen zur nachhaltigen Projektumsetzung.

Durch die intensive Anwendung der LB-VI im Infrastrukturbereich wird angestrebt, in Verbindung mit den Öko-Daten einen Branchenstandard zu definieren, der auch für weitere Sachgebiete des Bauwesens Anwendung finden kann.

Methodische Umsetzung

- Priorisierung der zu bewertenden LG/ULG/Pos aufgrund der Verwendungshäufigkeit in 2.400 Ausschreibungen von ÖBB, ASFINAG und Stadt Wien sowie 3.400, von der ÖSTAT erfassten Ausschreibungen.
- Erstellung einer Parameterliste, um sicherzustellen, dass die in den unterschiedlichen Datenquellen vorhandenen Kennwerte stets dem gleichbleibenden, eindeutig definierten Parameter der LB-VI zugeordnet werden können.
- Aufbau eines neutralen Artikelkataloges mit Zuordnung zu Materialspezifikationen aus dem GWP-Katalog zum LCCO2-Tool, mit Kategorisierung der Artikel auch in Hinblick auf die Verwendungshäufigkeit der Positionen, in denen sie verwendet werden
- „aktuell bewertbar“ Zuordnung und Umrechnung zu den Materialspezifikationen des GWP-Kataloges möglich und durchgeführt

- „künftig zu bewerten“ Hinweis auf die prioritär zu ergänzenden Inhalte des GWP-Kataloges
 - „nice to have“ Artikel, die künftig bewertet werden sollen, aber derzeit nicht oder nur geringfügig in Positionen verwendet werden
 - „nicht bewertbar“ Hilfsartikel (z.B. 1,00 VE oder „Dummy“-Artikel zur Ermittlung von Warenkorbmengen)
 - „zu vernachlässigen“ Artikel, deren Input sehr niedrig oder deren Relevanz im Bezug auf den Hauptartikel geringfügig ist (z.B. Bitumenschmelzbänder für Asphalt oder Rohrdichtungen).
- Zuordnung der Artikel mit Mengenan-sätzen zu den Leistungspositionen, da-raus ergibt sich in Verbindung mit dem Leistungsinhalt der Position folgende Kategorisierung
- „aktuell bewertbar“: zuweisbare Richtwerte aus dem aktuellen GWP-Katalog für sämtliche verwendeten Baustoffe (ausgenommen als „zu vernachlässigen“ eingestufte Bauhilfsstoffe)
 - „künftig zu bewerten“: zuweisbare Richtwerte müssen in fortgeschriebenen Versionen des GWP-Katalogs implementiert werden
 - „nice to have“: zuweisbare Richtwerte können in fortgeschriebenen Versionen des GWP-Katalogs implementiert werden – statistische Auswertung zeigt geringfügige Verwendung der LG, ULG, Pos
 - „nicht bewertbar“: LB-VI-Element ist aufgrund seiner Charakteristika nicht mit einem GWP-Kennwert verknüpfbar (z.B. Aufzählungspositionen, Ausschreiberlücken, fehlende Spezifikationen, usw.)
 - „zu vernachlässigen“: LB-VI-Element ist aufgrund seiner Charakteristika und seiner Relevanz in Bezug auf eine GWP-Bewertung vernachlässigbar (z.B. Rohrdichtungen, Erdungsbuchsen, usw.)
 - „außerhalb der Systemgrenze“: LB-VI-Element liegt außerhalb der im TV10 definierten Systemgrenze (Provisorien, Positionen für Materialien und Leistungen, die kein fester Bestandteil des Bauwerks werden, usw.)

Die Publikation der ersten Version der Öko-Daten zur LB-VI als .onpr-Datei erfolgte im Jänner 2026. Ergänzend wurde das RVS-Arbeitspapier Nr. 40 mit Hinweisen, Systemgrenzen und weiteren Beschreibungen zur Unterstützung bei der Anwendung der Öko-Daten.

In der Erst-Version der Öko-Daten konnten Kennwerte für folgende Leistungsgruppen (LG) veröffentlicht werden:

- 06 Vor-, Abtrags- und Erdarbeiten
- 08 Gräben für Rohrleitungen und Kabel
- 09 Rohrleitungen, Wasserversorgung und Druckleitungen
- 10 Rohrleitungen, Rinnen, Abwasserents. u.druckl. Entw.systeme
- 11 Kabelarbeiten
- 12 Schächte, Abdeckungen und Rohreinbindungen
- 19 Baugrubenaushub und Baugrubensicherung
- 20 Spezialtiefbau
- 25 Unterbauplanum und ungebundene Tragschichten
- 26 Bituminöse Trag- und Deckschichten
- 28 Betondecken, zementstabil. Tragschichten
- 29 Pflasterarbeiten, Randbegrenzungen
- 31 Beton-, Stahlbeton- und Mauerungsarbeiten
- 41 Brückenausrüstung
- 42 Lärmschutzbauten
- 43 Straßenausrüstung - Rückhaltesysteme

Links:

Hintergrundinformation zum LCCO2-Tool:
https://www.asfinag.net/media/gcepvj2r/hintergrundinfo_lcco2.pdf

LCCO2-Tool (Version 1.0):
https://www.bautechnik.pro/download/LCCO2_LCCO2-Tool_V1.0.zip

Veranstaltungen und Seminare

FSV

Brückenprüfer Erfahrungsaustausch

30.09.2026

roomz hotel & conference center, 1020 Wien

FSV-Preis 2026

19.11.2026

Riverbox, 1020 Wien

FSV-Seminar:

Standardisierte Leistungsbeschreibung Verkehr und Infrastruktur Version 7 – Basisseminar

06.-07.10.2026

Radisson Blu Hotel & Conference Centre, 5020 Salzburg

FSV-Schulung:

Brückeninspektoren - Basislehrgang

24.-26.11.2026

FSV, 1020 Wien

FSV-AKTUELL SCHIENE

„Österreich-Teil“ und offizielles Organ des Bereichs Schiene der Österreichischen-Forschungsgesellschaft Straße · Schiene · Verkehr (FSV)

FSV-Geschäftsstelle:

A-1020 Wien, Ernst-Melchior-Gasse 24

Tel.: +43 1 5855567 ·

E-Mail: office@fsv.at ·

Website: <http://www.fsv.at>

Schriftleitung:

DI(FH) DI Ehrenfried Lepuschitz

(Kommentare, Anregungen, Beitragsideen etc. erwünscht!)

Weitere Informationen und Bestellmöglichkeit der Publikationen der FSV auf www.fsv.at.

Bei Bestellungen im EU-Raum bitte Ihre UID bekannt geben (in Deutschland = DE + 9 Ziffern), da Sie so die MwSt. sparen können.

Abonnementpreis der Zeitschrift ETR – Eisenbahntechnische Rundschau für **FSV-Mitglieder ermäßigt!**

Next Generation Bahnindustrie: VDB-Nachwuchspreis „Clean Mobility Award 2026“

Grenzen verschieben, Mobilität neu denken, Zukunft bewegen – genau darum geht es bei dem VDB-Nachwuchspreis. Der Verband der Bahnindustrie in Deutschland (VDB) e.V. verleiht im Rahmen der InnoTrans 2026 zum fünften Mal seinen „Clean Mobility Award“. Ausgezeichnet werden drei Akademiker*innen, die mit ihren innovativen wissenschaftlichen Arbeiten die Schienenmobilität von Morgen prägen. „Der VDB freut sich, die nächste Generation an Mobilitätsgestalterinnen und Gestaltern sichtbar zu machen – und zu fördern. Das System Bahn ist bewährt und muss sich dennoch immer wieder neu erfinden, um den zukünftigen Mobilitätsanforderungen gerecht werden zu können. Welche jungen und klugen Köpfe dahinterstecken, sieht man von außen noch zu wenig. Wir zeigen sie! Die Eisenbahn bleibt eine coole Branche und sie steckt mitten in einem Generationenwechsel, den wir nicht zuletzt mit unserem Nachwuchspreis aktiv mitgestalten möchten. Nur so geht Zukunft“, sagt VDB-Hauptgeschäftsführerin Sarah Stark.

Drei Studierende wurden ausgezeichnet und zur Weltleitmesse InnoTrans 2026 nach Berlin eingeladen:



„Stabile DC-Bordnetze als Grundlage vollelektrischer Gleisbaumaschinen“ (Diplomarbeit)

Saskia Drechsel, Technische Universität Dresden

Seit 2016 projiziert und fertigt die Firma „Plasser & Theurer“ vollelektrische Stopfmaschinen, die ein emissionsarmes Gleisstopfen unter Oberleitung ermöglichen. Bei dieser neuen Generation ersetzt ein ausgedehntes DC-Bordnetz die klassische hydraulische Leistungsübertragung. Neben der Emissionsreduktion verbessert

dies insbesondere im Teillastbetrieb die Energieeffizienz der Maschinen.

Im Rahmen meiner Diplomarbeit habe ich die Ursachen von Stromschwingungen in den DC-Bordnetzen vollelektrischer Stopfmaschinen von „Plasser & Theurer“ untersucht. Diese Schwingungen wurden auf mehreren Maschinen beobachtet und führten in Einzelfällen zum Auslösen von Sicherungen. Ziel der Arbeit war es, die physikalischen Zusammenhänge systematisch zu analysieren und daraus belastbare Projektierungsrichtlinien für zukünftige Maschinen abzuleiten.

Dazu wurde das DC-Bordnetz in einem Simulationsmodell in LTSpice abgebildet. Eigene Impedanzgangmessungen an einer Referenzmaschine ermöglichten es, insbesondere Streuparameter des Modells systematisch an die realen Verhältnisse anzupassen. Durch die Kombination des Modells mit einer Analyse der im Betrieb auftretenden Störfrequenzen konnte das Übertragungsverhalten des DC-Bordnetzes detailliert untersucht werden. Die Ergebnisse zeigen, unter welchen Bedingungen Resonanzverstärkungen auftreten und welche konstruktiven Maßnahmen für einen stabilen und zuverlässigen Betrieb erforderlich sind.

Die Arbeit an dem Thema war geprägt von einem intensiven Austausch mit dem Praxispartner „Plasser & Theurer“ und wurde insbesondere durch die Möglichkeit von Messungen an der untersuchten Referenzmaschine bereichert. Besonders motivierend war der unmittelbare praktische Nutzen: Die intensive Auseinandersetzung mit der physikalisch anspruchsvollen Schwingungsthematik führte letztlich zu einfachen und praxistauglichen Projektierungsrichtlinien, die künftig berücksichtigt werden können.

„Verlängerung des Schienenlebenszyklus und Quantifizierung der CO₂-Einsparungen durch präventive Schieneninstandhaltung am Beispiel der Technologien der Vossloh Rail Services GmbH“ (Masterarbeit)

Merlin Nacke, Universität Hamburg

In meiner Masterarbeit habe ich untersucht, wie präventive Schieneninstandhaltung dazu beitragen kann, den Lebenszyklus von Schienen zu verlängern und CO₂-Emissionen



im Bahninfrastrukturbereich zu reduzieren. Ausgangspunkt war die Frage, wie sich der Schienenzustand unter High-Speed Grinding entwickelt und wann Instandhaltung ökologisch und ökonomisch vorteilhafter sein kann als ein frühzeitiger Schienentausch.

Die Relevanz ergibt sich aus der Rolle der Schiene für klimafreundliche Mobilität. Der Bahnsektor ist ein zentraler Baustein der Verkehrswende, zugleich ist die Infrastruktur ressourcen- und emissionsintensiv. Insbesondere die Herstellung neuer Schienen ist CO₂-intensiv. Deshalb lohnt sich der Blick darauf, wie bestehende Infrastruktur sicher, wirtschaftlich und möglichst lange genutzt werden kann.

Methodisch verbindet die Arbeit Langzeit-Messdaten aus dem Betrieb mit einem CO₂-Bilanzierungs- und Entscheidungsmodell. Untersucht wurden Verschleiß und Head Checks als zentrale Schädigungsmechanismen der Schiene. Aus Querprofil- und Wirbelstromdaten wurden lastnormierte Zustandsraten abgeleitet und daraus Lebensdauerverlängerungen unter einer präventiven High-Speed-Grinding-Strategie bestimmt. Ergänzend wurde ein parametrisches Modell entwickelt, das bewertet, wann ein korrekativer Fräseingriff mit anschließender HSG-Strategie gegenüber einem sofortigen Schienentausch vorteilhaft ist. Die Ergebnisse zeigen, dass präventive Instandhaltung im untersuchten Datensatz die Head-Check-Entwicklung kontrollieren und die Schienenlebensdauer verlängern kann. Für die auswertbaren Segmente ergaben sich positive, jedoch segmentabhängige Lebensdauerverlängerungen. Die CO₂-Bilanzen zeigen, dass die vermiedenen Emissionen aus der verzögerten Schienenproduktion die zusätzlichen Emissionen der Instandhaltungsmaßnahmen deutlich übersteigen können.

nen. Damit leistet die Arbeit einen Beitrag zur datenbasierten Bewertung nachhaltiger Instandhaltungsstrategien in der Bahnindustrie.



„Ergebnisdaten zur Auslegung alternativer Antriebe bei oberleitungslosen Lokomotiven im Schienengüterverkehr“ (Masterarbeit)

Isabella Sophia Zimmermann, Technische Universität Berlin

Nachhaltigkeit und der Klimaschutz gehören für mich zu den wichtigsten

gesellschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit. Ich bin überzeugt, dass der Schienengüterverkehr (SGV) eine Schlüsselrolle bei der Gestaltung eines nachhaltigen Verkehrssystems einnimmt, unter anderem durch den Beitrag zur Dekarbonisierung des Verkehrs. Während elektrisch betriebene Züge bereits heute sehr emissionsarm verkehren, werden viele Verkehre auf nicht elektrifizierten Strecken weiterhin mit Diesellokomotiven durchgeführt. Eine Möglichkeit zur Reduktion der Dieseltraktion ist der Einsatz alternativer Antriebe. Ihre Entwicklung und Einführung erfordern jedoch belastbare Kenntnisse über die tatsächlichen Betriebsanforderungen.

Im Mittelpunkt meiner Arbeit stand die Entwicklung einer datenbasierten Methodik zur Ermittlung der Leistungsanforderungen alternativer Antriebe für Lokomotiven im SGV. Validiert wurde die Methodik anhand realer Messdaten von drei Lokomotiven. Es wurden Betriebsregime und Einsatzbereiche von Lokomo-

tiven definiert und es wurde untersucht, wie sich Lokomotiven anhand realer Betriebsdaten den Betriebsregimen und Einsatzbereichen zuordnen lassen. Es konnte gezeigt werden, dass die Lokomotiven mit den aufgenommenen Daten zu definierten Betriebsregimen und Einsatzbereichen zugeordnet werden können. Zusätzlich wurde ermittelt, welche und in welcher Form Ergebnisdaten Herstellern für die bedarfsgerechte Auslegung alternativer Antriebssysteme bereitgestellt werden sollten.

Durch die Zuordnung von Lokomotiven zu spezifischen Betriebsregimen können alternative Antriebssysteme bedarfsgerecht dimensioniert und im Betrieb effizienter eingesetzt werden. Die Arbeit liefert damit eine systematische Grundlage für die Entwicklung und Dimensionierung alternativer Antriebssysteme und trägt dazu bei, den Übergang von der Dieseltraktion zu emissionsärmeren Antriebskonzepten im Schienengüterverkehr voranzutreiben.“



Zur Bewerbung im
#TeamHerzschlag:



www.kvb.koeln/jobs

Verantwortung, die den Takt vorgibt.

Jetzt als Leitung Signaltechnik
bei der KVB einsteigen.



Neue S-Bahn-Flotte mit 36 Triebzügen für Rhein-Ruhr

TÜV Rheinland und VRR | Der Verkehrsverbund Rhein-Ruhr (VRR) hat TÜV Rheinland mit verschiedenen technischen Prüfungen und Abnahmen für seine neue S-Bahn-Flotte beauftragt. Die Expertinnen und Experten von TÜV Rheinland Intertraffic übernehmen die Aufgabe einer zusätzlichen, unabhängigen Kontrollinstanz („Second-Level-Controlling“) beim Neubau von 36 Triebzügen des Schweizer Herstellers Stadler. Der VRR will die Züge des Typs „FLIRT XL“ mit jeweils 180 Sitzplätzen ab Dezember 2029 auf der stark befahrenen Strecke zwischen Mönchengladbach, Düsseldorf, Wuppertal und Hagen (S8) einsetzen.

Das international aufgestellte Team von TÜV Rheinland ist an insgesamt drei Projektphasen beteiligt: Während der Konstruktionsphase prüfen die Fachleute, ob Entwurf und Konstruktion der Züge exakt den vertraglichen Anforderungen und Ausschreibungskriterien des VRR entsprechen. In der anschließenden Bauphase überwacht TÜV Rheinland übergeordnet und unabhängig den gesamten Fertigungsprozess im Herstellerwerk von Stadler. Sind die Triebzüge fertig, prüfen die Expertinnen



Ab 2029 sollen 36 neue Triebzüge auf der S-Bahn-Linie S8 im Netz des VRR zum Einsatz kommen

Quelle: Stadler Rail

und Experten alle Fahrzeuge und validieren die finale technische Abnahme.

„Wir begleiten das Projekt von der ersten Konstruktionszeichnung bis hin zum Moment, in dem die Züge aus der Werkshalle rollen“, sagt Marko Nicklich, Projektleiter bei TÜV Rheinland. „Großprojekte wie dieses zeigen, wie unabhängige technische Expertise dazu beiträgt, dass moderne, nachhaltige Mobilitätslösungen zuverlässig und sicher in Betrieb

gehen.“ Verantwortlich für die Beschaffung und die Bauüberwachung ist der zukünftige Betreiber und Instandhalter der Fahrzeuge, das Eisenbahnverkehrsunternehmen VIAS Rail GmbH. Da die fertigen Fahrzeuge jedoch in das Eigentum des VRR-Eigenbetriebs übergehen, entschied sich der VRR für eine zusätzliche Prüfung durch TÜV Rheinland.

(uh) ●

Kabeltiefbau-Entwicklung in Rekordzeit



Kabeltiefbau mit Flankenprofilierungsmaschine

Quelle: Swietelsky

Bahnbau | Swietelsky hat einen Auftrag der Deutschen Bahn zur Kabelverlegung im Vorfeld der ab 2027 geplanten Generalsanierung der Strecke zwischen Bremen und Bremerhaven erhalten. Zum Einsatz kommt dabei eine von Swietelsky entwickelte

Kabeltiefbau-Maschine, mit der erstmalig eine komplett maschinelle Verlegung von Kabeltrögen möglich ist.

Bisher mussten Kabeltröge aufwändig manuell und mit Einsatz von Baggern verlegt werden, was zu längeren Gleissperren

führte. Aufgrund der großen Bedeutung des norddeutschen Bahnkorridors, der die Nord- und Ostsee, das Baltikum und zentrale Regionen Europas verbindet, sind Gleissperren nur sehr eingeschränkt möglich. Durch das neu entwickelte System sind nun Tagesleistungen von 1.500-2.000 Metern möglich, was einer Leistungssteigerung um das 20-fache entspricht. Die notwendigen Arbeiten werden gleisgebunden im Fließbandverfahren durchgeführt, wodurch Gleissperrzeiten signifikant reduziert werden und gleichzeitig Energie und Ressourcen eingespart werden. Bei den Arbeiten zwischen Bremen und Bremerhaven sollen rund 85 km Kunststoff-Kabeltröge verlegt werden.

Die Entwicklung des maschinellen Kabeltiefbau-Systems durch die Bahnbau-Experten der Swietelsky AG erfolgte in Rekordzeit im Rahmen der Ausschreibung „Kabeltiefbau-Challenge“, die von der DB 2022 initiiert wurde.

(uh) ●

Einfach integrierbares Erdungssystem für Schienenfahrzeuge

Schunk Easy Grounding | Schunk Transit Systems bietet eine schnell verfügbare und vielseitig einsetzbare Alternative zu maßgeschneiderten Erdungskontakten. Um Strom sicher und kontrolliert in die Schiene abzuleiten, sind Erdungssysteme für Schienenfahrzeuge unverzichtbar. In der Regel werden Erdungskontakte spezifisch für die jeweilige Schnittstelle des Zuges angefertigt. Schunk Easy Grounding ist eine Alternative, die auf einem standardisierten Design beruht und durch ihren modularen Aufbau schnell für unterschiedliche Schnittstellen adaptierbar ist. Erdungskontakte funktionieren durch den Kontakt zwischen Kohlebürsten und leitfähigen Kontaktscheiben an der Fahrzeugachse. Spezielle Federmechanismen sorgen dafür, dass die Kohlebürsten sicher an die rotierende Kontaktscheibe gedrückt werden – auf diese Weise entsteht ein zuverlässiger Schleifkontakt. Die vielen unterschiedlichen Schnittstellen an den Drehgestellen moderner Schienenfahrzeuge erfordern eine Vielzahl an Erdungskontakten mit unterschiedlichen Varianten, die jedes Mal neu validiert werden müssen. Mithilfe einer plattformübergreifenden Schnittstellenanalyse hat Schunk Transit Systems deshalb grundlegende Anforderungen für einen standardisierten, adaptierbaren Erdungskontakt definiert. Dabei wurden Durchschnittwerte für alle wichtigen Anforderungen wie z.B. Lochkreisdurchmesser, Stromprofile, Schock- und Vibrationsbelas-



Schunk Easy Grounding: Die kompakte Kontaktzelle (links) erlaubt die Montage von Adaptern mit unterschiedlichen Formen und Durchmessern und kann an unterschiedliche Achsen angepasst werden

tung, Salzsprühbeständigkeit und Dichtigkeit ermittelt. Das Ergebnis ist Schunk Easy Grounding. Bei der neuen Standard-Variante sitzt die Kontaktscheibe fest im Gehäuse, während die rotierende Kohlebürste an der Fahrzeugachse befestigt ist. Die kompakte Kontaktzelle erlaubt die Montage von Adaptern mit unterschiedlichen Formen und Durchmessern und kann an unterschiedliche Achsen angepasst werden.

Auf diese Weise ist Schunk Easy Grounding mit überschaubarem Aufwand für alle gängigen Drehgestelltypen adaptierbar. Die Standardisierung ermöglicht Skaleneffekte durch höhere Stückzahlen und kürzere Lieferzeiten. Das System wird zudem in unterschiedlichen Leistungsklassen angeboten. Es kann sowohl in Nahverkehrsfahrzeugen als auch in Hochgeschwindigkeitsanwendungen eingesetzt werden. (uh) ●



RFID-Based Railreader GEN6
Quelle: Prosoft Süd Consulting GmbH Wien

RFID-Zugdetektor mit Lärmmessung und Digitalem Zwilling

Wissen in Echtzeit | Genaues und in Echtzeit vorliegendes Wissen über den Zustand eines Zuges bzw. dessen Wagen sind wichtige Faktoren eines sicheren, ordnungs- und plangemäßen Betriebs. Das Zug-Detektorsystem „Railreader GEN6“ der Prosoft Süd Consulting GmbH Wien liefert sofort nach Durchfahrt einen Bericht mit genauen Zugdaten wie Länge, Richtung, Geschwindigkeit, Achs- und Wagenzahl, sowie die (EVN) Nummern „RFID-in-Rail“ betagter Wagen. Dieser Bericht ist lokal abrufbar

oder z.B. im webbasierten Tool „Digital Rail Asset Management“ (DRAM) der Firma umgehend verfügbar. Optionen für „2-Gleis-Betrieb“, „Lärm-Emissionsmessung“ und „FlatSpot-Indikation“ sind verfügbar. Ohne streckenseitiger Baumaßnahmen schnell installiert und sofort einsatzfähig, kann das System zur ETA-Vormeldung, zur Messwertzuordnung von Streckenmesssystemen (WTMS), bei Terminal Ein-/Ausfahrten, in Vershub- und anderen Bereichen zum Einsatz kommen. (uh) ●

Digitaler Multisensor für Fahrzeugklimatisierung

SIKA | Ein stabiles und angenehmes Raumklima im Zug erfordert mehr als leistungsfähige Klimaanlage. Mit einem digitalen Multisensor liefert SIKA präzise Messdaten für eine bedarfsgerechte Fahrzeugklimatisierung im Schienenverkehr. Mit dem digitalen Multisensor E04 bietet SIKA eine kompakte Sensorlösung zur gleichzeitigen Erfassung von Temperatur, relativer Luftfeuchte und CO₂. Der Sensor ist für den Einsatz in Fahrzeug-HVAC-Systemen konzipiert. Ein zentrales Merkmal des Multisensors ist die aktive Belüftung der Sensorelemente. Ein integrierter, flüsterleiser Lüfter führt kontinuierlich Umgebungsluft an den Messelementen vorbei. Dadurch reagieren

die Messwerte schnell und zuverlässig auf Veränderungen im Fahrgastraum. Etwa bei Fahrgastwechseln, geöffneten Türen oder wechselnden Betriebsbedingungen. Auch äußere klimatische Einflüsse, beispielsweise wechselnde Wetterbedingungen, werden so zeitnah erfasst und in die Messung einbezogen. Die aktive Belüftung ermöglicht zudem eine verdeckte Montage hinter Verkleidungen, ohne Abstriche bei Ansprechzeit oder Messqualität. Der Sensor lässt sich damit unauffällig in bestehende Fahrzeugkonzepte integrieren. Die erfassten Messwerte für Temperatur, Luftfeuchte und CO₂ werden über CANopen (EN 50325-4) an die übergeordnete Klimasteuerung übertra-

gen. Der Multisensor lässt sich als Teilnehmer in bestehende Fahrzeugnetzwerke einbinden und unterstützt eine zielgerichtete Ansteuerung von Heiz-, Lüftungs- und Klimafunktionen. Dank seiner modularen Auslegung eignet sich die Lösung sowohl für Schienenfahrzeughersteller als auch für Hersteller von Fahrzeug-HVAC-Systemen, die eine zuverlässige Sensorik für ihre Regelstrategien benötigen. Der digitale Multisensor E04 zeichnet sich durch eine hohe Vibrationsbeständigkeit und eine langlebige Bauweise aus. Der Sensor ist geprüft nach DIN EN 61373 (Kategorie 1, Klasse A) sowie weiteren relevanten Bahnnormen, unter anderem DIN EN 50155. (uh) ●

Neuer Edelstahl-Anschlusskopf für Bahnerdungsbrücken



Eine zuverlässige Bahnerdung ist Voraussetzung für den sicheren Betrieb elektrifizierter Bahnstrecken

Quelle: Dehn

Dehn | Eine zuverlässige Bahnerdung ist eine zentrale Voraussetzung für den sicheren Betrieb elektrifizierter Bahnstrecken. Sie schützt Personen und Infrastruktur, indem sie im Fehlerfall – etwa bei einem Fahrdrahtreiß – Kurzschlussströme sicher ableitet und gefährliche Berührungsspannungen reduziert. Mit einem neuen Anschlusskopf aus Edelstahl optimiert Dehn seine Bahnerdungsbrücken: verbesserte

elektrische Kontaktierung, zuverlässiger Korrosionsschutz und konstruktive Details für eine sichere Installation erhöhen die Betriebssicherheit und Lebensdauer im gesamten Bahnerdungssystem.

Bahnerdungsbrücken übernehmen eine Schlüsselrolle für den sicheren Betrieb von elektrifizierten Bahnstrecken: Sie stellen die Verbindung zwischen der im Beton liegenden, inneren und der äußeren Er-

dung her und ermöglichen so eine durchgängige Rückstromführung sowie den Potentialausgleich entlang der gesamten Bahntrasse und entsprechen der DB-Richtlinie zur Rückstromführung, Bahnerdung und zum Potentialausgleich Ril 997.02.

Ein neuer Anschlusskopf aus Edelstahl verbessert die Funktionalität der Bahnerdungsbrücken und adressiert zentrale Anforderungen an elektrische Verbindung, Korrosionsschutz und Einbausicherheit. Im Fokus steht dabei die Zuverlässigkeit der elektrischen Kontaktierung. Durch eine optimierte Stromübertragung zwischen Anschlusskopf und Leiter wird eine dauerhafte Verbindung erreicht.

Gleichzeitig sorgt der Werkstoff Edelstahl für eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Korrosion und mechanischer Belastung. Zudem ist die Anschlussplatte von ursprünglich 50 mm auf jetzt 80 mm vergrößert. Dieses neue Format erlaubt mehr Einbaumöglichkeiten und bietet durch die große Auflagefläche zusätzliche Sicherheit beim Betonieren vor dem Lösen der Schalung.

Ein integrierter Verdreh- und Ausziehschutz verhindert, dass sich die Erdungsbuchse beim Ausschalen verdreht oder herausgezogen wird. Während der Bauphase schützt eine Abdeckung mit Dichtungsring die Verbindung zuverlässig vor äußeren Einflüssen und trägt dazu bei, die Qualität der Installation langfristig sicherzustellen. (uh) ●

mtu-Motoren für die koreanische Güterlokomotive

Rolls-Royce | Im asiatischen Bahnmarkt baut Rolls-Royce seine Stellung aus: 33 leistungsstarke mtu-Motoren der Baureihe 4000R gehen an die Korea Railroad Corporation (Korail), den staatlichen Betreiber des südkoreanischen Schienennetzes. Die Motoren werden vom südkoreanischen Schienenfahrzeughersteller Romansys in neue Güterzuglokomotiven integriert. Die ersten 30 Motoren wurden bereits ausgeliefert.

Die neuen Lokomotiven ersetzen die bestehende Flotte von Diesel-Lokomotiven und unterstützen die Modernisierung des südkoreanischen Güterverkehrs. Sie werden hauptsächlich auf der zentralen Strecke zwischen Seoul und Busan eingesetzt, die zu den wichtigsten Güterverkehrsverbindungen des Landes zählt.

„Wir freuen uns, dass wir Korail und Romansys erneut mit unseren mtu-Motoren unterstützen können. Diese Motoren erfüllen moderne Emissionsstandards und bie-



33 mtu-Motoren der BR 4000R gehen an Korail

ten gleichzeitig die notwendige Leistung und Zuverlässigkeit für die Anforderungen des heutigen Güterverkehrs bei maximaler Betriebseffizienz“, sagt Andreas Görtz, Präsident Business Unit Mobile & Sustainable bei Rolls-Royce Power Systems.

Mit der mtu-Baureihe 4000R setzt Korail erstmals auf diese leistungsstarke Mo-

torengeneration. In der Vergangenheit vertraute Korail bereits auf mtu-Motoren der Baureihen 183 und 396, unter anderem in den Dieselhydraulikfahrzeugen des Saemaul-Zuges, der zwischen den Jahren 1987 und 1993 eingeführt wurde. Das aktuelle Modernisierungsprogramm setzt die bewährte Partnerschaft fort. (uh) ●

INSERENTEN

Akademie der Schraubverbindung, Kraling	114	Kölner Verkehrs-Betriebe AG, Köln	147
Albert Fischer GmbH, Elze	29	Kontron Transportation GmbH, Wien	81
ASC GmbH, Pfaffenhofen Kuglhof	111	Lenord, Bauer & Co. GmbH, Oberhausen	40
BBL Logistik GmbH, Hannover	47	MATISA, Crissier	U4, 77
Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH, Berlin	21	Obermeyer, München	62
Bosch Engineering GmbH, Abstatt	67	PJ Messtechnik GmbH, Graz	34
CN Mobility GmbH, Mittenaar	23	Plasser & Theurer GmbH, Wien	U1
DB Engineering & Consulting GmbH, Berlin	15	ProVI GmbH, München	87
DVW Media Group	U2, U3, 50, 51, 97, 103, 115, 119, 123, 131, 140, 143	Rail Power System GmbH, München	85
Ermewa SA, Levallois-Perret	25	Railpool GmbH, München	43
Gimota AG, Geroldswil	13	Robel Baumaschinen GmbH, Freilassing	39
Gutehoffnungshütte Radsatz GmbH, Oberhausen	41	Sekisui Europe B.V., Roermond	37
HamburgPortAuthority, Hamburg	107	Siemens AG, München	7
Hanno Werk GmbH & Co.KG, Laatzen	28	Sika Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG, Kaufungen	35
HARTING Deutschland, Minden	31	Spitzke SE, Großbeeren	75
HERING Bahnbau GmbH, Burbach	27	Unitronic GmbH, Neuss	38
JAE Europe Ltd., Hilden	32	Zeppelin Power Systems GmbH, Hamburg	33
Kirchdorfer Group Services GmbH, Wöllersdorf	94		
Knorr-Bremse Global, München	11		

Dieser Ausgabe liegen Beilagen der DVW Media Group und der GRT Global Rail Academy bei. Wir bitten um freundliche Beachtung.

Messen Kongresse Konferenzen			
17.09.2026-18.09.2026	Dresden (D)	31. Sicherungstechnische Fachtagung	https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ibv/dbs/die-professur/ftag
18.09.2026-20.09.2026	Diverse Orte	Tag der Schiene	https://tag-der-schiene.de/
22.09.2026-25.09.2026	Berlin (D)	InnoTrans 2026	https://www.innotrans.de/de
05.10.2026-06.10.2026	Berlin (D)	2. ÖPNV-Sicherheitskonferenz	https://www.nana-online.de/veranstaltungen/detail/oepnv-sicherheitskonferenz2026.html
04.11.2026-05.11.2026	Kassel (D)	BSN-Fachtagung 30 Jahre Regionalisierung	https://www.schienenbahnverkehr.de/bsn-fachtagung-30-jahre-regionalisierung/
12.11.2026-13.11.2026	Fulda (D)	26. SIGNAL+DRAHT-Kongress	https://www.eurailpress.de/veranstaltungen/detail/26-signal-draht-kongress-2026-hybrid.html
18.11.2026-19.11.2026	Frankfurt am Main (D)	12. Deutscher Mobilitätskongress	https://deutscher-mobilitaetskongress.de/
25.02.2027-26.02.2027	Berlin (D)	29. Jahresfachtagung der Eisenbahn-Sachverständigen	https://www.eurailpress.de/veranstaltungen/detail/29-jahresfachtagung-der-eisenbahn-sach-verstaendigen.html
20.04.2027-21.04.2027	Bonn (D)	6. Fachtagung Eisenbahnrecht und Technik	https://www.eurailpress.de/veranstaltungen/detail/6-fachtagung-eisenbahnrecht-und-technik.html
26.04.2027-29.04.2027	München (D)	transport logistic - Internationale Leitmesse für Logistik, Mobilität, IT und Supply Chain Management	https://transportlogistic.de/de/
02.06.2027-04.06.2027	München (D)	VDV-Jahrestagung 2027	https://www.atron.com/de/termine/termin/57
14.06.2027-17.06.2027	Hamburg (D)	UITP Summit 2027	https://www.uitpsummit.org/hamburg2027/
31.08.2027-02.09.2027	Berlin (D)	10. Railway Forum 2027: We connect Europe – für zufriedene Kunden auf der Schiene!	https://www.railwayforum.de/
07.09.2027-09.09.2027	Singapur (SG)	InnoTrans Asia	https://www.innotrans-asia.com/
22.09.2027-24.09.2027	Dresden (D)	22. Internationale Schienenfahrzeugtagung Dresden	https://www.rad-schiene.de/

Mehr Termine und Details im Internet: <https://www.eurailpress.de/veranstaltungen/branchentermine.html>

Career Boost 2026

InnoTrans | Sie suchen Fachkräfte für Ihr Unternehmen? Dann sollten Sie sich den Career Boost, den Eurailpress auch dieses Jahr wieder gemeinsam mit der InnoTrans auf der Messe anbietet, nicht entgehen lassen. Bereits zum dritten Mal findet der Career Boost statt, bei dem sich Fachkräfte für 90 Sekunden live vor Publikum auf einer Bühne präsentieren. Im Anschluss können die jungen Talente von den Unternehmen angesprochen werden -

in den vergangenen Jahren haben Bewerber unter anderem Anstellungen bei Alstom oder den ÖBB gefunden.

Rund 15 Fachkräfte werden sich dieses Jahr präsentieren. Die Mehrzahl kommt frisch von der Hochschule, die Kandidaten haben beispielsweise Elektrotechnik, Bauingenieurwesen, Verkehrswissenschaften oder Betriebswirtschaftslehre studiert. Die Teilnahme am Boost ist sowohl für Bewerber

als auch für Vertreter von Unternehmen, die auf Personalsuche sind, kostenfrei.

Geplant ist die Veranstaltung am Mittwoch, 23. September 2026, von 14 bis 16 Uhr auf der großen Bühne im Karrierebereich der Messe, dem InnoTrans Campus, in Halle 21 E. Schauen Sie vorbei und erleben Sie ein spannendes Event, das Ihnen die Chance bietet, ohne viel Aufwand exzellentes Personal anzuwerben. (red) ●

ETR

EISENBAHNTHECHNISCHE RUNDSCHAU

ETR – Eisenbahntechnische Rundschau erscheint in 2026 im 75. Jahrgang, ISSN 0013-2845 | Internet: www.eurailpress.de/etr

HERAUSGEBER

Stefan Dernbach, Präsident des Eisenbahn-Bundesamtes, Bonn
Rolf Härdi, Chief Technology Innovation Officer, Deutsche Bahn AG, Berlin
Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing. Steffen Knappe, Stellv. Vorstandsvorsitzender Bundesfachabteilung Eisenbahnoberbau im Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V., Berlin
Prof. Dr.-Ing. Nils Nießen, Institutsleiter, Verkehrswissenschaftliches Institut der RWTH Aachen (VIA)
Prof. Dr.-Ing. Corinna Salander, Vice President Locomotives für den Bereich Central and Northern Europe, Alstom, Berlin
Dipl.-Ing. Martin Schmitz, Geschäftsführer für den Bereich Technik im Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), Köln
Sarah Stark, Hauptgeschäftsführerin des Verbands der Bahnindustrie in Deutschland e.V. (VDB), Berlin
Ass.Prof. Dr. techn. Bernhard Rüger, EURAIL-ING, Technische Universität Wien, Institut für Verkehrswiss., Forschungsbereich für Spurbundene Verkehrssysteme, Herausgeber ETR Austria
Prof. Dr.-Ing. Thomas Sauter-Servaes, Studiengangleiter, Verkehrssysteme* ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, School of Engineering, CH-Winterthur, Herausgeber ETR Swiss

FACHBEIRAT

Dr. Thomas Anton, Vice President Center of Competence Brake Control, Knorr-Bremse Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH, München
DI Dr. Christine Bauer-Vasko, Wiener Linien GmbH & Co KG, AT-Wien
Prof. Dr.-Ing. Michael Beiteltschmidt, Professur für Dynamik und Mechanismentechnik, Technische Universität Dresden
Prof. Dr.-Ing. Beate Bender, Fachgebietsleiterin Schienenfahrzeuge, Institut für Land- und Seeverkehr, Technische Universität Berlin
Dr. Michael Bernhardt, Vorsitzender der Geschäftsführung der Rail Power Systems GmbH, Berlin
Prof. Dr.-Ing. Martin Cichon, Institut für Fahrzeugsystemtechnik (FAST), Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Marcel de la Haye, Technical Director, Community of European Railway and Infrastructure Companies (CER), B-Brüssel
Prof. Dr.-Ing. Björn Dickenbrok, Professor für Bahningenieurwesen, Technische Hochschule Mittelhessen, Gießen
Dipl.-Ing. Nils Dube, Leiter Business Line Engineering, DB Systemtechnik GmbH, München
Johann Dumser, Director of Marketing and Communications, Plasser & Theurer, AT-Wien
DI Judith Engel, MBA, MSc, MSc, Vorständin, ÖBB-Infrastruktur AG, AT-Wien
Carsten Fischer, Site Engineering Director, Alstom Transport Deutschland GmbH, Salzgitter
Prof. Dr.-Ing. Stephan Freudenstein, Lehrstuhl Verkehrswegebau, Technische Universität München
Dr. Peter Füglistaler, Public Transport Solutions, CH-Wabern

Jan Furnivall, Chief Operating Officer, Vossloh AG, Werdohl
Dr.-Ing. Karsten P. Gruber, Geschäftsführer Obermeyer Infrastruktur GmbH & Co. KG, Düsseldorf
Dr.-Ing. Stefan Gutschling, Geschäftsführer Fachverband Elektrobahnen und -fahrzeuge, ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronik-industrie e.V., Frankfurt a. M.
Jan C. Harder, President Region West, North and RoW, Skoda Group, München
Rudolf F. Heidt, Ph.D., Assistant Professor, Head of Railway Experts Group, CTU in Prague, Faculty of Transportation Sciences, CZ-Praha
Dipl.-Ing. Roland Heinisch, ehem. Mitglied des Vorstandes der Deutschen Bahn AG, Idstein
Dr. Michael Holzapfel, Senior Vice President Business Unit Rail – Industrial Europe, Schaeffler Technologies AG & Co. KG, Schweinfurt
Dr. Sven Jenne, Director Engineering & Development Gütehoffnungshütte Radsatz GmbH, Oberhausen
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Kleemann, München
Dipl.-Ing. Markus Köppel, Abteilungspräsident Infrastruktur, Eisenbahn-Bundesamt, Bonn
Harald Kreft, Geschäftsleitung Hamburg Port Authority, Hamburg
Jens-Günter Lang, Vorstand Ressort Technik und Sprecher des Vorstands, Hamburger Hochbahn AG
Dr. Martin Lange, Dr. Lange-Beratung, Hagen
Maria Leenen, Geschäftsführende Gesellschafterin, SCI Verkehr, Hamburg, Köln und Berlin
Dr. Manfred Lerch, Lerch Management GmbH, Heidenheim
Prof. Dr.-Ing. Jia Liu, Leiterin Institut für Verkehrswegebau/Transportation Infrastructure Engineering, Technische Universität Darmstadt
Prof. Dr.-Ing. Günter Löffler, Professur Technik spurgeführter Fahrzeuge, TU Dresden, Fak. Verkehrswissenschaften, Friedrich List, Dresden
Stefan von Mach, Bhd Technical Manager Commuter Platforms, Alstom, Hennigsdorf
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ullrich Martin, Institut für Eisenbahn- und Verkehrswesen, Universität Stuttgart
Assoc. Prof. Ing. Peter Márton, PhD., University of Žilina, Faculty of Management Science and Informatics, Žilina, Slovakia
Dr.-Ing. Christian Meirich, Abteilungsleitung Bahnbetrieb, Institut für Verkehrssystemtechnik, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Braunschweig
Prof. Dr. Birgit Milius, Leitung Fachgebiet Bahnbetrieb und Infrastruktur, TU Berlin
Dr. Sigrd Evelyn Nikutta, Aufsichtsrat, Ex-Vorstand Güterverkehr Deutsche Bahn AG/ Vorstandsvorsitzende DB Cargo AG, Berlin
Dipl.-Ing. Dr. Andreas Oberhauser, Senior Manager, Global Rail Consulting GmbH, AT-Wien
Prof. Dr.-Ing. Andreas Oetting, Leiter Fachgebiet Bahnsysteme/ Bahntechnik, Technische Universität Darmstadt
Prof. Dr. techn. Norbert Ostermann, Univ.-Prof. i.R., Wissenschaftlicher Leiter der ÖVG, AT-Wien

Prof. Dr.-Ing. Jörn Pacht, Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung, Technische Universität Braunschweig
Prof. Dr. Raphael Pfaff, Lehrstuhl und Institut für Schienenfahrzeuge, RWTH Aachen
Univ.-Prof. Dr.techn. Ferdinand Pospischil, M.Sc., Institutsleiter, Institut für Eisenbahninfrastruktur-Design, Technische Universität Graz, AT-Graz
Anil W. Rai, B.A., Geschäftsführer Verband der Bahnindustrie, AT-Wien
Prof. Knut Ringat, Geschäftsführer Rhein-Main-Verkehrsverbund GmbH, Hofheim am Taunus
Eckhard Roll, Direktor, Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung beim Eisenbahn-Bundesamt, Dresden
Frederik Ropelius, Director Consulting, SMA und Partner AG, CH-Zürich
Dipl.-Ing. Volker Rupprecht, Abteilungspräsident Fahrzeuge und Betrieb, Eisenbahn-Bundesamt, Bonn
Dipl.-Ing. Veit Salzmann, Geschäftsführer Hessische Landesbahn GmbH, Frankfurt a.M.
Madeleine Schmitt, Leiterin Grundsätze Stakeholdermanagement Infrastrukturprojekte, DB InfraGO AG, Frankfurt a.M.
Prof. Dr.-Ing. habil. Lars Schnieder, Professor für Eisenbahnwesen und Leiter des Instituts für Eisenbahnen und Verkehrssicherung (IfEV), Technische Universität Braunschweig
Prof. Dr.-Ing. Christian Schindler, Lehrstuhl und Institut für Schienenfahrzeuge, RWTH Aachen
Dipl.-Ing. Volker Sparmann, Vorstandsvors. HOLM e.V., Frankfurt a.M.
Prof. Dr.-Ing. Arnd Stephan, Technische Universität Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften, Friedrich List, Professur für Elektrische Bahnen
Dr.-Ing. Karsten Steinhoff, Geschäftsführer der NBE Nordbahn Eisenbahngesellschaft mbH & Co. KG, Kaltenkirchen
Prof. Sebastian Stichel, KTH Royal Institute of Technology, School of Engineering Sciences, Stockholm, Schweden
Dr. Timo Strobel, Head of Approval Management, GTS Deutschland GmbH, Ditzingen
Detlev K. Suchanek, Geschäftsführer GRT Global Rail Academy and Media GmbH/Publisher PMC Media
Niko Warbanoff, CEO der DB E.C.O. Group und Vorsitzender der Geschäftsführung der DB International Operations (DB IO), Berlin
Prof. Dr. Norman Weik, Professur für Planung und Betrieb von Schienenverkehrssystemen, Technische Universität München
Dipl.-Ing. Henri Werdel, Directeur honoraire des CFL, L-Eisenbach
Enno Wiebe, Director General, UNIFE – The European Rail Supply Industry Association, B-Brüssel
Dr. Elmar Zeiler, CEO Customer Services, Siemens Mobility GmbH, Erlangen

KOOPERATIONSPARTNER

VDI VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V.
 – Fachbereich Bahntechnik

VERLAG

DVV Media Group GmbH
 Heidenkampsweg 73-79, D-20097 Hamburg
 Tel. +49 40 23714-100
 Internet: www.dvvmmedia.com · www.eurailpress.com
Geschäftsführer
 Martin Weber
Verlagsleitung
 Manuel Bosch
Chefredakteur Eurailpress | Gesamtreaktionsleitung
 Georg Kern
Redaktion ETR
Chefredaktion
 Ursula Hahn (verantw.)
 +49 172-188 08 29 | ursula.hahn@dvvmmedia.com
Redaktionsteam
 Prof. Dr.-Ing. Eberhard Jänsch
 Dagmar Rees
 Miriam Riedel
Anzeigen
Anzeigenleitung Eurailpress
 Silke Härtel (verantw.)
 +49 40 23714-227 | silke.haertel@dvvmmedia.com
Anzeigenverkauf
 Tim Feindt
 +49 40 23714-220 | tim.feindt@dvvmmedia.com
Anzeigentechnik
 Frank Schnakenbeck
 +49 40 23714-332 | frank.schnakenbeck@dvvmmedia.com
 Gültig ist die Anzeigenpreisliste Nr. 61 vom 1. Januar 2025.

Vertrieb

Leiter Marketing & Vertrieb
 Markus Kukuk
 +49 40 23714-291 | markus.kukuk@dvvmmedia.com
Unternehmenslizenzen Digital/Print
 lizenzen@dvvmmedia.com

Leser- und Abonnentenservice

Tel. +49 40 23714-260
service@dvvmmedia.com

Erscheinungsweise

Monatlich, zwei Doppelhefte im Jan./Feb. und Juli/Aug., viermal jährlich inklusive Supplement ETR Austria, zweimal jährlich inklusive Supplement ETR Swiss

Bezugsbedingungen

Die Bestellung des Abonnements gilt zunächst für die Dauer des vereinbarten Zeitraumes (Vertragsdauer). Eine Kündigung des Abonnementvertrages ist zum Ende des Berechnungszeitraumes schriftlich möglich. Erfolgt die Kündigung nicht rechtzeitig, verlängert sich der Vertrag und kann dann zum Ende des neuen Berechnungszeitraumes schriftlich gekündigt werden. Bei Nichtlieferung ohne Verschulden des Verlages, bei Arbeitskampf oder in Fällen höherer Gewalt besteht kein Entschädigungsanspruch. Zu stellmängel sind dem Verlag unverzüglich zu melden. Es ist ausdrücklich untersagt, die Inhalte digital zu vervielfältigen oder an Dritte (auch Mitarbeiter, sofern ohne personenbezogene Nutzerlizenzierung) weiterzugeben.

Zusätzliche digitale Abonnements

Bezug auf Anfrage, gültig ist die Vertriebspreisliste vom 01.01.2026.

Bezugsgebühren

Abonnement: Inland jährlich 378 EUR inkl. Porto zzgl. MwSt., Ausland mit VAT-Nr. jährlich 423 EUR inkl. Porto, ohne VAT- Nr. inkl. Porto zzgl. MwSt.
 Das Abonnement-Paket enthält die jeweiligen Ausgaben als Print, Digital und E-Paper sowie den Zugang zum Gesamtarchiv der Zeitschrift.

Einzelheft: 41,16 EUR inkl. MwSt.

Layout: DVV Media Group / Matias Becker

Druck: Silber Druck GmbH & Co. KG, Lohfelden

Copyright: Vervielfältigungen durch Druck und Schrift sowie auf elektronischem Wege, auch auszugsweise, sind verboten und bedürfen der ausdrücklichen Genehmigung des Verlages. Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Abbildungen übernimmt der Verlag keine Haftung.

ISSN 0013-2845

Mitglied/Member



Deutsche Fachpresse

Eine Publikation der DVV Media Group



5 Fragen an Harald Kreft



Quelle: HPA/Christian Bruch

Harald Kreft, Leiter der Hamburger Hafenbahn, einem Unternehmensbereich der Hamburg Port Authority (HPA), und Mitglied des ETR-Fachbeirats



Mailen Sie mir Ihre Meinung
Harald.Kreft@hpa.hamburg.de

Eine bessere Zusammenarbeit fördert den Schienengüterverkehr und stärkt seine Resilienz

Die Hamburger Hafenbahn betreibt rund 290 km Gleisstrecke, acht Stellwerke und über 50 Brücken. Hinzu kommen etwa 70 Gleisanschlüsse. Mehr als 160 Eisenbahnverkehrsunternehmen sind täglich mit 5.500 Wagen auf dem Hafenbahnnetz unterwegs.



1 Wie viele Gütertonnen wurden 2025 im Hamburger Hafen umgeschlagen und wie viele davon auf den Gleisen der Hafenbahn befördert?

2025 wurden auf der Wasserseite etwa 115 Mio. Tonnen gelöscht und geladen – mehr als im Vorjahr, aber weniger als vor der Pandemie. Im Hinterlandverkehr sind die prozentualen Anteile der Bahntransporte mit etwa 50 % im Container- und über 54 % im konventionellen sowie Massengutverkehr weitgehend stabil. 2025 wurden knapp 2,7 Mio. TEU auf der Schiene transportiert. Das ist fast so viel wie in Rotterdam, Antwerpen und Bremerhaven zusammen.

2 Welche Erwartungen hat die HPA an die Zukunft und hier speziell an das Volumen auf der Schiene?

Die letzten Jahrzehnte haben gezeigt, dass trotz volatiler Situationen die Zahl der Bahntransporte und deren Modal-Split-Anteil permanent wachsen. Auch im aktuellen Hafenentwicklungsplan werden den Bahntransporten überproportionale Wachstumsraten zugeordnet, getrieben vor allem vom schienengebundenen Containerverkehr.

3 Bereits im Hafenentwicklungsplan (HEP) von 2012 standen Schritte, wie die Verkehre auf dem Netz der Hafenbahn optimiert und der Zu- und Ablauf auf dem Netz von DB InfraGO verbessert werden sollten. Nicht alles ist bis heute umgesetzt. 2023 erschien der neue HEP mit Vorhaben bis 2040. Welche Infrastrukturprojekte sind besonders dringend für den Schienengüterverkehr?

Die Umsetzung der Westumfahrung Alte Süderelbe, die knapp 30 % mehr Zugfahrten im Westhafen ermöglichen soll, und der Ausbau unseres Netzes für 740 m lange Züge. Die Planungen sind angelaufen, mit dem Bau soll nächstes Jahr begonnen werden. Wir betrachten das Verkehrssystem immer ganzheitlich. Entsprechend sind uns auch im Hinterland mehr Kapazitäten und das Schließen einzelner Infrastrukturlücken wichtig, etwa die NBS/ABS Hamburg – Hannover und der Elektrifizierungs-Lückenschluss zwischen Hof und Regensburg. Letzterer würde zu einer deutlichen Entlastung der westlich gelegenen Nord-Süd-Achse führen. Beide ermöglichen einen klaren Kapazitätswachstum sowie Resilienz.

4 Neben dem Infrastrukturausbau gibt es weitere Möglichkeiten, die Kapazität zu erhöhen. Welche?

Mit unserem Rail Port Community System schaffen wir etwa kundengerechte Transparenz und Grundlagen für Prozessoptimierungen. Insbesondere laufende Prozessoptimierungen gemeinsam mit Terminals und Eisenbahnverkehrsunternehmen im Rahmen des Slotmanagements ermöglichen Kapazitätswachstum. Während früher die Zugangsberechtigten bei jedem Terminal und der Hafenbahn einzeln angemeldet haben, werden bei der nunmehr konzentrierten Anmeldung eines Zugs auch die Verkehrsteilmengen den jeweiligen Infrastrukturen zugeordnet. Das erhöht bereits jetzt die Plausibilität und ermöglicht künftig schnellere und verlässlichere Umläufe für die Verkehrsunternehmen im Hafen.

5 Wann rechnen Sie mit einer deutlichen Entspannung der Situation auf dem Netz der Hafenbahn und an den Schnittstellen zum DB-Netz?

In Anbetracht noch anstehender Baumaßnahmen müssen wir zunächst mit weiteren Herausforderungen rechnen. Ziel führend wäre, wenn DB InfraGO bei der Abwägung und Lösungssuche auch die wesentlichen benachbarten Infrastrukturen deutlich besser als bisher einbeziehen würde. Diese sind im Regelfall Quelle und Ziel der Bahnverkehre.

Eurail
press

Archiv

Ohne Umwege zu Ihren Fachartikeln

Abonnierende
erhalten bis zu
**50 %
Rabatt**

-  Komfortable Merkliste
-  laufende Aktualisierung
-  individuelle Suchoptionen
-  Volltextsuche
-  Sofort-Download

EI
DER
EISENBAHN
INGENIEUR

ETR
EISENBAHN
TECHNIK

EIK
EISENBAHN
INGENIEUR
KOMPENDIUM

spg
SIGNAL-
PRAKTIKUM

Rail
BUSINESS

GÜTERBAHNEN
POLITIK • MARKT • TECHNIK

DER NAHVERKEHR
Öffentlicher Personennahverkehr in Stadt und Region

bahn manager

Eurail
press

Archiv

www.eurailpress.de/fachartikel

**REDUCE COMPLEXITY,
BOOST VALUE**

MATISA 

**TRACKS
ARE
FOR
RAIL**



22-25 September
Berlin
Hall 26/Stand 250

**BEYOND MACHINES.
SOLUTIONS THAT PERFORM
THROUGHOUT THE MACHINE LIFECYCLE.**

MATISA combines advanced on-track machines, Swiss engineering and dedicated lifecycle services to help railway professionals improve productivity, reliability and cost efficiency.

At InnoTrans 2026, explore our latest solutions for universal tamping, rail-only renewal and high-capacity ballast cleaning through a new digital experience.