

# GESTALTEN IN VERNETZTEN DIMENSIONEN

InnoTrans 2024. Besuchen Sie uns in Halle 5.2

SPITZKE ist Wegbereiter  
schienengebundener Mobilität.  
[www.spitzke.com](http://www.spitzke.com)



# DER EISENBAHN INGENIEUR

INTERNATIONALE FACHZEITSCHRIFT  
FÜR SCHIENENVERKEHR & TECHNIK

Euro 32,60 | September 2024

9|24

**Monitoring –**  
Einsatz des CIM-Konzepts  
auf Regelzügen

**Instandhaltung –**  
Die Phasen des Stopfprozesses  
und ihr Einfluss auf die Gleislage

**Fahrweg –**  
Anwendung von modifiziertem  
Asphalt im Eisenbahnunterbau

**Geotechnik –**  
Zerstörungsfreie Gleiserkundung  
mittels Ground Penetrating Radar

**Fahrzeuge –**  
Hybrid-Rangierlokomotive  
Toshiba HBD 800

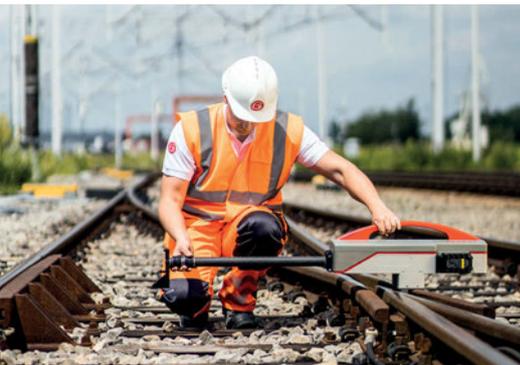
**Das große Messeheft  
zur InnoTrans**

HERAUSGEBER  
VERBAND DEUTSCHER  
EISENBAHN-INGENIEURE E.V.





**INNOTRANS**  
HALLE 25/STAND 485  
FREIGELÄNDE  
O/177



## **SMARTE UND ZUVERLÄSSIGE LÖSUNGEN FÜR DIE SCHIENENWEGE VON MORGEN**

**Gemeinsam mit Ihnen entwickelt Goldschmidt smarte und zuverlässige Lösungen – für sichere, hochwertige, nachhaltige und langlebige Schienenwege.**

Goldschmidt bietet Ihnen hochwertige und zuverlässige Produkte und Services für Bau, Instandhaltung, Inspektion und Überwachung Ihres Schienennetzes. Mit unseren Produkten und Services im Zusammenspiel mit unseren intelligenten digitalen Lösungen treiben wir die digitale Zukunft der Schiene voran. Wir sind immer an Ihrer Seite – ganz unabhängig von Ihrem Standort. Durch unsere weltweite Präsenz sind Ihre Produkte und Services von Goldschmidt ebenso vor Ort verfügbar wie die Unterstützung durch Ihren lokalen Ansprechpartner.

## » Neue Mobilität erfordert auch neue Wege. «

**Sarah Stark**, Hauptgeschäftsführerin,  
Verband der Bahnindustrie in Deutschland (VDB) e. V.



# Auf der Schiene Richtung Zukunft

Dieser Tage öffnet die InnoTrans, die Weltleitmesse für Bahntechnologie, wieder ihre Tore für ein internationales Publikum. Hersteller, Zulieferer und Betreiber aus aller Welt kommen zusammen, um einen ersten Einblick in den Schienenverkehr von morgen zu geben. Die internationale Bahnindustrie macht die Schiene, an neuen und alten Anforderungen der Gesellschaft ausgerichtet, fit für die Zukunft: nachhaltig, sicher, leistungsfähig.

Was vor Jahren noch Vision war, ist heute selbstverständlich. Die Digitalisierung stellt einen der bedeutendsten Innovationstreiber der Bahnindustrie in Deutschland dar. Durch den Einsatz digitaler Technologien wird die Schiene energieeffizienter, sicherer und zuverlässiger. Erfolgsgeschichten gibt es weltweit: Von Berlin nach München, zwischen Madrid und Barcelona, an internationalen Flughäfen und Megacities von Asien nach Lateinamerika. Digitale Schienentechnologien – wie das European Train Control System (ETCS) im Fernverkehr, Communication-Based Train Control (CBTC) in der urbanen Mobilität oder die Digitale Automatische Kupplung (DAK) im Gütertransport – reduzieren den Energieverbrauch, erhöhen die Sicherheit im Betrieb und verkürzen gleichzeitig Reise- wie Transportzeiten. Intelligente Wartung ermöglicht den Austausch von Komponenten, bevor diese ausfallen. Und das übersetzt sich in wachsende Fahrgastzahlen. Doch ein modernes Schienennetz ist nicht nur eine Frage der Technik, sondern auch das Ergebnis einer gesellschaftspolitischen Strategie. Die Integration neuer Technologien in bestehende Systeme erfordert erhebliche Investitionen und eine enge Zusammenarbeit zwischen Politik, Betrieb und Industrie. Zudem müssen digitale Lösungen nicht nur zuverlässig, sondern auch sicher funktionieren. Eine zunehmende digitale Vernetzung schafft auch immer neue Schnittstellen, die reibungslos ineinandergreifen müssen. Künstliche Intelligenz, nicht zufällig auch das Fokusthema der diesjährigen InnoTrans, bereitet den Weg für autono-

mes Fahren auch in offenen Systemen, ebenso wie die Analyse und Interpretation von Big Data, Daten, die erst mit dem Einzug der Digitalisierung zugänglich wurden.

Intelligente Systeme sind dabei nicht nur ein großer Gewinn für Hersteller, Betreiber und Passagiere, sondern schaffen auch Abhilfe angesichts eines steigenden Fachkräftemangels. Bis 2030 wird die Hälfte des für den Betrieb notwendigen Personals in Rente gehen. Mit mehr Digitalisierung und Automatisierung können wir diese Lücke überbrücken und schaffen zugleich neue und zukunftssichere Arbeitsplätze. Dabei müssen die Architektinnen und Architekten der Mobilität von morgen genauso bunt sein wie ihre Nutzerinnen und Nutzer.

Zu guter Letzt erfordert neue Mobilität auch neue Wege. Der Schienenverkehr braucht einen regulatorischen Rahmen, der noch mehr Raum für Technologiesprünge lässt. Mobilitätsangebote sollten stärker an den Bedürfnissen der Fahrgäste ausgerichtet werden. Eine vorausschauende, klimagerechte Vergabekultur muss stärkere Impulse für die Evolution der Schiene geben, damit Züge wieder zur Herzensangelegenheit werden.

Wie es aussehen kann, wenn alle Räder ineinandergreifen und der Trend zur Realität wird, illustriert die InnoTrans 2024 in Berlin.

EDITORIAL



Univ.-Prof. Dr. Ferdinand Pospischil, Chefredakteur

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

die InnoTrans 2024 steht vor der Tür und mit ihr die Möglichkeit, die neuesten Entwicklungen und Innovationen im Schienenverkehr hautnah zu erleben. Vorbereitend dazu finden Sie in dieser Ausgabe (wie auch über das Jahr verteilt) bereits viele Beiträge, welche den Erfindergeist und den Fortschritt zeigen, welcher von deutschsprachigen Unternehmen ausgeht. Ein zentrales Thema in diesem Jahr ist die Digitalisierung des Bahnverkehrs. Intelligente Zugsysteme, die Echtzeitdaten nutzen, um Betriebsabläufe zu optimieren und die Sicherheit zu erhöhen, stehen im Fokus vieler Aussteller. Diese Technologien ermöglichen nicht nur eine effizientere Nutzung der bestehenden Infrastruktur, sondern auch eine verbesserte Reiseerfahrung für die Fahrgäste. Ein weiteres Highlight der Messe sind die Fortschritte im Bereich der Nachhaltigkeit. Der Schienenverkehr gilt bereits als eine der umweltfreundlichsten Transportmethoden, doch es gibt immer noch Potenzial für Verbesserungen. Der Einsatz von Wasserstoff- und Batteriezügen, die Entwicklung von leichten Materialien und die Implementierung energieeffizienter Antriebssysteme sind nur einige der spannenden Innovationen, welche präsentiert werden. Nicht zuletzt bietet die InnoTrans eine Plattform für den Nachwuchs. Junge Talente können ihre Ideen und Konzepte vorstellen, Kontakte knüpfen und sich über Karrieremöglichkeiten informieren. Ein Highlight ist hierbei der Eurailpress Career Boost 2024.

Bleiben Sie gesund, und ich freue mich, Sie auf der InnoTrans zu treffen.

Mit besten Grüßen



**SPITZKE**  
Engineering

**DER EISENBAHN INGENIEUR**  
KOMPETENZBEREICH FÜR ALLE ANFORDERUNGEN AN DER SCHIENENINFRASTRUKTUR

9|24

**Planung**  
Konzept- und Detailplanung  
von der Projekt- bis zur Bauplanung

**Umsetzung**  
Anwendung von innovativen  
Anlagen im Schienenverkehr

**Fahrweg**  
Konzept- und Detailplanung  
von der Projekt- bis zur Bauplanung

**Ein großes Netzwerk  
an Kontakten**

SPITZKE ist Mitglied der  
VDEI (Vereinigung der Eisenbahn  
Ingenieure)

[www.spitzke.com](http://www.spitzke.com)

VDEI

**Text zur Titelanzeige:**  
SPITZKE ist Wegbereiter schienengebundener Mobilität.

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

<http://www.spitzke.com/>

### STANDPUNKT

Sarah Stark

#### 03 Auf der Schiene Richtung Zukunft

### INNOTRANS

Christoph Müller

#### 06 InnoTrans 2024 wieder auf Wachstumskurs

#### 10 Die Eurailpress-Messevorschau zur InnoTrans 2024

### FACHBEITRÄGE

Jörg Heland | Klaus Ulrich Wolter | Robert Heinrich | Gunnar Baumann

#### 50 Continuous Infrastructure Monitoring der DB Systemtechnik

Christian Koczvara | Samir Omerović

#### 55 Die Phasen des Stopfprozesses und ihr Einfluss auf die Gleislage

Daniel Völlmin

#### 60 Modifizierter Asphalt im Gleis der SBB

Bernhard Lichtberger

#### 66 Optimierte Regelung von Gleisstabilisieraggregaten zur Reduktion irregulärer Setzungen

Richard Rapberger | Stefan Hofmann

#### 72 Railmaster, das neue Flaggschiff im Schienenbearbeitungssektor

Lutz Vogt | André Koletzko

#### 75 Projekt HS2: Know-how für den Bau der Festen Fahrbahn

Carola Schwankner | Günther Wagner | Maximilian Steger

#### 80 Für jeden Anwendungsfall die passende Lösung

Jochen Nowotny | David Größbacher | Stefan Biedermann

#### 97 Ground Penetrating Radar für die geotechnische Gleiskundung

Andreas Drumm | Robert Ecke

#### 103 Wirkfaktorenbetrachtung für Grundwasserkörper im Fachbeitrag WRRL

Imran Sevis

#### 108 Möglichkeiten der Entwässerung von Bahnstrecken

Hartmut Hangen

#### 110 Brückenwiderlager aus kunststoffbewehrter Erde (KBE)

Waldemar Gunkel | Stefan Vollert | Tristan Mölter

#### 117 Durchdringung von Abdichtungen im Konstruktiven Ingenieurbau

Justus Mantik | Maik Dörre | Fritz Wegener | Alex-Leon Holm | Wilko Flügge

#### 120 Erhöhung der Querkrafttragfähigkeit geschraubter Verbindungen

Christoph Müller

#### 131 Toshiba HDB 800: Die innovative Hybrid-Rangierlokomotive für Europa

Birte Thomas-Friedrich | Nathalie Baßin | Felix Brosch | Andreas Huber | Raimo Michaelsen

#### 134 Vermeidung von Monotonie am Tele-Tf-Arbeitsplatz

Ulrike Weisemann | Andreas Schemmel

#### 138 14. Tiefbaufachtagung der VDEI-Akademie für Bahnsysteme

Günther Grunert | Emily Lamprecht

#### 143 20 Jahre Fachtagung Konstruktiver Ingenieurbau in Berlin

### RUBRIKEN

#### 146 Veranstaltungen | Bahn-Nachrichten

#### 151 Personalia

#### 152 Impressum

#### 153 Rail-Web-Weiser

#### 156 Industrie-Report

### VDEI

#### 156 VDEI-Veranstaltungen

#### 160 VDEI-Nachrichten

Wir möchten hiermit darauf hinweisen, dass wir in den Fachbeiträgen aufgrund der besseren Lesbarkeit entweder die männliche oder weibliche Form von personenbezogenen Hauptwörtern wählen. Wo möglich verwenden wir geschlechtsneutrale Alternativen. Meinungsbeiträge können auf ausdrücklichen Wunsch der verfassenden Person von dieser Regel ausgenommen sein. Dies impliziert keinesfalls eine Benachteiligung anderer Geschlechtsidentitäten.

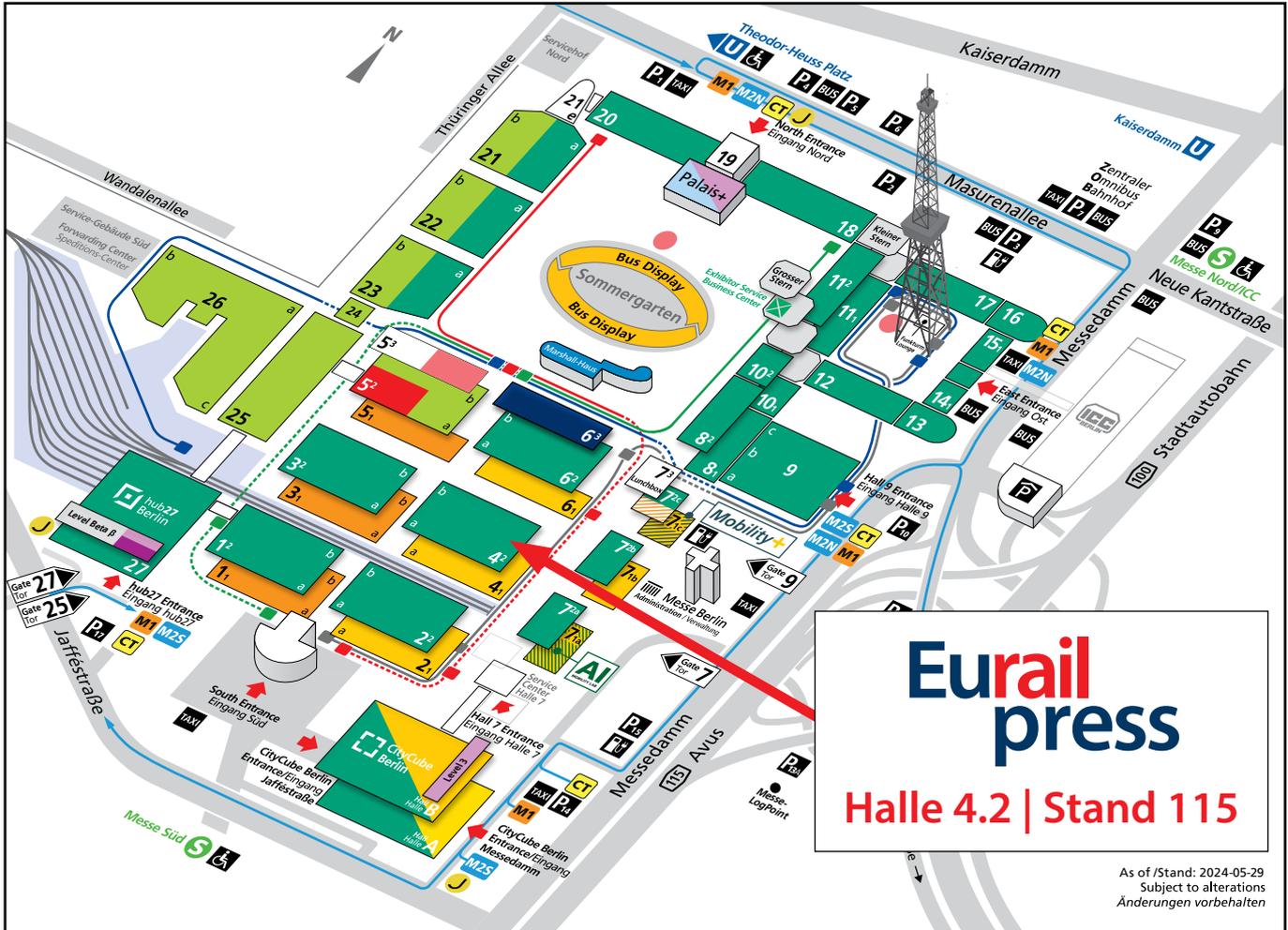


#### Eurailpress Fachartikelarchiv

Alle Beiträge sind unter [www.eurailpress.de/archiv/](http://www.eurailpress.de/archiv/) dauerhaft hinterlegt. Finden Sie weitere Aufsätze der Autoren oder nutzen Sie die Volltextsuche für Ihren individuellen Informationsbedarf. Abonnenten steht dieses Angebot kostenlos zur Verfügung.

## Exhibition Grounds (Preliminary hall layout) Geländeplan (Vorläufige Hallenplanung)

InnoTrans 2024  
24 – 27 September · Berlin



- |  |  |   |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: green;">■</span> Railway Technology</li> <li><span style="color: orange;">■</span> Interiors incl. Travel Catering &amp; Comfort Services</li> <li><span style="color: lightgreen;">■</span> Railway Infrastructure</li> <li><span style="color: red;">■</span> Tunnel Construction</li> <li><span style="color: yellow;">■</span> Public Transport incl.</li> <li><span style="color: yellow;">▨</span> Mobility+</li> <li><span style="color: yellow;">▨</span> AI Mobility Lab</li> <li><span style="color: lightblue;">■</span> Outdoor Display<br/>Gleis- und Freigelände</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: yellow;">○</span> Bus Display</li> <li><span style="color: orange;">▨</span> InnoTrans Campus</li> <li><span style="color: lightblue;">■</span> Opening Ceremony<br/>Eröffnungsveranstaltung</li> <li><span style="color: purple;">■</span> InnoTrans Convention</li> <li><span style="color: purple;">■</span> Speakers' Corner</li> <li><span style="color: blue;">■</span> Business Lounge<br/>(Marshall-Haus)</li> <li><span style="color: blue;">■</span> Press Center<br/>Pressezentrum</li> <li><span style="color: red;">●</span> FoodCourt/Restaurant</li> </ul> | <p><b>Shuttle Lines · Shuttlelinien</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue;">■</span> M1 – Olympischer Platz P+R</li> <li><span style="color: blue;">■</span> M2N – BER – Expo North · Expo Nord</li> <li><span style="color: blue;">■</span> M2S – BER – Expo South · Expo Süd</li> <li><span style="color: yellow;">■</span> CT – City Transfer</li> </ul> <p><b>Fairground Shuttle · Geländeshuttle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: green;">■</span> Fast Shuttle</li> <li><span style="color: green;">■</span> South Entrance – Hall 18<br/>Eingang Süd – Halle 18</li> <li><span style="color: red;">■</span> South Entrance – Hall 20<br/>Eingang Süd – Halle 20</li> <li><span style="color: grey;">■</span> South Entrance – East Entrance<br/>Eingang Süd – Eingang Ost</li> <li><span style="color: blue;">■</span> East Entrance – Outdoor Display<br/>Eingang Ost – Gleis- und Freigelände</li> <li><span style="color: yellow;">■</span> Jelbi hub shared mobility<br/>Pickup &amp; Drop-off for rental<br/>two-wheeled vehicles<br/>Mobilitätsflächen für<br/>Miet-Zweiräder</li> </ul> |
|--|--|---|

# InnoTrans 2024 wieder auf Wachstumskurs

Die InnoTrans hat sich von dem Rückschlag der Coronapandemie erholt: Die InnoTrans 2024 wird deutlich umfangreicher als die Messe im Jahr 2022.



Freigelände der InnoTrans 2022

Quelle: C. Müller

## CHRISTOPH MÜLLER

**Die InnoTrans wächst wieder. Nachdem die Messe 2022 infolge der Coronapandemie etwas kleiner ausfiel, erwartet die Messe Berlin im September „600 neue Aussteller“, so auch aus Marokko, Malaysia, Indonesien und Südafrika. Zudem seien 18 internationale Verkehrsunternehmen Aussteller – neben drei arabischen Bahngesellschaften auch die Staatsbahn UZ der Ukraine – und 16 internationale Industrieverbände. Erstmals wird auch CRRC auf dem Freigelände mit einem Fahrzeug zugegen sein. Stand Ende Juli war die Messe komplett ausgebucht.**

Wie in den vergangenen Jahren setzt sich die InnoTrans aus den fünf Bereichen Railway Technology, Railway Infrastructure, Tunnel

Construction, Public Transport und Interiors zusammen. Aber die Messe entwickelt sich auch weiter und führt das Segment AI Mobility Lab ein.

### **Eröffnung mit Podiumsdiskussion**

Die Eröffnung der InnoTrans wird am Dienstag, dem 24. September, im Palais Berlin mit rund 1000 Gästen aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Medien erfolgen. Nach den Ansprachen wird eine Diskussion unter dem Motto „From Hype to Reality – AI in the Mobility Sector“ erfolgen. Auf dem Podium sitzen Volker Wissing, Bundesverkehrsminister, Richard Lutz, Vorstandsvorsitzender Deutsche Bahn, Mohamed Rabie Khlie, CEO Moroccan National Railways Office (ONCF), Henri Poupart-Lafarge, Präsident Alstom Transport, Michael Peter, CEO Siemens Mobility und Javier Martínez Ojinaga, CEO des Fahrzeugherstellers CAF.

### **KI im Fokus: AI Mobility Lab**

Die InnoTrans bietet jetzt mit dem AI Mobility Lab einen neuen spezialisierten Ausstellungsbereich an. Das AI Mobility Lab als Erweiterung des Segments Public Transport (Halle 7.1a) umfasst die Themen Künstliche Intelligenz (KI), Robotics, Datenschutz und Cybersecurity.

Über 30 Aussteller zeigen im AI Mobility Lab Möglichkeiten und Herausforderungen von KI, Cybersecurity, Datenschutz und Robotics in der Bahnbranche. Die Ausstellung begleiten Vorträge in der AI Mobility Corner in Halle 7.1a. Dort können an den Messtagen Vorträge live auf der Bühne verfolgt oder im Nachgang on Demand auf dem Service-Portal InnoTrans Plus angeschaut werden.

Um Interessierte passgenau mit Ausstellern zusammenzubringen, bietet die InnoTrans 2024 erstmals vier unterschiedliche Rundgänge mit dem Schwerpunkt KI. Sie finden



In den Hallen herrscht oftmals großer Andrang.

Quelle: Messe Berlin

während der Messe täglich statt und ergänzen das bestehende Angebot an geführten World Innovation Tours zu Railway Technology, Public Transport/ Interiors, Tunnel Construction/Infrastructure sowie Outdoor/Bus Display. Die Rundgänge „AI Tour“ starten täglich vom AI Mobility Lab.

**Gut versorgt: Hospitality Forum und TCCS**

Im Wettbewerb um Fahrgäste sind Service-Dienstleistungen sehr wichtig. Mit dem Hospitality Forum greift die InnoTrans das Thema Komfort, Unterhaltung und Versorgung erneut auf. Die von der International Rail Ca-

tering Group (IRCG) organisierte Veranstaltung zeigt die Wichtigkeit der zusätzlichen Services bei der Bahnfahrt für Fahrgäste auf. Das Forum ergänzt den speziell gekennzeichneten Ausstellungsbereich Travel Catering & Comfort Services (TCCS) mit Trends und Neuheiten aus den Bereichen Fahrzeugausstattung, -innenausbau und Design in Halle 1.1 mit ca. 20 Ausstellern. Das Angebot reicht von cleveren Kaffee- oder Verkaufsautomaten und nachhaltigem Catering im Reiseverkehr über Spülmaschinen für Bordküchen bis hin zu digitalen Abrechnungssystemen, Trolleys, Hygienelösungen und

innovativen Oberflächenmaterialien für eine individuell angepasste Innenausstattung. Ergänzt wird der Ausstellungsbereich durch das Hospitality Forum, das die IRCG organisiert. Auf dem Forum am Mittwoch von 14 bis 16 Uhr im CityCube Berlin lautet das Thema: „Die Zukunft des Bahncaterings im Zusammenspiel mit technischen Innovationen der Schienenfahrzeughersteller“.

**InnoTrans Convention**

Über die Jahre hat sich die InnoTrans Convention als internationaler Treffpunkt für Entscheider aus Wirtschaft, Politik und Verkehr etabliert. Mit hochkarätigen Podiumsdiskussionen und Expertenrunden zu aktuellen und zukunftsrelevanten Mobilitätsthemen ist die InnoTrans Convention die Plattform für einen Austausch auf Augenhöhe. Hier wird auf internationaler Ebene erörtert, was uns in Zukunft bewegt. Dieses Jahr setzt sich die InnoTrans Convention wieder aus folgenden Bereichen zusammen:

- Dialog Forum,
- International Design Forum,
- International Tunnel Forum,
- Public Transport Forum,
- DB Innovation Forum und
- International Bus Forum.

Den thematischen Schwerpunkt bildet das Dialog Forum unter der Federführung des Deutschen Verkehrsforums (DVF), des Verbandes der europäischen Schienenverkehrsindustrie (UNIFE), des Verbandes der Bahnindustrie in



Die Fahrzeuge auf dem Freigelände stehen immer im Mittelpunkt.

Quelle: Messe Berlin

Deutschland (VDB) sowie des Zentralverbandes Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI). Alle fünf Veranstaltungen finden im Palais Berlin statt.

- Digital Boost? Mehr Produktivität durch Digitalisierung im Schienengüterverkehr/VDB (Mittwoch 10-12 Uhr)
- Von der Idee bis zur Umsetzung: Was brauchen wir, um Innovationen im Schienenverkehr voranzubringen?/DVF (Mittwoch 14-16 Uhr)
- Effizienz- und Leistungssteigerung in Eisenbahnsystemen durch ERTMS/UNIFE (Donnerstag 10-12 Uhr)
- Zukunft der Mobilität: Wie Generative KI die Branche verändert/ZVEI (Donnerstag 14-16 Uhr)
- Dialog Forum – Talente im Fokus: Fachkräfte gewinnen, Potenziale entfalten, Schiene gestalten/VDB und VDV (Freitag 10-12 Uhr)

Das International Design Forum im CityCube, Ebene 3 M1-3 wird inhaltlich durch das Internationale Design Zentrum Berlin (IDZ) betreut.

- Attraktive Reiseerlebnisse gestalten: innovative Interiors für den ÖPNV von heute und morgen (Mittwoch 10-12 Uhr)

Das International Tunnel Forum im CityCube, Ebene 3 M8, begleitet das Messesegment Tunnel Construction und beinhaltet zwei international besetzte und kompakte Diskussionsforen. Veranstalter ist die STUVA e.V. (Studiengesellschaft für Tunnel und Verkehrsanlagen).

- Nachhaltigkeit im Tunnelbau (Mittwoch 14-16 Uhr)
- Herausforderungen im Tunnelbau (Donnerstag 14-16 Uhr)

Im Public Transport Forum (Halle 27, Beta 8-9) dreht sich alles um die Entwicklungen des Öffentlichen Personennahverkehrs. Realisiert wird das Forum von der ETC Solutions GmbH.

- Finanzierung – Vernetzung – Personal: Unverzichtbar für den Öffentlichen Verkehr der Zukunft (Donnerstag 10-13 Uhr)

Die Deutsche Bahn AG veranstaltet zum vierten Mal das 2016 lancierte DB Innovation Forum auf der InnoTrans (CityCube, Ebene 3 M1-3).

- Nächster Halt: Bahnerfolg – Digital, vernetzt, automatisiert und klimafreundlich. Wie führen wir die Bahn in eine erfolgreiche Zukunft? (Donnerstag 10-18 Uhr)

Das International Bus Forum des DVF findet zum dritten Mal statt (Halle 27, Beta 8-9).

- Fahrplan Zukunft ÖPNV: Strategie, Benchmark und Rollout (Donnerstag 14-16 Uhr).

### Speakers' Corner

Auch 2024 bietet die Speakers' Corner eine besondere Themenvielfalt. Aussteller der InnoTrans erhalten exklusiv die Möglichkeit, sich abseits ihrer Standfläche in einem voll ausgestatteten Konferenzraum zu präsentieren. Bei dem einstündigen Slot ist die inhaltliche Gestaltung frei und liegt ganz in den Händen der



Über die gezeigten Exponate lohnt immer eine Diskussion.

Quelle: Messe Berlin

Veranstalter. Mit diesem Format ist alles möglich – ob Vortrag oder interaktiv. Die Vorträge in der Speakers' Corner sind dabei kostenfrei zugänglich. Diesmal sind drei Bereiche in der Halle 27 in Beta 1-2, 3-4 und 6-7 reserviert.

### Erstes Railfluencer Festival

Um Networking und Kennenlernen geht es bei der Premiere des ersten internationalen Railfluencer Festivals. Am Freitag von 10-12 Uhr sind führende Unternehmen der Bahnindustrie wie auch Influencer aus aller Welt eingeladen. Kriterien für die Auswahl sind laut Messe Berlin die Relevanz der Inhalte, Reichweite und Engagement sowie die Qualität der Inhalte. Die Jury zeichnet die beste Arbeit von Railfluencern und Unternehmen aus der ganzen Welt in drei Kategorien aus: Best InnoTrans Video, Best Brand Video und Best Mobility Channel.

### UNIFE-Studie

Auf der diesjährigen InnoTrans wird die 10. Ausgabe der UNIFE World Rail Market Study vorgestellt. Sie gibt erneut einen umfassenden Überblick über den aktuellen Stand und die zu erwartende Entwicklung des gesamten und zugänglichen Weltbahnmarktes. Die Studie umfasst die Marktentwicklung von 66 Ländern, die zusammen mehr als 99 % des weltweiten Schienenverkehrs ausmachen, gebündelt in sieben Regionen. Die von Bain & Company erstellte Studie im Auftrag der UNIFE wird über die DVV Media Group, die auch die Fachzeitschriften EI – DER EISENBAHNINGENIEUR und ETR – EISENBAHNTECHNISCHE RUNDSCHAU verlegt, vertrieben. Aussteller der InnoTrans erhalten sie zum Vorzugspreis. Die Studie wird am Dienstag um 13.30 Uhr auf dem UNIFE-Stand Halle 27/Stand 630 von Michael Peter, CEO von Siemens Mobility und Vorsitzender der UNIFE, Enno Wiebe, General-

direktor der UNIFE, und Massimo Sabel von Bain & Company vorgestellt.

### InnoTrans Plus: Messebesuch digital vorbereiten, Networking nutzen

Die neue digitale Plattform InnoTrans Plus bietet erstmals die Möglichkeit, den Messebesuch digital vorzubereiten. Zudem besteht die Möglichkeit des Networking. Nutzer können sich ein Profil anlegen und sich vernetzen, über die Messe informieren, vorab Termine organisieren und z.B. an Webinaren teilnehmen. Hier sind während der InnoTrans die Livestreams von der InnoTrans Convention sowie vom gesamten Rahmenprogramm und im Nachgang der InnoTrans on demand abrufbar. ■



Dipl.-Ing. Christoph Müller

Redakteur Eurailpress  
christoph.mueller@dvvmedia.com

# Die Eurailpress-Messevorschau zur InnoTrans 2024

Traditionell hat Eurailpress bei seinen Partnern aus Industrie und Dienstleistung nachgefragt, welche Neuheiten auf der InnoTrans 2024 präsentiert werden. Bis zum Stichtag Mitte August haben zahlreiche Unternehmen ihre Neuheiten an die Redaktion gemeldet. Nutzen Sie diese Vorschau zu einer optimalen Vorbereitung! Eurailpress und EI wünschen Ihnen einen erfolgreichen Messebesuch!

## Avelia Horizon zeigt viele Themen auf



Der Coradia Max, hier die sechsteilige Variante beim VUZ-Testcenter, wird auf dem Freigelände zu sehen sein.

Quelle: VUZ

Der **Alstom**-Konzern wird anhand des neuen und „fortschrittlichsten“ Hochgeschwindigkeitszuges Avelia Horizon aufzeigen, welche Themen wichtig sind: die Dekarbonisierung von Bahnlösungen während ihres gesamten Lebenszyklus, die Weiterentwicklung der Technologie, um die maximale Leistung aus den Bahnsystemen herauszuholen, und die Sicherstellung, dass Bahnreisende ihr Reiseerlebnis von Anfang bis Ende lieben. Umweltfreundlichere Antriebstechnologien sind für Alstom bereits seit der InnoTrans 2016 ein Thema.

Auf dem Hallenstand wird es Einblicke in die Palette von neuen Technologien und Lösungen geben. Dazu gehören fahrerlose Bahnen, Modellierung von Fahrgastströmen, vorausschauende Wartung, ein datengestützter Betrieb sowie die Art und Weise, wie KI, maschinelles Lernen, Big Data und Cybersicherheit unterstützt werden.

Die Besucher in Berlin werden „im wahrsten Sinne des Wortes“ in eine Erlebnisinnovation eintauchen – eine sinnliche, taktile, klangliche Entdeckung, wie das Fahrgast-Erlebnis mehr ist als die Summe seiner Teile. Alstom denkt dabei über das Zusammenspiel von Beleuchtung,

Bewegung, Materialien, Farben, Informationen, Konnektivität und vielem mehr nach.

Auf dem Freigelände werden aus deutscher Sicht einmal der neue Coradia Max für Niedersachsen (LNVG) sowie die neue lange Straßenbahn Flexity für Berlin (BVG) stehen. Der Coradia Max für eine hohe Kapazität setzt sich aus doppel- und einstöckigen Wagen zusammen. In den einstöckigen Wagen ist die Antriebstechnik eingebaut. Die neuen Straßenbahnen für die BVG, auch „Urbanliner“ genannt, weisen eine Länge von 50 m auf. Sie bieten Platz für 312 Fahrgäste. Die BVG will die Bahnen ab dem 1. Quartal 2025 in den Fahrgastbetrieb nehmen. Der Avelia Horizon – der TGV M der SNCF – wird dagegen nur als digital gestützte Präsentation zu sehen sein.

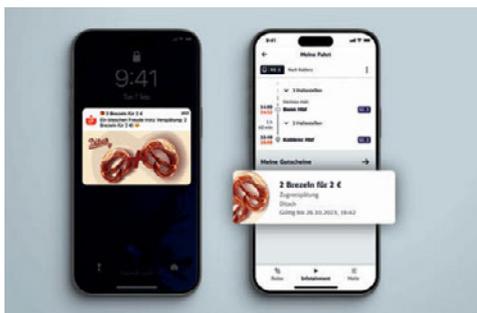
[www.alstom.com](http://www.alstom.com) Halle 3.2/Stand 450; Freigelände T5/Stände 40, 45



Der „Urbanliner“ für die BVG

Quelle: Alstom

## KI-gesteuerte Mobilitäts- und Belohnungsplattform



App mit Technik von Axon Vibe

Quelle: DB AG / Axon Vibe AG

Die KI-gesteuerte Mobilitäts- und Belohnungsplattform von **Axon Vibe** ist bei vielen großen Verkehrsunternehmen im Einsatz. Sie bietet multimodale Reiseerkennung für automatisches Ticketing, innovative Belohnungskampagnen für nachhaltiges Reisen und anreizgesteuerte Kundenstromlenkung. Axon Vibe Technologie analysiert Smartphone-Sensordaten (z. B. GPS, Schrittzähler) und erkennt Fahrten für automatisches Ticketing (z. B. in den Apps der Deutschen Bahn) nahtlos über alle Verkehrsmittel hinweg, einschließlich Umstiege zwischen den Verkehrsmitteln und Fahrtenden („be-out“). Über die App können anhand der Kundendaten auch digitale Gutscheine an loyale Nutzer ausgespielt werden, wie bei der App DB Regio Guide. Auch können basierend auf individuellen Reismustern Störungen auf Schiene und Straße vorhergesagt und alternative Routen und Verkehrsmittel vorgeschlagen werden.

www.axonvibe.com

Halle 7.1c/Stand 440

## Planung eines neuen Betriebshofes

Die Stadtwerke München (SWM) bauen an der Ständlerstraße einen neuen Tram-Betriebshof für München. Die **Bernard Gruppe ZT** wurde beauftragt, die Verkehrsanlagen, einschließlich einer Sandgrube für Bremsand, alle Zäune inklusive der Tore sowie die Schrankenanlagen zu planen. Die Planungsleistungen erstrecken sich über die Vorplanung, die Entwurfs- und Genehmigungsplanung bis hin zur Erstellung der Ausführungsunterlagen sowie der Bauphasenplanung. Insgesamt werden 10 500 m Gleise, 89 Weichen und 37 500 m<sup>2</sup> Straßen/Wege und Parkplätze geplant. Der neue Betriebshof befindet sich auf einem ca. 12 ha großen Gelände, welches schon heute als Werkstatt für Straßenbahnen dient. Von der Bernard Gruppe sind insgesamt 35 Bauphasen konzipiert, von Vorabmaßnahmen 2023 bis zur letzten geplanten Inbetriebnahme im Jahr 2034. Etwa 97 Trambahnen werden zukünftig hier beheimatet sein.

[www.bernard-gruppe.com](http://www.bernard-gruppe.com)

CityCube Halle A/Stand 855

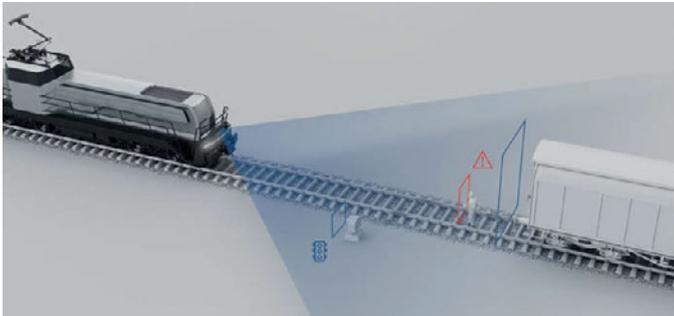


Tram-Betriebshof Ständlerstraße

Quelle: MVG

## Rail Forward Assist für Vollbahnen

Das neue Assistenzsystem Rail Forward Assist von **Bosch Engineering**, das auf der InnoTrans gezeigt wird, sorgt für ein zusätzliches Plus an Sicherheit im Bahnverkehr. Für den urbanen Raum bietet das Unternehmen schon seit 2017 ein Kollisionswarnsystem für Straßenbahnen an. Nun wurde das Konzept auf Vollbahn-Triebfahrzeuge erweitert.



Der Shunting Forward Assist unterstützt das Rangierpersonal.

Quelle: Bosch Engineering

Anwendungsbereiche des Kollisionswarnsystems sind der Personennahverkehr, der Rangierdienst und Wartungsfahrzeuge der „Gelben Flotte“, es ist nach EN 50155 und EN 50128 zertifiziert. Das modulare Assistenzsystem besteht aus einem Steuergerät und verschiedenen Sensoren, die für eine nahtlose Überwachung des Bereichs vor dem Schienenfahrzeug verknüpft werden. Das eingesetzte Sensorcluster ist abhängig von der Anwendung und kann aus Kamera-, Radar-, LiDAR- und Ultraschall-Modulen bestehen. Der modulare Aufbau gewährleistet den flexiblen Einsatz in verschiedenen Bahnsparten, für kundenspezifische Anwendungen sowie auch Spezialanwendungen. Erste Pilotprojekte der Umfelderkassung im Bahnbereich konnten erfolgreich umgesetzt werden. Die langfristige Vision ist ein vollautomatisierter, hochverbundener und damit effizienterer und sicherer Zugverkehr. Ein erster Schritt ist beispielsweise die Automatisierung der Bereitstellungsfahrten von Zügen oder eine Vollautomatisierung im Rangierbereich.

[www.bosch-engineering.com/de/branchen/schiene/eisenbahn/](http://www.bosch-engineering.com/de/branchen/schiene/eisenbahn/)  
Halle 20/Stand 320

## Bahnplanung neu gedacht

Die **IB&T Software** gibt einen Überblick über die verschiedenen Bahnmodule der Softwarelösung card\_1 und deren Neuerungen. In card\_1 wurden zahlreiche Funktionen ergänzt oder überarbeitet, wie die Grenzzichenberechnung von Weichen und die Schnittstelle zum bahneigenen GND-Edit. Eine neu entwickelte Transformation offener Geodaten nach DB\_REF für die Arbeit mit dem lokalen VA-System der DB InfraGO ermöglicht das maßstabsfreie Erzeugen von Bauteilen mit entsprechenden Trassierungsrichtlinien im Bereich der Bahnsteigplanung.

In Live-Demos wird gezeigt, wie mit dem card\_1 Bahnsteiggenerator parameterbasierte Außen- und Mittelbahnsteige, inklusive Bauwerken, Planungs-DGM, Querprofilen, Topografielinien und Absteckpunkten, erzeugt werden. Auch in den Bereichen Bahnkörpermodellierung, Bahnvermessung, Signalplanung mit ProSig, Engstellen-Management und Gleisen aus Punktwolken bietet card\_1 passende Funktionen für die Bahnplanung.

[www.card-1.com](http://www.card-1.com)

Halle 5.2/Stand 775

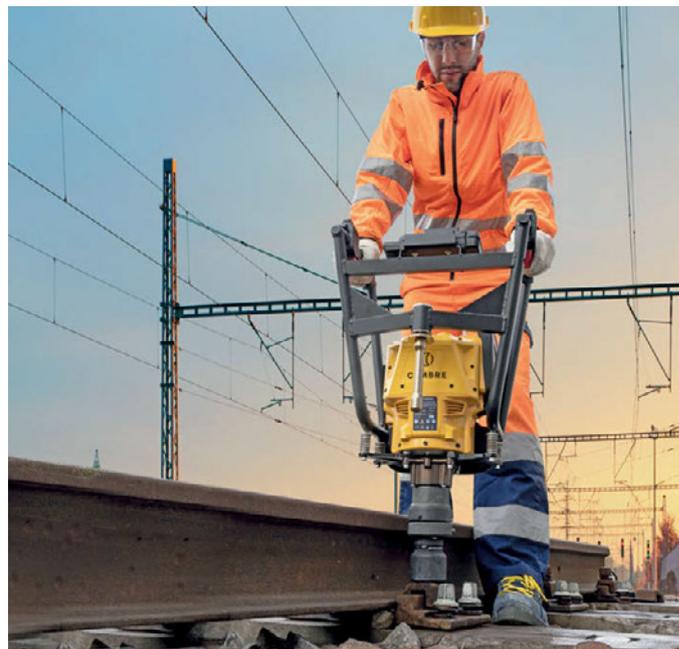


Die Bahnsteigausstattung für den card\_1 Bahnsteiggenerator erfolgt flexibel über 2D-Symbole, die anschließend in 3D generiert werden.

Quelle: Card\_1

## TW-18B: Neue kompakte Akku-Schraubmaschine

Mit der Akku-Schraubmaschine TW-18B / EcolImpact ergänzt das Unternehmen **Cembre** sein Produktsortiment für die Instandhaltung im Eisenbahnbetrieb. Die TW-18B ist modernste Technik in kompakter Form. Das voreingestellte Drehmoment ermöglicht es Ihnen, effektiver und schneller zu arbeiten. Das robuste Gerät verfügt über eine Mechanik mit Umlaufgetriebe und bürstenlosem Motor, was, im Vergleich zu Schlagschraubern, kaum Wartungsarbeiten erfordert. Die TW-18B / EcolImpact bietet ein kontrolliertes Drehmoment bis 250 Nm. Der integrierte Tragegriff fungiert auch als Schnittstelle zur Befestigung am Fahrwagen CS-EU-BK. Der Haltegriff dient als Schutz und ist auf Federlagern montiert, um die von der Maschine auf den Benutzer übertragenen Vibrationen zu reduzieren. Die Schraubmaschine ist ergonomisch und kompakt, sie ermöglicht dem Anwender eine komfortable Arbeitsposition auch bei einem intensiven Betrieb. Aufgrund ihrer hohen Schutzart IP44M kann die Akku-Schraubmaschine auch bei Regen eingesetzt werden. Leistungsstarke LED-Leuchten zur nächtlichen Ausleuchtung des Arbeitsbereichs ergänzen das Gerät. Über das Farbdisplay mit voreingestellten Programmen und einem internen Speicher können die durchgeführten Arbeiten ohne die Installation zusätzlicher Software dokumentiert werden. Die Daten können auf dem USB-Stick gespeichert und übertragen werden, um den Arbeitsnachweis zur Dokumentation ausdrucken zu können.



TW-18B / EcolImpact im Einsatz: Die Arbeiten können dokumentiert werden.

Quelle: Cembre

[www.cembre.de](http://www.cembre.de)

Halle 25/Stand 680; Halle 12/Stand 120

## Sierra AC + DC USV System: Mit hoher Redundanz

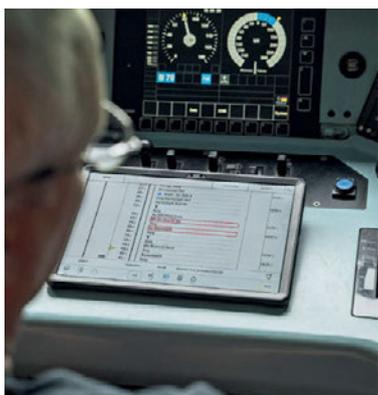
Auf der InnoTrans präsentieren **CE+T Power** und **Gertek** das unterbrechungsfreie Stromversorgungssystem (USV) Sierra zur Absicherung kritischer AC- + DC-Verbraucher in der Bahninfrastruktur. Das Sierra-System zeichnet sich durch hohe Redundanz, modularen Aufbau und einfache Wartung aus. Das Sierra-System bietet eine zuverlässige Stromversorgung für AC- und DC-Lasten in einem Modul und verfügt über drei bidirektionale Anschlüsse (zwei AC- und ein DC-Anschluss) für einen nahtlosen Energiefluss und Integration. Das System bietet eine hohe Redundanz durch zwei Stromeingänge, im laufenden Betrieb austauschbare Module und intelligente Überwachung. Weiter sind eine

Modularität und Skalierbarkeit gegeben: einfaches Hinzufügen zusätzlicher Module; ein Modul kann sowohl AC- als auch DC-Lasten bedienen. Sierra weist Eingangsspannung von 230, 240 und 277 V AC / 48 V DC und eine Leistung von 2,7 kW pro Modul (2,4 kW pro Anschluss), skalierbar auf bis zu 1,2 MW, auf. Der Wirkungsgrad liegt bei bis zu 96 %. Das Sierra-System unterstützt Signalisierungs-, IT-Netzwerksicherheits-, Telekommunikations- und Kontrollsysteme und gewährleistet eine zuverlässige Stromversorgung und Betriebssicherheit.

[www.cet-power.com](http://www.cet-power.com)

Halle 22/Stand 276

## Betriebliche Fahrpläne in einer Darstellung



Der Dynamische Fahrplan im Testbetrieb

Quelle: Merlin Seifert

Mit dem Dynamischen Fahrplan von **CN-Consult** ist es erstmals möglich, dass im Dokumentenmanagementsystem DiLoc|Sync alle betrieblich relevanten Fahrplanunterlagen des Triebfahrzeugführers (Tf) in einer Darstellung vereint werden. EBU-La-Daten und Tages-La sind, ebenso wie Fahrplananordnungen (Fplo) und digitale Ersatzfahrplanhefte, automatisch tagesaktuell eingebunden und müssen nicht aufwendig zusammen-

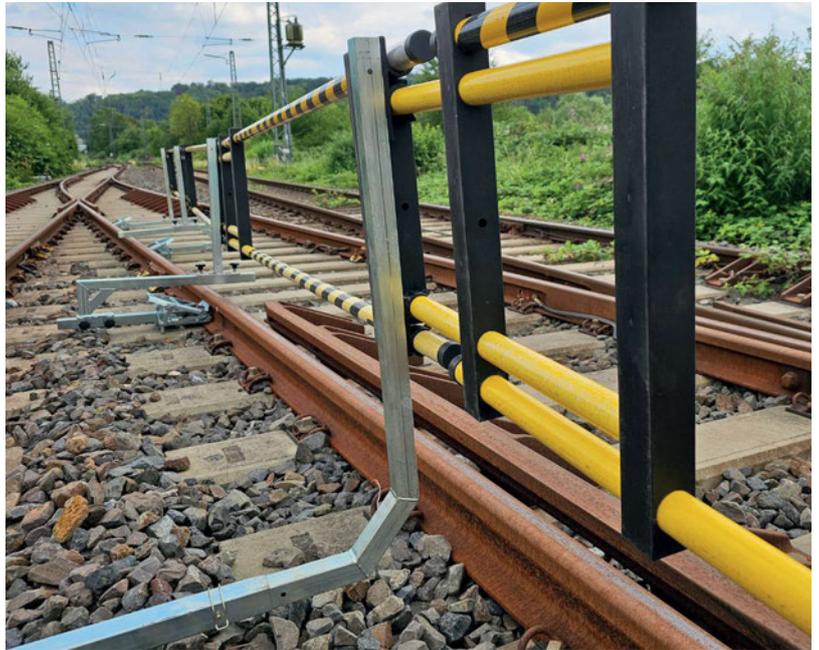
gestellt werden. Die einmalige Eingabe der Zugnummer genügt, um alle notwendigen Daten auf das Endgerät zu laden. Änderungen, die sich während der Fahrt durch Ad-hoc-Anordnungen ergeben, werden automatisch nachgeladen. Der Tf wird entsprechend informiert und kann seinen Fahrplan mit einem Klick aktualisieren. Die flexible und skalierbare Architektur ermöglicht die Einbindung verschiedener Fahrplanquellen und generiert dadurch einen vollständigen Fahrplan. Durch die Nutzung der Tablet-App ist ein Einsatz auch auf Fahrzeugen ohne Bordgeräte möglich. Die GNSS-gestützte Ortungsfunktion ermöglicht zudem das automatische Weiterschalten des Fahrplans während der Fahrt. Das System ist so konzipiert, dass in Zukunft weitere elektronische Fahrplandaten integriert werden können. Damit bietet der Dynamische Fahrplan die ideale Grundlage zur Erfüllung der EU-weiten Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI OPE).

[www.cn-consult.eu](http://www.cn-consult.eu)

Halle 2.1/Stand 720

## Patentierte Feste Absperrung

Das Portfolio der **Condor Gruppe** reicht von der Gleisbaustellensicherung mit Sicherungsaufsichten, Technischen Warnsystemen und Festen Absperrungen bis zur automatisierten Drohnen-Befliegung (UAS) für Sicherheits-, Inspektions- und Vermessungsaufgaben. Aus acht Standorten in Deutschland sorgt Condor 24/7 für die Sicherheit von Baukräften. Auf dem Gemeinschaftsstand der ÜGG (Überwachungsgemeinschaft Gleisbau) zeigt Condor einen Ausschnitt der eigenen Produkte und Dienstleistungen wie die Festen Absperrungen (spot); einsetzbar auch im Bereich mit Schienenstegdämpfern (ohne Demontage, daher organisatorisch und wirtschaftlich höchst effizient) sowie Weichen und Kreuzungsanlagen. Weitere Themen sind mobile Lärmschutzwände, technische Warnsysteme inklusive eigenentwickeltem Zubehör wie Akku-Ladekoffer, mobile Sicherungsanlagen (TH-BÜP), signalisierung (Sh, Lf) und bauaffine Dienstleistungen, die LB Foster Stele zur autarken und vernetzten Information von Reisenden sowie Drohnen-Produkte und Services zur Vermessung (LiDAR-Integration), Dokumentation und Kabeldiebstahl-Prävention (u. a. mit IMSI-Catcher-Technologie).



[www.condor-sicherheit.de](http://www.condor-sicherheit.de)

Halle 25/Stand 240a

Die patentierte Feste Absperrung (spot)

Quelle: Condor

## Barrierefreie Mobilität

Mit ihrer Fähigkeit, Lücken im System einfach zu schließen, eröffnet die Seilbahn Verkehrsplanern ganz neue Chancen für die Entlastung des öffentlichen Personennahverkehrs. Sie punktet mit geringen Betriebsrisiken, einfacher Netzintegration, schneller und kosteneffizienter Errichtung, mit einem kleinen ökologischen Fußabdruck, geringem Flächenverbrauch, optimaler Barrierefreiheit und einem digitalen Steuerungssystem mit autonomem Betrieb. Ein zukunftsweisendes Projekt ist die Seilbahnlinie Câble C1, die derzeit im Großraum Paris mit **Doppelmayr** realisiert wird. Die auf 3,2 Mio. Passagiere jährlich ausgelegte Seilbahn hat eine Gesamtlänge von 4,5 km und fünf Stationen, die direkt an weitere öffentliche Verkehrsmittel wie Metro, Bus oder Regionalbahn angeschlossen sind. Die 105 Kabinen sind maßgeschneidert, barrierefrei und bieten bis zu zehn Fahrgästen je Kabine Platz. Doppelmayr stellt eine Kabine nun erstmalig einem internationalen Publikum auf der InnoTrans vor.

[www.doppelmayr.com](http://www.doppelmayr.com)

Halle 2.2/Stand 100



Projekt Câble C1

Quelle: Île-de-France Mobilités/Doppelmayr France



Innovative noise  
and fire protection  
for rail vehicles

Visit us at InnoTrans  
Hall 8.1 Booth 305

griwecolor GmbH | Wieselbrunnen 2 | 78199 Braeunlingen | Germany  
Phone +49 77 07 / 99 04 - 0 | [www.griwecolor.de](http://www.griwecolor.de)

## Innovative pH-neutrale Fahrzeugreinigung

Das Familienunternehmen **Dr. Schnell** präsentiert auf der InnoTrans die innovative Lösung für eine saubere Zukunft auf der Schiene: das einzigartige Purol N System zur effektiven pH-neutralen Fahrzeugaußenreinigung. Als besonders materialschonende und nachhaltige Lösung setzt Purol N neue Maßstäbe in der Reinigungsbranche, frei von VOC-Lösemitteln und zertifiziert umweltschonend mit dem renommierten Nordic Swan Ecolabel. Die Produktreihe ist der Allrounder für jede Anforderung der Fahrzeugaußenreinigung, bietet die

Reinigungsperformance von sauren oder alkalischen Produkten, vermeidet durch den neutralen pH-Wert Korrosion am Fahrzeug und sichert somit langfristigen Werterhalt der Komponenten von Fahrzeug und Waschanlage. Darüber hinaus bietet Dr.Schnell Produkte für jede Herausforderung bei der Fahrzeuginnenreinigung sowie Graffiti-entfernung am Fahrzeug und Gebäude.

[www.dr-schnell.com](http://www.dr-schnell.com)

Halle 6.2/Stand 415

## Neue Druckluftstation E-Bull



E-Bull Druckluftstation *Quelle: Dürr Technik*

Mit der neuen ölfreien E-Bull Druckluftstation optimiert **Dürr Technik** seine innovative E-Bull Baureihe, die speziell für Schienenfahrzeuge konzipiert wurde. Damit erfüllt das Unternehmen die besonderen Bedürfnisse der heutigen Zughersteller und Bahnbetreiber mit Blick auf Platzangebot und Nachhaltig-

keit. Durch den Einsatz von zwei Kompressoren kann der Durchflussbedarf besser ausgeglichen werden, sodass statt eines großen, stromintensiven Hauptkompressors nur ein E-Bull Kompressor in der Station gestartet wird. Bei steigendem Bedarf kann der zweite Kompressor hinzugeschaltet werden. Diese Lösung reduziert nicht nur den Lärm und erhöht die Redundanz, sondern ermöglicht auch eine flexible Steuerung der Kompressoren und eine bessere Kontrolle des Verschleißes durch den Wechselbetrieb beider Einheiten. In Kombination mit Kühlaggregaten, Trocknungssystemen sowie elektrischen und pneumatischen Steuerungselementen kann die Druckluftstation je nach Fahrzeug flexibel ausgelegt und eingebaut werden.

Die neue kompakte Lösung bietet Platz für zwei E-Bull Kompressoren und eine Steuereinheit in einer besonders raumsparenden

[www.duerr-technik.com](http://www.duerr-technik.com)

Halle 1.2/Stand 680

## Sitzplatzreservierungssystem der neuesten Generation



Das neue Sitzplatzreservierungssystem

*Quelle: EAO*

Das neue System für die Sitzplatzreservierung von **EAO** basiert auf einer standardisierten Plattform und bietet neben hoher Flexibilität eine kundenspezifische Design- und Systemanpassung. Das System kann nicht nur einfach und nahtlos in das Fahrgastinformationssystem integriert werden, sondern bietet dank energieeffizienter Displaytechnologie und den leuchtstarken Indikatoren eine ausgezeichnete Erkennbarkeit von Reservierungen. Texte können sowohl in weißer Schrift

auf schwarzem Hintergrund als auch in schwarzer Schrift auf weißem Hintergrund angezeigt werden. Bei Bedarf kann situativ, beispielsweise bei Dunkelheit, die Hintergrundbeleuchtung aktiviert werden. Die Anzahl der anzuzeigenden Sitzplätze sowie generelle Displayinhalte werden mittels individualisierter Software auf dem vollgraphischen Display angezeigt, was ein Höchstmaß an Flexibilität ermöglicht. Dank dieser modernen Displaytechnologie benötigt das Display nur Energie, wenn der Displayinhalt geändert wird. Das Gehäuse vom Display kann nach individuellen Wünschen gestaltet werden. Je nach Installationsbedürfnis kann das Display um 180° gedreht werden, sodass der Kabelabgang links oder rechts abgehen kann. Je nach Kundenwunsch kann das Design der Display-Einschubstreifen mit verschiedenen Symbolen ergänzt werden – so können Gang- oder Fensterplätze nicht nur eindeutig identifiziert werden, sondern auch spezielle Bereiche, beispielsweise für Fahrräder oder Kinderwagen, werden für Passagiere schnell ersichtlich.

[www.eao.com/srs](http://www.eao.com/srs)

Halle 27/Stand 760

## Neue Generation von Schienenbefestigungssystem



Corkelast EBS (Embedded Block System)

*Quelle: edilon(sedra)*

Bei **edilon(sedra)** ist das Next Generation Schienenbefestigungssystem für schotterlose Gleise zu erleben. Es ist schlank im Design, einfach zu installieren sowie nachhaltig. Ob bewährtes Corkelast ERS (Embedded Rail System),

ökologisches SDS (Sound Damping System), flexibles DFS (Direct Fastening System) oder schwingungsdämpfende Trackelast Matten – die innovativen Systeme sind getestet, geprüft und zertifiziert nach den neuesten EN-Normen. Zu sehen sein wird auch die Neuentwicklung aus dem Segment Corkelast EBS (Embedded Block System). Ob Neubau oder Sanierung – montagefertige Blöcke lassen sich schnell und effektiv einbauen.

[www.edilonsedra.com](http://www.edilonsedra.com)

Halle 25/Stand 210

## Sichere und praktische Verschlusssysteme



Der flachaufbauende Schwenkgriff aus pulverbeschichtetem Zink-Druckguss *Quelle: Emka*

kommt dort der flachaufbauende Schwenkgriff aus pulverbeschichtetem Zink-Druckguss zum Einsatz. Er eignet sich besonders für enge Durchgänge und Fluchtwege. Bewährt haben sich auch die Mehrpunkt-Verriegelungen von Emka: Mit ihnen können Schränke im Inneren des Zuges, aber auch schwer zugängliche Unterflurcontainer auf der Außenseite sicher verschlossen werden. Die Bedienung kann per Schwenkgriff oder Vorreiber erfolgen. Unverzichtbar sind nicht zuletzt die Brandschutzdichtungen von Emka, die durch den Einsatz flammhemmender Materialien die höchste Brandschutzklasse HL3 nach DIN EN 45545-2 erreichen.

[www.emka.com](http://www.emka.com)

Zu den **Emka** Produkten für den Schienenverkehr, die auf der InnoTrans gezeigt werden, gehören Dreh-Spannverschlüsse mit Deckel und optischem Öffnungsindikator. Wenn der Verschluss nicht vollständig geschlossen ist, steht der Deckel im 90°-Winkel gut sichtbar ab. Das erleichtert die schnelle und sichere Durchführung von Wartungsarbeiten. Da im Innenraum von Schienenfahrzeugen platzsparende Bauteile gefragt sind,

Halle 3.1/Stand 765

## Messtechnik für Gleis und Fahrzeuge

Auf der InnoTrans zeigen **Enesco Rail** und **KLD Labs** aktuelle Messtechnik-Lösungen. Das autonome System **ATGMS** wird auf Fahrzeugen installiert, um die Gleisgeometrie kontinuierlich zu überwachen. Es bietet drahtlose Datenübertragung und webbasiertes Reporting. Das **URFS** (Ultraschall-Schienenfehler-Inspektionssystem) kann auf Zwei-Wege-Fahrzeugen oder Schienenfahrzeugen installiert werden, um Schienenbrüche zu verhindern. Es integriert sich nahtlos in andere Bildverarbeitungs- und Messsysteme von Enesco. **RSIS** ist ein autonomes oder bemanntes Bildverarbeitungssystem, das automatisch den Zustand der Schienenoberfläche bewertet und **Rolling Contact Fatigue (RCF)** sowie Oberflächenschäden erkennt. **WheelScan** ist ein im Gleis installiertes System, das Radprofile bei Streckengeschwindigkeit misst und Wartungsbedarfe für Rollmaterial meldet. Es bietet Echtzeit-Feedback zu allen wichtigen Radparametern, einschließlich Flanschdicke, Felgendicke und Spurmaß. Das Bildverarbeitungssystem **UnderScan** verwendet KI/ML für die Bewertung des Untergestells von Rollmaterial.

[www.ensco.com/rail](http://www.ensco.com/rail); [www.kldlabs.com](http://www.kldlabs.com)

Halle 25/Stand 520



Gleisinspektionstechnik von Enesco an einem Zwei-Wege-Fahrzeug

*Quelle: Enesco*

# STRAIL®

@ InnoTrans in Berlin

# HALLE 25 STAND 370



## Zukunft der Instandhaltung

Auf der InnoTrans wird **Euco Rail** als echter Game-Changer auftreten. Seit der Gründung im Oktober 2022 gestaltet das Unternehmen die Zukunft der Wartung mit fortschrittlichsten und herstellerunabhängigen Instandhaltungsservices für Schienenfahrzeuge aller Art. Dabei setzt das Unternehmen auf innovative Ansätze. Die Technologie digitaler Zwillinge ermöglicht es, virtuelle Konfigurationen der Schienenfahrzeuge in Echtzeit per iPad ab-

zurufen und zu analysieren. Mobile Teams ergänzen den Wartungszyklus, indem sie Ad-hoc-Reparaturen direkt auf dem Gleis in den Nachtabstellungen durchführen. Euco Rail ist nach ISO 9001 (Qualität), ISO 14001 (Umwelt) sowie 45001 (Arbeitssicherheit) zertifiziert und auch für ECM 1-4.

[www.eucorail.com](http://www.eucorail.com)

Halle 2.2/Stand 250

## Digitaler Außenspiegel

Auf der InnoTrans 2024 zeigt **Eyyes** seinen digitalen Außenspiegel nach SIL1 als neue Innovation der RailEye-Produktserie. Basierend auf dem bewährten analogen Außenspiegelsystem RailEye 2.0 markiert dieses System einen deutlichen Fortschritt in Hinsicht Sicherheit und Effizienz im Straßenbahnverkehr. Hochauflösende Kameras und ein robuster Panel-PC mit einem kapazitiven 10,1" Touch-Screen liefern dabei gestochen scharfe Live-Videobilder. Das System lässt sich dank der angebotenen Schnittstellen einfach in bestehende Infrastrukturen integrieren.

Ein herausragendes Merkmal des RailEye-Systems ist die situationsbedingte automatisierte Mehrfachdarstellung der Kamerabilder auf

einem Display. Funktionen wie beispielsweise Bild-in-Bild oder Bild-Zoom ermöglichen es damit dem Fahrer, in komplexen Verkehrssituationen den Überblick zu behalten. Die intuitive Touchscreen-Bedienung erleichtert die Handhabung und erhöht die Sicherheit. Entwickelt unter Berücksichtigung der Normen ISO 16505 und UNECE R46, erfüllt das System höchste Sicherheitsansprüche. Zudem ermöglicht die integrierte Recheneinheit des Panel-PC die KI-gestützte Objekterkennung und ermöglicht damit eine proaktive Warnung des Fahrers in Gefahrensituationen.

[www.eyyes.com](http://www.eyyes.com)

Halle 7.1a/Stand 170 und Mobility Lab



Digitaler Rückspiegel

Quelle: Eyyes

## Dynamische Fahrgastinformationssysteme



TVM

Quelle: Fela

Digitale Fahrgastinformationssysteme (FIS) mit Anzeigen im Fahrzeug und Informationstafeln an den Haltestellen sind die Voraussetzung für den Fahrgastkomfort. Je nach Situation passen sich diese dynamisch an die Bedürfnisse an. Deshalb sind moderne FIS vernetzt und imstande, relevante Daten in Echtzeit auszutauschen.

FIS bestehen aus verschiedenen Einzelkomponenten: von Bildschirmen und Anzeigern, Audio-Systemen, Video-Systemen zu Bordrechnern sowie Netzwerkkomponenten und der Software zur Verwaltung und Steuerung. Diese alle sind Teile des Fela-Produktportfolios. Lösungen, auch in mechanischer Hinsicht, gehören für uns ebenso dazu wie die flexible Skalierung oder die Anbindung an unser Ticketing-System.

Die **Fela Management AG** bietet skalierte und intelligent vernetzte Lösungen für Fahrgastinformation und Betriebsleitstelle, mobiles Ticketing und elektronische Bezahlsysteme. Dazu gehören auch Refit-Konzepte, abgestimmt auf jedes Fahrzeugmodell, mandantenfähiges Flottenmanagement und flexible Smart-Mobility-Lösungen.

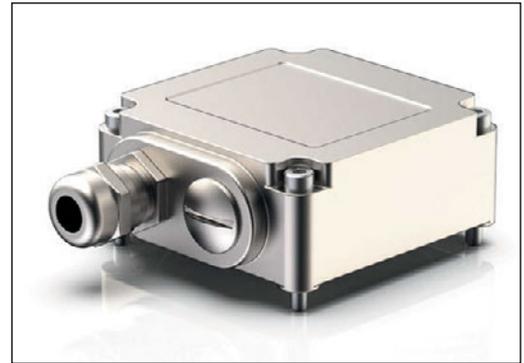
[www.fela.swiss](http://www.fela.swiss)

Halle 2.1/Stand 230

## Potentiometer PW70

Zuverlässig, hochgenau und auf Wunsch redundant – diese Eigenschaften weisen die Potentiometer der Baureihe PW70 von **FSG Fernsteuergeräte** auf. Weltweit wird es in Schienenfahrzeugen aller Bauarten und aller namhaften internationalen Hersteller zur Regelung der Geschwindigkeit eingesetzt. Die Bauweise des PW70 ist noch immer klassisch mit Drahtwicklung, die Winkelmessung erfolgt bis maximal 360°. Das Gerät ist mit bis zu sechs Schaltern lieferbar; der Temperaturbereich, in dem das PW70 zuverlässig funktioniert, reicht von -30 ° bis +80 °Celsius. Bei der Baureihe PW70 sind vielfältige individuelle Konfigurationen möglich, beispielsweise ölgefüllt oder für unterschiedliche Aktivstrecken konfiguriert. Dank der hohen Fertigungstiefe von 90 % ist FSG in der Lage, praktisch alle Bauteile binnen kurzer Zeit selbst anzufertigen – auch für Spezialanwendungen.

Die aktuelle Generation der Neigungssensoren von FSG setzt vor allem auf MEMS – mikro-elektromechanische Systeme, die einen elektronischen Beschleunigungssensor enthalten und damit hochgenau Neigungen erfassen. Je nach Anwendung kommen Modelle zum Einsatz, in denen ein zweiter Sensor integriert ist: ein elektronisches Gyroskop. In der Kombination MEMS plus Gyro erzielen die Neigungssensoren auch unter schwierigen Einsatzbedingungen höchste Präzision. So sind beispielsweise die Modelle der Baureihen PE-MEMS-X-CAN-G-GS70 und PE-MEMS-XY-CAN-G-GS70 in der Lage, Vibrationen und Stöße zu kompensieren, herauszufiltern und zuverlässige Daten zu liefern. Im Bahnverkehr werden diese Neigungssensoren beispielsweise in der Neigetechnik oder bei Straßenbahnen an der Haltestelle genutzt.



Neigungssensor

Quellen: FSG



Potentiometer PW70

[www.fsg-sensors.de](http://www.fsg-sensors.de)

Halle 27/Stand 321

# DIGITAL IST EINFACH SCHNELLER

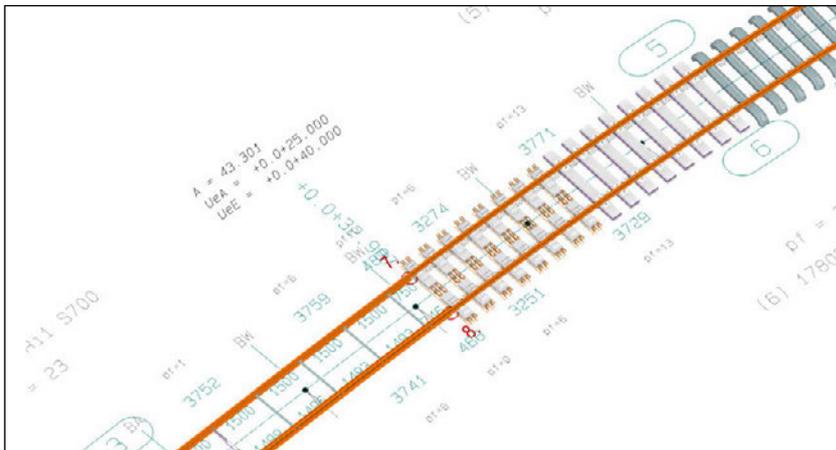
Nutzen Sie Ihre digitalen  
DER EISENBÄHNINGENIEUR-Services  
und -Leistungen und lesen Sie bereits  
am Vortag die Neuigkeiten von morgen.



**JETZT FREISCHALTEN**

[www.eurailpress.de/ei-digital](http://www.eurailpress.de/ei-digital)

## Neue Tools für Geopac



Schienen-/Spurstangenteilungs- und Biegemodul Geopac EVA8T

Quelle: Geo Digital

Auf einem Gemeinschaftsstand mit der Muttergesellschaft **IB&T Software** (card\_1) präsentiert **Geo Digital** die neuesten Features der aktuellen Version 16 des 3D BIM CAD-Planungs- und Entwurfssystems Geopac für Elite-CAD. Zu den Geopac-Highlights gehören neben dem langjährig praxisbewährten 3D Hüllkurvenverfahren einschließlich des 3D TramEditors zur Modellierung von Schienenfahrzeugen auch wichtige Features on Demand für die Geopac-Module Digitales Geländemodell (DGM) und den optionalen DGM-Funktionalitäten zur Trassenplanung (TPL) im Ausblick auf die neue Version 17.

Live gezeigt wird zudem die BIM-Kompatibilität des Schienen-/Spurstangenteilungs- und Biegemoduls Geopac EVA8T. Die systemseitig generierten Schienen- und Spurstangenlochung, Radien, Pfeilhöhen) werden via IFC-Schnittstelle bereitgestellt und können

abschließend mit geeigneten Tools zur Modellvalidierung (z. B. BIMcollab) einer Modellprüfung unterzogen werden. Als Preview werden schon einige Geopac 17-Funktionen der für das Frühjahr 2025 angekündigten Version 17 zu erleben sein.

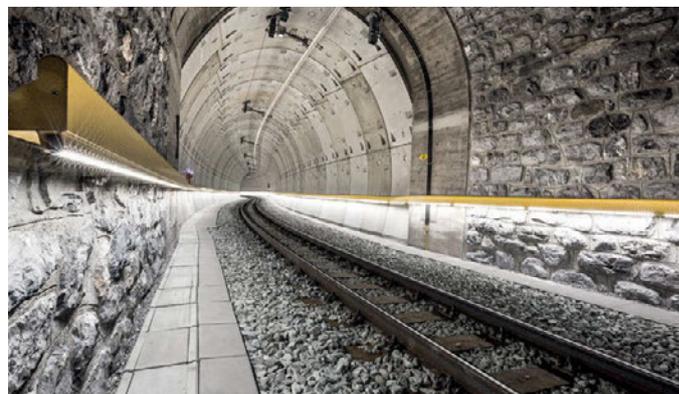
Pünktlich zur InnoTrans 2024 ist auch die neue Version von HPA-Lue zur Erstellung von Beförderungsanordnungen (Befo) für Fahrten mit außergewöhnlichen Sendungen und zur Engstellendokumentation verfügbar. Diese Softwarelösung ist insbesondere für Eisenbahninfrastrukturunternehmen von Interesse, auf deren Netzen Sendungen mit Lademaßüberschreitung (Lü) oder übergroße Fahrzeuge verkehren. Neben der Optimierung der Performance sowie Verbesserung der Stabilität stand vor allen Dingen die Migration auf die MySQL-Version 8.x im Vordergrund der Aktivitäten.

[www.geodigital.de](http://www.geodigital.de)

Halle 5.2/Stand 775

## Synergien nutzen – Sicherheit schaffen

Mit dem „Handrail Lighting System“ von **Gifas Electric** werden Synergien genutzt und wird Sicherheit geschaffen. Es dient im Ernstfall zur Selbstrettung von Fahrgästen und Personal in Tunnel und Stollen – mit den vorrangigen Maßnahmen: Schutz von Leib und Leben – Personen evakuieren – Brandbekämpfungs- und Schutzmaßnahmen einleiten. In Kooperation mit namhaften Herstellern wurde ein Handlaufsystem entwickelt und geprüft, welches die hohen Anforderungen in Tunnelanlagen erfüllt und umfänglich den Vorgaben der TSI Richtlinie 2008/57/EG 17.6.2008 entspricht. Die geprüften Handlaufprodukte GFK, INOX 48, LaneLED WALL mit integrierter LED-Lichtleiste bieten durchgehende Beleuchtung und gute Sichtbarkeit auch bei Rauch- und Feuerentwicklung. Das Handlaufsystem zeichnet sich durch eine einfache und schnelle Montage aus, ist komplett zertifiziert und bereits in zahlreichen Tunnel- und Stollenanlagen installiert.



Handlauf-System LaneLED GFK im Schweizer Tunnel Glatsheras

Quelle: Gifas

[www.gifas.ch](http://www.gifas.ch)

Halle 5.2/Stand 600

## Sensoren, Tests und Messungen

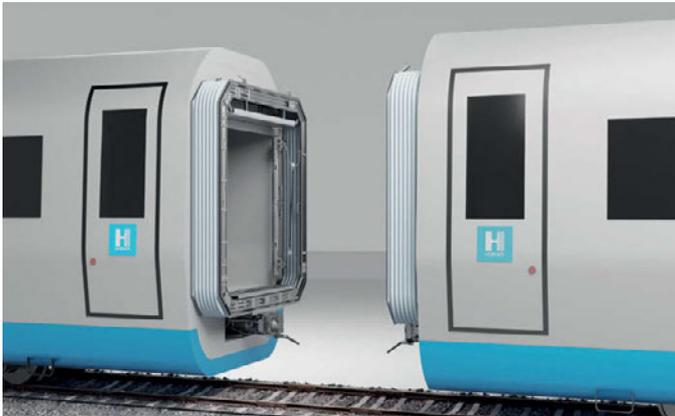
Die Lösungen von HBM (**Hottinger Brüel & Kjaer**) erstrecken sich über den gesamten Produktlebenszyklus und integrieren nahtlos die physische Welt von Sensoren, Tests und Messungen mit der digitalen Welt von Simulation, Modellierungssoftware und Analyse. Hier finden Sie Expertise für alle kritischen Aspekte der Messtechnik, die für Design, Test, Steuerung, Messung und Überwachung erforderlich sind. HBM bietet Lösungen für:

- Wayside Train Measurement Systeme (WILD, WIM, unrunde Räder, Lauf- und Bremsverhalten)
- Überwachung von Stromabnehmern und Oberleitungen
- Sensoren für die Integration in Fahrzeug und Infrastruktur

- Testfahrten und Abnahmefahrten (Homologation)
- Komponentenmessungen am Prüfstand
- Messungen an Fahrleitungen und Hochspannungskomponenten
- Schallmessung und bewegungsbezogene Quellenortung
- Messungen von Hoch- und Niederspannungsstrom
- Drahtlose und GPS-IMU-Sensoren (MicroStrain)
- Überwachung von Bahnbauwerken wie Tunneln und Brücken
- Ingenieurdienstleistungen für die Bahnindustrie.

[www.hbm.com/de/9724/die-hottinger-bruel-kjaer-gmbh/](http://www.hbm.com/de/9724/die-hottinger-bruel-kjaer-gmbh/)  
Halle 23/Stand 315

## Automatisiertes Übergangssystem



Das AutoCouple System verbindet Übergänge auf Knopfdruck. *Quelle: Hübner*

Mit dem AutoCouple System präsentiert die **Hübner-Gruppe** eine zukunftsprägende Weltneuheit. Das System ermöglicht Verkehrsbetreibern – im Vergleich zum bisherigen, manuellen Prozess – eine vollautomatisierte und effizientere An- und Abkupplung von Übergangssystemen bei Personenzügen. Das optimiert nicht nur Betriebsabläufe, sondern reduziert auch den Personalbedarf. Einen weiteren Impuls für mehr Nachhaltigkeit setzt Hübner mit dem neuen FrontAdd System für Triebfahrzeuge. Dies schützt nicht nur die in der Zugspitze verbaute Technik, sondern senkt zugleich den Luftwiderstand und so den Energieverbrauch. Das holografische Fenstersystem von Hübner in Kooperation mit Zeiss zeigt einen Blick in die Zukunft der Mobilität: Informationen wie Ankunfts- und Abfahrtszeiten werden mit holografischer Technologie in Fensterscheiben von Bahnen und Bussen angezeigt.

[www.hubner-group.com](http://www.hubner-group.com)

Halle 1.2/Stand 120

## ZeroStepBoarding: Barrierefrei einsteigen im Fernverkehr



Das IFE ZeroStepBoarding Einstiegsystem besteht aus druckdichter E3D-e1-Tür und Schiebetritt (Rendering).

*Quelle: IFE*

Leichter mit Rollstuhl, Kinderwagen oder großem Koffer einsteigen – dies ermöglicht der neue ZeroStepBoarding der **Knorr-Bremse** Gesellschaft **IFE**. Der nahezu barrierefreie Einstieg bietet neue Lösungen für den Schiebetritt. Die branchenüblichen Bürsten wurden durch einen begehbaren, rampenförmigen Abstreifer ersetzt, und ein weiterentwickeltes Dichtsystem ist trotz der nun schrägen Rampe in der Lage, auch ohne unmittelbares Gegenstück ausreichend Druck für die benötigte Dichtfunktion z. B. gegen die Druckwellen bei Zugbegegnungen oder Tunnelfahrten aufzubauen. Im Gegensatz zu anderen nahezu stufenlosen Ansätzen kommt der ZeroStepBoarding ohne zusätzliche aktive Elemente wie klappbare Dichtwinkel, sich hebende Stufen oder aufblasbare Dichtungen aus. Für den Übergang des Dichtwinkels von der rampenförmigen Schräge zur vertikalen Türdichtung fand IFE eine Lösung. Neben dem wegfallenden Energieverbrauch für den Betrieb der aktiven Elemente senkt die rein passive Herangehensweise auch die Komplexität der Lösung – und führt damit zu einer deutlich höheren Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit.

Ausgelegt insbesondere für das bewährte druckdichte E3D-Einstiegssystem für Intercity- und Hochgeschwindigkeitsanwendungen lässt sich die Entwicklung auch in andere Systeme des IFE-Portfolios integrieren. In der Hochgeschwindigkeitsanwendung ist der ZeroStepBoarding auf bis zu 6 kPa ausgelegt.

Da die verwendeten Abstreifer austauschbar sind, wird es für die in den verschiedenen Schienenverkehrsmärkten geltenden Anforderungen zum barrierefreien Einstieg optimierte Lösungen geben, so auch für die in Europa geltende TSI-PRM.

[www.ife-doors.com/de/](http://www.ife-doors.com/de/)

Halle 1.2/Stand 250

## Neuer Onboard-Sensor zur Zuglokalisierung

Die Zukunft der Bahntechnik beginnt jetzt. Mit dem Magnetic Railway Onboard Sensor (Maros) entwickelt die **ITK Engineering** eine sichere und vollständig zuggebundene Lokalisierungslösung für den Schienenverkehr. Der Maros ist ein innovativer Onboard-Sensor, der es ermöglicht, auf Infrastrukturelemente wie Balisen oder Kameras zu verzichten. Dies macht ihn besonders kosteneffizient in Installation und Betrieb. Unabhängig von Wetterbedingungen oder GNSS-Signalen ist der Maros auf allen Stahlgleisen einsetzbar und bietet die notwendige Sicherheit und Zuverlässigkeit für Zugsteuerungssysteme wie ETCS Level 3, Automatic Train Operation (ATO) und Communication-Based Train Control (CBTC). Der Maros ist ein wesentlicher Baustein im Projekt „AutomatedTrain“ in Verbindung mit Technologien zur Umfelderkennung. Im Rahmen dieses Forschungsprojekts der Digitalen Schiene Deutschland arbeitet ITK Engineering mit Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft an vollautomatisierten Bereitstellungs- und Abstellungsfahrten von Zügen. Der Bund fördert das Projekt mit 42,6 Mio. EUR bis 2026.



[www.itk-engineering.de](http://www.itk-engineering.de)

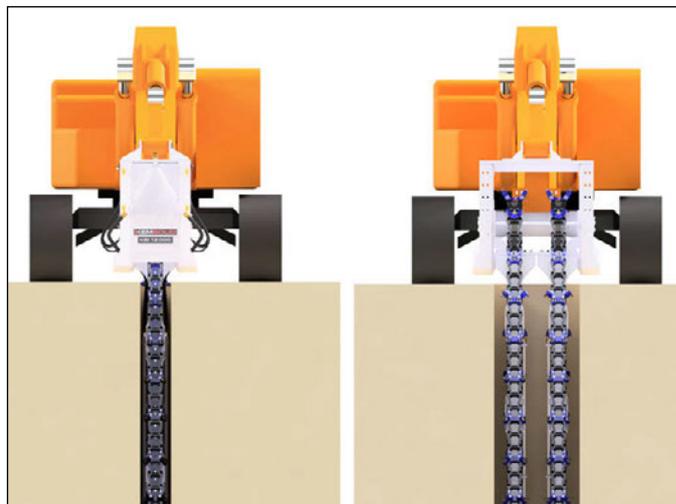
Halle 20/Stand 320

Magnetic Railway Onboard Sensor (Maros)

*Quelle: ITK*

## KSI-Mischfräsen vereinfachen bewährtes FMI-Verfahren

Auf der InnoTrans zeigt **Kemroc**, Hersteller von Spezialfräsen für den Anbau an Baggern und Baggerladern, eine Fräse zur Baugrund- und Bodenverbesserung im Infrastrukturbereich. Sie wird unter dem Begriff „KSI – Kemsolid Soil Injection“ vermarktet. Die selbst entwickelte KSI-Mischfräse im Fräs-Misch-Injektionsverfahren (FMI) mit umlaufender Fräskette dringt in den Boden und durchmischt ihn mit einer Bindemittel-Suspension, die von einer Mischanlage über Schläuche zum Einsatzort gepumpt wird. Nach dem Aushärten verbleibt im Boden ein homogener, stabiler, tragfähiger und dichter Erdbetonkörper. Dieses Verfahren ist sehr nachhaltig, da vorhandener Boden mit Bindemittel vermischt wird. So entfallen kostspielige Antransporte von großen Mengen an Baustoffen und Beton sowie Abtransporte und Entsorgung von Aushub. Das bewährte FMI-Verfahren dient im Bahnbau der Ertüchtigung alter Bahndämme sowie zur Abgrenzung von Lärmemissionen und Erschütterungen. Die KSI-Mischfräsen sind als Anbaugeräte für Bagger in verschiedenen Längen von 5 bis 16 m sowie mit Wandbreiten von 350 bis 950 mm verfügbar. Aktuell konstruiert Kemroc eine KSI-Mischfräse mit Doppelschwert, die insbesondere im Bahnbau ihre Verwendung finden wird.



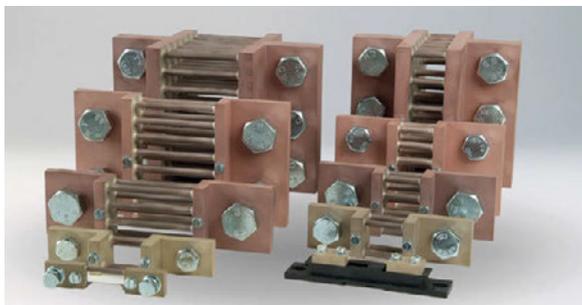
Mischfräse KSI 12000 mit Einzelschwert (links) und die neue Version mit Doppelschwert (rechts), die insbesondere im Bahnbau ihre Verwendung finden wird.

Quelle: Kemroc

[www.kemroc.de](http://www.kemroc.de)

Halle 5.2/Stand 124

## Neue Interface-Technologie für Fahrzeuge und DC-Unterwerke



Shunt-Widerstände mit Bühne

Quelle: Knick

Zur Messung von Strömen bis zu 20 kA bietet **Knick** jetzt Shunt-Widerstände an, die bei maximalem Messstrom einen Spannungsabfall von 30 mV statt 60 mV generieren. Die neuen Varianten sind in den Genauigkeitsklassen 0,5 und 0,2 verfügbar. Die damit halbierte Verlustleistung reduziert den Aufwand für die Schaltschrankkühlung deutlich. Zur unverfälschten Messung der geringen Shunt-Spannungen stehen Messumformer u.a. der Serien P51000, P41000 und P29000 mit hoher Gleichtaktunterdrückung zur Verfügung.

Die hochisolierenden Messumformer der Serie P45000 dienen der Messung von Gleich- und Wechselspannungen bis zu 3900 V DC und 4500 V ACpeak auf Schienenfahrzeugen, z.B. in Traktions- und Bordnetzumrichtern. Mit dem neuartigen, schlanken Gehäusekonzept zählen P45000 zu den platzsparendsten Hochspannungsmessumformern. Die Anreihgehäuse für 35-mm-Tragschienen lassen sich bei Bedarf stehend, liegend oder gestapelt auf Montageflächen aufschrauben. Zu-

gleich sind P45000 marktweit als erste Hochspannungsmessumformer in Versionen mit SIL2- oder (redundant) SIL3-Zertifizierung verfügbar.

Als weltweit erster universeller Drehzahl-signalwandler mit funktionaler Sicherheit koppelt P16800 Geschwindigkeitssignale aus den Messkreisen rückwirkungsfrei nach SIL4 aus und stellt die Signale in identischer Form an seinen Ausgängen bereit. Damit erübrigt P16800 bei der Nachrüstung von Triebfahrzeugen z.B. mit ETCS-Steuerungen den aufwendigen Einbau zusätzlicher Drehzahlgeber.

[www.knick-international.com/de](http://www.knick-international.com/de)

Halle 17/Stand 225

## Evolution der Bremse und Kupplung der Zukunft

Unter dem Motto „Break the limits, ride the flow“ präsentiert sich **Knorr-Bremse** auf der InnoTrans. Dabei werden fünf Innovationsbereiche: Traffic Flow, Ecological Footprint, Digital Solutions, Traveling Comfort und Operations & Maintenance vorgestellt.

Im Rahmen seiner „Evolution of Braking“ zeigt Knorr-Bremse in einem Großexponat von fast 11 m<sup>2</sup> eine Gegenüberstellung der neuesten Evolutionsstufe des hochoptimierten digital-elektropneumatischen Bremssystems und des zukunftsweisenden digital-elektromechanischen Bremssystems. Die Installation stellt die funktionalen Bausteine beider

innovativer Bremstechnologien plastisch dar und macht den Systemgedanken aus Bremssignalübertragung, Signalverarbeitung bzw. -verteilung und hochpräziser Bremskraftübertragung greifbar („Supply-Control-Act“). Das digital-elektropneumatische Bremssystem verfügt über die neueste CubeControl Bremssteuerungsgeneration, die ein nochmals weiterentwickeltes Zusammenspiel von Pneumatik („Brake-by-air“), Elektromechanik und Software für verbesserte Sicherheit, Zuverlässigkeit und Leistung ermöglicht. Das digital-elektromechanische Bremssystem demonstriert hingegen das innovative Funktionsprinzip

„Brake-by-wire“. Dank Elektrifizierung, Konnektivität, Luft- und Ölfreiheit sowie Gewichtersparnis von bis zu 15 % zählt es entscheidend auf Eco-Effizienz, maximale Performance, Nachhaltigkeit und Wartungsfreundlichkeit ein.

Im Güterverkehr der Zukunft wird Knorr-Bremse mit der Digitalen Automatischen Kupplung (DAK) und weiteren hochentwickelten Automatisierungstechnologien eine zentrale Rolle spielen. Hierzu verbindet Knorr-Bremse seinen Systemansatz aus hochqualitativer Hardware

(DAK), Automatisierungssystem und datengetriebenen Services zu einem Gesamtpaket für den effizienten Frachttransport – der Future Rail Freight Transportation. Unter anderem verfügt die weiterentwickelte Evolutionsstufe der DAK – die DAK 5 – erstmals über einen hochleistungsfähigen elektrischen Aktuator im Kupplungskopf, der das automatisierte Entkuppeln von Güterwagen und Lokomotiven ermöglicht.

[www.knorr-bremse.de](http://www.knorr-bremse.de)

Halle 1.2/Stand 250

## Weltpremiere: Kunststoffschwelle mit integrierter Schienenbefestigung



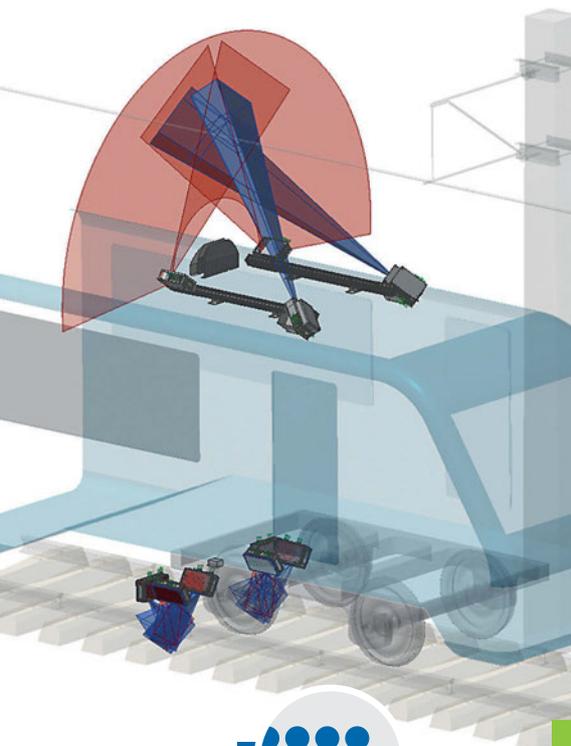
KLP Hybrid Polymer Gleisschwelle Typ 104 mit Stromanschluss

Quelle: Lankhorst

[www.lankhorstrail.com](http://www.lankhorstrail.com)

Halle 27/Stand 561

Die weltweit erste Kunststoffschwelle mit integrierten, in die Schwelle eingegossenen Schienenbefestigungen steht im Mittelpunkt des Messestandes von **Lankhorst Engineered Products**. Die KLP Hybrid Polymer Gleisschwelle Typ 104 – gezeigt wird eine Schwelle mit den Befestigungsclips Pandrol Fastclip und W14/W30 sowie einer Stromleitungsverbindung – macht die Bearbeitung der Bodenplatten vor Ort überflüssig und vereinfacht den Einbau von Kunststoffschwellen in Hauptgleisen, Weichen, Brücken und Tunneln. Die KLP Hybrid Polymer Gleisschwelle wird aus einem hochwertigen, duktilen Polymer hergestellt und mit Stahlstäben ummantelt. Während der Herstellung werden die Gleisbefestigungen in die geformte Schwellengeometrie eingearbeitet. Standardmäßig sind die KLP Hybridschwellen in drei Varianten hergestellt: Gleisschwellen der 100er Serie, Weichenschwellen der 200er Serie und Brückenschwellen der 400er Serie.



## bvSys Fahrweginspektion

Thema InnoTrans 2024:  
WireCheck – Evolution des Standards

**ProfileCheck & WireCheck: eine Kombination für hochpräzise Vermessung von Schienen- und Drahtprofilen**

Die Systeme zeichnen sich aus durch:

- Skalierbare Geschwindigkeit bis 250 km/h
- Leichte Integrierbarkeit, da geringer Platzbedarf sowohl unter als auch im Fahrzeug
- Hohe Messgenauigkeit
- Modulares Konzept
- Offenes System; dadurch leichte Adaption an landesspezifische Datenbanksystem bzw. zentrale Datenerfassung auf den Fahrzeugen
- Geringer Wartungsaufwand

Informieren Sie sich auf unserem Stand auch über die Vorzüge unserer anderen Systeme für die Fahrweginspektion  
**Freigelände Süd, Stand T02/70**



**bvSys**  
BILDVERARBEITUNGS SYSTEME

bvSys Bildverarbeitungssysteme GmbH

28357 Bremen

Alle Informationen zu unseren Systemen: [www.bvsys.de](http://www.bvsys.de)

## Flachstellendetektor

Der Flachstellendetektor GEL 2475FD von **Lenord+Bauer** verfügt über eine integrierte Erkennung periodischer Stoßbelastungen. So können Fehlstellen am Rad zuverlässig erkannt, klassifiziert und verortet sowie eindeutig von Schäden der Gleisinfrastruktur unterschieden werden. Die Signalisierung einer Flachstelle erfolgt ohne komplexe Bussysteme mittels analoger HTL-Signale. Der Detektor liefert zudem klassische Drehzahlsignale, sodass bestehende Pick-up-Sensoren einfach ersetzt

werden können. Die Systeme sind intern galvanisch voneinander getrennt und somit rückwirkungsfrei. Die Klassifizierung der Flachstellen in verschiedene Schweregrade hilft bei der frühzeitigen Erkennung. Die Warnschwellen sind je nach Einbauort und Intensität der Flachstellen kundenspezifisch einstellbar.

[www.lenord.com](http://www.lenord.com)

Halle 27/Stand 561

## Hochleistungsschienenfräszug Railmaster

Die **Linsinger Maschinenbau** stellt auf der InnoTrans ihr neuestes Flaggschiff, den Railmaster, vor. Bei der Entwicklung stand besonders die Modularität im Vordergrund. Neben dem klassischen Dieselaggregat kann zwischen einer Oberleitungsversorgung mittels Pantographen oder einer mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzelle gewählt werden, wobei zwei Energiesysteme redundant zum Einsatz kommen. Durch den konsequenten Verzicht auf Leistungshydraulik und den durchgängigen Einsatz elektrifizierter Komponenten konnte ein Optimum an Wirkungsgrad erreicht werden. In Eigenfahrt erreicht die Maschine 120 km/h. Durch das Zu- und Wegschalten der Antriebsmodule je nach Leistungsbedarf ist ein energieeffizienter Betrieb gewährleistet. Weiterhin kann

der Schienenfräszug mit einem vorlaufenden und einem nachlaufenden Messsystem ausgestattet werden.

Auch der zeitraubende Werkzeugwechsel wurde erleichtert: Die Bearbeitungsaggregate können während der Fahrt ins Innere der Maschine geschwenkt werden, um dort im geschützten Umfeld den Werkzeugwechsel durchzuführen. Danach können sie im laufenden Betrieb wieder abgesetzt werden. Somit gehören das mit Gefahren behaftete Verlassen der Maschine und die damit verbundenen aufwendigen Gleissperrungen der Vergangenheit an.

[www.linsinger.com](http://www.linsinger.com)

Freigelände Süd/Stand O-320



Der modular aufgebaute Schienenfräszug Railmaster

Quelle: Linsinger

## Human Centric Lighting auf den Bahnsteig

Bisher waren Leuchten, die das menschliche Wohlbefinden in den Mittelpunkt stellen, auf Bahnsteigen nicht zu finden. Mit der ENEC-zertifizierten Leuchte Varyo III der **LMT Leuchten + Metall Technik** ist dies nun zum ersten Mal möglich. Ausgestattet mit Reflektor, Lamellenraster und innerem Diffusor besitzt sie eine optimale Entblendung, perfekt geeignet für den Einsatz am Bahnsteig. Ihre tunable white LED mit einstellbarer Lichtfarbe (warme 2700 K bis kalte 5700 K) ermöglichen circadiane Beleuchtung und haben zudem eine deutlich erhöhte Lebensdauer. Verschieden konfigurierbar, z.B. 600 oder 1200 mm lang, mit symmetrischer oder asymmetrischer Ausstrahlung, bietet sie immer die perfekte Lösung, auch für Anwendungen abseits des Bahnsteigs. Ihr nach unten hin geschlossenes Gehäuse ist vandalismussicher bei trotzdem einfachem und sicherem Einbau.



Bahnsteigleuchte Varyo III am U-Bahnhof Römerstadt, Frankfurt a/M

Quelle: LMT

[www.lmtgmbh.de](http://www.lmtgmbh.de)

Halle 5.2/Stand 720

## USB-C PD Ladeports für den Fahrgastbereich



USB-C PD Ladesystem für Passagierbereiche

Quelle: Lütze

Mit den neuen USB-C Ladestrukturen bietet **Lütze Transportation** Erstausrüstern die Möglichkeit, vollständig auf 230 V Schuko-Steckdosen in Fahrgasträumen zu verzichten. Dank Power Delivery (PD) wird ein sicheres Laden mit hoher Geschwindigkeit ermöglicht, ohne den Akku zu beschädigen. Die USB-C Dose liefert 65 W Ausgangsleistung bei 5 bis 20 V und bis 3,25 A, ausrei-

chend für leistungsstarke Laptops und Tablets. Mit einer Energieeffizienz von über 80 % und einem Standby-Verbrauch von unter 50 mW wird das Bordnetz minimal belastet. Dank dynamischer Erkennung des Ladeprotokolls wird der Strombedarf des angeschlossenen Geräts erkannt und der Ladestrom effizient angepasst. Der Dauerbetrieb ist bei Temperaturen von -25 bis +55 °C möglich, mit einer Lebensdauer von 20 000 Betriebsstunden bei Vollast. Das neue USB-C Ladesystem erfüllt alle bahnrelevanten Normen, darunter EN 50155, EN 50121-3-2, EMV06, EN 61373 und EN 45545-2. Mit Abmessungen von 40 x 42 mm und einer Bautiefe von 40 mm ist das System deutlich kompakter als herkömmliche Schuko-Steckdoseneinheiten. Die passagierseitige Frontabdeckung ist nicht verschraubt, sondern von der Rückseite eingeklinkt, wodurch die USB-Dose passagierseitig nicht entfernt werden kann. Das USB-System arbeitet eingangsseitig mit 230 V AC und liefert ausgangsseitig max. 20 V.

[www.luetze-transportation.com](http://www.luetze-transportation.com)

Halle 27/Stand 650

## Klarlack SnapCure trocknet noch schneller



Lackiertechnik von Mankiewicz

Quelle: Mankiewicz

Mit der innovativen Lacktechnologie „SnapCure“ beschleunigt der Lackhersteller **Mankiewicz** signifikant den Lackierprozess von Schienenfahrzeugen. Die Klarlack-Produktinnovation SnapCure Clearcoat trocknet innerhalb von nur zwei Stunden bei Raumtemperatur im Vergleich zu marktüblichen acht bis zwölf Stunden Trocknungszeit. Das Lacksystem verfügt außerdem über einen hohen Festkörperanteil, sodass weniger Lösemittel emittiert werden. Zudem kommt es ohne Diisocyanate aus, wodurch ein Beitrag zum Mitarbeiterschutz geleistet wird. Dank patentierter Lackrezeptur ermöglicht die Technologie überdies eine speziell für den Bahnbereich angepasste Einstellung der Ver-

arbeitungsparameter wie Tropf- und Trocknungszeit und das unabhängig voneinander.

[www.mankiewicz.com/de](http://www.mankiewicz.com/de)

Halle 8.2/Stand 225

## Innovative Produkte für elektrifizierte Züge



ECS-LV100-Maxx, eine effiziente Kühllösung für Leistungselektronikmodule

Quelle: Mersen

Auf der InnoTrans 2024 wird **Mersen** sein innovatives Produktportfolio für elektrifizierte Züge, U-Bahnen, S-Bahnen und Busse vorstellen. Neben Hochtemperatur-Sammelschienen und Hochleistungs-Kühllösungen für elektronische Baugruppen zeigt Mersen auch ein digitales Überwachungssystem für Stromabnehmer, die in U- und S-Bahnen eingesetzt werden. Das digitale Stromabnehmergerät D-CCD überwacht die Qualität der Stromzufuhr zwischen den Stromabnehmern und der dritten Schiene. Eine patentierte Sensortechnologie in Kombination mit fahrzeuginternen Elektronikmodulen verarbeitet die Signale, speichert die Daten und ermöglicht eine drahtlose Kommunikation. Die Messgrößen sind die Temperaturerhöhung im Stromabnehmer, die Kraft auf die dritte Schiene und die Vibrationen, die auf den Stromabnehmer während seiner Fahrt einwirken.

Die vakuumgelötete Kühlplatte ECS LV100 Maxx ist die eine Lösung für eine effiziente Kühlung von Elektronikmodulen (Si und SiC LV100). Kein herkömmliches Kühlsystem kann die Wärmeleitfähigkeit und Homogenität des ECS LV100 Maxx erreichen, und auch der Druckverlust wurde im Vergleich zu bestehenden Kühllösungen anderer Hersteller optimiert. Das kompakte modulare Design der Kühlplatte ermöglicht die parallele Installation mehrerer Kühllösungen und spart so Bauraum.

Hersteller setzen zunehmend Wide-Band-Gap-Halbleiter (WBG) ein, um die Leistungsdichte in ihren Antrieben und Umrichtern zu erhöhen. Bei herkömmlichen Stromschienen kann jedoch die in den WBG entstehende Wärme ab einer Temperatur von 105 °C zum teilweisen oder vollständigen Versagen des Isolationsverbundes führen. Deshalb entwickelte Mersen die MHi-T-Sammelschiene, eine Kombination aus einer Reihe von Polymerfolien als isolierendem Dielektrikum und einem Hochtemperaturklebstoff. MHi-T-Sammelschienen können Betriebstemperaturen zwischen 130 °C und 180 °C problemlos standhalten.

[www.mersen.de](http://www.mersen.de)

Halle 9/Stand 220

## Zustand von Schiene und Zug zuverlässig überprüfen

Die Laserscanner von **Micro-Epsilon** erfassen, messen und bewerten Profile berührungslos auf unterschiedlichsten Objektoberflächen. Sie messen etwa Profil, Breite, Höhe oder Tiefe sowie viele weitere Messgrößen. Die verfügbaren Modelle sind mit verschiedenen Messbereichen erhältlich und bestens für Anwendungen im Bereich der Bahntechnik geeignet. Schwerpunkt des Messeauftritts sind in diesem Jahr Laserscanner der ScanControl Familie. ScanControl Sensoren kommen z.B. bei der Radreifenprofilmessung oder der Verschleißmessung des Schienenkopfes zum Einsatz. Bei letztgenanntem Anwendungsfall sind die Sensoren in speziellen Messwagons verbaut. Diese können den Zustand der Gleisköpfe auch bei hohen Geschwindigkeiten erfassen. Mithilfe von Micro-Epsilon Sensoren lässt sich der Zustand der Schienen zuverlässig überprüfen. Ein weiterer wichtiger Einsatzbereich ist die Radreifenprofilmessung mit ScanControl Sensoren. Hierbei erfassen die Sensoren das Radprofil durch halbseitige Aussparungen in den Schienen auf den Radreifen.



ScanControl Sensoren bei der Radreifen-Profilmessung

Quelle: Micro-Epsilon Messtechnik

[www.micro-epsilon.de](http://www.micro-epsilon.de)

Halle 27/Stand 170

## IEC 62443-4-2 zertifizierte Netzwerklösungen

Im Zuge der zunehmenden Automatisierung und des Übergangs zu autonom fahrenden Zügen gewinnt das Thema Cybersicherheit immer mehr an Bedeutung. Dies beantwortet **Moxa** mit den IEC



Router der TN-4900 Serie

Quelle: Moxa

62443-4-2 SIL2 zertifizierten Routern der TN-4900 Serie für Train Control Management Systeme (TCMS) und Ethernet Train Backbone Network Management (ETBN) – laut Hersteller der weltweit erste Router mit diesen Zertifizierungen. Die Geräte bieten ein Höchst-

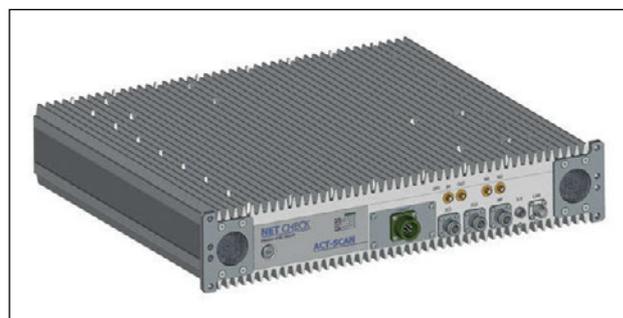
maß an Netzwerksicherheit und ermöglichen schnellere Upgrade-Zyklen für regelmäßige Sicherheits-Updates und neue Funktionalitäten. Als neueste Innovation zeigt Moxa die Ethernet Switches der Serie TN-4500B mit High-Density 8/12/16/20/24/28 Ports sowie bis zu 16 Gigabit-Ports. Sie bieten eine siebenmal höhere Rechenleistung als die Vorgängergeneration und sind IEC 62443-4-2 konform. Für beide Serien garantiert Moxa eine Verfügbarkeit von 15 Jahren mit Form-Fit-Function-Kontinuität für zukünftige Produktgenerationen. Die modulare Wi-Fi 6 Komplettlösung von Moxa erfüllt alle Anforderungen von anspruchsvollen Roaming-Anwendungen im Bereich der Train-to-Ground-Kommunikation (T2G). Die Lösung ermöglicht zuverlässige CBTC (Communication-Based Train Control)- und hochauflösende CCTV (Closed Circuit Television)-Netzwerke, wie sie für die Sicherheit und Effizienz im Schienenverkehr entscheidend sind.

[www.moxa-europe.com](http://www.moxa-europe.com)

Halle 4.1/Stand 550

## Autonome Messsysteme für bessere Internetkonnektivität

Die Mobilfunkqualität während Zugfahrten wird sowohl für den Kundenkomfort als auch für interne Betriebsabläufe immer relevanter. Doch zur Datenerfassung war bisher ein hoher Personalaufwand notwendig: Für jeden Datensatz mussten Messtechniker jede einzelne



ACT-Scan

Quelle: Net Check/Dirk Tessmer

Strecke abfahren. Jetzt bietet der ACT-Scan von **Net Check** einen neuen Weg: Als autonomes Messgerät scannt er kontinuierlich und automatisch die Umgebung nach relevanten Frequenzen ab. So liefert das System eine umfassende Datengrundlage zur gezielten Verbesserung der Konnektivität in Zügen und um die Zug-Land-Kommunikation zu verbessern, Wechselwirkungen von Mobilfunk und Betriebsfunk aufzudecken sowie betriebsrelevante Kommunikation sicherzustellen. Zudem ermöglicht es die Überprüfung der Erfüllung bestehender SLA und trägt zur Erprobung neuer Technologien bei. Der ACT-Scan kann mobil und stationär eingesetzt und aus der Ferne gesteuert werden. Er ist unter anderem nach CE, DIN EN 45545-2, DIN EN 50155 und DIN EN 50121 zertifiziert

[www.nc-group.net](http://www.nc-group.net)

Halle 4.1b/Stand 345

## Software zum Fahrzeug-Layout

Die Software TrainOptimizer von **Netwiss** dient zum einfachen Erstellen von Fahrzeuglayouts (ohne technische bzw. CAD-Vorkenntnisse) und zur Überprüfung der Layouts hinsichtlich Fahrgastwechselzeit, Gepäckverstaubarkeit und effektiver Sitzplatznutzbarkeit. Dies sind wesentliche Einflussgrößen auf die Effizienz der Fahrzeuge, so lässt sich bei einem gut gewählten Layout der Sitzplatzauslastungsgrad um bis zu 20 % anheben und die Fahrgastwechselzeit um bis zu 70 % reduzieren. Die Entwicklung erfolgte im intensiven Austausch mit den Anwenderinnen und Anwendern der Software. So wird aktuell an umfangreichen Funktionsverbesserungen gearbeitet, die die Erstellung von Layouts und ganzen Zügen noch einfacher gestalten und deutlich beschleunigen. Diese Funktionserweiterungen werden auf der InnoTrans erstmalig vorgestellt und bereits bestehenden Kunden ohne Mehrkosten zur Verfügung gestellt.

[www.netwiss.at](http://www.netwiss.at) Halle 6.1/Stand 210



Funktionsüberblick TrainOptimizer-Software  
Quelle: Netwiss

## Sichere Remote-Anwendungen

Auf der InnoTrans präsentiert **NewTec** Vernetzungslösungen für Remote-Anwendungen und sichere Update-Rollouts auf Basis von NTSecureCloudSolutions – NewTecs Hard- und Software-Framework für sichere Vernetzung. Mithilfe der NTSecureGateways mit kryptografischer Hardware-Engine können auch sicherheitsrelevante Inhalte (Steuerbefehle, Parametrisierungen etc.) auf Lokkomponenten übertragen und umgekehrt Sensordaten zentral über die Cloud ausgewertet werden. Durch Letzteres wird nicht nur eine zustandsbasierte Instandhaltung von Loks möglich, sondern auch eine gezielte Behebung kleinerer Funktionsprobleme via Remote-Zugriff. Perspektivisch sind damit auch autonomes Fahren oder eine Vernetzung von digitalen Zwillingen möglich. Weiter hat der TRDP-Mitgestalter NewTec im Rahmen von Safe4Rail / Connecta 3 einen Security-Layer für TRDP entwickelt, mit dem auch innerhalb von Zügen eine sichere Kommunikation vernetzter Steuergeräte und Komponenten möglich ist.



NTSecure Gateway 1000-V2  
Quelle: NewTec

[www.newtec.de](http://www.newtec.de)

Halle 6.1/Stand 410

## Die Schiene digitalisieren

Bahn digitalisieren, Transformation begleiten, Fortschritt ermöglichen: **Nextrail** ist Spezialist für die Einführung neuer Technologien in die Schienennetze und Fahrzeuge von morgen. Als Bindeglied zwischen Industrie und Bahnbetreibern unterstützen wir beratend die Durchführung von nationalen und internationalen Zukunftsprojekten. Interdisziplinär aufgestellt, bietet das Unternehmen das Prozess- und Systemwissen für eine ganzheitliche Betreuung von der technischen Expertise bis zur persönlichen Beratung. Wir arbeiten mit dem Ziel, die Digitalisierung des Bahnsystems zu optimieren. Mit unserem Fokus auf effiziente Prozesse und praxisnahe Lösungen helfen wir, neue Technologien zu implementieren. Wir navigieren Sie durch das Spannungsfeld zwischen komplexen Systemen und begleiten Sie von der Projektidee bis zur Realisierung. Die Leistungen von Nextrail reichen von der Konzeption über System Engineering, Data Management und Fahrzeugintegration bis Safety Management (inkl. Begutachtung) sowie Begleitung von Realisierungsprojekten.

[www.nextrail.com](http://www.nextrail.com)

CityCube Halle A/Stand 240



**BODAN**  
GLEISEINDECKUNGSSYSTEME  
LEVEL - CROSSING - SYSTEMS



**BO-TRACK**



**GMUNDNER  
FERTIGTEILE**



**InnoTrans 2024**  
24.–27. September · Berlin

**... wir sehen uns in Halle 25, Stand 320 und freuen uns auf Sie**

**Spezialprodukte**  
für den Verkehrswegebau

- Bahnübergangssystem BODAN
- GFK-Konstruktionen
- Betonfertigteile
- Kabelbauprodukte aus Beton und Kunststoff



## Neueste Wälzlagertechnik



NSK-Kegelrollenlager mit gepresstem Stahlkäfig für Bahntechnik Anwendungen *Quelle: NSK*

Zu den Exponaten, die **NSK Europe** auf der InnoTrans zeigt, gehört die neueste Generation der Wälzlager für Achsaggregate von Hochgeschwindigkeitszügen. Die RCT (Railway Cartridge Tapered)-Kegelrollenlager mit „Sealed Clean“-Dichtungen und rotierenden Endkappen kommen bereits in mehreren europäischen Hochgeschwindigkeitszug-Projekten zur Anwendung. Sie erreichen eine sehr lange Lebensdauer und nehmen dabei hohe Stoßbelastungen und Axiallasten sowie statische und dynamische Radiallasten auf.

Ein weiterer Fokus der NSK-Messepräsentation sind Wälzlager für Traktionsmotoren

von Schienenfahrzeugen. Hier kommt es auf Nachhaltigkeit und Kosteneffizienz an. Die Motoren sind hohen radialen und axialen Belastungen ausgesetzt und müssen oft bei hohen Stromstärken und Drehzahlen arbeiten. NSK bietet Zylinderrollen- und Rillenkugellager mit Isolationsbeschichtungen und hochfesten Käfigen, die unter diesen Bedingungen eine lange Lebensdauer erreichen. Zum Programm für Traktionsmotoren gehören auch Hybridlager mit Wälzkörpern aus Keramik und Lauffringen aus Stahl.

[www.nskeurope.de](http://www.nskeurope.de) Halle 20/Stand 270

## Innovative Lösungen für die digitale Infrastrukturplanung

Auf der diesjährigen InnoTrans stellt **Obermeyer** aktuelle Entwicklungen aus der digitalen Infrastrukturplanung vor. Das Highlight des Messeauftritts sind die täglichen Fachvorträge. Der Head of BIM, Steffen Scharun, präsentiert die Vorteile der BIM-GIS-Integration anhand aktueller Projekte wie dem Brenner Nordzulauf und der Stromtrasse Suedlink. In weiteren Vorträgen erläutert Maximilian Bade die Vorteile der digitalen Streckenplanung anhand des Hoch-

leistungskorridors Riedbahn. Ihnen werden von David Schammler die neuen Möglichkeiten des Informationsmanagements in großen Projekten vorgestellt, und Felix Eickeler zeigt die Vorteile der digitalen Bestandsaufnahme als Grundlage für effizientere Planungsprozesse auf.

[www.obermeyer-group.com](http://www.obermeyer-group.com)

Halle 26, Stand 330



**Bleiben  
Sie in der Spur!**

Mit dem Newsletter von

**Eurail  
press**

**Jetzt  
anmelden!**

[www.eurailpress.de/  
anmeldung](http://www.eurailpress.de/anmeldung)

## Abwaschbare Anti-Graffiti-Anschriftentafel



Anti-Graffiti-Anschriftentafel

Quelle: Oellerking

Die Schleswiger Tauwerkfabrik **Oellerking** ist führender Hersteller und Lieferant für Planenlösungen und Schiebeverdecksysteme im europäischen Güterwagensektor. Eine der neuesten Entwicklungen aus dem Hause ist die abwaschbare Anti-Graffiti-Anschriftentafel AG3G als Bestandteil der Haubenplane eines Shimmns- oder Rils-Wagens. Gerade Haubenwagen sind immer wieder begehrte Freiflächen für Graffiti-Sprayer. Dabei werden häufig auch die Anschriftentafeln besprüht, sodass der Betrieb des Wagens nicht mehr erlaubt ist. Die neue Anti-Graffiti-Anschriftentafel (AG3G) lässt sich leicht mit einem Spezialreiniger in einer Sprühflasche an Ort und Stelle säubern. Die verbesserte Oberflächenversiegelung gegen Graffiti (AG3G) erlaubt bis zu 20 Reinigungsvorgänge. Bestandswagen können problemlos bei neuer Planenbestellung mit abwaschbaren Anti-Graffiti-Anschriftentafeln ausgestattet werden. Die AG3G-Anschriftentafeln ersetzen dabei die klassischen Metalltafeln.

[www.oellerking.com](http://www.oellerking.com)

Halle 8.2/Stand 255

## Kabelverschraubungen nach Brandschutznormen

Für die Bahnindustrie liefert **Pflitsch** Kabelverschraubungslösungen, die mit hoher Vibrationsbeständigkeit, einer sehr guten Festigkeit gegen Steinschlag und besten Zugentlastungswerten weit über dem Standard liegen. So erfüllen die Kabeleinführungen die aktuelle Brandschutznorm EN 45545-2 und -3: Die Dichteinsätze aus dem Material TPE T80s und Silikon S55 sowie das Polyamid des Verschraubungskörpers entspricht den HL3-Anforderungen für den uneingeschränkten Einsatz in Zügen. Die verwendeten Dichteinsätze haben im Test die Feuerwiderstandsklasse E30 erreicht, halten also doppelt so lange dicht, wie die Norm es vorschreibt.

Die Pflitsch Kabelverschraubungen mit IP68 sind verfügbar in den Größen M12 bis M63 für Kabeldurchmesser 2,0 bis 54,0 mm. Um Platz zu sparen, kommen UNI Dicht-Mehrfach-Kabelverschraubungen zum Einsatz, durch die mehrere Kabel abgedichtet werden können. EMV-Varianten gegen elektromagnetische Störungen sind ebenso verfügbar wie Wellrohr-Durchführungen für Zugdächer- und -wände.

Ebenso zertifiziert sind die geteilten Systeme aus Metall und Kunststoff für die Einführung konfektionierter Kabel. Die Flansch-Systeme verfügen über drei integrierte Kabelverschraubungen in M25, die sich mit hundert verschiedenen Dichteinsätzen applikationsspezifisch abstimmen lassen.

[www.pflitsch.de](http://www.pflitsch.de)

Halle 12/Stand 450



Kabelverschraubung

Quelle: Pflitsch

## Neues Bahnsteuerungssystem PSSrail



Bahnsteuersystem PSSrail

Quelle: Pilz

Das Automatisierungsunternehmen **Pilz** zeigt in Berlin innovative Steuerungslösungen für die digitale Schiene. Highlight ist das neue sichere und modulare Bahnsteuerungssystem PSSrail, das Pilz erstmals vorstellt. Systemanbietern und Integrierten steht jetzt eine

Plattform bereit, um ihre Digitalisierungsprojekte schnell und maßgeschneidert umzusetzen. Das Steuerungssystem PSSrail erlaubt als Object Controller den digitalen Fernzugriff auf Stellwerke, die Steuerung

und Überwachung von Bahnübergängen oder von elektrisch orts-gesteuerten Weichen. Das Steuerungssystem ist kompatibel mit dem neuesten EULYNX-Standard. Stellvertretend für die vielfältigen Einsatzgebiete des neuen Bahnsteuerungssystems zeigt Pilz auf der Innotrans die Anwendung als Object Controller: Die Steuerung von Pilz übersetzt die digitalen Steuerbefehle aus den Stellwerken in Signale für gleisseitige Komponenten. Pilz zeigt auf dem Messestand das Zusammenspiel von Steuerungstechnik mit Signaltechnik des Pilz-Partners Pintsch. Das neue Bahnsteuerungssystem PSSrail besteht neben der Hardware auch aus einem Software-Suite zur Programmierung oder Konfiguration von Anwenderprogrammen. In einer Programmbibliothek sind bahnzertifizierte Funktionsblöcke hinterlegt und ermöglichen eine einfache und schnellere Implementierung. Auf dem Messestand können an einer Software-Demo die unterschiedlichen Möglichkeiten zur Konfiguration individueller Lösungen getestet werden.

[www.pilz.com](http://www.pilz.com)

Halle 27/Stand 550

## Mobiles Prüflabor für urbane Schienenfahrwege

Nahverkehrsbetreiber stellen besondere Anforderungen an Inspektion und Vermessung der Infrastruktur. Der Plasser InfraSpector Truck von **Plasser & Theurer** bewegt sich autonom auf Straße und Schiene und erlaubt ein besonders rasches Ein- und Ausgleisen bei beengten Platzverhältnissen. Im Gleis dient der InfraSpector Truck als Prüflabor, akkreditiert gemäß DIN ISO/IEC17025 – ein entscheidender Faktor für Qualität und Zuverlässigkeit der Messungen. Das mobile Prüflabor misst Gleisgeometrie, Schienenprofil längs und quer sowie Lichtraum- und Schotterprofil. Auf Wunsch sind weitere Parameter integrierbar. Der neue Plasser InfraSpectorTruck steht als Weltneuheit auf dem Freigelände Süd der InnoTrans.

Plasser & Theurer bietet mit der neuen Plasser InfraSpector-Serie individuell konfigurierbare Lösungen für Messung und Inspektion von Bahninfrastrukturen. Vier verschiedene Diagnostikbereiche beschäftigen sich mit relevanten Parametern für Fahrweg (B), Schiene (R), Weiche (S) und Oberleitung (C). Auf Wunsch wertet Plasser & Theurer diese als präzise Zustandsinformationen aus und überträgt sie in Handlungsempfehlungen. Durch ein umfassendes Partner-Netzwerk mit spezifischen Experten kann Plasser & Theurer diese Komplettpakete aus einer Hand anbieten. Das Portfolio umfasst Fahrzeuge und Systeme – auf Wunsch inklusive deren Wartung – oder Daten und Analysen, die als Dienstleistung bezogen werden.

Nachdem auch abseits des Nahverkehrs Messung und Inspektion ein großes Thema ist, stehen neben dem Plasser InfraSpector Truck selbstfahrende Messfahrzeuge genauso im Fokus wie die Integration in modulare Aufbauten auf Containertragwagen.



Der InfraSpector Truck nimmt Messungen an Fahrweg, Schiene, Weiche und Oberleitung vor.

Quelle: Plasser & Theurer

[www.plassertheurer.com](http://www.plassertheurer.com)

Halle 26/Stand 270; Freigelände Süd, Stände T2/Stände 50 + 55, T3/Stand 50

## Pendulum: Der wandelbare Sitz

Auf der InnoTrans präsentiert **Probatec** als Innovation den Pendulum Seat. Idee und technisches Grundkonzept zu diesem neuartigen Sitzmobilar für den Nahverkehr stammen aus der Feder der Siemens Designabteilung. Technische Realisierung und Fertigung entstanden in einem iterativen Entwicklungsprozess in einer partnerschaftlichen Kooperation zwischen der Siemens Mobility GmbH und Probatec. Der Pendulum Seat ist ein multifunktionales Sitzkonzept mit dem Ziel, eine universelle Antwort auf stetig wachsende Fahrgastzahlen zu geben. Der Sitz kann vom Zugführers aus zentral angesteuert werden, um die Fahrgastkapazität den jeweils vorliegenden Gegebenheiten temporär anzupassen. Hierzu kann der Sitz

in der Rushhour zum Zweck der Kapazitätssteigerung in der vertikalen Position vollautomatisch verriegelt werden, sodass ausschließlich Stehplatzfläche zur Verfügung gestellt wird und Fahrgäste den Sitz „nur“ als Anlehnhilfe nutzen können. In Nebenverkehrszeiten kann dann die Verriegelung aufgehoben und den Fahrgästen ein nahezu vollwertiger Sitz zur Verfügung gestellt werden. Nach Benutzung gehen die Sitze vollautomatisch wieder in die vertikale Ruheposition und verriegeln, bis der nächste Fahrgast den Sitz erneut bedient.

[www.probatec.de](http://www.probatec.de)

Halle 1.1/Stand 335



Pendulum Seat

Quelle: Probatec

## ProVI-Neuheit: Code Compliance Checking Plattform

Die Online-Plattform **ProVI CCC** zur automatisierten Regelwerksprüfung von 3D-Infrastrukturmodellen schließt eine technologische Lücke beim „Code Compliance Checking“ in der täglichen Planungspraxis. Dabei wird auf offene Datenformate und open-source Tools – kurz: maximale Transparenz – gesetzt. Denn der Nutzer hat Einblick in die hinterlegte Regel und kann die Logik der automatisierten Regelwerksprüfung auch ohne Programmierkenntnisse nachvollziehen. Die Prüf-

prozesse laufen automatisiert und unter geringem Personaleinsatz ab. Bauherren und öffentliche Verwaltungen profitieren von der Lösung, denn die automatisierte Modellprüfung steigert gleichzeitig die Qualität von Modellen und die Effizienz der Bearbeitung nachhaltig und beschleunigt Prüf- und Genehmigungsprozesse.

[www.provi-cad.de](http://www.provi-cad.de)

Halle 5.2/Stand 135

## Wasserstoff-Brennstoffzellen-System „HyCabinet S24“

Die Deutsche Bahn hat das Auslaufen der Dieseldiesgeneratoren in der Notstromanwendung bis 2026 formalisiert. Als Alternative für unterbrechungs- und emissionsfreien Strom, wie dies bei Stellwerken notwendig ist, bieten sich Wasserstoff-Brennstoffzellen-Systeme an. **Proton Motor Fuel Cell** kann aktuell die erfolgreiche Übergabe und den Abschluss des stationären Folgeauftrags an die DB-Tochter DB Bahnbau Gruppe GmbH bekanntgeben. Proton Motor hat ein komplettes Wasserstoff-Brennstoffzellen-Notstromsystem geliefert, das den Standortabnahmetest sowie die Serien- und Betriebsprüfung bestanden hat. Zum Lieferumfang gehört unter anderem das Plug-and-Play-Brennstoffzellen-System „HyCabinet S24“ für den Innenbereich, das aus drei vollredundanten „HyModule S8“-Systemen besteht. Die neuen Lösungen werden von der DB Bahnbau Gruppe unter den Markennamen „EnerRail H024“ und „EnerRail H048“ geführt. Bereits seit 2015 besteht eine Kooperationsvereinbarung, unter der bereits 23 Wasserstoff-Brennstoffzellen-Systeme von Proton Motor Fuel Cell für verschiedene netzunabhängige Stromversorgungseinheiten entwickelt und geliefert wurden. Neben dem „HyCabinet S24“-Produkt mit einer Nennleistung von 24 kW, das zur Installation in einer Bahnleitstelle im Großraum Berlin bestimmt ist, hat Proton Motor zudem von der „H2tec AG“ die erste Folgebestellung erhalten. Der Kunde fungiert als Full-Service-Dienstleister für Brennstoffzellen-Notstromsysteme im Auftrag des Schweizer „Bundesamt für Straßen“ (ASTRA), das 300 Straßentunnel in der Schweiz betreibt.



HyCabinet-S24-Produkt basiert auf drei HyModule-S8-Systemen.

Quelle: Proton Motor

[www.proton-motor.de](http://www.proton-motor.de)

Halle 25/Stand 440

## Innovative Interconnect-Lösungen

Als ein weltweit tätiges Unternehmen in Design, Entwicklung und Herstellung von Interconnect Lösungen setzt **Radiall** mit Hochleistungs-Rundsteckverbindern und fortschrittlichen Glasfaserkabeln seinen Fokus auf Schienenfahrzeuge, Signaltechnik und Bordkommunikationssysteme. Die Produkte sind bekannt für Zuverlässigkeit, Flexibilität und Langlebigkeit und sind so konzipiert, dass sie unter extremen Bedingungen wie Vibrationen, Temperaturschwankungen und Feuchtigkeit zuverlässig funktionieren. Neben standardisierten Produkten bietet Radiall maßgeschneiderte Lösungen, die speziell auf die Bedürfnisse der Kunden zugeschnitten sind und sowohl technische Beratung als auch individuelle Anpassungen an bestehende Systeme umfassen.

[www.radiall.com/industries/rail](http://www.radiall.com/industries/rail)

Halle 12/Stand 110

GEO

DIGITAL

GEOPAC für ELITECAD 16

Softwarelösungen für die Planung  
schienegebundener kommunaler Verkehrswege

GEO DIGITAL GmbH | Vogelsanger-Weg 80 | 40470 Düsseldorf | [www.geodigital.de](http://www.geodigital.de)

Besuchen Sie uns auf der InnoTrans 2024 in Halle 5.2 | 775

## Silent-Track-Hobelschleifen

Nach mehrjähriger technischer Entwicklung und Erprobung hat **RailTechnology** ein neues und innovatives Verfahren der mobilen Schienenbearbeitung eingeführt: das Silent-Track-Hobelschleifen (ST). Die einzigartige Hobelschleiftechnik ST arbeitet mit drei Hobelschleifklötzen pro Schiene, die so eingestellt werden können, dass sie jedes Schienenprofil bei Schienen aller Art herstellen können, einschließlich eingedeckter Rillenschienen, Weichen und Kreuzungen. Für das ST-Hobelschleifen ist es nicht erforderlich, Achszähler, Erdungsverbindungen, Schmiervorrichtungen, Isolierstöße oder sonstige an der Schiene oder im Gleisbett befestigte Vorrichtungen auszubauen. Das bringt gegenüber anderen Methoden

eine deutlich höhere Produktivität und sinkende Kosten mit sich, da Züge, die auf den durch das ST-Hobelschleifen instandgehaltenen Strecken fahren, weniger unter mechanischem Verschleiß und mechanischen Schäden leiden. ST-Hobelschleifen verursacht nur minimal Stäube oder Abriebteilchen, die mit dem bordeigenen Absaugsystem direkt entfernt werden. Jetzt schon überzeugt von der ST ist die Schwebbau GmbH & Co. KG. Der langjährige und enge Geschäftspartner nimmt die Maschine ab Zulassung in den Einsatz.

[www.railtechnology.com](http://www.railtechnology.com) / [www.schwebbau.de](http://www.schwebbau.de)  
 Halle 25/Stand 605; Freigelände 03/Stand 70



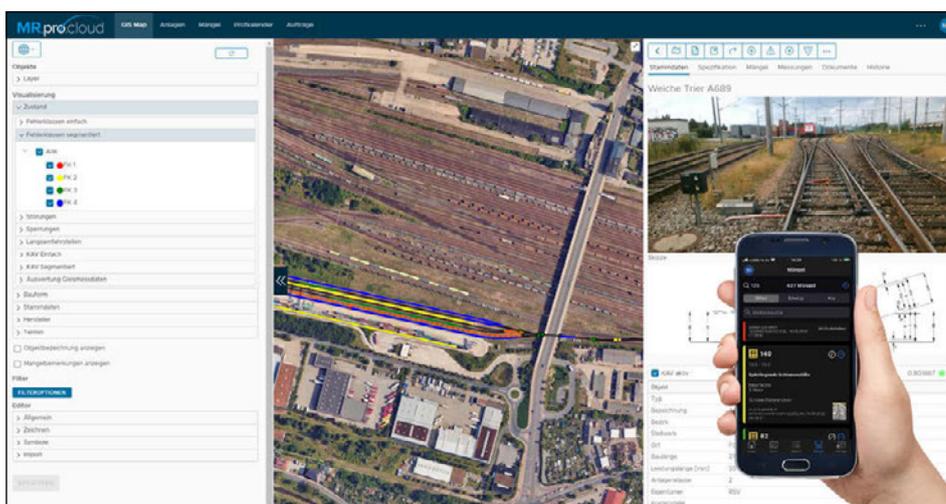
Fahrzeug zum Silent-Track-Hobelschleifen



Hobelschleifklotz

Quelle: RT

## Big Picture für eine ganzheitliche Infrastrukturbewirtschaftung



Digitalisierung macht Infrastrukturmanagement papierlos transparent und effizient.

Quelle: Rhomberg Sersa Vossloh

wortlichen den nötigen Durchblick zu geben und Zusammenhänge aufzuzeigen (Big Picture). Dank des integrierten Workflows mit minimalem Datenpflegeaufwand, der die bereits erfassten Daten durchgängig im gesamten Instandhaltungsprozess verwendet, entfällt jegliche Doppelerfassung.

Die Infrastruktur ist ein komplexes Zusammenspiel verschiedener Fachdisziplinen, mit einer Vielzahl unterschiedlichster Netzobjekte, die in einem räumlichen und inhaltlichen Zusammenhang stehen und als Gesamtsystem wirken. Für den Überblick über das große Ganze und den Gesamtzusammenhang von derart komplexen Inhalten sind Big Pictures bestens geeignet. Dazu ist es sinnvoll, alle Objekte strukturiert in einer einzigen Datenbank mit einheitlichem Ordnungsrahmen zu verwalten, um von vorneherein System- und Medienbrüche zu vermeiden. Die von **Rhomberg Sersa Vossloh** entwickelte Software MR.pro ist auf das Gesamtsystem Bahninfrastruktur ausgelegt und dennoch so aufgebaut, dass sie den spezifischen Anforderungen jeder Anlagenart und -gattung entspricht. Damit ist die Software in der Lage, Anlagenverant-

## Neuheiten für Gleisbau, Instandhaltung und Automatisierung



Rorunner E<sup>3</sup>

Die Unternehmen der **Robel-Gruppe** zeigen neue Lösungen für Infrastrukturinstandhaltung, Logistik, Automatisierung und Service, die alle eines gemeinsam haben: mehr Arbeitssicherheit, höhere Prozessgeschwindigkeit und den Fokus auf Ökonomie und Ökologie.

Die „3 D“ – Dekarbonisierung, demographischer Wandel und Digitalisierung – stehen im Vordergrund bei allen Lösungen, die von den Unternehmen der Robel-Gruppe gezeigt werden. Präsentiert werden vier schienengebundene Fahrzeuge und mehr als 25 Gleisbaumaschinen und Messgeräte sowie Dienstleistungen. Robel zeigt im Bereich der handgeführten Maschinen neue Elektro- und Hybridantriebe für Schraub-, Schleif-, Stopf- und Bohrmaschinen. Am Außengelände demonstriert die neue Rowrench 8-Spindel Schraubmaschine die Vorteile der Automatisierung bezüglich Prozessgeschwindigkeit und -qualität.

Eine InnoTrans-Weltneuheit stellt der Rorunner E<sup>3</sup> Hybrid- Gleiskraftwagen für München dar: Der kombinierte Stromschienen- und Batteriebetrieb ermöglicht deutlich beschleunigtes und emissionsfreies Arbeiten in der U-Bahn. Das selbstfahrende, elektrische Respect Messfahrzeug ist das erste Produkt für Schieneninspektion und Gleismessung aus der Kooperation der Gruppe: Messtechnologie von Vogel & Plötscher, Akku- und Fahrzeugtechnik von Robel, Datenauswertung von Robel Rail Automation.



Respect Messfahrzeug



Querprofilmessgerät PML

Quellen: Robel

Vogel & Plötscher liefert u.a. neue, digitale Lösungen für die Querprofilmessung (PML) in handgeführter oder maschinenintegrierter Ausführung sowie Geräte zur Detektion von Risstiefen und Unregelmäßigkeiten der Schienenoberfläche (RSCM). Das PML ist in zwei Varianten verfügbar, die beide dieselbe Handhabung haben. Während PML V auf Vignolschienen genutzt wird, kann PML VG zusätzlich das Schienenprofil von Rillenschienen erfassen. Die Messauflösung liegt bei 0,01 mm, das Messintervall bei 0,14 mm bei einer Messunsicherheit von < 0,1 mm. Der Dienstleister Plasser Robel Services präsentiert sein markenübergreifendes Serviceprogramm für schienengebundene Fahrzeuge, darunter neu der Uptime Service mit Miet- und Gebrauchtmaschinen.

[www.robels.com](http://www.robels.com)

Halle 26/Stand 480; Freigelände T02/Stand 60 und T03/Stand 55

## Aktualisierte Testprozeduren und -einrichtungen für veränderte Klimabedingungen

Klimatests waren und sind für die Entwicklung moderner Schienenfahrzeuge von großer Bedeutung. Der Klima-Wind-Kanal Wien von **Rail Tec Arsenal (RTA)** bietet die Möglichkeit, Wettereinflüsse auf Fahrzeuge und Komponenten unter realistischen Betriebsbedingungen zu untersuchen. Für Klimatests an einem wasserstoffbetriebenen Triebzug wurde eine permanente Wasserstoffversorgung der Brennstoffzellen über einen außerhalb des Gebäudes abgestellten Wasserstoff-Trailer mit Übergabestation und Einbindung in die Sicherheitssteuerung realisiert. RTA schafft durch die Entwicklung von neuen Testeinrichtungen und spezifisch angepassten Klimatestprozeduren bestmögliche Bedingungen zur Optimierung und vorbeugenden Qualitätssicherung von Schienenfahrzeugen, z.B. Notlüften, Standby- oder Energiesparbetrieb des Klimasystems oder Klimawechseltests. Neue Testeinrichtungen tragen dazu bei, die Reproduzierbarkeit von Klimatests und deren genaue Dokumentation der Versuchsparameter zu verbessern. Z.B. kann mit den neuen Schneedüsenverteilern der Schnee nun deutlich besser „charakterisiert“ und dokumentiert werden.

[www.rta.eu](http://www.rta.eu)

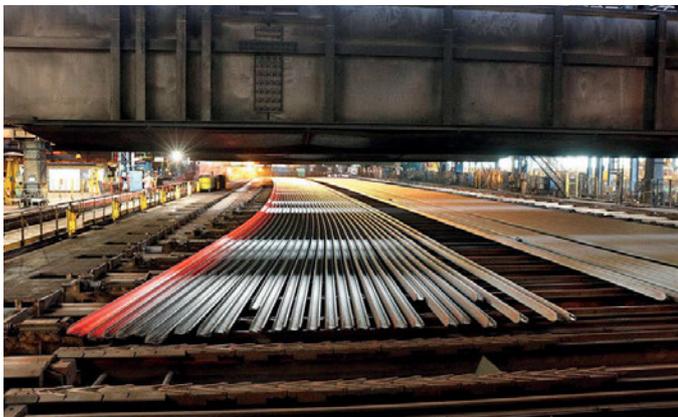
Citycube A/Stand 325



Klimatest mit dem ICE L bei der RTA

Quelle: RTA

## Green Rails



Schienen von Saarstahl Rail

Quelle: Saarstahl Rail

Durch die Verwendung von CO<sub>2</sub>-reduziertem Stahl bietet **Saarstahl Rail** umweltfreundlichere Mobilitätslösungen für eine klimafreundliche Bahnindustrie. Die „grünen“ Schienen von Saarstahl Rail geben Schienennetzbetreibern die Möglichkeit, die CO<sub>2</sub>-Emissionen nochmals zu reduzieren. Saarstahl Rail liefert jährlich 300 000 t Schienen in fünf Kontinente. Bei der Herstellung der „grünen“ Schienen setzt Saarstahl Rail auf das Modell der Kreislaufwirtschaft und bietet auch das Recycling und die Verwertung von Altschienen an. Diese Schritte übernimmt das Werk Saarstahl Ascoval im französischen Saint-Saulve. Dort wird der Schrott der Altschienen eingeschmolzen und der im Elektrolichtbogenofen produzierte Qualitätsstahl in Vorblöcken zu Saarstahl Rail geliefert, wo er zu Schienen verarbeitet wird. Bei der Herstellung der „grünen“ Schienen fallen bis zu 70 % weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen als beim herkömmlichen Produktionsprozess an, der Eisenerz und Kohle als Rohmaterialien nutzt.

[www.saarstahl-rail.fr](http://www.saarstahl-rail.fr)

Halle 21/Stand 210

## Neue Produkte für höchste Sicherheit

Auf der InnoTrans 2024 präsentiert **Schaltbau** drei neue Produktlösungen, die Bahnbetreiber dabei unterstützen, Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Zuverlässigkeit zu steigern und gleichzeitig Ausfallzeiten und Wartungskosten minimieren.

- Mit neuen Varianten der CP- und CF-Schütz-Serien ergänzt Schaltbau sein Portfolio an Hochleistungsschützen. Zudem wird erstmalig ein Prototyp eines intelligenten CP Bahnschützes zu sehen sein.

- Als Teil hochmoderner Elektrik für Schienenfahrzeuge bietet Schaltbau mit dem PAD 41 einen elektrischen Notbremsgriff für den jahrelangen störungsfreien Betrieb.

- Schaltbaus neuer Schnappschalter S900 wurde für eine besonders lange Lebensdauer und maximale Betriebsbereitschaft entwickelt.



Neue Schütze von Schaltbau



Notbremsgriff PAD 41  
Quelle: Schaltbau

[www.schaltbau.com/de/loesungen/rail/](http://www.schaltbau.com/de/loesungen/rail/)

Halle 2.2 b/Stand 110

## Trinkwasserschläuche mit Brandschutz

Neu bei **Schauenburg Industrietechnik** und damit auf der InnoTrans sind die zertifizierten Trinkwasserschläuche mit Brandschutz nach EN 45545-2. Diese Schläuche entsprechen der neuesten Norm der Trinkwasserverordnung und erfüllen zugleich die Brandschutznorm nach neuestem Stand. Bisher galt es als technische Herausforderung, die Bedingungen für die neuesten Anforderungen für Trinkwasser und Brandschutz in einem Produkt zu erfüllen. Schauenburg bietet Ihnen hierfür zwei Lösungen.

- Den Schutz des Trinkwasserschlauchs mittels des F88SC Feuerschutzschlauchs, mit dem der Schlauch im Verbund nach EN45545-2 geprüft wurde.

- Einen Trinkwasserschlauch mit veränderter Außendecke, die nach EN 45545-2 erfolgreich geprüft wurde.

Mit dem Konzept der One Stop Solution bietet Schauenburg alle Produkte und Dienstleistungen als Systemlieferant aus einer Hand.

[www.sb-it.com](http://www.sb-it.com)

Halle 5.2/Stand 475

## Planungen reduzieren auch CO<sub>2</sub>e-Fußabdruck

Die Anforderungen an die Verkehrsinfrastruktur sind groß, die Herausforderung ist komplex. Die Sicherung der Mobilität von morgen, die Aufrechterhaltung und der nachhaltige Ausbau unserer Verkehrsnetze gehören zu den zentralen Aufgabenbereichen von **Schüßler-Plan**. In jedem Projekt vereint das Unternehmen seine Kompetenzen und Leistungen auf Neue und bietet ein breites und individuell zugeschnittenes Leistungsspektrum: Von der Verkehrsinfrastrukturplanung, der Objekt- und Tragwerksplanung von Hoch- und Ingenieurbauwerken über das Bau- und Projektmanagement bis hin zur Geotechnik arbeiten wir interdisziplinär, digital und ganzheitlich zusammen – auch in der Gesamtverantwortung als Generalplaner. Die Digitalisierung der Arbeitsmethoden und -prozesse erlaubt, die Zusammenarbeit und Kommunikationswege lean, agil, effizient und auf die Bedürfnisse der Kunden zugeschnitten zu gestalten. Dabei arbeitet Schüßler-Plan auch an neuen Methoden, Instrumenten und Wegen, um den CO<sub>2</sub>e-Fußabdruck der Branche und des Unternehmens zu reduzieren.

[www.schuessler-plan.de](http://www.schuessler-plan.de)

Halle 5.2/Stand 640

# SHAPING THE FUTURE OF RAIL INFRASTRUCTURE



Visit us in Berlin,  
24 – 27 September 2024  
Hall 26, Stand 975  
[vossloh-innotrans.com](https://vossloh-innotrans.com)



## Biobasierte feuerhemmende Harze

Auf der InnoTrans wird **Scott Bader** seine innovativen biobasierten Harze Crestafire Bio P1-8001 und P1-8003 vorstellen. Die neue chemische Formel bietet eine nachhaltige Alternative zu traditionellen Phenolverbindungen und liefert Hochleistung und Feuerbeständigkeit bei gleichzeitig geringerer Umweltbelastung. Die Harze sind aus Zuckerrohrabfällen abgeleitet und bieten Schienenfahrzeugherstellern eine hundertprozentig biobasierte Lösung, welche die strengen europäischen EN 45545-Standards für die Brand-, Rauch- und Toxizitätskontrolle (FST) erfüllt. Die Leistung der Crestafire-Bioharze ist so gut, dass die EN 45545 FST-Standards auch dann erfüllt werden, wenn sie als eigenständige Lösung – ohne Gelcoat – verwendet werden. Außerdem wird während der Aushärtephase nur Wasserdampf freige-

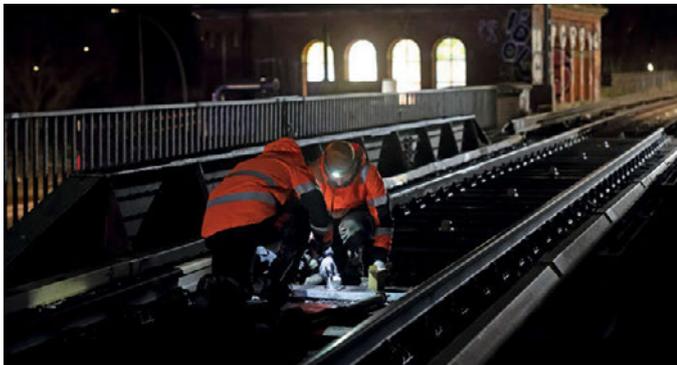
setzt, sodass die Bediener keinen potenziell gefährlichen flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) ausgesetzt werden. Die einfachere Lagerung stellt einen weiteren Vorteil dar, weil die Harze bei Raumtemperatur sechs Monate lang aufbewahrt werden können, während traditionelle Produkte Petrochemikalien enthalten und sorgfältig kontrolliert bei 5 °C gelagert werden müssen.

Ebenfalls im Fokus der InnoTrans wird die Präsentation der neuesten Scott Bader Saertex Crestafire LEO-Systeme stehen, bei denen eine Gewichtsreduzierung des Fahrzeuggewichts zu einem geringeren Energieverbrauch und einer höheren Kraftstoff- / Batterieeffizienz führt.

[www.scottbader.com](http://www.scottbader.com)

Halle 8.2/Stand 260

## Gleisüberwachung mittels WCM



Gleisüberwachung mittels WCM

Quelle: Senceive

Als einer der Pioniere von Wireless Condition Monitoring (WCM) bietet **Senceive** Komplettlösungen – vom Sensor über die Kommunikation bis hin zur cloud-basierten Datenvisualisierung. Sowohl

Rohdaten als auch abgeleitete Größen wie Überhöhung, Verwindung, vertikale Pfeil- und Längshöhe können generiert, visualisiert, alarmiert und bei Bedarf an übergeordnete Datenbankplattformen weitergeleitet werden.

Wenngleich häufig als synonym zu Neigungssensoren verstanden, bietet WCM weitaus mehr: Parameter von Sensoren unterschiedlichen Signaltyps lassen sich sukzessive einbinden. Dabei kann es sich um geometrische Größen, wie durch Laserdistanz- oder Rissensoren erfasste 1D-Streckenänderungen, aber auch um eher geotechnische Größen, wie z. B. Grundwasserstand, Dehnung bzw. Stress („Strain“) oder Bodenfeuchte, handeln. Des Weiteren lässt sich das Potenzial aktiver Sensorik voll ausschöpfen, indem bei der Überwachung von Hängen oder Fangzäunen die Sensorik über das voreingestellte Intervall hinaus auch zwischendurch wachsam bleibt und bei Grenzwertüberschreitung selbstständig aufwacht, Alarme generiert und z. B. via Kamera aus der Ferne „Einsicht“ in das Szenario gewährt.

[www.senceive.com](http://www.senceive.com)

Halle 22/Stand 275

SOLUTIONS YOUR WAY.

**RAILONE**  
70 YEARS OF CONCRETE ENGINEERING

VISIT US  
AT THE  
INNOTRANS  
Hall 26, Booth 790

INNOVATION  
AUS TRADITION

Seit über 70 Jahren bedeutet Engineering für RAILONE, nachhaltige und wirtschaftliche Lösungen für komplexeste Anforderungen im Personen- und Güterverkehr zu entwickeln.

Mit wegweisenden Innovationen, der erforderlichen Präzision und zielorientierter Herangehensweise schaffen unsere Ingenieure perfekte Konzepte und maßgeschneiderte Lösungen für nationale und internationale Kundenprojekte.

RAILONE Engineering ebnet den Weg für alle Bahnprojekte, immer und überall.

[www.railone.com](http://www.railone.com) 

## Rutschsicherheit durch CleanGrip

Die **SFS Safety Flooring Systems** zeigt ihre aktuelle Produktentwicklung von CleanGrip. Schon in der Entwicklung war Umweltfreundlichkeit bei stets hoher Qualität eine der höchsten Prioritäten. Zudem sollte eine leicht zu reinigende, mit guten Brandeigenschaften versehene Alternative für rutschsichere Innenräume geschaffen werden. Nach der für Zuginnenräume relevanten Brandnorm DIN EN 45545-2 wird hier eine Einstufung auf HL2, für den transparenten Belag sogar HL3, erreicht. In Verbindung mit der Rutschhemmung R10 nach DIN EN 16165 ist er somit ideal geeignet für jeden Einstiegsbereich.

[www.sfs-safety.de](http://www.sfs-safety.de)

CityCube B/Stand 100



CleanGrip

Quelle: SFS

## Elastische Kupplung mit kurzer Baulänge



„Aufgeschnittene“ Gelenkscheibenkupplung „SGFlex-5FD-Rail“ Quelle: SGF

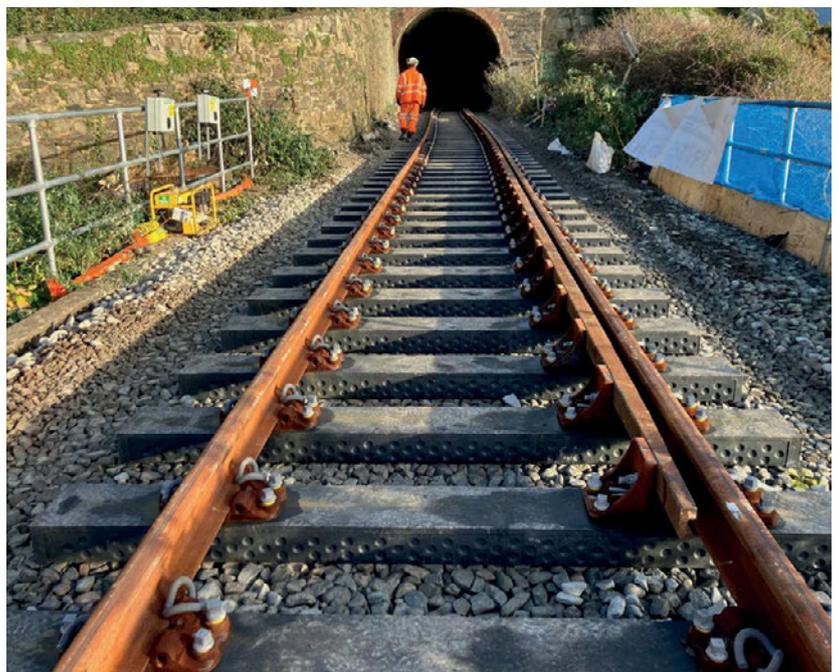
Die neue **SGF** Gelenkscheibenkupplung „SGFlex-5FD-Rail“ bringt die Vorteile der fadenarmierten Gummielemente in teilabgefederter Schienenfahrzeugantriebe. Bei Drehzahlen von max. 6000 U/min und Nennmomenten von ca. 1000 Nm sind die elektrische Isolierung und die einfache Montage dieser Kupplungsbauart gegeben. Weitere herausragende Eigenschaften sind die geringe Steifigkeit bei Verlagerungen und ein neu integriertes Rutschelement zur wirksamen Begrenzung von Drehmomentspitzen. Die elastischen Elemente der Kupplung sind wartungsfrei, kommen ohne Öl und Schmierstoffe aus und erreichen eine Lebensdauer von bis zu zwölf Jahren. Darüber hinaus erfüllt die Kupplung die Brandschutzklasse HL3 nach DIN EN 45545-2, was sie zur sicheren Wahl für moderne Schienenfahrzeugantriebe macht.

[www.sgf.com](http://www.sgf.com)

City Cube Halle A/Stand 240

## Kunststoffbahnschwellen aus Recycling-Material

In den letzten zwei Jahrzehnten hat **Sicut Enterprises** Kunststoffschwellen in über 20 Ländern, darunter Deutschland, Skandinavischen Ländern, Großbritannien, die Niederlande, Österreich, Spanien, die USA und Australien, eingebaut. Die Schwellen werden in Strecken, Weichen, Kreuzungen und Brücken bei Stadt- und Vollbahnen eingesetzt. Die Schwellen tragen auch dazu bei, die Umweltziele zu erreichen. Hierzu gehört der geschlossene Recycling-Kreislauf von Kunststoffabfällen, indem sie 6 Mio. Plastikflaschen pro Kilometer Gleis wiederverwenden. Ein Kilometer Gleis auf Sicut-Schwellen spart 185 t CO<sub>2</sub>e im Vergleich zu unbehandeltem Hartholz. Sicut-Schwellen haben die Anwenderfreigabe und HPQ-Zertifizierung der Deutschen Bahn, die Produktzulassung von Network Rail, die Zulassung der schwedischen Transportbehörde sowie umfangreiche europäische und US-amerikanische öffentliche Transportzulassungen erhalten. Darüber hinaus ist Sicut nach US AREMA Ch 30 und ISO 12856:2020 getestet und hat eine EPD für die Einhaltung von PAS 2080:2016. Sicut ist auch eines von nur drei Unternehmen, die für den Innovation Award der Deutschen Bahn 2024 nominiert wurden.



[www.sicut.com](http://www.sicut.com)

Halle 23/Stand 340B

Strecke mit Sicut-Kunststoffschwellen

Quelle: Sicut

## API erbringen Mehrwert für Xcelerator

Bei **Siemens Mobility** steht die digitale Strategie für mehr Nachhaltigkeit im Fokus. Ein wichtiges Thema ist dabei die offene digitale Geschäftsplattform Xcelerator, das für Betreiber und Instandhalter von Bahnanlagen alles Wesentliche in einem einzigen Mobilitäts-Ökosystem zusammenfasst. Sie wurde 2022 eingeführt. Durch digitale Services und Anwendungen, die auf standardisierten API (Application Programming Interface) basieren, wird ein Mehrwert für den Kunden geschaffen. In diesem Jahr geht Siemens noch einen Schritt weiter und zeigt, wie dies im Fahrgastbetrieb umgesetzt, wie das Lebenszyklus- und Betriebsmanagement verbessert und wie die fortschrittliche Automatisierung vorangetrieben wird. Durch eine nahtlose Verbindung von realer und digitaler Welt können die Netzkapazitäten maximiert, kann die Auslastung der Züge gesteigert und eine 100%ige Systemverfügbarkeit gewährleistet werden. Ein weiteres Ziel von Siemens ist es, Software und Dienstleistungen anzubieten, die IT und OT kombinieren, um die Effizienz und Effektivität des Bahnbetriebs zu steigern und gleichzeitig die Kosten über den gesamten Lebenszyklus zu senken. Dies wird durch eine breite Palette an Lösungen erreicht. Siemens bietet eine umfassende App-Suite für die Instandhaltungsintelligenz von Infrastruktur, Fahrzeugen und Anlagen, die dazu beiträgt,

die mit der Produktion verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen zu minimieren. Abgerundet werden diese Betreiberlösungen durch die Mobility-as-a-Service (MaaS)-Fahrgastplattformen, die mehrere Dienste in einer App vereinen. Auf der InnoTrans 2024 wird Siemens Mobility eine Weltpremiere in der Signaltechnik präsentieren. Betreiber können mithilfe von digitalen Signalisierungs- und Elektrifizierungslösungen sowohl die Netzkapazitäten als auch die Energieeffizienz weiter optimieren. Die Cloud-Infrastruktur mit ihrer Möglichkeit der Virtualisierung und Georedundanz von verschiedenen Hardwarekomponenten wie Stellwerks- und ETCS-Systeme trägt erheblich zur Senkung der Wartungs- und Betriebskosten bei. Train2Cloud: Mit dem digitalen Signalsystem für den urbanen Schienenverkehr präsentiert Siemens Mobility die neuesten Innovationen wie 5G-Konnektivität sowie die weltweit erste Umrüstung eines bestehenden GoA 4-Metro-Systems auf ein neues GoA 4-CBTC-Automatisierungssystem.

[www.mobility.siemens.com](http://www.mobility.siemens.com)

Halle 27/Stände 220, 230; Freigelände O/Stand 610, T 6/ Stände 40, 45, 50, T 7/Stand 40

## Photovoltaik-Wechselrichter

PV2Rail ist ein Photovoltaik-Wechselrichter, der darauf ausgelegt ist, direkt in das einphasige 16,7 Hz- oder 50 Hz- Bahnstromnetz einzuspeisen. Dieser Wechselrichter von **Smart Railway Technology** ermöglicht die direkte Nutzung von erneuerbaren Energien in der unmittelbaren Nähe von Bahntrassen, ohne den kostspieligen und verlustbehafteten Umweg über das dreiphasige Energieversorgungsnetz gehen zu müssen. Der kompakte Photovoltaik-Wechselrichter hat eine Nennleistung von 100 kW und erfüllt alle relevanten Normen und Standards. Smart Railway Technology ist Hersteller von Einzelgeräten wie Batterieladegeräten oder Klimaumrichtern bis hin zu kompletten Bordnetzumrichtern für Reisezugwagen und Triebzüge.

[www.smart-railway.de](http://www.smart-railway.de)

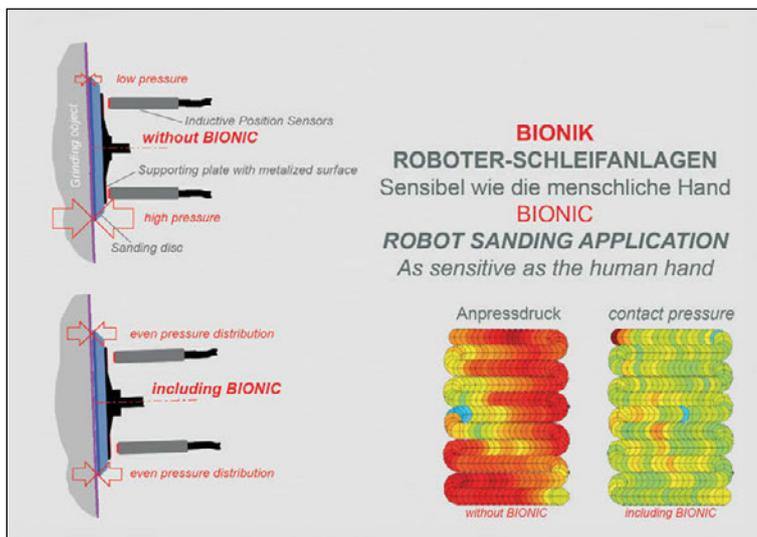
Halle 17/Stand 245



Photovoltaik-Wechselrichter PV2Rail

Quelle: Smart Railway

## Roboter-Schleifanlagen



Wirkungsweise der Roboter-Schleifanlage

Quelle: SPS

[www.sps.at](http://www.sps.at)

Halle 8.2/Stand 230

Einen Waggon automatisiert zu schleifen und zu polieren birgt Herausforderungen, denn die Schleifmaschine muss Unebenheiten erkennen und berücksichtigen. Die Erfahrungen aus der Automobilindustrie auf Großfahrzeuge zu übertragen, war anspruchsvoll aufgrund der weit größeren Fertigungstoleranzen. Unebenheiten von wenigen Zentimetern sind bei Waggons bis zu 30 m Länge häufig. Die F&E-Abteilung von **SPS Technik** begann den Schleifprozess intensiv zu untersuchen und optimierte ihn schrittweise. Ein Hauptaugenmerk lag auf der menschlichen Sensorik, die beim Handschleifen für optimale Ergebnisse sorgt. Dieses sensorische Wissen wurde in einen neu entwickelten Schleifkopf integriert. Mit hochpräzisen Abstandssensoren wurde die Verwerfung am Schleifteller gemessen und wurden die Winkel- und Parallelitätsfehler automatisch durch den Roboterarm korrigiert, unterstützt durch das RSI von Kuka für Echtzeit-Anpassungen. Die Sensoren ermöglichten schließlich auch die Steuerung der Schleifkraft in allen Quadranten des Schleiftellers, was teure und komplexe Kraftregelungslösungen überflüssig machte.

## Breite Fahrzeugpalette mit Weltpremiere



VDV-TramTrain in der Version für die Saarbahnen

Quelle: Stadler



Der RS Zero

Quelle: Stadler

Bei **Stadler Rail** wird auf der diesjährigen InnoTrans eine Überraschung Weltpremiere haben. Der „RS Zero“ ist eine komplette Neuentwicklung. Der Triebwagen ist ausgelegt für Regionalstrecken mit geringerer Nachfrage und damit quasi der Nachfolger des Erfolgsmodells RS1/Regio Shuttle. Das Fahrzeug wird nur mit Batterie- oder Wasserstoffantrieb (BEMU/HEMU) angeboten. Die Kapazität wird je nach Konfiguration 70 bis 150 Sitze betragen, die Höchstgeschwindigkeit 120 km/h bei einer maximalen Radsatzlast von 18 t.

Weiter wird der neue Kiss für die ÖBB ausgestellt. Der Rahmenvertrag sieht 186 Einheiten vor, bislang haben die ÖBB 42 vierteilige und 20 sechsteilige Einheiten als „Cityjet“ abgerufen.

Erstmals vorgestellt wird der neue zweiteilige Flirt 3 XXL BEMU. Der Batteriezug ist für das Pfalznetz vorgesehen, DB Regio hat 44 Stück bestellt. Im Gegensatz zu den Flirt BEMU für Schleswig-Holstein hat der BEMU für die Pfalz vier Drehgestelle, er ist daher länger (55,5 m statt 45,7 m) und hat auch entsprechend mehr Sitzplätze (172 statt 105+18). Auch hat der Flirt 3 XXL BEMU vier statt zwei angetriebene Radsätze. Zu sehen sein wird auch der neue Servicejet für die ÖBB. Die 18 dreiteiligen Rettungstriebzüge (RTZ) dienen der Tunnelrettung, aber auch den Service- und Erhaltungsarbeiten in Tunneln. Der Zug besteht

aus zwei angetriebenen Endwagen mit Führerstand und einem Mittelwagen, der hauptsächlich den Wassertank umfasst. In einem Endwagen ist Platz für 18 Feuerwehrleute samt Ausrüstung. Im zweiten Endwagen sind zwei Dieselaggregate und eine Traktionsbatterie untergebracht. An beiden Enden sind am Dach Hochdrucklüfter montiert, die der Entrauchung dienen. Dazu kommen je ein Niederdruck- und zwei Hochdruckwasserwerfer.

Stadler Valencia zeigt die neue Class 99 für UK. Beacon Rail hat 30 dieser Dual-Mode-Maschinen geordert, eingesetzt werden sie von GB Railfreight (GBRF). Die sechssächsige Lokomotive hat unter 25 kV/50 Hz eine Leistung von 6 MW und erreicht 120 km/h. Über die Leistung des Dieselmotors hat Stadler bisher nichts verlauten lassen.

Einen großen Stellenwert auf der InnoTrans hat das Geschäftssegment Signalling, das Stadler immer weiterentwickelt. Gezeigt werden dabei zahlreiche Signalling-Neuheiten, so die beiden CBTC-Systeme Nova Pro und Nova Depot. Nova Pro kann in eine bestehende Infrastruktur migriert werden, Nova Depot ermöglicht vollautomatisch gesteuerte Rangierbewegungen. Dies ist aktuell bei der BLT aus Basel für das neue Depot der Waldenburgerbahn in Realisierung.

[www.stadlerail.com](http://www.stadlerail.com)

Halle 2.2/Stände 230, 250; Freigelände O/Stand 650; O9/Stände 45, 50; T10/Stände 40, 0; T4/Stand 19; T8/Stände Stände 40, 50; T9/Stände 40, 45, 50



Class 99 mit einem Dual-Mode-Antrieb für den Markt in Großbritannien

Quelle: Stadler

## Mehr Vernetzung war nie

Die **Stahl Netzmanagement** fokussiert sich bei der InnoTrans 2024 auf das „Netzwerk Management System“. Eine Live-Demo zeigt alle neuen Anbindungsmöglichkeiten, die die Software zur IP-Vernetzung jetzt bietet. Neben Fahrgast-WLAN, Fahrgastinformations- oder Entertainmentsystem können nun auch Kamerasystem und Bordrechner über nur einen Router, eine Antenne und eine SIM-Karte an das Rechenzentrum angebunden werden. Gleiches gilt für digitale Systeme an Haltestellen, ob Verkaufsstellen oder Außenanzeigen. Das Netzwerk Management System sorgt

noch in einer zweiten Hinsicht für Effizienz: IP-Netze, (WLAN-)Router und Access Points lassen sich damit zentral verwalten, überwachen und konfigurieren – und das herstellerunabhängig. So können viele Geräte gleichzeitig konfiguriert werden statt jedes einzeln. Das System ist speziell für die Anforderungen im öffentlichen Personenverkehr und für die Vernetzung von Fahrzeugen und Haltestellen ausgelegt.

[www.netzwerkmanagementsystem.de](http://www.netzwerkmanagementsystem.de)

Halle 4.1/Stand 240

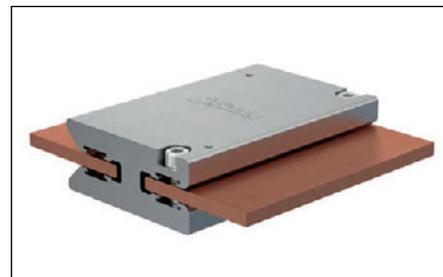
## Sicherheit in der Bahnstromversorgung



EvoTrak MPC in abgewinkelter Ausführung ist sehr flach aufgebaut.



EvoTrak lite



Doppelgabelstecker als kompakte Kontaktlösung für Stromschienen

Quellen: Stäubli

Mit der EvoTrak-Familie hat **Stäubli Electrical Connectors** ein kompaktes Steckverbindersystem für Schienenfahrzeuge entwickelt: Eine modulare Lösung in zwei Leistungsklassen für flexible Verbindungen innerhalb der gesamten elektrischen Traktionskette. Der Einsatz einer steckbaren Lösung anstelle von Schraubverbindungen bietet sowohl Sicherheit durch einfache Handhabung als auch Zeitersparnis durch schnelle Wartung. Die flexiblen 1- bis 4-poligen Konfigurationen erfüllen alle gängigen Normen für den Einsatz in Schienenfahrzeugen. EvoTrak MPC mit bis zu 700 A und 3000 V eignet sich beispielsweise für Subsysteme und Wagenverbindungen. Der berührungsgeschützte EvoTrak Lite (330 A, 1500 V) lässt sich an Batterien oder am Traktionsmotor einsetzen. Die bewährte Multilam-Kontakttechnik von Stäubli sorgt für eine dauerhafte elektrische Verbindung und einen konstanten Übergangswider-

stand. Verbindungslösungen von Stäubli erhöhen die Zuverlässigkeit und Sicherheit unter extremen Bedingungen wie starke elektrische Beanspruchung, hohe thermische Schwankungen, mechanische Einwirkungen, Vibrationen und Stöße.

Die einfache und kompakte Verbindung von Stromschienen in Innen- und Außeninstallationen, für Stromversorgung, Energiespeicher, Batterien, Leistungselektronik und Wechselrichter lässt sich mit Gabelstecker einfach realisieren. Dank der Einstecktechnik können auch an schwer zugänglichen Stellen sichere und zuverlässige Verbindungen hergestellt werden. Doppelgabelstecker sind eine sehr kompakte Lösung in Hochstromanwendungen.

[www.staubli.com](http://www.staubli.com)

Halle 10/Stand 350

## Anpassbare seilzuggeführte Fensterrollos



Verdunkelungsrollo

Quelle: Tde

Die **Texat decor engineering** (Tde) ist Anbieter von Innenausstattungs-lösungen für den Transportsektor. Die neuesten Modelle in der Produktpalette sind seilzuggeführte Rollos. Das seilzuggeführte Rollo von Tde kann Fensterbreiten von 50 bis 2500 mm abdecken. Ebenfalls wurde eine technische Lösung entwickelt, damit das Rollo bei Doppelstockfahrzeugen im Oberdeck entlang der Kontur einer gebogenen Seitenwand verfährt. Weitere Merkmale dieser neuesten Lösung sind die Beschattung ohne seitlichen Lichteinfall, kein Überstand des Stoffs über die Seitenwand, keine Einschränkung des Schulterraums der Passagiere und die einfache Bedienung des Rollos in jeder Position. Darüber hinaus bieten die Rollos eine breite Palette an Einstellmöglichkeiten, einschließlich Bedienkraft, Stoffspannung und Parallelität, wodurch es unmöglich ist, die Griffleiste zu verkanten oder zu verklemmen und dadurch die Bedienung zu beeinträchtigen. Bei den Rollos für Nachtzüge wird der Stoff im Führungsprofil oder am äußersten Punkt der Griffleiste befestigt. Dies verhindert, dass der Stoff aufgrund von Vibrationen oder Bewegungen des Zuges aus dem Führungsprofil fällt und sorgt so dafür, dass die Fensterfläche vollständig verdunkelt wird.

[www.tde.ch](http://www.tde.ch)

Halle 1.1/Stand 640

## Sicherung von Kontaktverschraubungen



NSK E für die Sicherung von Kontaktverschraubungen

Quelle: Teckentrup SLI

Auf der diesjährigen InnoTrans präsentiert **Teckentrup SLI** seine neueste Entwicklung für die Sicherheit von Schraubenverbindungen im Elektro-Bereich: die NSK-E – die effektive Sicherung für elektrische Kontaktverschraubungen. In Zusammenarbeit mit externen Partnern wurde die NSK-E (u. a. nach DIN 25201-4 (Anhang B), DIN 267-26 und IEC 61373) erfolgreich getestet. Die Scheibe entspricht den Anforderungen der zukünftigen europäischen Norm prEN 17976 für Bahnanwendungen – Verschrauben von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen. Durch die aufgestellte Bogenform hat die NSK-E eine besonders gute Federwirkung, sodass aufkommende Setz- und Kriecherscheinungen kompensiert werden können. Die weiterentwickelte Verzahnung auf der Oberseite sorgt für einen Formschluss, wodurch das Lösen der Verbindung trotz großer Wärmedehnung und starker Vibrationen verhindert wird. Zum Schutz der weichen Leitermaterialien wie z. B. Kupfer besitzt die NSK-E an der Unterseite eine kufenartige Kontur. Im verschraubten Zustand liegt die Scheibe flach auf, sodass ein gleichmäßiger Kontaktdruck und geringer Übergangswiderstand vorhanden sind.

[www.teckentrup-sli.de](http://www.teckentrup-sli.de)

Halle 8.2/Stand 405

## Abgasnachbehandlungssysteme



Abgasnachbehandlungssystem

Quelle: Tehag

Bereits seit 2006 ist die **Tehag GmbH** regelmäßiger Aussteller bei der InnoTrans. Mit seinem umfangreichen Produktportfolio zur Nachbehandlung von Abgasemissionen aus Verbrennungsmotoren bietet das Unternehmen effiziente Lösungen sowohl für die Reduzierung von Geräuschemissionen als auch Schadstoffemissionen an. Dabei umfasst das Leistungsspektrum sowohl Lösungen für Fahrzeughersteller und den Neubau als auch für die Nachrüstung von Bestandsfahrzeugen. Insbesondere im Bereich der Nachrüstung von Lokomotiven, Verbrennungstriebwagen und Gleisbaumaschinen steht der Name Tehag für praxisorientierte Lösungen mit einem hohen Maß an konstruktiver Kreativität, um Abgasreinigungssysteme in gegebenen Bauräumen unterzubringen. Tehag ist für die Produktion nach der DIN EN 15085-2 CL1 als Schweißfachbetrieb zertifiziert. Über die Fertigung hinaus bietet das Unternehmen auch die betriebsfertige Montage der Systeme und übernimmt die Wartung und Reinigung von Rußpartikelfiltern und SCR-Kats.

[www.tehag.de](http://www.tehag.de)

Halle 18/Stand 640

## Kompakte DC/DC-Wandler für Bahnanwendungen

Bei THN 10UIR, TEN 30UIR und TEN 40UIR handelt es sich um drei Serien von Hochleistungs-DC/DC-Wandlern für Bahnanwendungen mit einem ultraweiten 12:1-Eingangsspannungsbereich und einer Ausgangsleistung von 10, 30 bzw. 40 Watt aus dem Hause **Traco Electronic**. Die kompakten, vollständig gekapselten Wandler bieten eine erhöhte Beständigkeit gegen Stöße/Vibrationen und schnelle Temperaturänderungen und weisen einen ultraweiten Eingangsspannungsbereich: 9–75, 14–160 VDC auf. Aufgrund des hohen Wirkungsgrads von bis zu 90 % können die Wandler in einem Arbeitstemperaturbereich von -40 °C bis +70 °C (bis zu 80 °C mit Kühlkörper) ohne Lastreduktion eingesetzt werden. Dank des speziellen Überbrückungskondensatoranschlusses erfüllen sie die Anforderungen an längere Überbrückungszeiten, ohne dass sperrige Eingangskondensatoren erforderlich sind. Die Zulassungen nach den Normen EN 50155 und EN 61373 qualifizieren die Wandler für Bahn- und Transportsysteme. Die Zusatzqualifikation für das Brandverhalten von Komponenten nach EN 45545-2 sowie die Sicherheitszulassung nach IEC/EN/UL 62368-1 unterstützen eine mögliche Konformitätsprüfung der Anwendung. Alle Modelle verfügen über eine E/A-Isolationsspannung von 3000 VDC, eine aktive Unterspannungssperrschaltung, Extern Ein/Aus und einstellbare Ausgänge, um sicherzustellen, dass die Wandler für alle robusten Anwendungen geeignet sind.



Kompakte DC/DC-Wandler

Quelle: Traco

[www.tracopower.com](http://www.tracopower.com)

Halle: 17/Stand 330

## Neuheiten für Vermessungsaufgaben

Für die Bereiche Track Survey & Scanning, Monitoring und Mobile Mapping zeigt **Trimble** seine Neuheiten. Die neu gestaltete elektronische Gedo Track Bar ist eine ideale Lösung für die Messung von Fester Fahrbahn, wenn ein Gedo Gleismesswagen nicht geeignet ist. Die Trimble Gedo Track Bar kann auch als Alternative zu einem Gleismesswagen für kleinere Projekte mit nur wenigen zu messenden Gleispositionen verwendet werden. Die elektronische Gleismesslatte verfügt über eingebaute Spurweiten- und Überhöhungssensoren, eine Prismenhalterung für tachymetrische Messungen, drahtlose Kommunikation mit Trimble Kontrolleinheiten und ist in verschiedenen Spurweiten erhältlich. Zur Bedienung steht die Feldsoftware Trimble Access Rail zur Verfügung.

Trimble Access Track Gauge Survey ist eine Anwendung zur geodätischen Gleisvermessung mit einer Trimble Totalstation und einer mechanischen Gleismesslatte. Zur gleisbezogenen Absteckung mit direktem Trassenbezug ohne Gleismesswagen steht das Trimble Access Rail Modul Stakeout zur Verfügung. Das Trimble Access Rail Modul Spurweite & Überhöhung dient der einfachen Gleiskontrolle zur Erfassung der Spurweite, Überhöhung und Verwindung zusammen mit der aktuellen Station.

Der Trimble MX90 setzt neue Maßstäbe in der Gleisvermessung und bietet eine hochmoderne Mobile-Mapping-Lösung mit einer Vielzahl fortschrittlicher Funktionen und Technologien, die detaillierte und genaue Daten von Gleisanlagen erfassen. Er erfasst präzise Objektpositionen, die zusammen mit der Streckeninformation die Grundlage für den Aufbau einer vollständigen Datenbank bilden können. Das MX90-System erfasst hochauflösende, kolorierte Punktwolken sowie präzise Panorama- und Mehrfachansichten des Gebiets.



MX90 Mobile Mapping System

Quellen: Trimble



Gedo Track Bar – die neueste elektronische Gleismesslatte

Das Trimble MX90 setzt neue Maßstäbe in der Gleisvermessung und bietet eine hochmoderne Mobile-Mapping-Lösung mit einer Vielzahl fortschrittlicher Funktionen und Technologien, die detaillierte und genaue Daten von Gleisanlagen erfassen. Er erfasst präzise Objektpositionen, die zusammen mit der Streckeninformation die Grundlage für den Aufbau einer vollständigen Datenbank bilden können. Das MX90-System erfasst hochauflösende, kolorierte Punktwolken sowie präzise Panorama- und Mehrfachansichten des Gebiets.

[www.trimble.com](http://www.trimble.com)

Halle 25/Stand 385

## Vielfältige Lösungen für den Fahrgastkomfort

Auf der InnoTrans 2024 präsentieren **TSL-Escha** und **Mafelec** gemeinsam innovative Lösungen aus einer Hand. Die neuen Produkte wie die Haltestangenleuchten HL22 und HL18, der Haltestangentaster HSTIAV und der Warntongeber WSM87 setzen neue Maßstäbe in der Verkehrstechnik. Die M-Light Produktserie von Mafelec bietet Frontbeleuchtungslösungen für Schienenfahrzeuge und kann individuell an die Kundenanforderungen angepasst werden. Mafelec bietet Fahrzeugherstellern Unterstützung bei der Entwicklung und Fertigung von Lichtmodulen sowie kompletten optischen Systemen.

[www.tsl-escha.com](http://www.tsl-escha.com)

Halle 27/Stand 480



Taster und Leuchten von TSL Escha

Quelle: TSL Escha

## Maßgefertigte Waschtische, Verkleidungen, Ablagen

Vom Entwurf zum Prototyp bis hin zur Serie – **Varicor** steht für unbegrenzte Möglichkeiten. Varicor des gleichnamigen Unternehmens ist ein homogener, voll durchgefärbter Mineralwerkstoff, der aus hochwertigen Naturmineralien und Harzen besteht. Er ist in der Produktion flüssig und kann in fast jede beliebige Form gebracht werden. Die dazu erforderlichen, preisgünstigen Werkzeuge werden im eigenen Werkzeugbau hergestellt. Dabei ist der Werkstoff warm verformbar. Diese hohe Verarbeitungsflexibilität wird durch die freie Kombinierbarkeit mit anderen Materialien (Holz, NE-Metalle, Glas oder Plexiglas) abgerundet. Varicor erfüllt die Anforderungen nach der Norm DIN EN 45545-2 HL3 für R1 bezüglich der wichtigen Brandschutzeigenschaften. Varicor wird auch im Flugzeugbau eingesetzt. Das Material ist komplett durchgefärbt und braucht keine Oberflächenversiegelung.

[www.varicor.com](http://www.varicor.com)

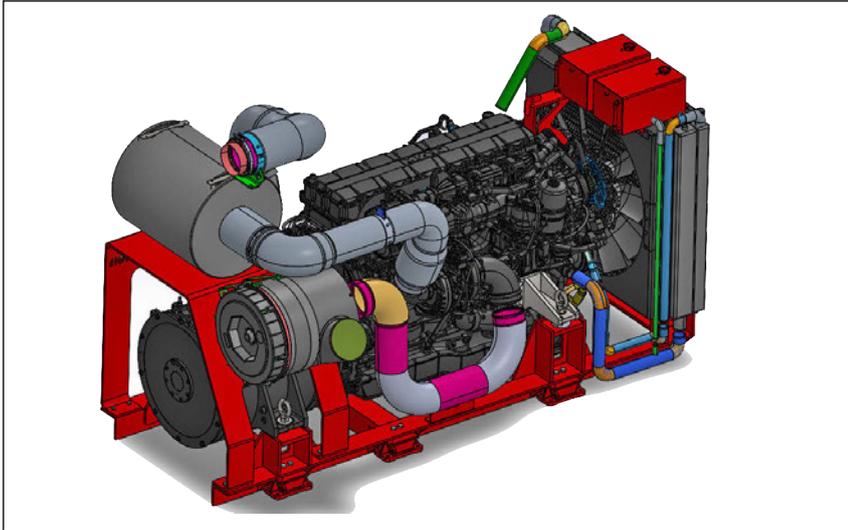
Halle 1.1/Stand 170



Varicor-Waschtisch in der Nasszelle im Railjet der ÖBB

Quelle: Varicor

## Neues Powerpack PGM 500/600



Powerpack PGM 500/600

Quelle: Viertel Motoren

gelegt. Durch die intelligente Zu- und Abschaltung des Verbrennungsmotors je nach Leistungsbedarf wird die Effizienz maximiert. Das kompakte Design und die intelligente Konstruktion reduzieren das Gewicht erheblich, ohne die Leistung zu beeinträchtigen. Ein zweistufiger Hochleistungsluftfilter von Donaldson sorgt auch unter schwierigsten Bedingungen für maximale Leistung.

Der leistungsstarke Sechszylindermotor MAN D3876 mit 15,3 l Hubraum liefert 489 kW bei 1800 U/min. Durch die Motorsteuerung und den VTG-Turbolader wird ein gleichbleibend hohes Drehmoment erreicht, das bereits ab 1050 U/min sein Maximum von 3000 Nm erreicht. Die Abgasrückführung ermöglicht die Einhaltung der Abgasnorm Stage V ohne AdBlue (gemäß Verordnung (EU) 2018/858 für Maschinen der Klasse „NRMM“ Kat. RLL).

Das Powerpack PGM 500/600 lässt sich mit dem MAN D4276 Motor problemlos auf 581 kW erweitern oder in einer bestehenden Lok remotorisieren. Sämtliche verbaute Komponenten sind bereits für

Auf der diesjährigen InnoTrans stellt **Viertel Motoren** sein neues Powerpack PGM 500/600 vor. Besonders hervorzuheben ist die modulare Bauweise des Powerpacks: Es ist sowohl für das Dual-Engine-Konzept als auch für den Hybridbetrieb mit Lithium-Ionen-Akku aus-

das Upgrade vorbereitet, um weitere 90 kW bereitzustellen. Der Betrieb mit HVO 100 ist möglich.

[www.viertel-motoren.de](http://www.viertel-motoren.de)

Halle 18/Stand 240



[www.pintsch.net](http://www.pintsch.net)

### Systemlösungen für die Bahninfrastruktur

- Bahnübergangstechnik
  - Achszähltechnik
  - Stellwerks- und Rangiertechnik
  - Weichenantrieb
  - Signale
  - Fördertechnik
  - Weichenheizungen
  - Diagnose
- PINPROTEGIO
  - PINCLIRIO
  - PINMOVIO
  - PINMOVIO
  - PINLUXON
  - PINPOSITON
  - PINCALIO
  - PINDIAGON

**PINTSCH**  
Safety for Rail

## Explore System Performance on Track

Auf der InnoTrans 2024 stellt **Voestalpine Railway Systems** intelligente Weichen- und Schienensysteme in den Mittelpunkt, die eine neue Ära des Schienenverkehrs einläuten. Neben hochqualitativen Weichen- und Schienenlösungen liegt ein besonderes Augenmerk auf intelligenten Signaltechniklösungen, die sich nahtlos in moderne Stellwerkstechnologien wie EULYNX integrieren lassen. Diese Lösungen bieten Schnittstellen für eine effizientere und sicherere Steuerung des Bahnverkehrs. Einen Blick in die Zukunft ermöglichen Virtual-Reality-User-Journeys,

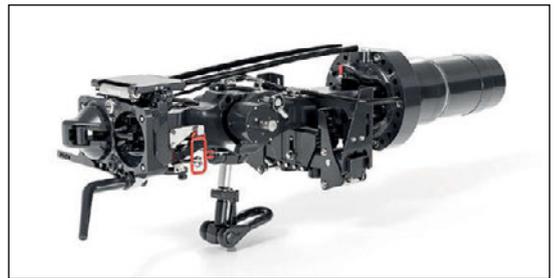
die die intelligenten Systeme rund um „zentrak“ – dem digitalen Hub für Anlagen- & Instandhaltungsmanagement sowie Diagnose & Monitoring für Infrastruktur und Rolling Stock – veranschaulichen. Weiter informiert Voestalpine Railway Systems über die Nachhaltigkeitsinitiativen von umweltfreundlichen Materialien und Prozessen bis hin zu Lifecycle-Tools und Circular-Economy-Ansätzen.

[www.voestalpine.com](http://www.voestalpine.com)

Halle 21b/Stand 150

## Produkte und Service für nachhaltigen Schienenverkehr

Die Digitale Automatische Kupplung (DAK) ist eines der zentralen Themen auf der InnoTrans – auch bei **Voith**. Unter dem Motto „Mobilitätswachstum braucht Visionen“ bildet die CargoFlex von Voith einen Schwerpunkt am Messestand. Die CargoFlex wird aktuell im Rahmen des EU-Rail Flagship Project 5 Trans4M-R getestet und erprobt. Einen weiteren Beitrag zum nachhaltigen Mobilitätswachstum leistet Voith zudem mit seiner Hybridkupplung für Lokomotiven, deren aktuelle Version ebenfalls in Berlin zu sehen ist. Mit ihr ist sowohl das Kuppeln auf Zughaken als auch mit automatischer Kupplung möglich, da der Kopf je nach Bedarf in Automatikstellung oder manuelle Stellung gebracht werden kann. Betreiber können damit ihre Flotte sukzessive auf die DAK umstellen. Ausgestellt wird auch die Kupplungstechnologie für Passagierzüge.



Die DAK Typ Voith Cargo Flex Hybrid

Quelle: Voith Turbo

Ein weiteres Highlight: Kupplungen und Radsatzgetriebe, deren Portfolio Voith durch strategische Zukäufe in den vergangenen Jahren erweitert hat. Dadurch sind auch im Service neue Synergien entstanden, die Betreibern von Schienenfahrzeugen schon heute zugutekommen.

Für alle Fachbesucher bietet Voith am zweiten Messtag um 13:30 Uhr in der Speakers' Corner den Vortrag „Coupler Innovations @ Voith“ an. Hier stehen aktuelle und anstehende Entwicklungen im Bereich Fracht- und Passagierkupplungen auf dem Programm.

[www.voith.com](http://www.voith.com)

Halle 1.2/Stand 130

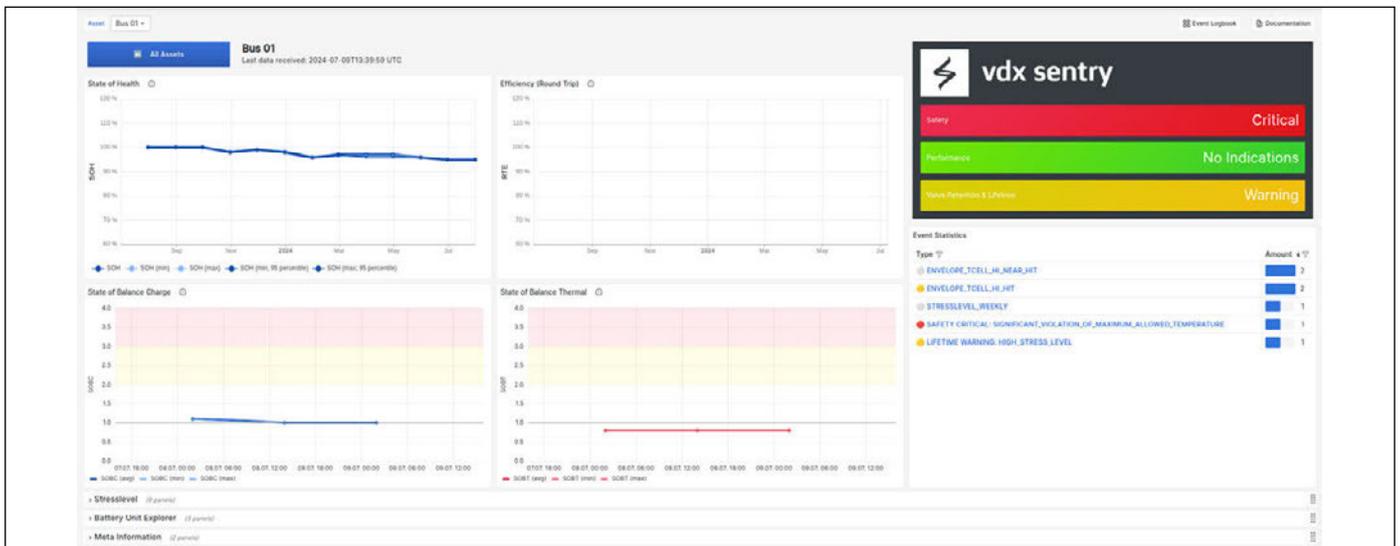
## Batterieüberwachung mittels vdx sentry

Vor dem Hintergrund der zunehmenden Einführung von batterieelektrischen Triebwagen (BEMU) im Regionalverkehr präsentiert **Volytica Diagnostics** auf der InnoTrans den vdx sentry. Dies ist eine wegweisende Lösung für die Überwachung von Batterien vom elektrischen ÖPNV bis hin zum Flottenmanagement von elektrischen Kfz und Nutzfahrzeugen. Der vdx sentry reduziert Fehlalarme um 99% und steigert die Effizienz von Wartung und Betrieb. Das System kategorisiert Warnungen intuitiv in „keep going“,

„watch out“ und „act now“. Durch Anklicken der Warnungen erhält der Nutzer detaillierte Einblicke in Fehlermeldungen wie Temperaturanstieg oder Anomalien des Ladezustands, Diagnosen möglicher Ursachen und konkrete Handlungsempfehlungen wie das Abschalten des Systems innerhalb des nächsten Tages oder die Kontaktaufnahme mit dem Hersteller.

[www.volytica.com](http://www.volytica.com)

Halle 7.1c/Stand 200



Das vdx sentry Dashboard

Quelle: Volytica Diagnostics

# Umweltfreundliche Lokomotiven und Serviceleistungen

Gemeinsam präsentieren **Vossloh Rolling Stock** und **Imateq** umweltfreundliche Lokomotiven, europaweite Servicekompetenz und zahlreiche Entwicklungsmöglichkeiten. Das Highlight ist die Modula-Plattform, die neben der Nutzung emissionsarmer Technologien Energiequellen flexibel kombinieren kann, um den spezifischen Bedürfnissen gerecht zu werden. Sie ist sowohl für Rangieraufgaben als auch schwere



Modula BFC – gemeinsame Weltpremiere von Vossloh Rolling Stock und duisport rail

Quelle: Vossloh Rolling Stock

Gütertransporte konzipiert. Die wasserstoffbetriebene Modula BFC – gemeinsame Weltpremiere der Kieler und duisport rail – wird u. a. am neuen Duisburg Gateway Terminal (DGT) verkehren, dem größten KV-Terminal im europäischen Hinterland, das mithilfe von Wasserstoff vollkommen klimaneutral betrieben wird. Darüber hinaus wird die Modula EBB zu sehen sein, die seit April die Zulassung als Testlokomotive durchläuft. Serviceseitig sind die Modula-Lokomotiven mit einem intelligenten Zugsteuerungssystem (TCMS) ausgestattet, welches die Daten von mehr als 100 Sensoren für die zustandsbasierte Wartung sowie das Flottenmanagement sammelt und auswertet. Komplettiert werden die ausgestellten Lokomotiven mit der DE 18 SmartHybrid. Durch die Unterflur verbaute Batterie ist emissionsfreies Rangieren für eine Stunde möglich. Mit dem Second-Life-Batteriekonzept wurde mit spezialisierten Second-Life-Partnern ein Kreislaufsystem für die Traktionsbatterien initiiert.

[www.vl-rs.com](http://www.vl-rs.com)

Halle 7.2c/Stand 217; Freigelände Süd/Stand O 330

## WINDHOFF MPV® VentuS®

DAS MODULARE SYSTEM FÜR  
IHRE ANFORDERUNGEN

### MODULARITÄT

- Arbeits-, Antriebs- und Fahrzeugmodule

### VIELSEITIGKEIT

- Bau, Instandhaltung, Intervention, Rettung

### NACHHALTIGKEIT

- Nachträgliche Modulanpassung an aktuelle Aufgaben, Zero-Emission



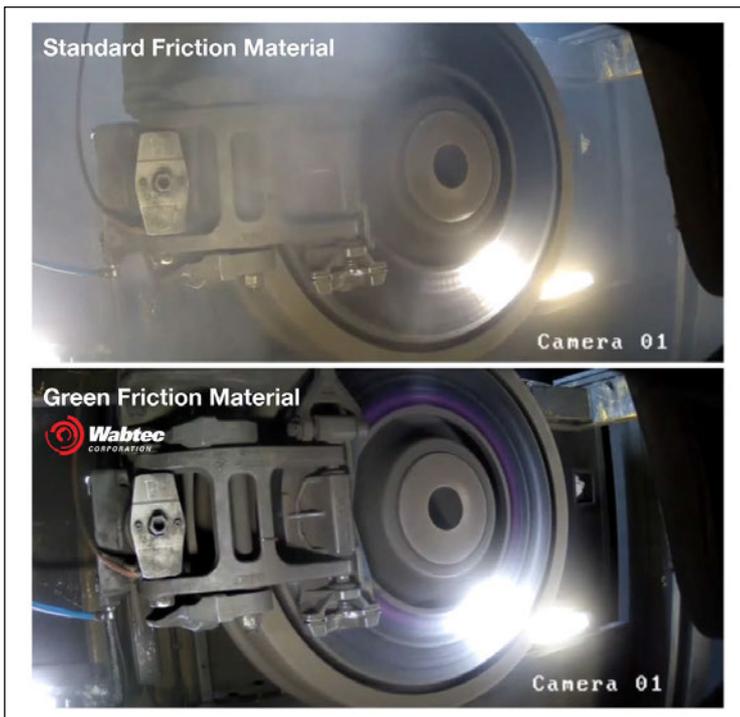
SCANNE  
den QR-Code für  
mehr Informationen

**WINDHOFF**

WINDHOFF Bahn- und Anlagentechnik GmbH  
Hovestraße 10 • 48431 Rheine • + 49 5971 58 0 • [www.windhoff.de](http://www.windhoff.de)

## Green Friction-Technologie: Bessere Luftqualität in Tunneln

Feinstaubemissionen durch das Bremsen von Zügen sind eine globale Herausforderung. Durch Bremsenabrieb werden unzählige Kleinstpartikel freigesetzt, die im schlimmsten Fall zu Gesundheitsbelastungen führen können. Mit der Green Friction-Bremslösung von **Wabtec** wird die Feinstaubbelastung künftig erheblich reduziert. Die neuen und innovativen Bremsbeläge reduzieren die Partikelemissionen beim Bremsvorgang ganz erheblich und verbessern so die Luftqualität insbesondere in Tunneln und U-Bahn-Stationen. Die intensiv erprobte Technik ist jetzt marktreif und bereit für den kommerziellen Flottenbetrieb. Eingesetzt wird Wabtecs Green Friction ab diesem Jahr in allen MI09-Zügen der Linie RER A in Paris. Wabtec hat seine Green Friction-Materialien über ein Jahr lang in zehn RER A-Zügen auf über einer Million Testkilometern erprobt. Dabei konnten die freigesetzten Emissionen beim Bremsen des Zuges um durchschnittlich 70 bis zu 90 % reduziert werden. Die neue Technologie gewährleistet dabei die gleiche Bremsleistung und Sicherheit und hat gleichzeitig nur minimale Auswirkungen auf die Betriebskosten. Das Green Friction-Produktportfolio wurde 2019 entwickelt, um die aktuellen und zukünftigen gesetzlichen Vorschriften zur Luftqualität zu erfüllen. Wabtec ist heute der einzige Zulieferer in der Bahnindustrie, der eine marktreife technische Lösung anbietet, die die Schadstoffbelastung beim Bremsen erheblich reduziert und bereits erfolgreich eingesetzt wird.



Bremsstaubentwicklung mit herkömmlichen Belägen und mit Green Friction-Belägen

Quelle: Wabtec

[www.wabteccorp.com](http://www.wabteccorp.com)

Halle 1.2/Stand 210

## Verschmutzungsanzeige für Ansaugrauchmelder



Der kompakte Ansaugrauchmelder

Titanus Micro-Sens

Quelle: Wagner Group

[www.rail.wagnergroup.com](http://www.rail.wagnergroup.com)

Schnelle und zuverlässige Branddetektion schützt Personen und minimiert Brandschäden in Schienenfahrzeugen. **Wagner Rail** hat hierfür seine Ansaugrauchmelder weiterentwickelt und zeigt diese in Berlin. Die Titanus-Ansaugrauchmelder entnehmen ständig Luftproben, erkennen feinste Rauchpartikel bereits in der Pyrolysephase und sorgen so für eine möglichst rasche Branddetektion. Die Systeme integrieren sich unauffällig und vandalismusgeschützt in das Innendesign der Züge. Die Melder sind täuschungsalarmsicher und funktionieren trotz Luftstroms durch Klimaanlage sehr effektiv. Bei der aktuellen Neuheit ist die Verschmutzungsanzeige integriert worden, die eine vorausschauende und ressourceneffiziente Wartung ermöglicht. Wagner Rail hat auch Brandmeldezentralen (BMZ) weiterentwickelt: Die BMZ Rail 148 weist zusätzliche Instandhaltungs- und Diagnosemöglichkeiten wie erweiterten Datenspeicher mit Statusmeldungen auf.

Halle 2.2/Stand 250

## Ethernet Kabeltester

Das Messe-Highlight von **Weetech** ist der neue Ethernet Kabeltester W 850 HF. Dieser kann die Ethernet Kabel auch in komplexen Kabelsätzen einfach, schnell und sicher testen. Der Multi-Port-Vektor-Netzwerkanalysator W 850 HF kann in die bestehende Testumgebung der Weetech Hochspannungstestsysteme integriert werden. Gemäß ISO/IEC 11801-1 und ISO/IEC 61935-1/-2 werden Return Loss (RL), Insertion Loss (IL), NearEnd Crosstalk (NEXT), FarEnd Crosstalk (FEXT), WireMap (Verdrahtung), Propagation Delay und Delay Skew in weniger als 20 Sekunden mit einem leicht verständlichen PASS / FAIL-Ergebnis bewertet. Das Ergebnis der unterschiedlichen Prüfungen wird am Ende in einem einzigen Protokoll zusammengefasst. Dies stellt ein Alleinstellungsmerkmal von Weetech dar.



[www.weetech.de](http://www.weetech.de)

Halle 11.1/Stand 215

Ethernet Kabeltester W 850 HF

Quelle: Weetech

## Kleb- und Dichtstoff mit hohem Feuerwiderstand

Für den Bau, die Wartung und die Reparatur von Schienenfahrzeugen hat **Weicon** einen dauerelastischen Kleb- und Dichtstoff entwickelt – Flex 310 M FireSeal. Der Kleb- und Dichtstoff auf SMP-Basis ist schwer brennbar und kann Feuer bis zu 120 Minuten standhalten. FireSeal ist geprüft und klassifiziert für alle Fugenausrichtungen nach EN 1366-4. Der anstrichverträgliche Dichtstoff mit sehr geringem Volumenschwund erfüllt die Anforderungen der Internationalen Maritimen Organisation IMO FTPC Parts 2+5 sowie für Schienenfahrzeuge laut DIN EN 45545-2 R22/23 HL3. Seine sehr geringen Emissionen ermöglichen eine sichere Anwendung im Innenbereich. Er ist geruchsarm und lösemittel-, isocyanat- und silikonfrei. Der schwarze Kleb- und Dichtstoff ist einfach in der Verarbeitung. Er ist beständig gegen Wasser, aliphatische Lösungsmittel, Öle, Fette, verdünnte anorganische Säuren und Alkalien. FireSeal haftet sehr gut selbst auf pulverbeschichteten, lackierten, galvanisierten, anodisierten, chromatierten sowie feuerverzinkten Oberflächen. Er eignet sich für den Einsatz auf Metall, vielen Kunststoffen, Beton und Holz.

[www.weicon.de](http://www.weicon.de)

Halle 8.2/Stand 220



Flex 310 M: neuer dauerelastischer Klebe- und Dichtstoff *Quelle: Weicon*

## Emissionsfreies Rangiergerät E-Maxi XL 20t

Auf der InnoTrans zeigt **Zagro** sein neues, innovatives Zweiwege- und Rangierfahrzeug. Die Messeneuheit Zagro E-Maxi XL 20t ist mit Funkfernsteuerung für Einsätze auf Straße und Schiene ausgelegt. Das kompakte Kraftpaket mit einem Gesamtgewicht von 20 t ist zum Transport großer Lasten bis 1500 t geeignet. Dabei erfolgen die Rangierarbeiten emissionsfrei mit einer Geschwindigkeit bis 8 km/h. Im Solobetrieb bewegt sich das Fahrzeug zügig mit 20 km/h. Durch die modulare Bauweise sind vielfältige Ausführungen möglich: für Spurweiten von 1000 mm bis 1676 mm, mit Waggonbremsanlage, unterschiedlichen Kuppelsystemen, Fahrerkabine, Doppelkabine für Mannschaftstransport und Anbaugeräten wie Ladekran und Scherenbühne. Mit den Anbaugeräten fungiert das Zweiwegefahrzeug als Geräteträger und kann flexibel für jegliche Arbeiten auf der Strecke oder im Tunnel eingesetzt werden. Das Modell ist auch mit Hybridantrieb lieferbar.

[www.zagro-group.com](http://www.zagro-group.com)

Freigelände O/Stand 260 bis 260b



Zagro E-Maxi XL 20t

*Quelle: Zagro*

# FINDEN & GEFUNDEN WERDEN

## Rail-Web-Weiser – der Branchenguide in DER EISENBÄHNINGENIEUR.

Nutzen Sie unsere attraktiven und günstigen Präsentationsmöglichkeiten für Ihren regelmäßigen Marktauftritt.

Ihre Ansprechpartnerin:  
**Silvia Sander**  
+49 40 237 14 171 • [silvia.sander@dvvmedia.com](mailto:silvia.sander@dvvmedia.com)

Jetzt Kontakt aufnehmen!

## Hybride Zweiwege-Hubarbeitsbühne

Das neueste Highlight von **Zeck** ist die hybride Zweiwege-Hubarbeitsbühne RR A-POD 18 HEV. Diese universell einsetzbare Maschine mit Elektroantrieb und wechselbaren Akkus (4 x 4,4 kWh) bietet eine Betriebsdauer von ca. fünf Stunden. Die Akkus können sowohl in der Maschine als auch extern geladen werden. Mit einer Arbeitshöhe von 18 Metern und hoher Tragfähigkeit bietet sie maximale Flexibilität und Sicherheit bei Wartungs- und Installationsarbeiten an Oberleitungen. Fortschrittliches Design und intuitive Bedienung setzen neue Maßstäbe.

Zeck bietet hochwertige Bahntechnik für Fahrleitung und Gleisbau. Die maßgeschneiderten Fahrdrabtverlegeeinheiten sorgen für eine präzise Installation von Oberleitungen. Diese Einheiten können sowohl auf Eisenbahnwaggons als auch auf Zweiwege-Lkw eingesetzt werden. Zusätzlich werden Seilwinden für Speiseleitungen und Trommelböcke zur Installation von neuem Draht angeboten, die ebenfalls als Zweiwege-Geräte verwendet werden können.

[www.zeck-gmbh.com](http://www.zeck-gmbh.com)

Freigelände Süd/Stand 03-52



Fahrzeug zur Fahrleitungsmontage

Quelle: Zeck



Die neue Zweiwege-Hubarbeitsbühne RR A-POD 18 HEV

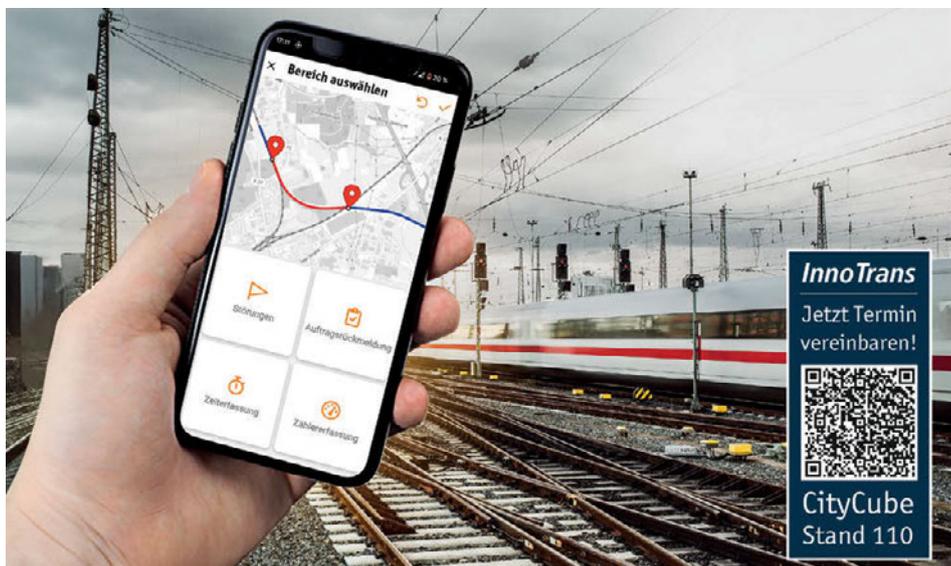
Quelle: Zeck

## Optimiertes Asset Management für Infrastruktur

Für das effiziente Management von Bahnanlagen bietet **Zedas** mit zedas asset Infra eine spezialisierte Softwarelösung. Sie unterstützt Betreiber dabei, die Verfügbarkeit der Infrastruktur zu maximieren, Instandhaltungsprozesse zu optimieren und die Effizienz zu steigern, selbst bei begrenztem Budget. Das Programm erlaubt, aktuelle und historische Messdaten umfassend zu verwalten und das Gleisnetz inkl. Störungen und erledigten Instandsetzungsmaßnahmen grafisch darzustellen. Die Software hilft, Datensilos aufzubrechen und Daten zu vereinheitlichen. Zudem unterstützt zedas asset Infra bei der rechtssicheren Dokumentation und Nachweisführung gegenüber Aufsichtsbehörden.

[www.zedas.com](http://www.zedas.com)

CityCube Halle B/Stand 110



Mit zedas asset Infra lassen sich Bahnanlagen einfach verwalten.

Quelle: Zedas

## Neue Signalgeneration „Compact“



LED-Streckensignal der neuen „Compact“-Serie  
Quelle: Zelisko

Kurz vor der InnoTrans ist bei der **Knorr-Bremse** Marke **Zelisko** die neue Generation von LED-Streckensignalen mit deutlich verschlanktem Design auf den Markt gekommen: Hatte das Vorgängermodell in der Tiefe noch 356 mm gemessen, sind es bei der neuen „Compact“-Generation nurmehr 205 mm – über 42 % weniger. Der Hebel liegt in einem grundsätzlich neuen Aufbau der Elektronik: Da drei früher separate Platinen nun auf einer einzigen kompakten Steuerplatine untergebracht sind, fällt der Hauptgrund für die bisherige Tiefe weg. Trotzdem bleiben Funktionsweise und elektrische Schnittstellen zum Stellwerk gleich. Die neue und erstmals IP65-zertifizierte Generation lässt sich folglich flexibel im Mix mit der Vorgängergeneration betreiben – sowie seitens der Steuereinheit auch an den meisten in Europa gängigen Stellwerkschnittstellen. Der Frontring ist austausch- und damit anpassbar an unterschiedliche Befestigungsarten.

[www.zelisko.com](http://www.zelisko.com)

Halle 25/Stand 120

## Zahlreiche Neuheiten zur Sicherheit am Gleis



Sensor F500 Sen mit Magnethalterung

Quelle: Zöllner

Die **Zöllner Signal** zeigt auf der InnoTrans einen ganzen Blumenstrauß an Neuheiten. A-Cross ermöglicht eine automatisierte, mobile und temporäre Bahnübergangssicherung, die schnell zu montieren ist. Dabei kann A-Cross an die jeweiligen landespezifischen Anforderungen angepasst werden. Das Achszählsystem ist SIL4 zertifiziert. A-Cross ist besonders interessant für Anwendungen mit geringen Zugfrequenzen und Geschwindigkeiten oder Fahren auf Sicht und steigert die Effizienz der Betriebsabläufe im temporären Baubetrieb. Ein neues Produkt ist auch die innovative Magnethalterung für induktive Sensoren. Der größte Vorteil der neuen Magnethalterung liegt in der extrem schnellen und einfachen Montage. Mit einer Installationsdauer von nur etwa 30 Sekunden wird der Aufenthalt im Gefahrenraum auf ein Minimum reduziert. Der Sensor F500 Sen, der mit der Magnethalterung eingesetzt wird, ist SIL4 zertifiziert. Der Sicherung von Beschäftigten auf Bahnbaustellen dient das ZPW-G 2.0 (Zöllner Personenwarngeräte GSMR). Es ist ein innovativer Warngerät, der über GSM-R durch Informationen aus dem Stellwerk gesteuert wird. Er bietet eine Auswahl der Betriebsmodi „Warnen“ oder „Sichern“. Das ZPW-G ist multifunktional und kann über seine Schnittstellen weitere funk- und kabelbasierte Warngeräte oder ein maschineneigenes Warnsystem ansteuern.

Im Bereich der individuellen Warnsysteme stellt Zöllner das Wadson und ZWG vor (SIL3). Der personenbezogene Warngerät ZWG (Warnung im Gehörschutz) und Wadson (Warnung über miniaturisiertes Warngerät) sind optimal für Arbeitsbereiche, in denen rascher Fort-

schrift und Flexibilität gefragt sind oder auch für Maschinenführer. Das ZWG sorgt für eine sichere Wahrnehmbarkeit des Warnsignals, selbst bei lautem Arbeitswerkzeug. Der multifunktionale Funkempfänger ZIR (Zöllner Individual Remote) steuert die personenbezogenen Warngeräte ZWG und Wadson.

Weiter wird der ZRT-30 präsentiert, ein innovativer Radio Transceiver als Erweiterung des automatischen Warnsystems zur Sicherung von Menschen auf Gleisbaustellen. Der ZRT-30 vereint die Vorteile kabelgebundener Systeme mit denen der Funkwarngeräte, was die Anpassung der Sicherung an die jeweilige Baustellensituation vereinfacht und effizienter gestaltet. Mit der SIL3-Zertifizierung garantiert der ZRT-30 höchste Sicherheitsstandards. Der ZRT-30 wird per Kabel an die Zentrale der Kabelanlage angeschlossen und kann wahlweise über die Kabelanlage oder Akkus betrieben werden (Spannungsvorsorgung). Mit dem ZRT-30 lässt sich eine vollautomatische Warnanlage konfigurieren, die kabelgebundene und funkbasierte Komponenten kombiniert. Angeschlossen an die Zentrale der Kabelanlage kann der ZRT-30 direkt mit dem ZPW126-10 als ERRI Empfänger verbunden werden. So kann auch die Maschinenwarnung unmittelbar über die Kabelanlage angesteuert und ausgelöst werden. In besonders lauten Bereichen der Baustelle kann die Warngeräte um ZPW126-10 ergänzt werden.

[www.zoellner.de](http://www.zoellner.de)

Halle 25/Stand 565



Individuelles Warnsystem Wadson

Quelle: Zöllner

## Rotrac E1 mit Lithium-Technik

Der Rotrac E1 von **Zwiehoff** ist das erste Rangiergerät, das mit einer emissionsfreien Lithium-Batterie betrieben wird und gleichzeitig dank einer absenkbaren Kupplung eine sehr niedrige Bauform besitzt. Hierdurch ist es ihm möglich, sogar zwischen Waggons zu fahren. Durch diese Kombination können Rangieraufgaben bis zu 200 t und zusätzlich Sonderaufgaben bewältigt werden, wie das sichere Bewegen von Drehgestellen unter Waggons. Das Fahrzeug ist im Rahmen eines Förderprojektes entstanden, welches das automatisierte Fahren des Rotrac E1 zum Ziel hat. Diese und weitere Lösungen für das Rangieren mit und ohne Automatisierung zeigt Zwiehoff.

[www.zwiehoff.com](http://www.zwiehoff.com)  
Freigelände/Stand O280



Rotrac E1

Quelle: Zwiehoff

## 100 Jahre Fachwissen zu Technik und Management moderner Bahnen



Bewerben Sie Ihre Dienstleistungen oder Ihre Produkte in den Rubriken

- Fahrweg & Bahnbau
- Fahrzeuge & Komponenten
- Ausrüstung & Betrieb
- Projekte & Management
- Forschung & Entwicklung

**Buchen Sie jetzt**

➔ Ihren Firmeneintrag

➔ Ihr Businessprofil

➔ Ihre Anzeige



Ihr Ansprechpartner: Tim Feindt ▪ [tim.feindt@dvvmedia.com](mailto:tim.feindt@dvvmedia.com) ▪ Telefon +49 40 237 14 220



INNOTRANS 2024

# Gestalte die Zukunft der Mobilität

Was könnte dein Beitrag zur Zukunft der Mobilität sein? Schau während der InnoTrans 2024 am Stand von Siemens Mobility im hub27 vorbei und finde es heraus! Wir stellen ein, unter anderem in den Bereichen Technik, IT, Fertigung und Projektmanagement. Ob Du am Anfang Deiner Karriere stehst oder über jede Menge Berufserfahrung verfügst: Komm zu uns, teile unsere Leidenschaft für Mobilität und lass uns die Dinge in Bewegung bringen! Unser Recruiting-Team vor Ort freut sich darauf, dich kennenzulernen.

**Create a better #TomorrowWithUs**

Messe  
Berlin,  
24.-27.  
September

Join the  
ride at  
hub27

[siemens.de/innotrans](https://siemens.de/innotrans)



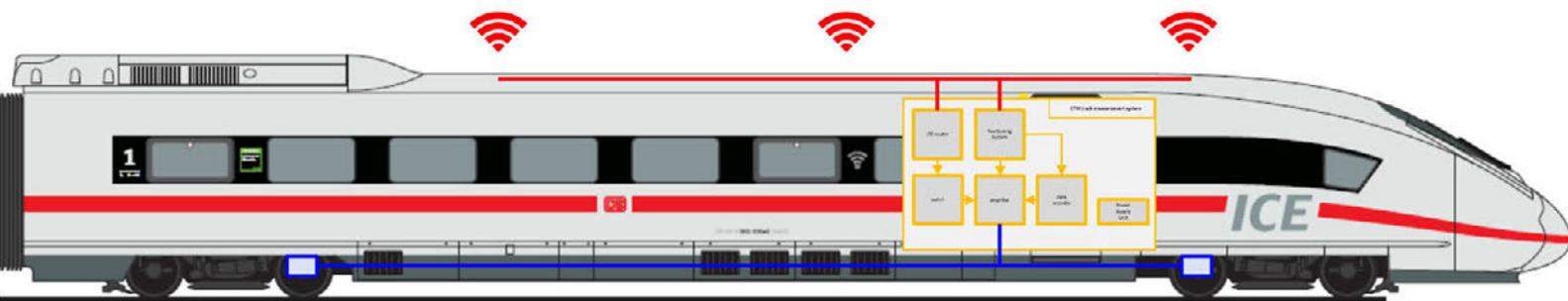


Abb. 1: Schematische Darstellung eines integrierten CTM 2.0 Messsystems in einem Regelzug des Fernverkehrs

Quelle aller Abb.: DB AG / DB Systemtechnik GmbH

# Continuous Infrastructure Monitoring der DB Systemtechnik

Das CIM-Konzept mit Messtechnik auf Regelzügen wurde auf Basis der Erfahrungen des kontinuierlichen Gleislagemonitorings von DB Systemtechnik GmbH entwickelt.

JÖRG HELAND | KLAUS ULRICH WOLTER |  
ROBERT HEINRICH | GUNNAR BAUMANN

Derzeit ist ein weltweiter Trend hin zu Monitoringlösungen zur Unterstützung der Instandhaltung der Infrastruktur im Eisenbahnsektor zu erkennen. Fachkräftemangel, Digitalisierung und Kosteneinsparungen sind dabei die Treiber. Hintergründe sind übergeordnet auch die Einhaltung der Klimaschutzziele durch den Umstieg auf ressourcenschonende Verkehrsträger wie den Schienenverkehr und dadurch notwendigerweise die Anforderung zur Steigerung der Verfügbarkeit der Eisenbahninfrastruktur. Da die Infrastruktur nicht mit gleicher Geschwindigkeit wächst, wie der Transportbedarf zunimmt, entstehen Engpässe bei deren Instandhaltung. Sperrpausen müssen kürzer geplant und die Maßnahmen gleichzeitig mit weniger Personal umgesetzt werden. Dies treibt die Infrastrukturbetreiber an, flexiblere Lösungen zu den derzeitigen Instandhaltungsprozessen zu finden und zu integrieren, die bislang in der Regel auf fristenbasierten Instandhaltungszyklen (Inspektionen) basieren.

## Lösungsansatz

Das Monitoring von betriebs- bzw. instandhaltungsrelevanten Parametern durch Messsysteme auf Regelzügen stellt zwischen den fristenbasierten Inspektionen Informationen zum Anlagenzustand bereit und erlaubt z. B. die Prognose der Fehlerentwicklung.

Durch die Prognose ist zudem eine vorausschauende Clusterung von gewerkeübergreifenden Instandsetzungsmaßnahmen inklusive der fristgerechten Bestellung der notwendigen Sperrpausen und Maschinen unter technisch-wirtschaftlichen Gesichtspunkten möglich. Im Nachgang zu den Instandsetzungen kann mit Messsystemen auf Regelzügen auch die Nachhaltigkeit der Maßnahmen verfolgt und damit auf die Qualität der Umsetzung geschlossen werden.

Eine wesentliche Hürde zur erfolgreichen Einführung von prädiktiven Instandhaltungsansätzen ist der notwendige Wandel beim Personal und in Planungs- und Instandhaltungsprozessen, außerdem ist die Finanzierung des Mehraufwands in der Umstellungsphase ein Hemmnis. Neben organisatorischen Hürden müssen Änderungen an einer bestehenden Instandhaltungspraxis hohe Anforderungen zum Nachweis gleicher Sicherheit gegenüber dem bestehenden Vorgehen erfüllen. Diesem initialen Mehraufwand kann mit einer kontinuierlichen und schrittweisen Einführung neuer Technologien begegnet werden, welche allerdings den beständigen Rückhalt der Organisation und die Ausdauer der Umsetzenden erfordert. Als Vorgehen haben sich umfangreiche Betriebsversuche etabliert, welche parallel zum bisherigen Instandhaltungsprozess durchgeführt werden. Dabei kann geprüft und nachgewiesen werden, ob die neuen Ansätze eine Fristenspreizung oder gar Ablösung von Inspektionen ermöglichen können. Im Anschluss würden ggf. das neue Vorgehen und die dazugehörigen Prozesse im jeweiligen Instandhaltungsregelwerk beschrieben bzw. ergänzt werden.

## Beispiel:

### Continuous Track Monitoring (CTM)

Die DB Systemtechnik GmbH (DB Systemtechnik) hat mehr als zwei Jahrzehnte Erfahrung mit vollautomatischen Messsystemen auf Regelzügen [1, 2, 3]. Bereits Ende der 1990er Jahre wurde ein ICE 2 mit einem Messstromabnehmer zur kontinuierlichen Überwachung der Oberleitung ausgerüstet. Zur selben Zeit wurde in einem ICE 1 ein Messsystem zur Überwachung des Fahrkomforts und der Oberbauqualität installiert. Die umfangreichen Erfahrungen aus diesen Projekten flossen in die Entwicklung des CTM-Messsystems (CTM – Continuous Track Monitoring) der ersten Generation ein.

Ein ICE 2 (Hochgeschwindigkeitszug der zweiten Generation) wurde 2003 mit einem solchen Messsystem ausgerüstet und ist seitdem regelmäßig im Einsatz [4, 5, 6]. Aktuell werden mit diesem ersten Fahrzeug (Fz) noch rund 2700 km Gleis kontinuierlich überwacht. Hinzu gekommen sind Systeme auf einem IC 2, auf verschiedenen ICE-Baureihen, auf einer Cargo-Lok, auf vier Regionalzügen sowie auf Zügen in der Schweiz, den Niederlanden und in der Türkei. Bei einem Anwendertest für NetworkRail in Großbritannien wurde zu Testzwecken die Strecke London – Birmingham ebenfalls mit einem CTM-System überwacht. Insgesamt werden zurzeit (Stand Mai 2024) in Deutschland mit vier Regelzügen wöchentlich ca. 4000 km Gleislagedaten an die Instandhalter vor Ort berichtet. Bis Ende 2024 werden voraussichtlich zwölf Regelzüge mit CTM-Messsystem ausgerüstet sein und entsprechend mehr Strecken ins Monitoring aufgenommen.

Ein CTM-System besteht aus Komponenten auf der „Fahrzeugseite“ und der „Landseite“. Auf dem Fz werden die Beschleunigungen am Radsatzlager, die Geschwindigkeit sowie die Geoposition erfasst und gespeichert. Die Messdaten werden zur weiteren Verarbeitung und Bewertung an die Landseite übertragen. Auf der Landseite werden aus den Messergebnissen die Gleislageparameter berechnet. Zusätzlich werden die Messergebnisse den Strecken und der exakten Kilometrierung zugeordnet.

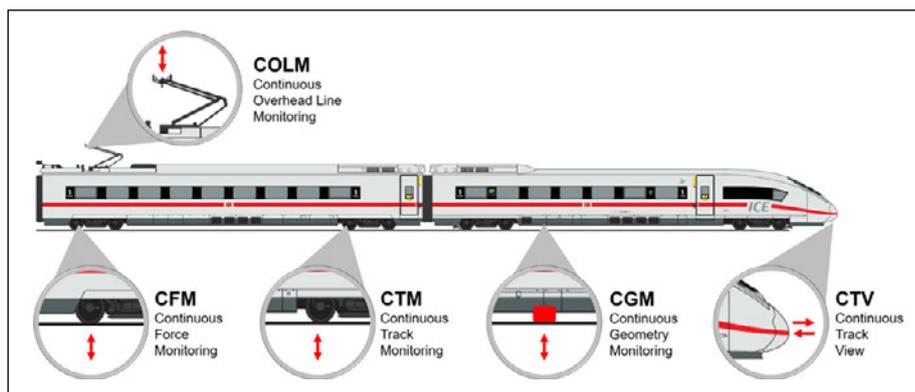
Im Rahmen des von der Deutschen Bahn AG (DB) initiierten Konzernprogramms „Digitaler Produktionsverbund (DPV)“ wurde Ende 2022 der Roll-out der CTM-Messsysteme in Deutschland auf dem hochausgelasteten Netz beschlossen und finanziert. Der Ausbau umfasst drei weitere ICE-4-Triebzüge verschiedener Längen (7-, 12- und 13-Teiler), die gemeinsam mit den bereits ausgerüsteten Fz den größten Teil der Netzabdeckung liefern. Des Weiteren wird im Jahr 2024 jeweils ein Fz der S-Bahnen in Berlin und München ausgerüstet.

Neben der Hardwareausrüstung der Fz inkl. der Engineeringleistungen und der Zulassung nach dem 4. Eisenbahnpaket sind die wesentlichen Arbeitspakete in diesem Projekt:

- der sukzessive Roll-out der Messergebnisse in die Fläche zu den Anlagenverantwortlichen und
- die Realisierung einer skalierbaren Datenplattform zur Datenauswertung, Ergebnisverteilung und Archivierung.

Der Roll-out in die Fläche wird, neben der Herausgabe einer technischen Weisung zum Umgang mit den Messdaten, gemeinsam mit DB InfraGO AG (DB InfraGO) durch Einzelabfragen bei den Anlagenverantwortlichen und der darauffolgenden schrittweisen Einführung der Datenlieferung für die einzelnen Strecken (-abschnitte) realisiert und umgesetzt. Flankierend dazu werden DB-interne Informationskanäle aufgebaut, um die nötigen Informationen als Inhalte in Schulungsveranstaltungen zu verankern und auf den DB-internen Plattformen zu kommunizieren.

Noch einen Schritt vor der Verarbeitung der Daten wurde bei der Übertragung der Daten vom Fz zur „Landseite“ auf die konzerninternen DB-Vorgaben zur IT/OT-Sicherheit geachtet. Auf eine direkte Einbindung des Datenhandlings in die IT-Welt der DB InfraGO wurde verzichtet, um auch flexibel DB-externe



**Abb. 2:** Mögliche Komponenten zur Realisierung eines Continuous Infrastructure Monitoring auf Regelzügen

Kunden bedienen zu können. Die Schnittstellen der IT-Systeme sind jedoch sehr gut abgestimmt und die Dashboards auf beiden Seiten verfügbar.

Der wesentliche Auswerteparameter des CTM-Messsystems sind die Längshöhen. Für jedes Messsystem wird zudem eine metrologische Prüfung durchgeführt. Die messtechnische Freigabe der DB InfraGO ist dabei Voraussetzung, dass die CTM-Ergebnisse die gleiche Messgenauigkeit wie die Inspektionen haben und gemäß Regelwerk anzuwenden sind. Zusätzlich werden auf Anforderung von Nutzern die Prognosen zum Fehlerwachstum ab einer bestimmten Fehlergröße, abhängig von der Streckengeschwindigkeit, ermittelt, sodass eine Prädiktion des Zeitpunkts für den nächsten Instandsetzungsbedarf möglich ist. Zu nennen sind auch die im Rahmen des Projektes validierten Algorithmen zur Bestimmung der Plattelhöhen für die Korrektur der Längshöhen im Weichenbereich sowie der Berechnung der Verwindung, die als zusätzlicher Parameter in die Auswertung integriert werden. Eine anvisierte Zusatzinformation zu einem Längshöhenfehler im Gleis wird zukünftig ein dazu korrespondierendes visuelles (Video-) Bild sein. Die Technik dafür wird derzeit in einen S-Bahn-Zug eingeplant und soll voraussichtlich Anfang 2025 eingebaut und getestet werden.

Primärer Anwender der CTM-Ergebnisse ist der Infrastrukturbetreiber bzw. Anlagenverantwortliche für die befahrenen Strecken. Eine Fahrzeugausrüstung kann jedoch nur unter Beteiligung und Zustimmung des verantwort-

lichen Eisenbahnverkehrsunternehmens (EVU) als Fahrzeugbetreiber erfolgen. Es ist daher im Interesse aller Beteiligten, wenn auch das EVU einen Mehrwert aus der Ausrüstung seines Fz erhält. Dieser Mehrwert liegt z. B. in der Lieferung einer „Heatmap Fahrkomfort“ im befahrenen Netz. Der indirekte Mehrwert für das EVU ist natürlich die verbesserte Gleislage, die zu einem störungsfreieren Betrieb führt. Die DB Systemtechnik fungiert gegenüber dem Kunden „Infrastruktur“ i. d. R. als Komplettendienstleister für die Messtechnik, den Einbau inkl. Engineering, Zulassung sowie als Betreiber der Messtechnik und als Datenlieferant. Da der nachträgliche Einbau der Messsysteme in bereits existierende Regelzüge aufgrund der Engineering- und Zulassungsarbeiten teuer und aufwendig/zeitintensiv ist, ist es oft zielführend, sich schon in der Fahrzeugbeschaffungsphase um eine Vorrüstung der Fz für die Messtechnik zu kümmern. Dies kann z. B. über den CTM-Endkunden (Infrastrukturbetreiber) erfolgen, der mit den Geldgebern/Auftraggebern entsprechende Anforderungen in die Ausschreibung zur Auswahl eines geeigneten Fahrzeugherstellers mit aufnimmt. Wenn dies erfolgreich ist, müssen dem Engineering der Hersteller im Prinzip nur die Einbaumaße der Systeme sowie die Anforderungen an die Verlegung von Leerrohren für die Leitungen und die Steckverbindungen geliefert werden. Zur Zulassung werden dann im Wesentlichen der Brandschutznachweis, der Festigkeitsnachweis und die EMV-Kompatibilität der Einzelgeräte zugeliefert. Für die Prüfung zur Fahrzeugzulassung selbst kann dann ein CTM-



cft-gmbh.de/tunnelbewetterung



Besuchen Sie uns  
auf der InnoTrans!  
→ Halle 5.2 • Stand 700



CFT Tunnelbewetterung

Messsystem (temporär) eingebaut werden, sodass das Gesamtfahrzeug mit und ohne CTM, im Wesentlichen für die EMV-Prüfungen, die oft länderspezifisch sind, bewertet wird.

#### Zielbild: Continuous Infrastructure Monitoring (CIM)

Kritische Komponenten von autarken fahrzeuggebundenen Messsystemen sind die Verortungssysteme, die Übertragungsmodule zu einem „landseitigen“ Server oder einer Cloud sowie die Datenvorverarbei-

tung/-reduktion. Diese zentralen Funktionalitäten wurden im Zusammenhang mit der Erprobung der CTM-Systeme optimiert und können aus diesem extrahiert und als eigenständige Systemeinheit CEU (Central Electronic Unit) verwendet werden. An diese zentrale Einheit können zusätzlich zum CTM weitere Messsysteme angeschlossen und deren Daten zentral verarbeitet werden. Abb. 2 zeigt das mögliche Zielbild des „Continuous Infrastructure Monitoring“ (CIM) auf einem Regelzug.

Wenn in den Einzelmesssystemen selbst schon eine Vorverarbeitung der Rohdaten erfolgt oder die Verarbeitung erst auf dem landseitigen Server oder in einer Cloud erfolgt, kann die spätere Synchronisierung der Messdaten mit den Verortungsdaten idealerweise über eindeutige Zeitstempel geschehen. Die DB Systemtechnik arbeitet an diesem Konzept zur Integration verschiedener Messsysteme und konnte einen ersten Anwendungsfall und Prototypen gemeinsam mit einem Partner für die türkische Staatsbahn umsetzen.

**J. HUBERT**

**TRADITION | KOMPETENZ | QUALITÄT**

**in Gleisbau und Schweißtechnik**

jhubert – Hauptsitz | Bleichstraße 15 | 90429 Nürnberg  
Tel.: (0911) 92684-0 | Fax: (0911) 92684-50 | mail: info@jhubert.de | www.jhubert.de

jhubert – Niederlassung | Harpener Str. 2 a | 44791 Bochum  
Tel.: (0234) 90182-0 | Fax: (0234) 90182-50 | mail: info-bochum@jhubert.de | www.jhubert.de

Bei der DB war ein Projekt zur gleichzeitigen Prüfung und zum Monitoring der Oberleitung und der Gleislage (CTM) geplant. Erste Labortests zur Ankopplung der beiden Messsysteme an die CEU waren erfolgreich und regelzugtauglich.

### Ausblick

CTM als Einzelmesssystem und Komponente von CIM ist bei der DB auf den Zügen des Fernverkehrs bereits etabliert und kann als Technologieträger für weitere Regelzugmesssysteme, wie z. B. für Oberleitungsmessungen, verwendet werden. Der guten Netzabdeckung im Fernverkehr steht allerdings noch eine geringe Netzabdeckung mit Monitoringsystemen auf den Regionalnetzen gegenüber. Ein Grund dafür ist, dass der eigentliche Nutzer der Daten sehr wenig Zugriff auf die EVU hat, die ja die Träger der Messsysteme sind. Hinzu kommt, dass die Länder die Regionalverkehre ausschreiben und oftmals die Fz definieren und besitzen. Um die Gesamtkosten für die Systeme zu senken, wäre die Vorrüstung einiger Fz der Flotten für die Messsysteme durch die Hersteller sinnvoll. Dazu gehören die Vorbereitung der Einbauräume in den Fz, die Verlegung von Leerrohren für die Kabelverlegung, die Vorbereitung der Kabeldurchführungen hin zum Drehgestell und die Vorbereitung der Zugänge zu den Antennen auf den Fahrzeugdächern. Wirtschaftlich optimal und maximal flexibel wäre dann die Zulassung der Fz mit und ohne Messsysteme.

Um die Grundidee einer prädiktiven Instandhaltung der Infrastruktur auf Basis von zugewundenen Monitoringdaten den Entscheidern und den Instandhaltern vor Ort nahe zu bringen und unkompliziert in den Instandhal-

tungsprozessen zu verankern, wäre auch ein dem „LK Fahrzeuge“ bzw. dem „Expertenkreis Fahrzeug-Instandhaltungsprogramme“ analoges Gremium für die Infrastruktur hilfreich. Hier könnten die Geldgeber auf Bundes- und Landesebene übergeordnete Querschnittsthemen adressieren und in einer gemeinsamen Strategie priorisieren.

Dazu wäre das grundsätzliche Vorgehen abzustimmen und eine Zielgröße für die Verfügbarkeit der Messsysteme sowie deren notwendige Netzabdeckung, z. B. in Abhängigkeit vom Zustand der Infrastruktur, festzulegen.

Für die aufgenommenen Daten der Messsysteme selbst können potenziell Auswertungen weiterer Parameter entwickelt und diese Ergebnisse für übergeordnete langfristige „Big-Data“-Analysen in den entsprechenden Systemen bereitgestellt werden. Die Qualität der Auswertungen bzgl. der Regelwerksanforderungen kann automatisiert in den Systemen für die Datenauswertungen berechnet und nachgehalten werden. ■

### QUELLEN

- [1] DB Systemtechnik GmbH: Auf der Spur des Fortschritts – Ein Blick hinter die Kulissen des Infrastrukturmonitoring, DB Systemtechnik Leistungsbericht 2022/2023, S. 18-19
- [2] Bay, R.; Tosun, Y.: Continuous infrastructure monitoring (CIM) on high-speed in-service train, Railway Systems/Railway Turkey
- [3] Züger, S.; Schlatter, Ch.; Wolter, K.U.; Nerlich, I.; Hunn, S.: Onboard Monitoring in der Schweiz, ein Gemeinschaftswerk dreier Bahnen, ZEVrail 144 (2020), S. 147-153
- [4] Heim, F.; Wolter, K.U.: Kontinuierliches Infrastrukturmonitoring – Eine Erfolgsgeschichte von Bahn 4.0, ZEVrail 141 (2017), S. 276-281
- [5] Heim, F.: Zustandsorientierte Instandhaltung der Infrastruktur, Deine Bahn 4/2015, S. 26-31
- [6] Wolter, K.U.; Erhard, F.; Gabler, H.; Hempe, T.: Fahrzeugseitige Überwachung der Infrastruktur im Regelbetrieb, ETR – Eisenbahntechnische Rundschau 7+8/2014, S. 32 ff.



### Dr. Jörg Heland

Leiter Fahrzeugseitiges  
Infrastrukturmonitoring  
DB Systemtechnik GmbH, München  
joerg.heland@deutschebahn.com



### Dr.-Ing. Klaus Ulrich Wolter

Fahrzeugseitiges  
Infrastrukturmonitoring  
DB Systemtechnik GmbH, München  
klaus-ulrich.wolter@deutschebahn.com



### Dr. Robert Heinrich

Fahrzeugseitiges  
Infrastrukturmonitoring  
DB Systemtechnik GmbH, München  
robert.heinrich@deutschebahn.com



### Dr. Gunnar Baumann

Leiter Infrastrukturmonitoring,  
Sensorik, Perzeption und OT-Security  
DB Systemtechnik GmbH,  
Minden (Westf.)  
gunnar.baumann@deutschebahn.com



# CEMBRE



KOMPAKTE  
AKKUSCHRAUBMASCHINE  
MIT DIGITALER AUFZEICHNUNG

### SAVE THE DATE

**INNOTRANS 2024**

24. – 27. September in Berlin  
Besuchen Sie uns in:  
Halle 25 / Stand 680  
Halle 12 / Stand 120

[www.cembre.com](http://www.cembre.com)





LET'S END THE IMPOSSIBLE!

## Mit uns glänzen Sie bei Ihren Fahrgästen

Ob Bus, Straßenbahn oder Zug – wir reinigen, warten und rangieren Ihre gesamte Flotte. Seit mehr als 50 Jahren sorgen wir für einsatzbereite Fahrzeuge. Werterhaltend und zur Zufriedenheit Ihrer Gäste.

Vertrauen Sie auf unsere Erfahrung!

Ihr Ansprechpartner: Jörg Vierke  
Mobil +49 177 2409010, [joerg.vierke@wisag.de](mailto:joerg.vierke@wisag.de)  
WISAG Deutsche Gesellschaft für Verkehrsmittelwartung mbH  
[www.wisag.de](http://www.wisag.de)

# Die Phasen des Stopfprozesses und ihr Einfluss auf die Gleislage

Die Unterteilung des Stopfprozesses in einzelne Phasen erlaubt eine zielgerichtete Optimierung und hilft dabei, die Gleislagequalität langfristig zu verbessern.



Abb. 1: Mit modernsten Assistenzsystemen ausgestattete Universalstopfmaschine bei der Arbeit

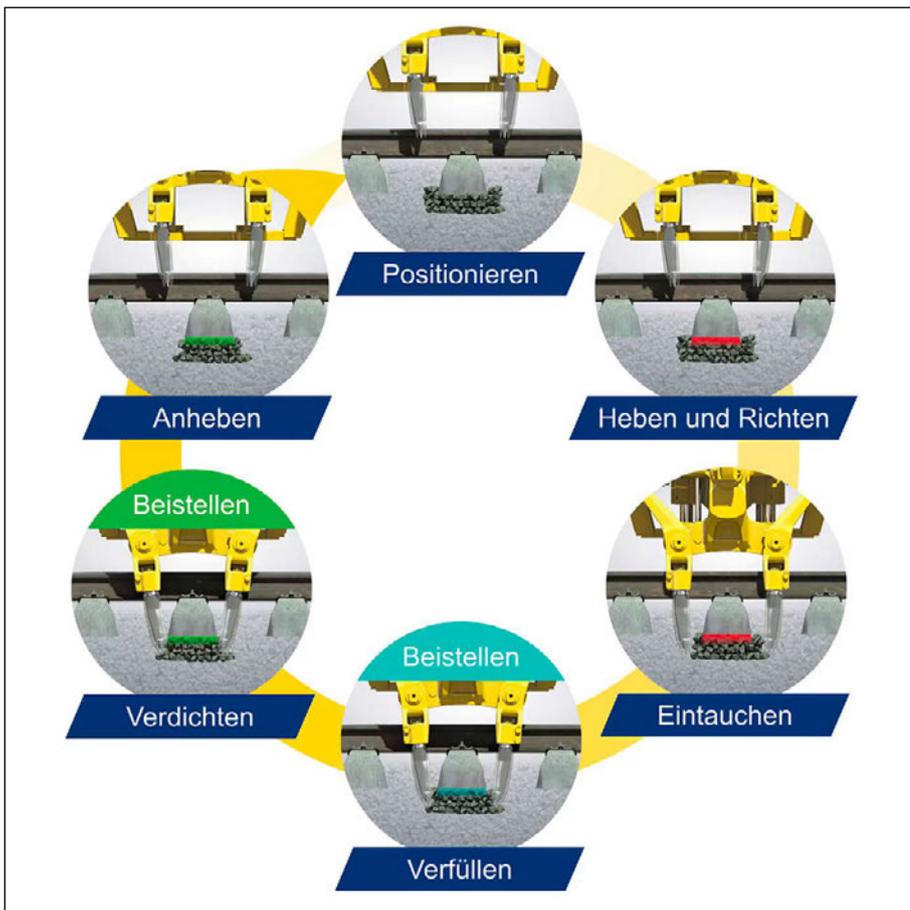
**CHRISTIAN KOCZWARA | SAMIR OMEROVIĆ**

Ein zentrales Ziel der Bahnindustrie ist die Automatisierung von Arbeitsprozessen. Dadurch kann sowohl die Effizienz gesteigert als auch gleichzeitig die Sicherheit gewährleistet werden. Personal, das bisher manuelle Tätigkeiten ausgeführt hat, kann nun für wichtigere Aufgaben eingesetzt werden. Obwohl hohe Implementierungskosten abschreckend wirken, überwiegen deutlich die Vorteile durch reduzierte Wartungskosten, verbesserte Zuverlässigkeit und verlängerte Lebensdauer. Für die Automatisierung eines Arbeitsprozesses ist es hilfreich, diesen in einzelne Phasen zu unterteilen und die wesentlichen Komponenten zu identifizieren. Im nachfolgenden Beitrag wird diese Vorgehensweise anhand des Stopfprozesses dargestellt.

## Die Stopfphasen

Das Stopfen ist eine wichtige Baumaßnahme, bei der jährlich über 1000 km allein im Netz der Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) bearbeitet werden (Abb. 1) [1]. Diese Maßnahme ist von zentraler Bedeutung, da die Gleislagequalität einen entscheidenden Einfluss auf den Fahrkomfort und die Sicherheit hat [2]. Darüber hinaus können durch eine verbesserte Gleislagequalität ungeplante Fahrplanänderungen aufgrund von Streckenmängeln minimiert werden. Angesichts der prognostizierten steigenden Auslastung der Infrastruktur in den kommenden Jahren sowie den kürzeren Sperrpausen ist eine stetige Optimierung der Instandhaltungsmaßnahmen gefordert. Diese Entwicklungen, zusammen mit zunehmendem Fachkräftemangel, stellen sowohl Infrastrukturbetreiber als auch Bauunternehmen vor erhebliche Herausforderungen [3].

Um das Bahnsystem unter den gegenwärtigen erschwerten Bedingungen noch sicherer und komfortabler zu gestalten, ist eine Effizienzsteigerung unerlässlich, insbesondere im Bahnbau und speziell in der Gleisinstandhaltung. Dazu ist für mehr Verständnis und weitere Optimierung die Untersuchung des Stopfprozesses erforderlich. Dabei sind primär bestehende Schritte zu replizieren, aber auch ineffiziente Prozesse zu identifizieren, der Ablauf zu verbessern sowie die Effizienz zu steigern. Darüber hinaus ist die Automatisierung wesentlich für die Gewährleistung der Qualitätsstandards, da sie konsistente und präzise Ergebnisse sicherstellt. Für eine detaillierte Analyse des komplexen Vorgangs des mechanisierten Gleisstopfens ist es sinnvoll, diesen in einzelne Prozessschritte zu unterteilen (Abb. 2), um die wesentlichen Einflussfaktoren zu identifizieren.



**Abb. 2:** Schematische Darstellung der einzelnen Phasen des Stopfprozesses: Positionieren, Heben und Richten, Eintauchen, Verfüllen, Verdichten, Anheben

### Positionieren

Am Beginn des Stopfprozesses wird das Stopfaggregat über den zu bearbeitenden Schwellen positioniert, wobei eine zentrale Ausrichtung entscheidend ist. Eine signifikante Abweichung von der Idealposition führt zu asymmetrischen Beistellwegen, wodurch

die Stopfpickel die Schwellen während des Beistellprozesses berühren können. Neben unzureichender Stopfung kann es auch zur Beschädigung von Schwellen und Stopfpickel kommen. Insbesondere können die Unterkanten der Schwellen abgerundet werden, was die Lebensdauer der Gleislage negativ beeinflusst.

Zur Erleichterung der präzisen Positionierung sind verschiedene Systeme auf dem Markt etabliert, beispielsweise zur Detektion der Schienenbefestigungselemente. Darauf basierend kann die optimale Stopfposition berechnet und das Aggregat automatisch positioniert werden. Solche Systeme sind bereits weltweit im Einsatz. Fortschrittlicher ist das von Plasser & Theurer (P&T) entwickelte KI-basierte System Plasser TampingAssistant. Dieses positioniert nicht nur das Stopfaggregat, sondern erkennt auch Hindernisse und sperrt bei Bedarf einzelne Aggregatsegmente. Zusätzlich werden Hebe- und Richtaggregat sowie Vorkopfverdichter automatisch gesteuert. Dadurch ist eine vollautomatische Bearbeitung auch in komplexen Weichenbereichen möglich [4].

### Heben und Richten

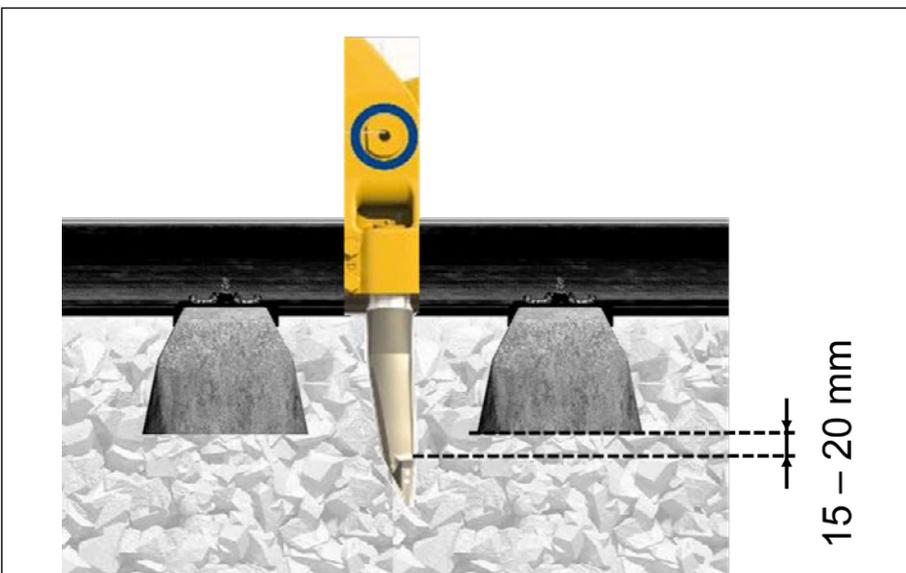
Abweichungen von der vorgesehenen Soll-Lage werden als Gleislagefehler bezeichnet. Diese sind durch ihre Wellenlänge charakterisiert, und es ist bekannt, dass sich trotz Instandhaltungsmaßnahmen wiederkehrende Muster mit spezifischen Wellenlängenintervallen einstellen.

Bei der mechanischen Bearbeitung von Eisenbahngleisen sind das Heben und Richten zentrale Vorgänge. In diesem Prozess wird das Gleis zunächst in seine Soll-Lage gebracht, bevor es gestopft wird. Das Hebe- und Richtaggregat greift das Gleis und hebt es automatisch auf die berechnete Position an. Mit modernen Stopfmaschinen ist es möglich, zukünftigen Gleislagefehlern proaktiv entgegenzuwirken. Sogenannte „Design-Overlifts“ können kurzweilige Gleissenken automatisch erkennen. An diesen periodischen Fehlerstellen wird das Gleis durch gezieltes Überheben korrigiert, um eine Gleislagereserve für die erwarteten größeren Setzungen zu schaffen [5].

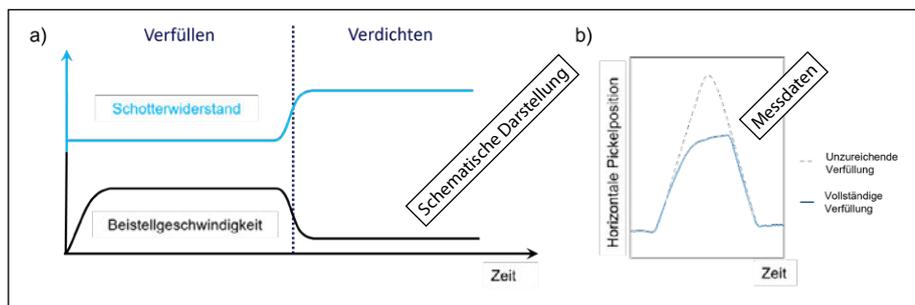
### Eintauchen

Nach der Positionierung der Stopfaggregate über den Schwellen wird der eigentliche Stopfvorgang eingeleitet. Das Stopfaggregat wird dabei bis zur erforderlichen Stopftiefe abgesenkt, üblicherweise 15 bis 20 mm unter der Schwellenunterkante, gemessen von der Oberkante des Stopfpickels (Abb. 3). Moderne Stopfmaschinen sind mit einer präzisen Positionsregelung ausgestattet, die vor dem Absenkvorgang eine Trajektorie berechnet. Besonders bei Mehr-Schwellen-Stopfmaschinen ermöglicht dies ein optimales, leicht zeitversetztes Eintauchen. Diese präzise Regelung, kombiniert mit einer optional erhöhten Vibrationsfrequenz beim Eindringen, reduziert sowohl die Belastung der Stopfaggregate als auch den Schotterverschleiß. Zusätzlich werden die Stoßbelastungen auf den Maschinenrahmen minimiert.

In einem gemeinsamen Projekt von ÖBB, Schweizerische Bundesbahnen AG (SBB), TU Graz und P&T wurde eine Methode entwickelt, die eine sofortige Ermittlung des Schotterzustands ermöglicht. Dafür wurden Daten von



**Abb. 3:** Schematische Darstellung der Eindringtiefe der Stopfpickel



**Abb. 4:** a) Schematische Darstellung der Beistellgeschwindigkeit und des Schotterwiderstands während der Verfüll- und Verdichtphase; b) Gemessener Verlauf der horizontalen Pickelposition unter der Schwelle bei unzureichender und vollständiger Verfüllung

verschiedenen Stopfmaschinen über mehrere Jahre gesammelt und mit etablierten Methoden zur Schotterzustandsbestimmung (Siebanalyse, Georadar) verglichen, wobei eine eindeutige Korrelation festgestellt wurde. Basierend auf diesen Daten wurde das System Plasser TampingControl-BallastMonitoring entwickelt. Dieses ermöglicht erstmals eine direkte Ermittlung des Schotterzustands während des Eintauchprozesses und klassifiziert den Schotter in vier Zustandsklassen, die für spätere Analysen aufgezeichnet werden [6]. Die Interaktion zwischen Schotter und Stopfaggregat bildet zudem die Grundlage für die automatische Anpassung der erforderlichen Stopfparameter.

schotter durch Vibrationen dynamisch ange-regt. Die Stopfpickel schieben den Schotter unter die Schwelle, wobei sich die Schotterkörner zunächst ungehindert in Richtung des Hohlraums bewegen. Aufgrund des geringen Widerstands erfolgt die Beistellbewegung daher zunächst mit hoher Geschwindigkeit. Ist der Hohlraum verfüllt, steigt der Widerstand im Schotter signifikant an. Dies führt beim asynchronen Gleichdruck-Stopfen zu einer Reduktion der Beistellgeschwindigkeit (Abb. 4a), was bereits in umfangreichen Feldtests bestätigt wurde. Abb. 4b zeigt exemp-

larisch gemessene Beistellbewegungen. Bei vollständiger Verfüllung kann ein Einbruch der Beistellgeschwindigkeit (geringere Steigung) beobachtet werden. Bei unvollständiger Verfüllung tritt dieses Phänomen nicht auf. Das Arbeitsprinzip des asynchronen Gleichdruck-Stopfens gewährleistet eine systembedingt automatische Anpassung der Beistellbewegung an die vorherrschenden Bedingungen. Zusätzlich wird dadurch ein schotterschonender (kraftbegrenzter) Beistellvorgang erreicht.

Die Überwachung des Verfüllprozesses ist eine Herausforderung für den Bediener, da dieser üblicherweise nicht direkt beobachtet werden kann. Lediglich signifikante Abweichungen der Gleislage von der Soll-Position unmittelbar nach dem Stopfen sind Indikatoren für eine unzureichende Verfüllung.

Um diesem Problem entgegenzuwirken, haben viele Infrastrukturbetreiber Richtlinien entwickelt, die Mindestbeistellzeiten und Mindestanzahlen der Stopfzyklen festlegen. Diese Empfehlungen basieren auf langjähriger Erfahrung und haben sich auch in aktuellen Studien als zuverlässige Grundlage erwiesen, können jedoch lokale Gegebenheiten nicht berücksichtigen und somit kein optimales Arbeitsergebnis garantieren.

## Beistellen

Zentrales Element des Stopfprozesses ist das Beistellen. Dabei wird der Schotter mittels der Stopfpickel kontrolliert unter die Schwelle bewegt und anschließend verdichtet, um die Schwelle in der gewünschten Soll-Position zu fixieren. Dieser Prozess ist entscheidend für die Qualität der Stopfung und kann durch verschiedene Parameter beeinflusst werden, darunter Vibrationsfrequenz, Vibrationsamplitude, Beistellzeit, Beistellkraft und Stopftiefe.

Die Unterteilung des Beistellprozesses in zwei Schritte erleichtert eine detaillierte Analyse und präzisere Betrachtung des Einflusses auf die Stopfqualität.

- **Verfüllen:** Der Schotter wird gezielt unter die Schwelle bewegt.
- **Verdichten:** Der eingebrachte Schotter wird verdichtet, um eine stabile Lagerung der Schwelle zu gewährleisten.

Wird das Gleis in die gewünschte Soll-Position gehoben, entsteht unter der Schwelle ein Hohlraum. Die Aufgabe der Stopfmaschine besteht darin, diesen aufzufüllen und für ein stabiles Schwellenaufleger mit optimaler Verdichtung zu sorgen. Dies ist essenziell für die Langlebigkeit der Gleislage. Resultat bei unzureichender Verfüllung und Verdichtung sind erhöhte Setzungen im Regelbetrieb und somit eine geringere Stabilität der Gleislage.

## Verfüllen

Bei der Verfüllung des Hohlraums in der ersten Phase des Beistellprozesses wird der Gleis-



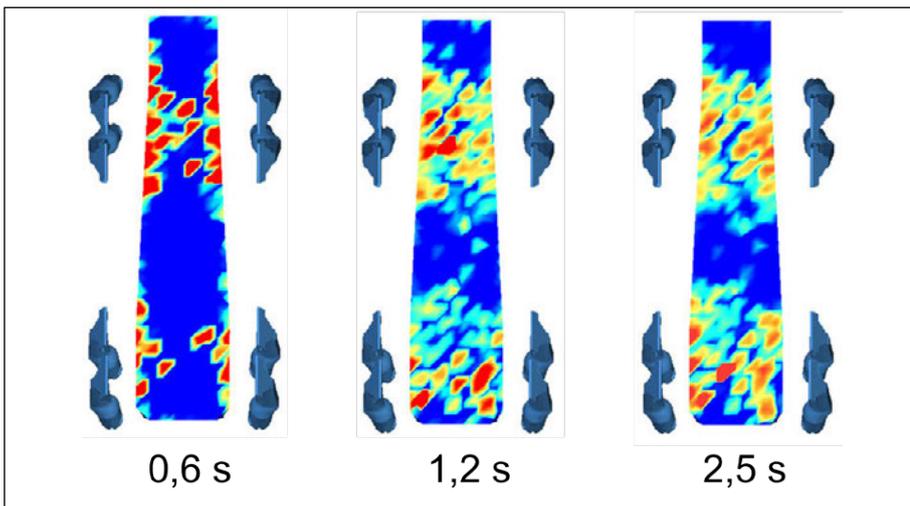
## Bolzenanker BZ3 dynamic

Eine starke Verbindung im Tunnel – auch bei dynamischen Lasten

- Erster mechanischer Spreizdübel mit ETA für Ermüdungsbeanspruchung (M10 - M16)
- Wirtschaftliche Alternative zu Hinterschnittankern
- Schnelle und einfache Montage, sofort belastbar

Mehr Infos unter  
[www.mkt.de/dynamic](http://www.mkt.de/dynamic)

**MKT**®



**Abb. 5:** Simulation der Lastverteilung unter einer Schwelle nach Zeitintervallen von 0,6 s, 1,2 s und 2,5 s. Hohe Belastungen werden durch rote Farbgebung dargestellt. Es ist deutlich erkennbar, dass kurze Beistellzeiten von 0,6 s zu vereinzelt, hoch belasteten Zonen führen. Im Gegensatz dazu resultieren längere Beistellzeiten in einer gleichmäßigeren Lastverteilung.

Aus diesem Grund wurde von P&T ein System zur Überwachung des Verfüllprozesses entwickelt: Plasser TampingControl-VoidDetection. Dabei werden die Beistellbewegung und die auftretenden Beistellkräfte direkt er-

fasst, um daraus einen Beiwert für den Schotterwiderstand zu ermitteln. Wird am Ende des Stopfprozesses der Grenzwert für eine vollständige Verfüllung unterschritten, wird der Bediener direkt darauf hingewiesen und kann

an der betroffenen Stelle eine zusätzliche Stopfung durchführen. Das Nichterreichen der vollständigen Verfüllung wird zur Nachmessdokumentation aufgezeichnet [7].

#### Verdichten

Sobald die Verfüllung abgeschlossen ist, wird der Schotter durch die Stopfpickel unter der Wirkung von Vibrationen und seitlichen Kräften ohne Ausweichmöglichkeiten „vorgespannt“. In dieser Phase kann die Verdichtung besonders effektiv durchgeführt werden. Die Wahl der optimalen Beistellkraft ist entscheidend für die Stopfqualität und die Beanspruchung des Schotters. Zu hohe Beistellkräfte sind eine unnötig hohe Belastung und können zu Schotterbruch führen. Die Plasser TampingControl-ForceAutomation unterstützt den Bediener, indem die Beistellkraft direkt an die vorherrschenden Bedingungen angepasst wird.

Maßgeblich für die Verdichtung ist die Umlagerung der einzelnen Schottersteine in eine dichtere und dementsprechend stabilere Lage. Die Stopfpickel verlieren regelmäßig während jedes Vibrationszyklus den Kontakt zur Schottermatrix, was den einzelnen Partikeln den nötigen Freiraum für die Umlagerung gibt [8]. Eine stabile Amplitude ist hierbei von großer Bedeutung, da eine signifikante Einbuße eine ordnungsgemäße Verdichtung verhindert. Exzentergetriebene Stopfaggregate haben den Vorteil, dass die erforderliche Amplitude stabil gehalten werden kann.

Ein weiterer wesentlicher Parameter für die Qualität der Stopf- und Verdichtungsprozesse ist die Beistellzeit. Aktuelle Forschungsergebnisse haben gezeigt, dass sich eine längere Beistellzeit positiv auf die Langzeitstabilität der Gleislage auswirkt. Der Grund ist, dass bei besonders kurzen Beistellzeiten trotz eventuell ausreichender Verfüllung die Verdichtungszeit zu kurz ist und keine homogene Verdichtung erreicht werden kann. Dies deckt sich mit den Erfahrungswerten und den im DACH-Raum etablierten Mindestbeistellzeiten. Die Umlagerung der Schotterkörner erfordert Zeit; wird der Stopfvorgang zu früh abgebrochen, ist keine dichte Lagerung zu erreichen. Dies führt zwangsläufig zu einer erhöhten Nachverdichtung und damit zu einer stärkeren Setzung im Regelbetrieb. Mit Hilfe numerischer Simulationsmethoden [9] konnte des Weiteren gezeigt werden, dass bei zu geringen Beistellzeiten keine homogene Kraftverteilung unter den Schwellen erreicht wird (Abb. 5). Dies führt zu einer stärkeren Belastung und schnelleren Abnutzung des Gleisschotters im Betrieb, was wiederum die Lebensdauer der Gleislage vermindert und Schotterbruch begünstigt. Diese Erkenntnisse stimmen mit den Erfahrungen der Infrastrukturbetreiber überein. Die in nationalen Richtlinien verbreiteten Mindestwerte für Beistellzeiten unterstreichen diese Ergebnisse deutlich.



## Kabel würden CABseal rail kaufen

Die neue CABseal rail kann flexibel bestückt, vielseitig eingesetzt sowie einfach, sicher und kostensparend montiert werden. Mehr unter [www.pflitsch.de](http://www.pflitsch.de)

### CABseal rail



Besuchen Sie PFLITSCH, Mitglied im VDB, auf der  
InnoTrans 2024 in Halle 12, Stand 450

Visit us at:

**INNOTRANS 2024**

**24. - 27.09.2024**

**Hall 21B | Booth 150**

## Anheben

Nach Abschluss der Beistellbewegung wird das Stopfaggregat wieder aus dem Schotter gehoben.

Während der Aufwärtsbewegung des Aggregats öffnen sich die Pickelarme, und es wird eine Vibrationsbewegung überlagert. Beim Heben bewirkt diese eine zusätzliche Umlagerung der Schottersteine im direkten Einflussbereich des Stopfpickels. Resultat ist eine homogenere Verdichtung im gesamten Schwellenfach und eine Erhöhung des Querverschiebewiderstands.

## Conclusio

Das System Bahn befindet sich derzeit in einer Phase des tiefgreifenden Wandels, in der verstärkt auf Digitalisierung und Automatisierung gesetzt wird. Dieser Trend betrifft nicht nur den Betrieb, sondern insbesondere auch Bau- und Instandhaltungsmaßnahmen. P&T engagiert sich daher kontinuierlich für Innovationen im Bereich der automatisierten Gleisinstandhaltung. In den letzten Jahren wurden zahlreiche Forschungsprojekte in Zusammenarbeit mit Infrastrukturbetreibern und Universitäten durchgeführt. Die Ergebnisse bilden die Basis für die Weiterentwicklung des Stopfprozesses. Ein zentrales Ziel ist dabei die umfassende Automatisierung und Dokumentation. Um dies zu erreichen, wurde der Stopfprozess in mehrere Phasen unterteilt, wodurch jeder Teilaspekt isoliert betrachtet und gezielt weiterentwickelt werden kann. P&T bietet bereits eine Reihe von Innovationen an, die auf diesen Erkenntnissen basieren und die einzelnen Phasen des Stopfprozesses adressieren. Diese systematische Herangehensweise trägt dazu bei, die Effizienz und Zuverlässigkeit des Stopfprozesses zu steigern – ein bedeutender Schritt in Richtung einer voll automatisierten Gleisinstandhaltung. ■

## QUELLEN

- [1] ÖBB-Infrastruktur AG 2023 Netzzustandsbericht 2022 [https://infrastruktur.oebb.at/dam/jcr:8c9f6fc2-9afb-46d4-a11b-b81326982717/%C3%96BB%20Netzzustandsbericht%202022\\_V1.0.pdf](https://infrastruktur.oebb.at/dam/jcr:8c9f6fc2-9afb-46d4-a11b-b81326982717/%C3%96BB%20Netzzustandsbericht%202022_V1.0.pdf)
- [2] Hansmann, F.; Nemetz, W. (2019): Der Gleislage auf der Spur: Ein vergleichender Überblick über die DACH-Staaten (Hamburg: PMC Media House GmbH)
- [3] Deutsche Bahn AG 2024 Deutsche Bahn Integrierter Bericht 2023 [https://ibir.deutschebahn.com/2023/fileadmin/downloads/db\\_ib23\\_d\\_web\\_01.pdf](https://ibir.deutschebahn.com/2023/fileadmin/downloads/db_ib23_d_web_01.pdf)
- [4] Bürger, M.; Zauner, G.; Buchbauer, D.; Jodlbauer, G.; Auer, F.: Hilfe beim Stopfen – Entwicklung eines Weichenstopf-Assistenzsystems, EI 6/2017 S. 16–19
- [5] Auer, F.; Jodlbauer, G.: SmartALC – eine neue Generation von Gleisgeometrie-Leitcomputern, EI 11/2016 S. 22–25
- [6] Offenbacher, S.; Koczwar, C.; Hellwagner, K.; Reschke, R.; Marschnig, S. (2024): Stopfmaschinenbasierte Schotterzustandserfassung, ZEVrail (148) 01+02/2024 S. 4–11
- [7] Koczwar, C.; Daxberger, H.; Omerović, S.: Immer reichlich Schotter unter der Schwelle – vollständige Verfüllung als Basis für das perfekte Auflager, ZEVrail (147) 1/2023
- [8] Barbir, O. (2022): Development of condition-based tamping process in railway engineering: operating phases and motion behavior, ballast condition determination, ballast fluidization TU Wien
- [9] Omerović, S.; Koczwar, C.; Daxberger, H.; Antony, B.; Auer, F.: Anwendung der Diskrete-Elemente-Methode im Eisenbahnbau: Numerische Parameterstudien zum dynamischen Verhalten von Gleisschotter, EI 7/2021 S. 39–41



**Dipl.-Ing. Dr. mont.  
Christian Koczwar**

R&D Scientist  
Abt. Research und Simulation  
Plasser & Theurer, AT-Linz  
[christian.koczwar@plassertheurer.com](mailto:christian.koczwar@plassertheurer.com)



**Dipl.-Ing. Dr. techn. Samir Omerović**

Simulationsingenieur  
Abt. Research und Simulation  
Plasser & Theurer, AT-Linz  
[samir.omerovic@plassertheurer.com](mailto:samir.omerovic@plassertheurer.com)

**PERFORMANCE  
ON TRACK®**

**Innovative Systemlösungen  
für moderne Bahnnetze**

voestalpine Railway Systems ist der weltweit führende Anbieter von Systemlösungen im Bereich Bahninfrastruktur und bietet hochqualitative Produkte, Logistik und Dienstleistungen für Schienen-, Weichen-, Signal- und Überwachungsanwendungen.

Die über Stahl hinausgehende vollintegrierte Werkstoffkompetenz und industrielle Wertschöpfungskette ermöglichen es voestalpine, die wechselseitigen Abhängigkeiten der Gleiskomponenten zu verstehen und mit diesem Wissen die Lebenszykluskosten des Systems zu optimieren. Durch intelligente digitale Lösungen schaffen wir die Basis für modernes Fahrwegmanagement im Sinn unseres Markenversprechens: „Performance on Track®“.

# Modifizierter Asphalt im Gleis der SBB

Historie, Weiterentwicklung und erster Einbau eines modifizierten Asphalts im Eisenbahnunterbau

**DANIEL VÖLLMIN**

**Asphalt im Gleis wird bei der Schweizerische Bundesbahnen AG (SBB) seit längerer Zeit im Eisenbahnunterbau eingesetzt. Die Entwicklung des heute normierten Asphalts im Gleis basiert auf den Erfahrungen seit 1930. Seit seiner Verankerung in den Schweizer Normen fand keine Weiterentwicklung mehr statt. Im Rahmen einer Ideensuche wurden mehrere Lösungsansätze für eine möglichst effektive Weiterentwicklung erarbeitet. Als für die SBB am interessantesten wurde die Weiterverfolgung des Niedertemperaturasphalts eingestuft. Daraufhin wurden in einer ersten Phase Voruntersuchungen im Labor durchgeführt, und in der Folgephase wurde im Rahmen eines Probeinbaus erstmals ein modifizierter Asphalt im Gleis eingebaut.**

## Historie

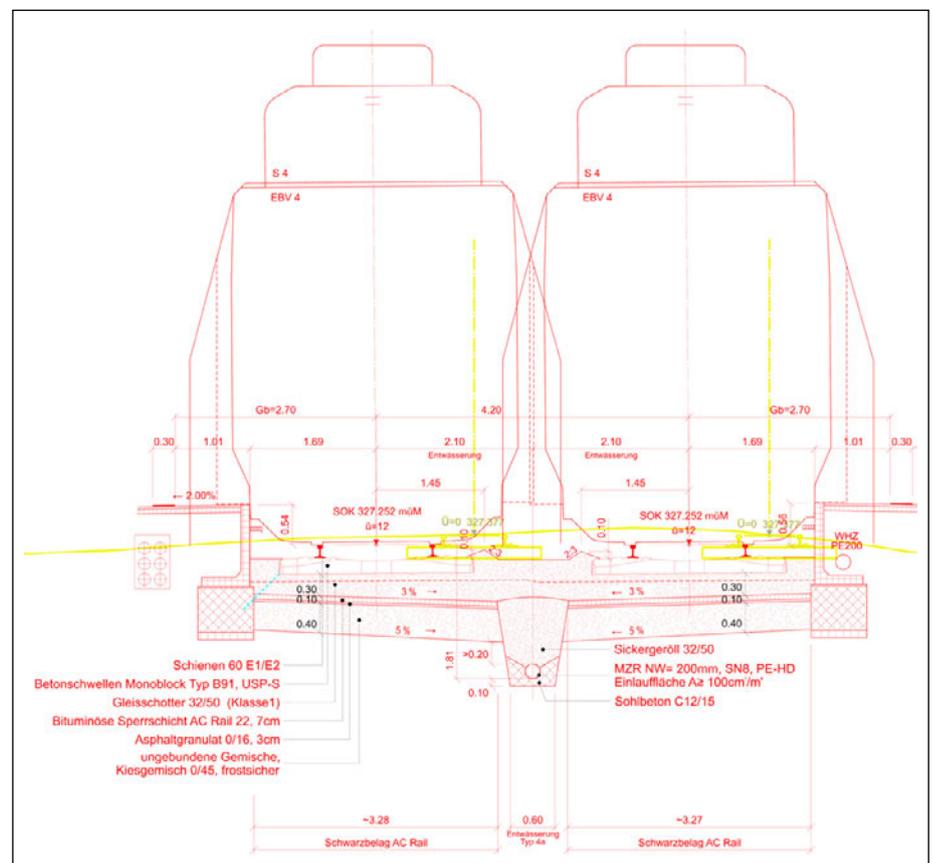
Mit dem Begriff „Asphalt“ wird vermutlich zuerst die Straße in Verbindung gebracht, weniger die Eisenbahn. Tatsächlich wird aber in der Schweiz seit längerer Zeit Asphalt im Gleis verwendet. Die erste bekannte Anwendung war in den 1930er Jahren ein Eisenbahnunterbau aus Asphalt auf einer Fundamentschicht auf der Strecke von Zollikofen in Richtung Bern. Ein weiterer Asphalteinbau fand auf der Zufahrtlinie von Bern Wylerfeld nach Bern statt, welche im Jahr 1941 in Betrieb genommen wurde. Nach mehr als 40 Jahren musste diese Asphaltschicht 1983 saniert werden. Die Untersuchungen zeigten, dass der Gleisschotter aufgrund der dynamischen Zugbelastung und durch entstandene Risse im Asphalt durch Feinmaterial aus unterliegenden Schichten verschmutzt wurde. Solche Verschmutzungen des Gleisschotters können bei Vorhandensein von Wasser sowie feinkörnigem Bodenmaterial entstehen und zu schlechter Gleislage und stark erhöhtem Unterhalt führen. Daher war dies ein erstes Zeichen für das sich abzeichnende Ende der Nutzungsdauer des Unterbaus. Das harte Bindemittel im Asphalt war damals mitverantwortlich für die Rissbildung. Aus den Ergebnissen dieser und anderer Untersuchungen sowie der Forderung nach einer flexiblen und wasserabdichtenden Schicht wurden die Hauptanforderungen an die bitumenhaltige Sperrschicht im Eisenbahnbau abgeleitet. Zunächst wurde eine Heißmischtragschicht (HMT) mit einem relativ weichen Bitumen (B) 120/150 eingesetzt respektive, kombiniert mit rezykli-

ertem Asphalt, ein B 180/220 verwendet. Die Bezeichnung der Bitumensorte erfolgt anhand der Nadelpenetration. Bei diesem Prüfverfahren wird die Eindringtiefe in 1/10 mm nach festgelegten Rahmenbedingungen gemessen. Ein Bitumen mit einer Nadelpenetration von 120 ... 150 1/10 mm wird als Bitumensorte B 120/150 klassifiziert. Mit den weiteren Anforderungen an den Hohlraumgehalt, den Verdichtungsgrad und einer möglichst hohen Bindemitteldosierung sollte erreicht werden, dass die Verhärtung des Bindemittels mit zunehmendem Alter genügend langsam erfolgt und Versprödungen oder Risse wirksam verzögert werden. Im Jahr 1994 wurde der Asphalt im Gleis bei der SBB als Standard bei Neubau-Vorhaben festgelegt. In den 2000er Jahren wurde die bitumenhaltige Sperrschicht in die Schweizer Normen (SN) aufgenommen. Zu Beginn wurde als Mischgutsorte ein AC T (Asphalt Concrete Tragschicht) mit dem Straßenbaubitumen B 160/220 verwendet. Ab dem Jahr 2008 wurde die heutige in der Schweiz bekannte Mischgutsorte AC RAIL

für den Eisenbahnbau in den SN verankert. Beim AC RAIL gibt es zwei verschiedene Mischgutsorten, AC RAIL 16 und AC RAIL 22. Die Mischgutsorte wird durch die Angabe des oberen Nennwerts der größten Gesteinskörnung bezeichnet. Da die technischen Mittel zur Herstellung und Qualitätssicherung stets besser und die Dicke der Fundamentschicht (ungebundene Gemische, Abb. 1) erhöht wurden, wird mit einer Nutzungsdauer von mehr als 80 Jahren gerechnet. In der Tat ist der eingangs erwähnte Asphalt aus dem Jahre 1941 noch heute im Bahnnetz der SBB vorhanden. Für die SBB ist darum ein Asphalt mit einer Fundamentschicht im Unterbau die langlebige und wirtschaftlichste Lösung.

## Weiterentwicklung

Bauen unter Betrieb stellt die Infrastrukturbetreiberinnen im Eisenbahnbau vor große Herausforderungen. Um das bestehende Gleisnetz der SBB zu unterhalten und gleichzeitig den regulären Eisenbahnverkehr aufrecht erhalten zu können, wurden verschiedene Maschinen für den Gleis-



**Abb. 1:** Heutiger Gleiskörper, Unterbau mit AC RAIL und Fundamentschicht (Liestal, Ausführungsprojekt, Fahrbahn, Normalprofil)

Quelle: SBB

bau entwickelt. Ab dem Jahr 1981 konnte für die maschinelle Bearbeitung von Unterbau und Gleisschotter die Gleisbaumaschine (GBM) Pusal 1 eingesetzt werden. Dies hat den Gleisbau in der Schweiz revolutioniert [1]. Im Jahr 2005 wurde erstmals ein Asphalt im Gleis in Kombination mit der GBM Vanoliner, einer modifizierten Aushub- und Lademaschine aus dem Tunnelbau [12], erstellt. In den nachfolgenden Jahren wurden auch Pilotversuche mit den Gleisbaumaschinen Pusal T und Pusal 2 durchgeführt. Die Einbaubegleitungen sowie die Nachuntersuchungen an den Asphaltproben zeigten dabei verschiedene Schwierigkeiten auf, welche im Rahmen der Pilotprojekte nicht vollständig behoben werden konnten. Seit 2014 wurden in erster Linie aus Effizienzgründen keine weiteren Einbauversuche mehr durchgeführt.

Im November 2021 startete die SBB eine Ideen- suchte zu Weiterentwicklungsmöglichkeiten beim Asphalt im Gleis. Das Projektziel dieser Ideensuche war, das Potenzial von Asphalt für bestehende Gleise abzuklären, das Produkt AC RAIL weiterzuentwickeln und neue Ansätze für den Einbau unter Betrieb insbesondere bei Erneuerungen zu suchen. Dabei waren verschiedene Fachspezialisten sowie externe Beratungs- und Ingenieurbüros beteiligt, und es zeigten sich viele Optimierungsoptionen. In der Folge wurde

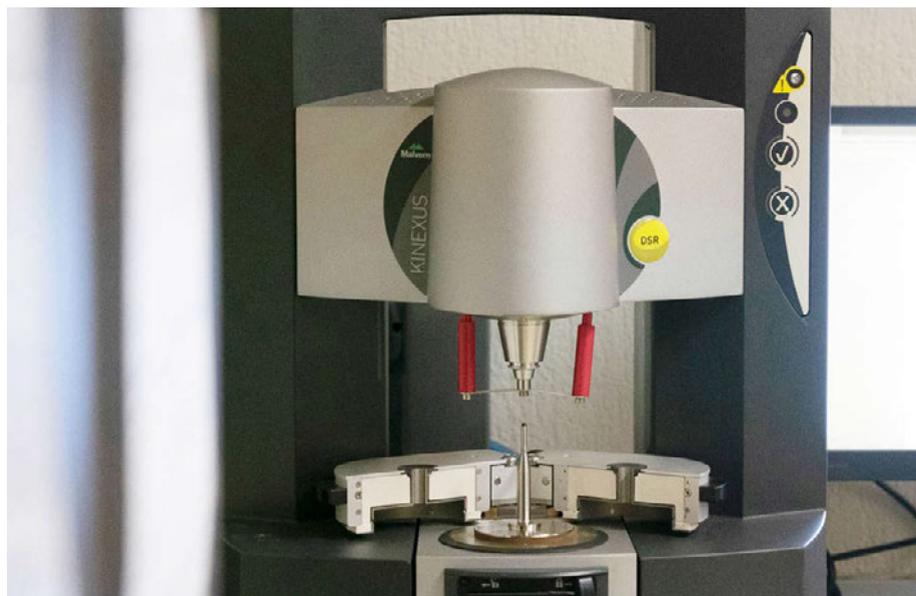


Abb. 2: Dynamisches Scherrheometer (DSR)

Quelle: [9]

das Potenzial der verschiedenen Lösungsansätze u.a. unter der Prämisse des Einsatzes minimaler Ressourcen und technischer Machbarkeit abgeschätzt. Der Einsatz von Niedertemperaturasphalt (NTA) erwies sich als naheliegender,

ressourcenschonender und risikoarmer Lösungsansatz für die weitere Entwicklung. Dabei wird ein temperaturreduzierter Asphalt bei ca. 30 °C tieferen Temperaturen als beim Heißasphalt produziert und eingebaut. Damit kann ein fertig ein-

# Grüner als man denkt

**Will Europa seine Klimaziele erreichen, muss es massiv die Bahnnetze ausbauen.**

Mit unseren Spannbetonschwellen unterstützen wir diese grüne Verkehrswende: Die Hochpräzisionsteile halten extremen dynamischen Belastungen Stand und geben den Gleisen Stabilität. Um sie millionenfach in höchster Qualität zu wirtschaftlichen Konditionen liefern zu können, haben wir die modernste automatisierte Produktionsanlage unserer Branche in Betrieb genommen. Dabei setzen wir verstärkt erneuerbare Energien ein und testen neue CO2-arme Zemente.

[www.moll-betonwerke.de](http://www.moll-betonwerke.de)

**InnoTrans**  
24.09. – 27.09.24  
Halle 5.2  
Stand 310

**Leonhard Moll**  
Betonwerke

Die Schwelle zur Zukunft

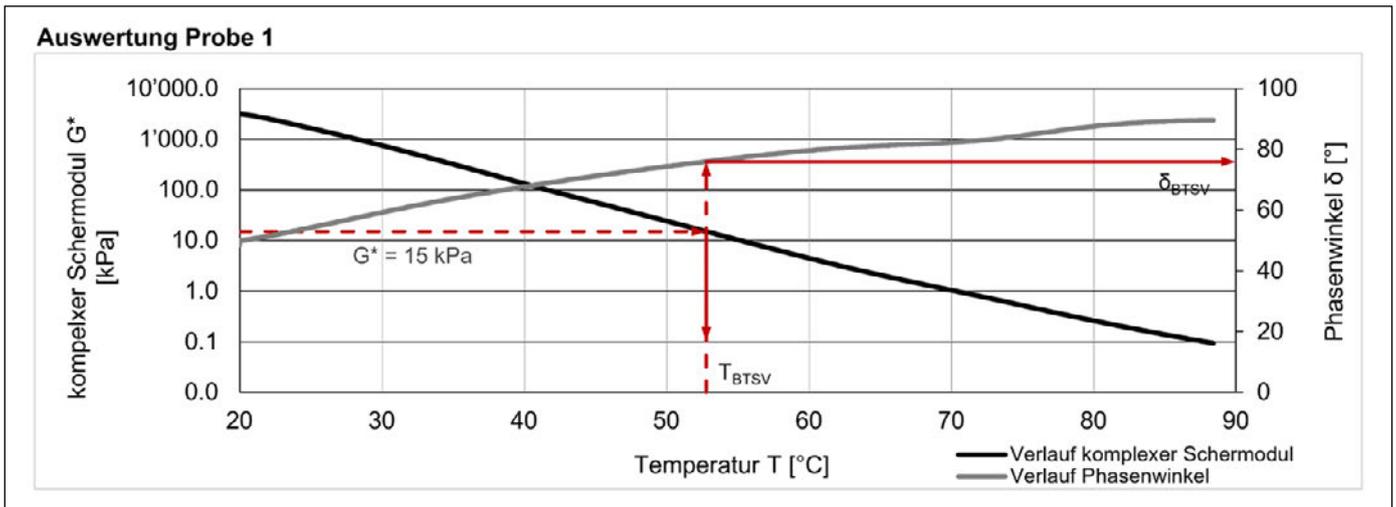


Abb. 3: DSR, BTSV-Messung für AC RAIL mit FT-Wachs, Diagramm

Quelle: [5]

gebauter Asphalt früher freigegeben werden [2]. Beim konventionellen Heißasphalt beträgt die Herstellungstemperatur ca. 150 °C–180 °C, typischerweise 160 °C. Die Einbautemperatur liegt bei ca. 130 °C–160 °C. Die Temperaturen hängen jedoch von der verwendeten Bitumensorte ab. Um eine Temperaturreduzierung zu bewirken, sind verschiedene technische Verfahren möglich wie u.a. organische Zusätze, chemische Zusätze, wasserbasierte Verfahren (z.B. Zeolithe oder Schaumbitumen-Technologie), Änderung bei der Mineralstoffumhllung. In Europa wurden Niedertemperaturasphalte in den 1990er Jahren entwickelt. Das Hauptziel der Entwicklung war die Energieeinsparung und die Reduzierung der Emissionen [3]. Bei einigen Verfahren ist die Reduzierung der Bitumenviskositt eine Grund-

voraussetzung für eine Temperaturabsenkung. Dadurch bleibt das Bitumen fließfähig, und die Gesteinskörnungen können umhüllt werden. Mit Fischer-Tropsch (FT)-Wachs, welches ein organischer Zusatz ist, wird z.B. die Viskosität gesenkt. Zusätzlich soll es die Verformungsbeständigkeit bei Nutzttemperaturen verbessern [3]. Die Ide-ensuche wurde mit einem groben Konzeptplan zur Umsetzung eines temperaturreduzierten Asphalts abgeschlossen. Außerdem wurde zur Baustellenbelieferung der Einsatz wärmeisolierender Thermomulden mit einem Direkt-Verladesystem von der Straße auf die Schiene empfohlen. Im August 2022 startete die SBB mit den Vor-untersuchungen. Darin sollte die Machbarkeit eines modifizierten Asphalts geklärt werden. Ein akkreditiertes Prüflabor stand beratend zur Sei-

te, organisierte die Mischgutproben und führte die Untersuchungen durch. Die SBB wollte ein bereits bestehendes Verfahren in den Vor-untersuchungen betrachten und möglichst keine neue Technologie entwickeln. Wachsmodifizierte Bindemittel wurden Ende der 1980er Jahren entwickelt [3]. Erfahrungen zu NTA mit wachsmodifizierten Bindemitteln waren bereits bei vielen Objekten dokumentiert [4]. Deshalb stand eine Modifikation mit FT Wachs im Vordergrund. Für den modifizierten AC RAIL gelten die Anforderungen gemäß Norm, zusätzliche Anforderungen zum Verfahren und Produkt wurden nicht gestellt. Um den modifizierten Asphalt möglichst realitätsnah zu produzieren, wurde eine Herstellung im Asphaltwerk anstelle einer Laborherstellung vorgezogen. Die Mischgutherstellung



Abb. 4: Asphaltwerk in Niederbipp für AC RAIL

Quelle: [10]

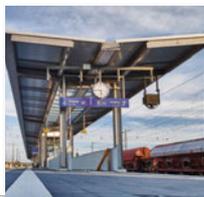
erfolgte in Absprache zwischen dem Prüflabor und der vorgeschlagenen Asphaltmischanlage. Die Proben des Mischguts AC RAIL 16 mit Bindemittel B 160/220 wurden im Zuge einer regulären Produktion unter Zugabe von 20 Masse-% Ausbauasphalt hergestellt (rezyklierter Asphalt). Im Anschluss wurde eine zusätzliche Ladung mit FT Wachs gemischt. Produktionsschwankungen in der Zusammensetzung lassen sich bei solchen Kleinmengen jedoch nicht ganz vermeiden [5]. Das Mischgut wurde den Standardprüfungen für die Asphalzzusammensetzung unterzogen. Die Anforderungen konnten vom herkömmlichen AC RAIL alle erfüllt werden. Beim niederviskosen (NV) modifizierten AC RAIL wurde lediglich die Penetrationsanforderung (Pen) aus dem rückgewonnenen Bitumen leicht unterschritten. Bei größeren Produktionsmengen kann das Mischgut besser eingestellt und eine Verbesserung der Werte erzielt werden. Der Erweichungspunkt Ring und Kugel (EP RuK in °C) ist gegenüber dem Standard-Mischgut erhöht. Dies könnte zu einer Verbesserung der Befahrbarkeit von temporären Baust Straßen bei Nutzttemperaturen führen. Der EP RuK sowie die Pen sind traditionelle Qualitätsprüfungen und wurden für Straßenbaubitumen entwickelt. Sie sind nach wie vor Standardprüfungen und werden häufig als Kontrolle bei der Produktion oder für die Lieferung auf der Bau-

stelle verwendet. Bei der Verwendung von polymermodifizierten Bitumen (PmB), Recycling- und Niedertemperaturtechnologien sind sie jedoch weniger geeignet [2]. Da dem Bitumen ein viskositätsverändernder Zusatz beigegeben wurde, sind neben EP RuK und Pen zusätzliche Kontrollprüfungen relevant: Ein Bitumen kann ein elastisches (verformbares) und ein viskoses (fließendes) Verhalten aufweisen. Mit dem Dynamischen Scherrheometer (DSR) können diese viskoelastischen Eigenschaften mit verschiedenen Prüfungen untersucht werden (Abb. 2). Im Rahmen der Voruntersuchungen wurde das Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahren (BTSV) angewendet. In Abb. 3 ist der Verlauf des komplexen Schermoduls und des Phasenwinkels in Abhängigkeit von der Temperatur zu sehen, welche im BTSV beim Bitumen mit FT Wachs gemessen wurden. Mit zunehmender Temperatur nimmt der komplexe Schermodul ab. D. h., je höher die Temperatur, desto weicher wird das Bindemittel. Die Temperatur  $T$  (BTSV) wird bei einem komplexen Schermodul von  $G^* = 15$  kPa ermittelt. Die Temperatur aus dem EP RuK (47.4 °C) sowie die  $T$  (BTSV) (49.1 °C) stimmen beim unmodifizierten Bitumen gut überein [5]. Die Temperaturen des Bitumens mit dem FT Wachs weisen hingegen keine gute Übereinstimmung auf (61.8 °C EP RuK versus 52.5 °C  $T$  (BTSV)). Beim Verlauf des Phasen-

winkels ist zu sehen, dass bei ca. 70 °C ein leichtes Plateau vorhanden ist. Dies deutet darauf hin, dass das Bitumen modifiziert wurde und deshalb etwas elastischer ist, denn je höher der Phasenwinkel, desto geringer ist die Elastizität des Bindemittels. Bei einem Phasenwinkel von 0 °C wäre das Material ideal elastisch, und bei 90 °C wäre es ideal viskos (Abb. 3).

### Erster Einbau eines modifizierten Asphalts im Eisenbahnunterbau

Nach den Voruntersuchungen wurde für einen Probeeinbau eine geeignete Eisenbahnbaustelle gesucht. Eine größere Baustelle, welche sich zu dieser Zeit bereits in der Ausführungsphase befand, war der Vierspurausbau in Liestal. Die SBB Infrastruktur baut im Rahmen dieses Projekts den Bahnhof sowie die Gleisanlagen aus und entschärft so die Zugkreuzungskonflikte. Das soll für einen pünktlicheren und störungsfreien Bahnverkehr auf der Linie Basel–Olten sorgen [8]. Dabei handelt es sich um eine Strecke mit einer sehr hohen Gleisbelastung (geplante Nutzung ca. 274 Züge/Tag). Da bei diesem Ausbauprojekt viele neue Gleise und auch Unterbau mit AC RAIL während einer Totalsperre erstellt wurden, eignete sich dieses Objekt für einen Probeeinbau. Für den Probeeinbau wurde eine Einbaufäche von etwa 1000 m<sup>2</sup> vorgesehen. Es sollte ein Nie-

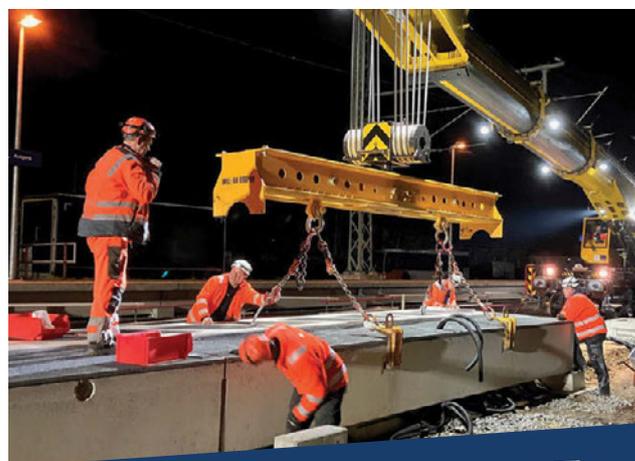


## HERING auf der InnoTrans

„Bauen mit System“ fängt bei HERING bereits mit der Entwicklung durchdachter Systeme an, abgestimmt auf den Bedarf der Kunden und die Bedürfnisse der Nutzer, gefolgt von detaillierter Planung und maßgeschneiderter Ausführung. Unser Produktportfolio auf der InnoTrans:

- Verkehrsstationen
- Bahnsteigdächer
- Fertigteilbahnsteige
- Großmaschinen
- Konstruktiver Ingenieurbau
- Logistik
- Gleisgründungszug
- Gleisbau
- Beschichtung

Ihr findet uns hier:  
Halle 25, Stand 365



Scan den QR-Code, um mehr über den HERING-Stand auf der InnoTrans zu erfahren





Abb. 5: AC RAIL-Einbau mit Asphaltfertiger im Gleis 1

Quelle: SBB / Daniel Völlmin



Abb. 6: Temperaturmessung mit Infrarotthermometer im Gleis 1

Quelle: SBB / Daniel Völlmin

der Temperaturasphalt mit einer Temperaturabsenkung von ca. 30 °C eingebaut werden. Für das Verfahren der Modifizierung, die Produktwahl und die Verwendung von recyceltem Asphalt bestand unternehmerische Freiheit. Das Asphaltwerk, welches zusammen mit dem akkreditierten Prüflabor in Augenschein genommen wurde, hatte einen hohen technischen Stand (Abb. 4). Die entsprechenden technischen Einrichtungen für eine Modifikation waren vorhanden.

Der erste Einbau eines modifizierten Asphalts im Gleis der SBB erfolgte am 5. Oktober 2023 (Abb. 5). Liestal liegt auf einer Höhe von ca. 327 m über dem Meer. Die Außentemperatur lag am Morgen bei etwa 10 °C, es war sonnig und leicht bewölkt. Der Einbau begann um 08.45 Uhr und endete um 12.30 Uhr. Die Asphalttemperatur beim Einbau betrug etwa 118 °C (Abb. 6), die Einbaumenge ca. 187 t. Für den modifizierten AC RAIL wurde die Eignung nach Norm nachgewiesen. Beim Mischgut handelte es sich um ein AC RAIL 22 mit Zielbitumen B 160/220, dessen Produktionstemperatur bei 120–135 °C lag. Dabei wurde ein gebrauchsfertiges Low Temperature (LT) Bitumen verwendet. Beim Einsatz von Ausbaupasphalt wird das Altbindemittel mit einem geeigneten Frischbindemittel und eventuellen Zusätzen zu einem resultierenden Bindemittel (Zielbitumen) zusammengemischt. Gemäß Typprüfungsbericht betrug der Anteil an Ausbaupasphalt 50 Masse-%. Es wurden Standardprüfungen und BTSV-Prüfungen durchgeführt. Mehrheitlich wurden die Anforderungen eingehalten, jedoch konnten einzelne Einzel- oder Mittelwerte nicht erfüllt werden, denn es war bei der Herstellung der 187 t Asphalt schwierig, das Mischgut möglichst optimal einzustellen. Die Abweichungen dürften jedoch keine Auswirkungen auf die Nutzungsdauer haben. Anhand von Bohrkernproben wurden die Schichtdicke, der Verdichtungsgrad und der Hohlraumgehalt untersucht. Die Anforderungen konnten erfüllt werden.

Wie erläutert, wurde der Niedertemperaturasphalt entwickelt, um Energie einzusparen und Emissionen zu reduzieren. Durch den vermindernden Einsatz von Erdgas wird bei der Herstellung (Rohstoffgewinnung bis Werkstor) ein temperaturreduzierter Asphalt etwa 10 % weniger CO<sub>2</sub> ausgestoßen und etwa 5 % Graue Energie gespart [11]. Im Fall des Probeinbaus konnten so ungefähr 560 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente respektive 30 000 Megajoule Öl-Äquivalente eingespart werden, was ungefähr einem Flug von Zürich nach Teneriffa entspricht [6]. In Bezug auf die entstehenden Bitumendämpfe kann eine Temperaturabsenkung im Vergleich zum Heißasphalt ungefähr eine Halbierung der Gesamtemissionen bewirken [7]. Dies verbessert den Arbeitsschutz für das Personal während des Einbaus. Wie beschrieben, erfolgte sowohl im Vorversuch als auch beim Probeinbau eine Kombination von Niedertemperaturtechnologie und recyceltem Asphalt. Zwar weisen NTA eine geringfügig bessere Ökobilanz als Heißasphalt auf [11], allerdings ist der Beitrag des recycelten Asphalts relevanter als der Temperaturunterschied.

### Zusammenfassung und Ausblick

Die Ziele der Ideensuche wurden mehrheitlich erreicht. Das jährliche Potenzial von Asphalt für vorhandene Gleise konnte aufgezeigt werden. Die Verwendung von Niedertemperaturasphalt ist ein vielversprechender Ansatz für die Weiterentwicklung der Asphaltrezeptur, welche Vorteile für Neubauten und Erneuerungen bietet. Im Rahmen von Vorversuchen wurde die Machbarkeit eines modifizierten Asphalts für den Gleisbau geprüft. Danach wurde im Rahmen eines Probeinbaus die Herstellung sowie der Einbau während einer Totsperrung untersucht. Die Kombination von NTA und Asphalt-Rezyklierung ergab zusätzlich einen positiven Nebeneffekt bezüglich der Arbeitssicherheit und der Kreislaufwirtschaft. In der Ideensuche konnten zwar keine grundlegend neuen Ansätze für den Asphalt einbau unter Betrieb ausgearbeitet wer-

den; mit dem NTA und der Thermomulden-Empfehlung konnte jedoch eine erste Basis für den zeitgemäßen Einsatz von Asphalt bei Unterbau-Erneuerungen gelegt werden. Abschließend soll die Gelegenheit genutzt werden, allen Beteiligten einen herzlichen Dank für die Zusammenarbeit und die zusätzlichen Aufwände auszusprechen. ■

### QUELLEN

- [1] Zürcher, S.: Pusal S der Hochleistungsumbauzug der Schweiz, Abschlussarbeit des CAS HES-SO in Eisenbahntechnologie – Fahrbahn 2021/2022, S. 8
- [2] Berner Fachhochschule (BFH): Wiederverwendung Ausbaupasphalt und Einsatz Niedertemperaturasphalt – Best Practice Guideline, in Auftrag gegeben von der Plattform „Kies für Generationen“, Version 15. April 2021, S. 34 und S. 84
- [3] Bundesamt für Strassen (ASTRA): Initial Projekt – Asphalt-Mischgut mit geringer energetischer und ökologischer Belastung, Forschungsauftrag VSS 2008/502 auf Antrag Bundesamt für Strassen (ASTRA), Dezember 2009, S. 17-18 und S. 81
- [4] Bundesamt für Strassen (ASTRA): Forschungspaket Potential et ANalyse des Enrobés Tièdes (PLANET): EP-0 „Steuerung, Koordination und Synthese“, Forschungsauftrag VSS 2010/540 auf Antrag des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS), November 2017, S. 33
- [5] ViaTec AG, Institut für Baustofftechnologie: Materialuntersuchungen AC RAIL 16, Kurzbericht vom 17.01.2023, S. 3 und Anhang
- [6] SBB, Stocker, S.: Berechnung Energieeinsparung / Ökobilanz auf Basis von [11], Februar 2024
- [7] Bundesamt für Strassen (ASTRA): Forschungspaket Potential et ANalyse des Enrobés Tièdes (PLANET): EP-7 „Arbeitshygiene“, Forschungsauftrag VSS 2010/547 auf Antrag des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS), Dezember 2016, S. 43
- [8] <https://company.sbb.ch/de/ueber-die-sbb/projekte/deutschschweiz/region-basel/ausbau-bahnknoten-liestal/vierspurausbau.html>, 17.05.2024 um 15:43
- [9] <https://viatag.ch/baustoffpruefung/>, 17.05.2024 um 10:10
- [10] [https://miphalt.ch/wp-content/uploads/2022/06/Miphalt-AG-Asphaltwerk-Niederbipp\\_6.jpg](https://miphalt.ch/wp-content/uploads/2022/06/Miphalt-AG-Asphaltwerk-Niederbipp_6.jpg), 17.05.2024 um 10:14
- [11] [https://www.utechag.ch/fileadmin/user\\_upload/Umweltberatungen/Oekobilanz\\_von\\_Asphaltsbelaeagen.pdf](https://www.utechag.ch/fileadmin/user_upload/Umweltberatungen/Oekobilanz_von_Asphaltsbelaeagen.pdf), 27.05.2024 um 13:14
- [12] [https://itcsa.com/images/Stories/pdf\\_de/News\\_13\\_Vanoli\\_05\\_DE.pdf](https://itcsa.com/images/Stories/pdf_de/News_13_Vanoli_05_DE.pdf), 21.06.2024 um 16:33



**Daniel Völlmin**

Produktmanager  
Fahrbahnunterbau, AC RAIL  
SBB AG, CH-Bern Wankdorf  
daniel.voellmin@sbb.ch



# Wir halten Ihre Schienen in Topform

Smartes, sicheres, sauberes und sorgfältiges Schienenschleifen

**SPENO INTERNATIONAL**  
speno.ch



# Optimierte Regelung von Gleisstabilisieraggregaten zur Reduktion irregulärer Setzungen

Eine vorgesteuerte optimierte Regelung reduziert die durch die Stabilisierung auftretenden irregulären Setzungen unter Berücksichtigung der Restfehler nach der Stopfung.

**BERNHARD LICHTBERGER**

Die Anwendung kontrollierter Stabilisieraggregate nach einer Stopfarbeit erhöht den Querverschiebewiderstand (QVW) und die Sicherheit gegen Gleisverwerfungen. Mit der Gleisstabilisierung geht jedoch ein Verlust der Längshöhenqualität durch unregelmäßige Setzungen einher. Ein optimierter vorgesteuerter Regelkreis vermeidet diese irregulären Setzungen weitgehend. Neben den Hebewerten werden die Eigenschaften der Bettung und die Restfehlerwelligkeiten im Regelkreis berücksichtigt und so optimale Ergebnisse erzielt.

## Kontrollierte Stabilisieraggregate (KSA)

Das durchgehend verschweißte Gleis unterliegt, je nach Schienentemperatur, mechanischen Spannungen. Schienentemperaturen über der Neutraltemperatur erzeugen Druckspannungen in der Schiene – sie wird an der Ausdehnung gehindert; bei Schienentemperaturen unter der Neutraltemperatur entstehen analog Zugspannungen – die Schiene wird am Zusammenziehen gehindert. Die Neutraltemperatur ist jene Temperatur, bei der die Schiene spannungslos ist [1]. Zugspannungen erhöhen das Risiko des Schienenbruchs, während Druckspannungen die Gefahr einer Gleisverwerfung erhöhen. Eine Verwerfung entspricht dem Ausknicken eines Stabs unter Druck. Verwerfungen werden durch einen ausreichend hohen QVW des Gleisrostes im Schotter vermieden.

Durch Gleisinstandhaltungsarbeiten wird der QVW erniedrigt. Stopfen reduziert ihn um 40-50 % und erhöht die Gefahr einer Gleisverwerfung. Beim Stopfen bleibt im Zwischenfach ein gering verdichteter Bereich zurück, und es verbleiben die Eintauchtrichter der Stopfpickel. Das berichtigte Gleis tendiert dazu, in die Ursprungslage vor der Gleislageberichtigung zurückzukehren. Im Wesentlichen sind es dieselben Schotterkörner und dieselbe Schotterstruktur, die unter den Schwellen von Stopfzyklus zu Stopfzyklus verdichtet werden. Deshalb weisen die Schotterbereiche unter den Schwellen wiederkehrendes Verhalten auf. Oft wird dieses Verhalten als

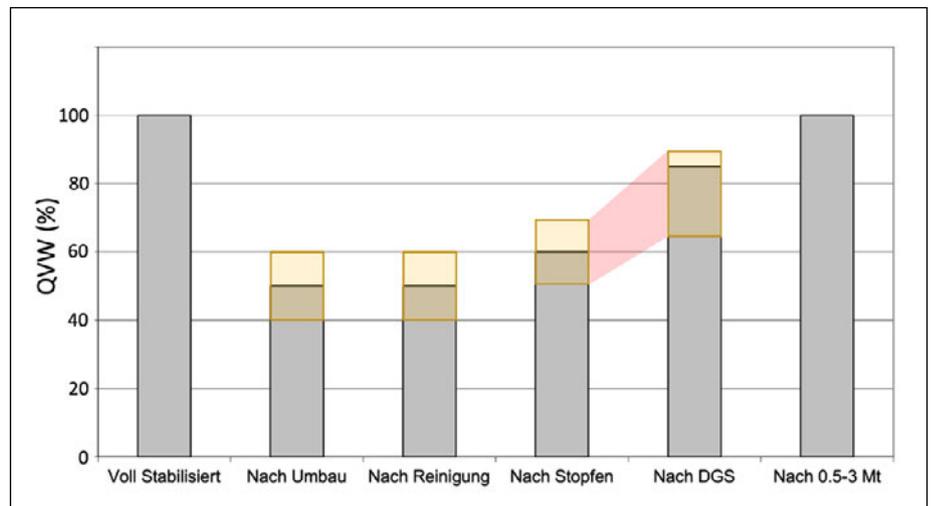


Abb. 1: Beeinflussung des QVW durch Instandhaltungsmaßnahmen [2] (DGS: Dynamische Gleisstabilisierung, Mt: Megatonnen)

„Gedächtnis des Gleises“ bezeichnet. Es sind der lokale Charakter der Schotterstruktur unter den Schwellen und die lokalen Eigenschaften des Untergrundes und der Tragschichten, die beseitigte Gleisfehler wiederkehren lassen.

In die Abb. 1 gelb eingezeichnet ist der Streubereich des QVW nach verschiedenen Instandhaltungsarbeiten.

## Wie kann der Erniedrigung der Verwerfungssicherheit begegnet werden?

Die klassische Methode ist die Einrichtung von Langsamfahrstellen (La) nach Gleisinstandhaltungsarbeiten zur Stabilisierung des QVW unter Zugbelastung. Reduzierte Zuggeschwindigkeiten erniedrigen die wirkenden Führungskräfte und verringern die Anforderungen an den QVW-Wert. La sind mit Betriebsbehinderungen (Störung des Fahrplanes, ggf. mit Auswirkung auf Anschlusszüge), Kosten und Verspätungen verbunden.

Andere Methoden verwenden maschinelle Verfahren, wie die Gleisstabilisierung oder die Zwischenfachverdichtung.

Nach etwa 0,2-0,5 Mio. Lasttonnen ist der QVW in einer Größenordnung, die ein sicheres Befahren des Gleises mit Gleishöchstgeschwindigkeit erlaubt.

## Wirkungsweise des KSA

Dynamische Verdichtgeräte erzeugen die Vibration und Schwingungsenergie über angetriebene Exzenterwellen. Die dynamische Schlagkraft  $F_{dyn}$  errechnet sich zu [2]:

$$F_{dyn} = m_e \cdot e \cdot \omega^2 = m_e \cdot e \cdot (2\pi \cdot n)^2$$

$m_e$  = exzentrische Masse (kg)

$e$  = Exzentrizität (m)

$n$  = Drehzahl (U/s)

$\omega$  = Kreisfrequenz (1/s)

$F_{dyn}$  = Dynamische Schlagkraft (N)

Bei KSA laufen zwei Unwuchten gegenläufig: deren vertikale Schlagkraftkomponenten heben sich auf, die horizontalen verstärken sich. Horizontale Schwingungen sind gegenüber vertikalen wesentlich wirksamer. Da der Schwerpunkt der wirkenden dynamischen Kräfte eines KSA über der Schienenoberkante liegt, entstehen nicht nur horizontale Schlagkräfte, sondern aufgrund der wirkenden Momente auch vertikale Anteile.

Die dynamische Schlagkraft erhöht sich linear mit der exzentrischen Masse und quadratisch mit der Drehzahl (Frequenz).



Abb. 2: Kontrolliertes Stabilisieraggregat (KSA)

Die horizontale Querschwingung des Gleises verursacht einen elasto-liquiden Zustand des beeinflussten Schotterbereiches. Das erleichtert den Schotterkörnern eine dichtere Lage einzunehmen. KSA werden mit Frequenzen von 28–40 Hz und Amplituden von 2–2,5 mm betrieben. Die statische Auflast wirkt über Hydraulikzylinder. Diese sind unabhängig regelbar und erlauben Kräfteinstellungen bis zu 180 kN je Aggregat [2]. Über telekopierbare Achsen und Gleisrollen werden die Schienen eingespannt. Die zwei exzentrisch umlaufenden Unwuchten versetzen den gesamten Gleisrost in Schwingung. Die statische Auflast hilft die Querkräfte zu übertragen und verhindert, dass die Räder auf den Schienen durchrutschen (sichtbar an Rattermarken an der Schienenoberfläche). In geringem Maße erlaubt die unabhängige Einstellung der statischen Kräfte links und rechts Differenzen in der Querhöhenabsenkung auszugleichen. In

Überhöhungen weist der überhöhte Strang eine größere Schotterhöhe auf. Dies bewirkt tendenziell größere Setzungen unter der überhöhten Schiene. Während des Stabilisierungsvorgangs der durch die Stopfung gestörten Schotterstruktur passen sich die Berührungsbereiche der Körnerspitzen an die Beanspruchung an. Überlastete Kanten und Spitzen brechen, die eingebrachten Be- und Entlastungen der Zugkräfte führen zu einer dynamischen Anregung der Körner. Die Umordnung und dichtere Packung der Steine geschehen so lange, bis ein Gleichgewicht zwischen den wirkenden Kräften eingetreten ist. Mit der steigenden Dichte verringern sich die Hohlräume. Eine Setzung des Gleises ist die Folge. Abb. 2 zeigt ein Foto eines Stabilisieraggregates. Die Wirksamkeit der Stabilisierung hängt nur gering von der Arbeitsgeschwindigkeit ab, weshalb ein einzelnes Stabilisieraggregat einen ausreichenden Rückgewinn des QVW erzielt.

#### Einflussparameter der Gleisstabilisierung auf den QVW

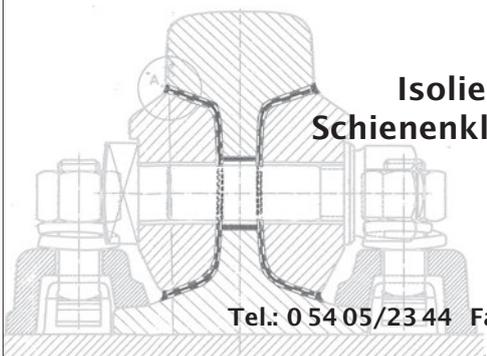
Je größer die Setzung, um so dichter die Schotterlagerung, um so höher der QVW.

Den größten Einfluss auf die Setzung üben die vorangegangene Hebung und die Stabilisierungsfrequenz aus. Dieser Effekt beruht auf:

- der Höhe der gestörten Schottereinflusszone
- den plasto-elastischen Eigenschaften des Schotters, die mit steigenden Frequenzen über 30 Hz zunehmen und
- der quadratischen Zunahme der dynamischen Schlagkraft des Exzenterwellenantriebes.

Wesentlich für die erzielbare Setzung ist die Hebung des Gleises, die beim Stopfen zur Reduktion der Längshöhen- und Querhöhenfehler angewandt wird. Mit der Hebung vergrößert sich die erwartbare Setzung des Gleises. Bei Neulage des Gleises oder nach Reinigung des Schotters zeigt sich die maximale Wirkung der KSA. Bei voller vertikaler Auflast, einer Frequenz

## Technische Formteile aus Kunststoffen



### Isolierausrüstung für die Schienenklebestoßverbindung

Bauart «S»

**kkv**  
**kassebaum**  
Kunststoffverarbeitung

KKV Kassebaum GmbH Chemnitzer Straße 1 A 49078 Osnabrück  
Tel.: 0 54 05/23 44 Fax: 0 54 05/33 39 [www.kkv-kassebaum.de](http://www.kkv-kassebaum.de) [info@kkv-kassebaum.de](mailto:info@kkv-kassebaum.de)

Qualitätssicherung nach DIN EN ISO 9001 : 2015 HPQ + Q 1-Lieferant der Deutschen Bahn AG

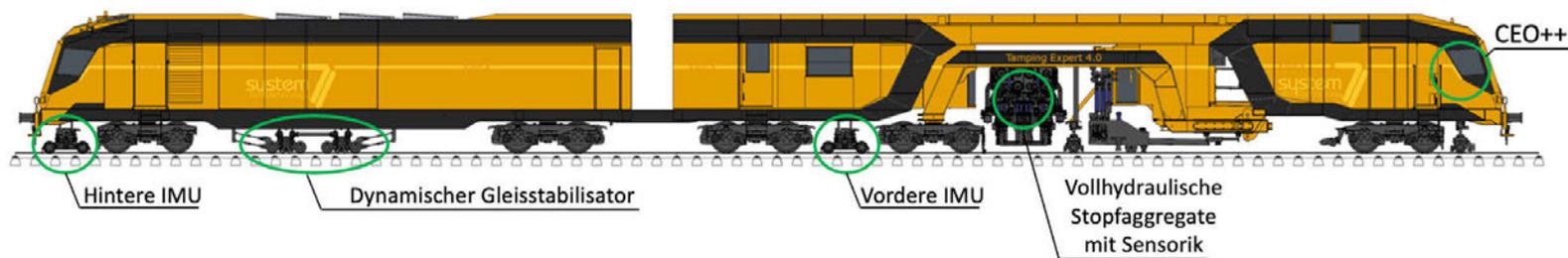


Abb. 3: Continuous Tamping Robot 4.0 mit Dynamischem Gleisstabilisator

von 40 Hz und geringer Arbeitsgeschwindigkeit werden maximale Setzungen bis 15–20 mm erzielt. Für die gängigen Durcharbeitungen mit Hebewerten von 10–40 mm liegen die typischen KSA-Setzungen bei ungefähr 30 % der vorangegangenen Hebewerte. Die Wirktiefe der KSA liegt zwischen 70 und 100 mm [3].

Für den Zusammenhang zwischen Setzung und Hebung gilt die folgende empirische ermittelte Beziehung [2]:

$$S = 4,2 \cdot \ln(H) - 4$$

S = Setzung (mm)

H = Hebung (mm), H muss  $\geq 1$  mm sein

Dieser Zusammenhang weist auf ein Problem der Anwendung ungeregelter Gleisstabilisatoraggregate hin. Ungeregt werden durch die auftretenden unregelmäßigen Setzungen infolge der schwankenden Hebungen proportionale Gleichhöhenfehler erzeugt. Ziel der neuartigen Regelung ist es, diese schwankenden Setzungen zu vermeiden.

#### Stabilisatorformel

Die Setzung, die mit den Stabilisatoraggregaten erzielt wird, hängt von der Hebung, der Schwing-

frequenz, der exzentrischen Masse, der Arbeitsgeschwindigkeit, dem Schotterzustand und der vertikalen Auflast ab. Es gilt für die Setzung S (unter der Annahme, dass die einzelnen Parameter nicht miteinander gekoppelt sind) [2]:

$$S = f(H) \cdot f(\omega) \cdot f(m_{e,e}) \cdot f(F_v) \cdot f(v) \cdot f(BH)$$

$f(F_v)$  = Funktion der vertikalen statischen Auflast ( $F_v$  in kN)

$f(v)$  = Funktion der Arbeitsgeschwindigkeit (v in km/h)

S = Setzung (mm)

$f(BH)$  = Funktion der Bettungshärte (BH in Nm)

Die Hebung ist der dominierende Faktor für die Größe der Setzung, die sich beim Gleisstabilisieren einstellt.

Normalerweise ist die Wirksamkeit der Exzentrizität während der Arbeit nicht regelbar. Der Einfluss der Arbeitsgeschwindigkeit ist gering, da Setzungen logarithmisch verlaufen. Nach etwa 70 Schwingungen im Einflussbereich ändern sich die Setzungen nur mehr marginal. Die Arbeitsgeschwindigkeit wird durch die Stopfgeschwindigkeit vorgegeben und ist messbar. Die Hebungen entsprechen den bekannten Gleishöhenlängsfehlern. Nach einer Vormessung des

Gleises werden die ermittelten Korrekturwerte für Höhe und Richtung an die Stopfmaschine übergeben. Die Bettungshärte entspricht einer normierten Verdichtleistung [4]. Sie kennzeichnet den Zustand des Schotters – im Wesentlichen dessen Verschmutzungs- und Abnutzungszustand. Die Bettungshärte wird beim Einsatz vollhydraulischer Stopfantriebe während des Stopfens mitgemessen [4]. Proportional zum Verschmutzungsgrad stellt sich die Setzung ein. Die abgenutzten Steine und die Feianteile zwischen den Schotterkörnern reduzieren die Verzahnbarkeit und Reibung und steigern damit die Setzung.

Als Regelgrößen bieten sich die Schwingfrequenz und die vertikale statische Auflast an. Die Schwingfrequenz wird über die Drehzahl der KSA bestimmt. Die vertikale statische Auflast wird über Hydraulikzylinder aufgebracht und über Drucksensoren gemessen.

#### Der Continuous Tamping Robot 4.0 – CPLS32

Der kontinuierliche Stopfroter 4.0 [8] ist voll automatisiert und erfüllt die Vorstufe zum autonomen Arbeiten [7] (Abb. 3). Die vollhydraulischen Stopfantriebe erlauben die Messung der Schotterbetteigenschaften [4]. Diese Messungen werden in Form eines Schotterbetteports dokumentiert [6]. Eine Neuheit sind die Stopfaggregate des kontinuierlich arbeitenden Zweiswellenstopfroboters, bei denen alle Pickel schwenkbar sind und die in den schmalen Raum einer Schwellenteilung von 60 cm passen. Im System7 Automatik-Stopfmodus bestimmt die Maschine durch Messung die optimale Stopfzeit. Internationale Erfahrungen belegen die Verlängerung der Haltbarkeit der Stopfung in diesem Arbeitsmodus um im Durchschnitt 30 % [5].

Weltweit erstmalig ist der Einsatz von acht derartigen Splithead-Stopfaggregaten auf unabhängigen Querführungen, womit das gleichzeitige Stopfen von zwei Schwellen in Weichen eine neue Leistung und Qualität erreicht. Die Flexibilität und die Geschwindigkeit des Stopfens von Weichen steigen dadurch enorm.

Ein weiteres wesentliches Merkmal bildet die Energierückgewinnung beim Bremsen des Stopfsatelliten.

Standard sind Mobilfunk, Satellitenmesssystem GNSS und WLAN für Servicezwecke. Über Fernzugriff ist die 24-Stunden-Exper-

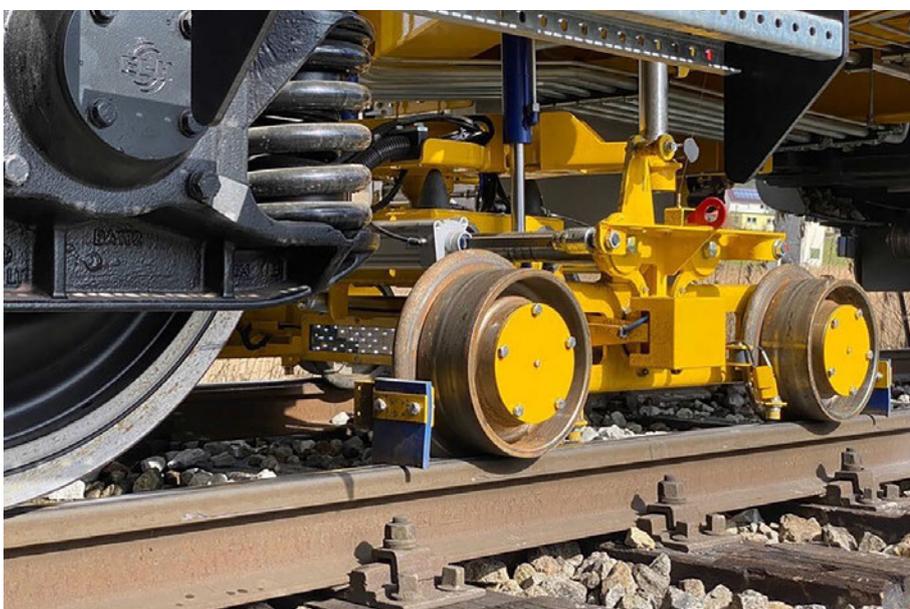


Abb. 4: Inertialer Navigationsmesswagen

Mit ECM-  
Zertifizierung

Mehr Informationen unter:



# Der Schienen- bändiger

## Der Zweiwegebagger A 922 Rail Litronic

Das perfekt abgestimmte Hydrauliksystem kombiniert mit dem Liebherr-Schnellwechselsystem LIKUFIX macht den Zweiwegebagger auf jeder Baustelle zum flexiblen und kontinuierlichen Leistungsträger.

[www.liebherr.com](http://www.liebherr.com)

# LIEBHERR

Zweiwegebagger



Besuchen Sie uns auf der

**InnoTrans 2024**

24.-27. Sept., Berlin  
Stand O/170  
Freigelände Süd

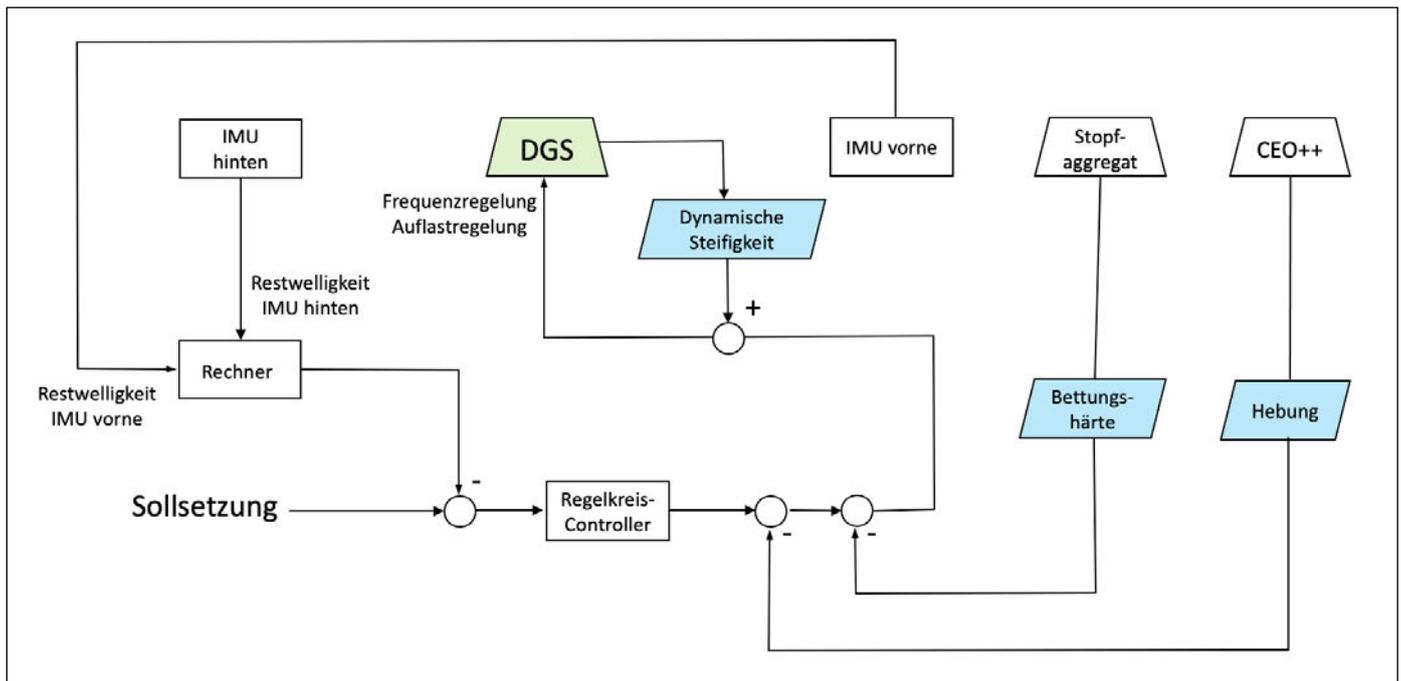


Abb. 5: Regelkreis zur Optimierung gleichmäßiger Setzung

tenhotline von System7 erreichbar. Zustandsüberwachung der Maschinenkomponenten und der einwandfreien Arbeitsfunktionen der Maschine über die Webplattform RaVeM (RaVeM railway vehicle monitoring) ist selbstverständlich. Der vollhydraulische Stopfantrieb misst während des Arbeitens die Schotterbetteigenschaften [4]. Das integrierte Expertensystem analysiert diese Daten und stellt sie auf der Webplattform INFrame (INFrame infrastructure monitoring) in Form übersichtlicher Netzdiagramme dar. Die Analyse erfasst nicht nur die Art der Gleisfehler nach Wellenlänge und Amplitude, sondern auch deren Ursache und örtliche Lage. Werden KSA eingesetzt, wird hinter diesen ein zweiter inertialer Navigationsmesswagen (IMU-Messwagen) zur Messung des Abnahmeschriebes in die Maschine integriert. Der vordere IMU-Messwagen dokumentiert die erreichte Gleislage nach der Stopfarbeit; dabei werden die realen Hebungen, die Schotterbettehärte, die erreichte Verdichtung und die Schottersteifigkeit gemessen und aufgezeichnet.

In Abb. 4 ist der inertielle Navigationsmesswagen, der für die Abnahmemessungen zugelassen ist, zu sehen. Der Messwagen zeichnet die räumliche Spur der linken und rechten Schiene auf.

#### Einsatz und Nutzen eines vorgesteuerten selbstoptimierenden Regelkreises

Der Regelkreis zur Beeinflussung der Schlagkraft der KSA ist vorgesteuert. Aus den gemessenen bekannten Parametern wird auf die zu erwartenden Setzungen hochgerechnet. Über die variable Frequenz und vertikale Auflast wird die dynamische Schlagkraft geregelt, damit sich eine möglichst gleichförmige Setzung mit geringen Restfehlern ergibt. Zusätzlich werden die Messergebnisse der beiden IMU-

Messwagen im Regelkreis so genutzt, dass eine möglichst geringe Verschlechterung der Höhenlagenfehler auftritt.

Abb. 5 zeigt schematisch den Regelkreis zur Regelung der kontrollierten Stabilisieraggregate (KSA). Das vollhydraulische Stopfaggregat erfasst über seine Sensorik die Schotterbetteigenschaften wie die Schotterbettehärte, die erzielte Verdichtkraft und die Steifigkeit. Daraus wird eine von der Schotterbettehärte abhängige Funktion abgeleitet und in den Regelkreis integriert. Auch aus der dynamischen Steifigkeit der Schotterbettung wird eine Vorsteuergröße abgeleitet. Vom Gleisgeometriecomputer CEO++ wird die Vorsteuergröße der Hebung berechnet und dem Regelkreis zugeführt. Je größer die Schotterbettehärte und damit die Verschmutzung des Schotters ist, um so ausgeprägter das Setzungsverhalten. Aus den verbleibenden Längshöhenfehlern nach dem Stopfen und beim Gleisstabilisieren wird die Fehlerrestwelligkeit berechnet. Ein Rechner führt eine Ähnlichkeitstransformation zwischen den Fehlern durch und beeinflusst den Regler so, dass die Fehlerrestwelligkeit nach dem Gleisstabilisieren minimal wird.

Die absolute Setzung des Gleises ist ohne Belang – sie beeinflusst die Rad-Schiene-Wechselwirkung der darüberfahrenden Züge nicht. Über die Stabilisatorformel wird, abhängig von der Arbeitsgeschwindigkeit, der Schlagkraft und mittleren Regelparameter eine Sollsetzung errechnet und vorgegeben. Ergibt sich eine positive Abweichung – das bedeutet, die berechnete Setzung wird zu groß –, wird die Frequenz des Gleisstabilisators und die vertikale Auflast verringert. Das reduziert die erzielte Setzung. Bei ne-

gativer Regelabweichung werden Frequenz und Auflast erhöht – die erzielte Setzung wird größer.

Der Regelkreis regelt auf konstante Setzung über die gesamte bearbeitete Strecke.

So vermeidet er die negative Wirkung unkontrollierter Stabilisieraggregate. Ungleichmäßige Setzungen, einhergehend mit einer Verschlechterung der Längshöhenlage, werden vermieden. ■

#### QUELLEN

- [1] Lichtberger, B.: Das Große Handbuch der Gleisstandhaltung, Band 1, tredition Verlag GmbH, Hamburg 2022
- [2] Lichtberger, B.: Das Große Handbuch der Gleisstandhaltung, Band 2, tredition Verlag GmbH, Hamburg 2023
- [3] Lichtberger, B.: Handbuch Gleis – Unterbau – Oberbau – Instandhaltung – Wirtschaftlichkeit. DVV Media Group GmbH Eurailpress, Hamburg 2010 (3. Auflage)
- [4] Lichtberger, B.: Vollhydraulisch Stopfen – eine neue Technologie für effiziente Instandhaltung, EI – DER EISENBAHNINGENIEUR 7/2015, S. 18-22
- [5] Lichtberger, B.: Das neue System7-Automatikstopfen erhöht die Haltbarkeit der Gleislage: Einsatzergebnisse, ETR – Eisenbahntechnische Rundschau 7/2020, S. 58-63
- [6] Lichtberger, B.; Schmitzberger, H.: Abnahmeschrieb des Schotterbettzustandes durch eine Hochleistungsstopfmaschine – in situ Messung während des regulären Stopfbetriebes, ZEVrail (144) 10/2020, S. 372-378
- [7] Lichtberger, B.: Auf dem Weg zum autonomen Arbeiten – Der Universal Tamper 4.0, EIK – Eisenbahn Ingenieur Kompendium 2022, S. 15-40
- [8] Lichtberger, B.: Der neue Continuous Tamping Robot 4.0, EI – DER EISENBAHNINGENIEUR 3/2024



Univ.-Doz. Dr. techn.  
Bernhard Lichtberger

Geschäftsführender Gesellschafter und CTO  
System7 railsupport GmbH,  
AT-Laakirchen  
bernhard.lichtberger@s7-rail.com

InnoTrans 2024 - Halle 26 | Stand 395

# Lärmschutz individuell gedacht

**Modul- und Gesamtlösungen für den leiseren Bahnverkehr.**

Bei der Herstellung der Leube Fertigteile verbinden wir die Qualität, Ästhetik und Wirtschaftlichkeit von Beton. Wichtige Einsatzbereiche unserer Betonteile sind Lärmschutzwände und Fertigteilssysteme für Bahn und Straße. Mit über 40 Jahren Erfahrung in der Konstruktion von bewährten Systemen in der Lärmschutzverbauung aus schallabsorbierendem Holzbeton verfügen wir über eine EBA-Zulassung, die den Ausbau von Bahnstrecken bis 300 km/h ermöglicht. Wir arbeiten eng mit Architekten, Ingenieuren und Bauherren zusammen, um individuelle Sonderlösungen mit Betonfertigteilen für unterschiedliche Anwendungen im Bereich Infrastruktur zu realisieren.

**Jetzt unverbindlichen Beratungstermin vereinbaren:**

**+43 6542 / 80 400**





Abb. 1: Railmaster, das neue Flaggschiff

# Railmaster, das neue Flaggschiff im Schienenbearbeitungssektor

Der Railmaster ist der weltweit erste Schienenfräszug mit drei voneinander unabhängigen Antrieben – ausgeführt mit Wasserstoff-, Pantograph- oder Dieselantrieb.

**RICHARD RAPBERGER | STEFAN HOFMANN**

Die Fa. Linsinger Maschinenbau GmbH stellt dieses Jahr auf der Leitmesse „InnoTrans“ in Berlin sein neuestes Flaggschiff, den Railmaster (Abb. 1), vor. Hierbei wurden im Zuge der Entwicklung speziell diejenigen Aufgaben angegangen, die von aktuellen Maschinen am Markt nicht oder nur teilweise bewältigt werden. Im Fokus standen dabei Nachhaltigkeit, Effizienz, Sicherheit und der modulare Aufbau einer Hochleistungsmaschine.

## Rahmenbedingungen

Das zentrale Element des schienengebundenen Verkehrs ist ein gut gewartetes Schienennetz. Die Schienen müssen jedoch in regelmä-

ßigen Wartungsintervallen mechanisch von Schädigungen befreit bzw. Verformungen eliminiert werden, um einen sicheren Verkehrsbetrieb zu gewährleisten. Dies geschieht nach aktuellem Stand der Technik durch selbstfahrende Schienenbearbeitungsmaschinen, die während der Fahrt die Schienen mit einem oder mehreren am Fahrzeugrahmen angebrachten Arbeitsaggregaten bearbeiten. Die aktuell eingesetzten Technologien sind hier Fräs- und Schleifverfahren.

Aus wirtschaftlicher Sicht ist die Maximierung der fertig bearbeiteten Streckenlänge pro Zeiteinheit bei moderatem Kapital- und Personaleinsatz die höchste Disziplin, und aus technischer Sicht gilt es, bei minimalem Materialabtrag eine vollständig schadfreie Schiene zu erhalten, die alle normativen Anforderungen hinsichtlich geometrischer Form, Oberflächenbeschaffenheit und Rissfreiheit erfüllt.

## Modularität im Vordergrund

Bereits beim Antriebssystem des Schienenfräszuges zeigt sich die Modularität in einem breiten Portfolio von möglichen Energiequellen. Hier kann neben dem klassischen Dieselaggregat, das bei Baumaschinen immer noch den Stand der Technik darstellt, auch zwischen einer Oberleitungsversorgung mittels Pantograph oder einer mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzelle gewählt werden. Pro Maschine können zwei redundant arbeitende Energiesysteme gewählt werden, was z.B. die Überstellung zur Baustelle mittels Oberleitung und den Betrieb auf der Baustelle mit klassischem Diesel erlaubt, falls die Oberleitung am Arbeitsort nicht zur Verfügung steht. Durch den consequenten Verzicht an Leistungshydraulik und den durchgängigen Einsatz elektrifizierter Komponenten vom Fahrtrieb über die Nebenkomponten bis hin zur Werkzeugma-



Abb. 2: Modularität durch Gliederbauweise

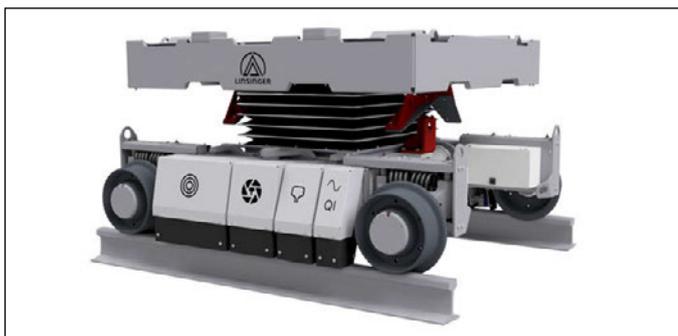


Abb. 3: Messeinheit Detail



Abb. 4: Messeinheit auf dem Railmaster

schine konnte so ein Optimum an Wirkungsgrad erreicht werden, was z.B. die Maschine in Eigenfahrt auf 120 km/h bringt. Des Weiteren wurden die unterschiedlichen Fahrtriebe, welche für Überstellung bzw. Arbeitsfahrt notwendig sind, nicht in Schaltgetrieben kombiniert, sondern in kompakte, energieeffiziente Einzelgetriebe auf verschiedene Achsen aufgeteilt. Somit wird der Zeit- und Kraftstoffverbrauch minimiert und die Präzision des Antriebes bei unterschiedlichsten Gleisbedingungen maximiert.

Durch die Bauform als Gliederfahrzeug hat der Kunde die Möglichkeit, die Maschine individuell zu gestalten und so bis zu drei Fräsaggregate, einen Mannschaftswagen oder ein Werkstattmodul optional zu wählen, um die Maschine optimal an seine Bedürfnisse anzupassen (Abb. 2).

### Keine Gleisbetretung notwendig

Der unumgängliche, zeitraubende Werkzeugwechsel bei langen Bearbeitungsschichten wurde massiv erleichtert. Die Bearbeitungsaggregate können während der Fahrt ins Innere der Maschine geschwenkt werden, um dort im geschützten Umfeld den Werkzeugwechsel durchzuführen. Danach können sie im laufenden Betrieb wieder abgesetzt werden und ihren Dienst fortführen. Somit muss die Bearbeitung für den Werkzeugwechsel nicht mehr unterbrochen werden, was auch einen Wechsel des Schienenprofils während der Bearbeitung ohne Stopp ermöglicht. Somit gehören das mit Gefahren behaftete Verlassen der Maschine und die damit verbundenen aufwendigen Gleissperrungen der Vergangenheit an. Dadurch kann ein Maximum an Arbeitsleistung pro Schicht erreicht werden.

Konsequenterweise wurde auch die Notwendigkeit der Gleisbetretung für die Erfassung der benötigten Messungen zur Qualitätssicherung eliminiert. Dies wurde nur möglich, indem das komplette Konzept der bisherigen Messeinrichtungen neu gedacht und so ein höchst komplexes Messsystem entwickelt wurde, das dennoch durch Robustheit und Wartbarkeit überzeugt. Auch hier wurde ein besonderes Augenmerk auf die Modularität gelegt. Diese bezieht sich einerseits auf die Möglichkeit, verschiedenste Einzelmesssysteme

flexibel miteinander kombinieren zu können, und andererseits bietet dieses Konzept die Möglichkeit, die Messeinheit in reduzierter Form auch in kleineren Fahrzeugen einsetzen zu können.

Aufgrund der nun drastisch geänderten Arbeitssituationen ist eine Maschinenbedienung mit deutlich reduziertem Personal möglich, und gleichzeitig konnte auch die Arbeitssicherheit durch die konsequente Vermeidung von Gleisbetretungen deutlich gesteigert werden.

### Modulares Messsystem

Entwickelt wurde ein modulares, maschinenintegriertes Messsystem, welches alle relevanten Messungen nach der Schienenbearbeitung kontinuierlich arbeitend durchführen kann. Die Messdaten werden in Echtzeit von diversen Sensoren erfasst, von einem Hochleistungs-Industrie-PC verarbeitet und schließlich auf einem mobilen Endgerät (Laptop oder Tablet) dargestellt. Alle Messwerte der EN 13231-2:2021 [1] können erfasst werden. Die Schienenkopfhöhe kann ebenfalls mithilfe der Sensorik ermittelt werden. Wird auch ein vorlaufendes Messsystem eingesetzt, so kann der Materialabtrag über einen Vergleich der vorlaufenden und nachlaufenden Profilmessung ermittelt werden. Die Messfähigkeiten dieses Systems sind nicht nur auf die in der EN 13231-2:2021 [1] geforderten Parameter beschränkt.

Es ist z.B. auch in der Lage, Head-Check-Prüfungen gemäß EN 16729-2:2020 [2] mittels bewährter Wirbelstromtechnik durchzuführen.

### Optimiertes elektromechanisches System

Mittels einer durchdachten Kombination aus mechanischen und elektronischen Eigenschaften ist es gelungen, ein Messsystem zu entwickeln, das die Limitierungen der einzelnen Kom-

ponenten überwindet. Dies wurde ermöglicht durch die Kreation eines Systems, dessen Platzbedarf so weit minimiert werden konnte, dass es selbst auf einer mit Technik vollgepackten Schienenfräsmaschine Platz findet (Abb. 3 u. 4). Vibrationen der Maschine z.B. aufgrund des Bearbeitungsprozesses werden nicht auf die Messeinheit übertragen, und zusätzlich ist die Messtechnik auch nach unten gegenüber Vibrationen und Stößen vom Gleis isoliert. Diese Entkopplung und Isolation ermöglicht es der Sensorik, die Messungen mit höchster Präzision durchzuführen, selbst unter den schwierigen Bedingungen, die während des Bearbeitens von Schienen herrschen.

### Modulare Software LinAlyzer

Zu dieser modularen Messeinheit wurde eine ebenfalls modulare Software entwickelt, die alle Messwerte in einer einzigen Benutzeroberfläche integriert: der LinAlyzer (Abb. 5). Früher benötigten einzelne Mess- oder Prüfungssysteme eigenständige Bedienoberflächen oder sogar separate Bediengeräte; diese Zeiten sind nun vorbei. Dateninkonsistenzen, die durch Mehrfacheingaben in verschiedene Systeme entstehen können, sind systematisch ausgeschlossen. Des Weiteren wurden Visualisierungskonzepte entwickelt, die es erlauben, die Daten einerseits so zu abstrahieren, dass große Streckenabschnitte auf einen Blick ana-



WIR SETZEN SIE WIEDER AUF DIE SPUR!

WISAG Rail Services GmbH & Co. KG  
Franz-Mehring-Str. 21 | 01968 Brieske  
Tel: +49 3573/66550 | E-Mail: Philipp.juran@wisag.de

- Instandhaltung + Revision
- Fahrzeuglackierungen
- Radsatzbe- und -aufarbeitung
- Komponentenaufarbeitung
- mobile Service

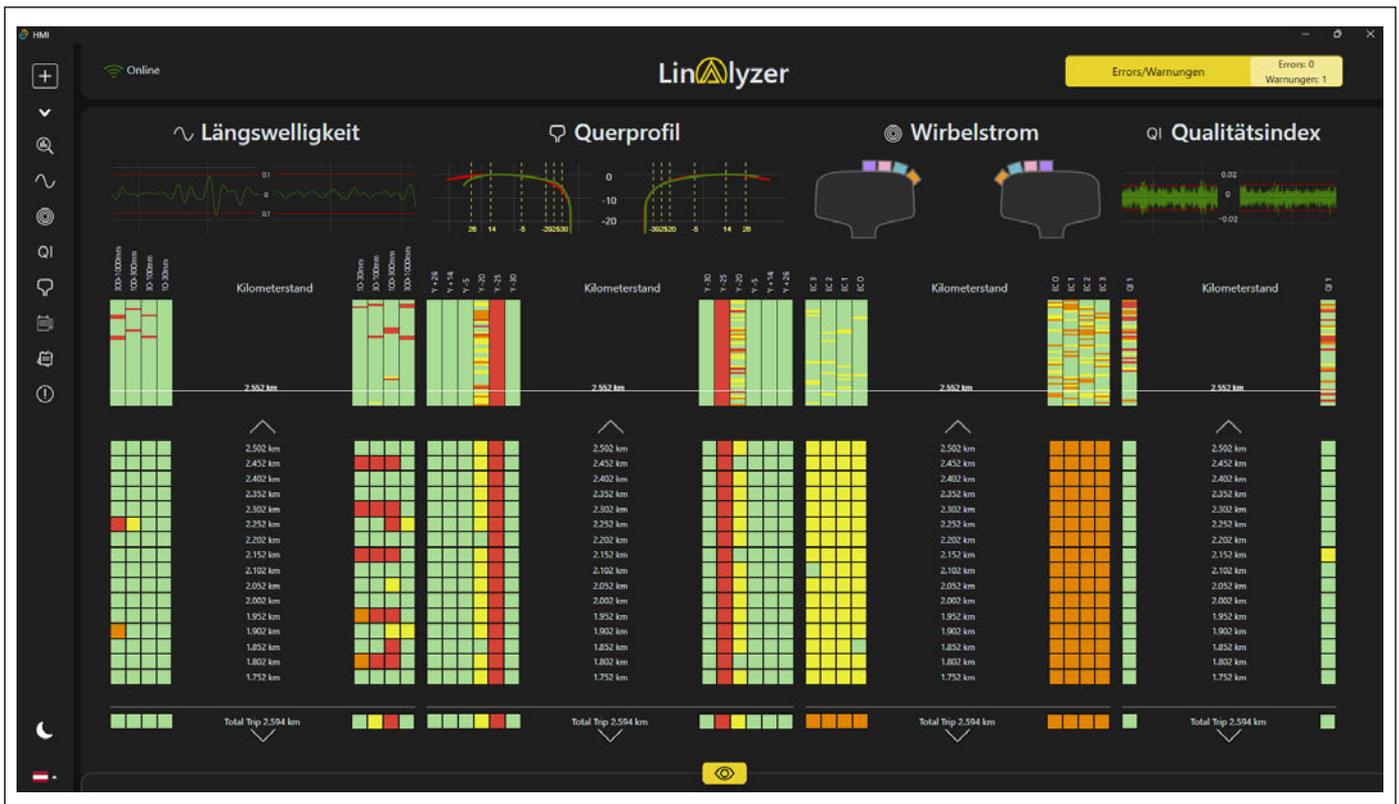


Abb. 5: Linalyzer Übersicht

lysiert werden können und andererseits auch Daten bis ins kleinste Detail untersucht werden können. In der Übersichtsdarstellung für alle verbauten Messsysteme (Abb. 5) werden die Messwerte als ausgewertete Teilsegmente dargestellt.

### Die Messfahrt

Höchste Aufmerksamkeit wurde darauf gelegt, die Arbeit des Bedienpersonals so einfach wie möglich zu gestalten, damit sich der Bediener auf seine eigentlichen Aufgaben während der Bearbeitungsschicht konzentrieren kann. Das Messsystem kann in der Bewegung vollautomatisch eingeleist werden, auch in engen Bögen und bei maximalen Überhöhungen. Für den Bediener bedeutet dies nur einen Knopfdruck. Des Weiteren bewältigt die Messeinheit auch Weichen, Kreuzungen und Bahnübergänge ohne Bedienereingriffe, was den Komfort und die Einsatzmöglichkeiten weiter erhöht. Eine weitere Neuerung bietet die Option, dass mehrere Bediener auf unterschiedlichen Geräten gleichzeitig die Messfahrt in Echtzeit beobachten können, wobei jeder Bediener die Ansichten für sich passend konfigurieren kann. So kann sich etwa der Arbeiter am Fräspult direkt am Übersichtsbild einen Gesamteindruck verschaffen, während der Messmittelbeauftragte auf seinem Arbeitsplatz Details analysiert.

Am Ende einer jeden Schicht kann die vollständige Schichtberichterstellung aller Messsysteme in weniger als zehn Sekunden

erstellt werden und sofort über den im Führerstand integrierten Drucker ausgedruckt, auf USB-Stick gesichert oder direkt per E-Mail versendet werden.

### Gerüstet für die Zukunft

Der Railmaster kann, wie bereits erwähnt, sowohl mit einem nachlaufenden Messsystem zur Qualitätskontrolle und Dokumentation der geleisteten Arbeit als auch mit einem, der Bearbeitung vorgelagerten, Messsystem im vorderen Teil der Maschine ausgestattet werden. So kann der Istzustand der Schiene in Echtzeit erfasst werden und in die Bearbeitung einfließen. Z. B. kann die Risttiefe direkt vor der Bearbeitung erfasst werden, ohne sich auf Vormessungen verlassen zu müssen, die teils Monate in der Vergangenheit liegen. Somit kann ein optimierter Materialabtrag für maximale Liegedauer der Schienen erfolgen. Des Weiteren kann durch eine Kombination aus Vor- und Nachmessung der entstandene Materialabtrag genauestens protokolliert werden. Sowohl Maschine als auch Messsoftware sind dahingehend vorbereitet.

Für die Zukunft ist noch die Berücksichtigung einer Vielzahl von weiteren Messgrößen hinsichtlich Schiene, Gleis und Umfeld in Planung, wobei immer die nahtlose Integration in das Messgerät und die Bedienerfreundlichkeit der Analysesoftware im Vordergrund stehen, um so eine einfache, praktikable und hilfreiche Komplettlösung garantieren zu können. ■

### QUELLEN

[1] ÖNORM EN 13231-2:2021\_04\_01 – Bahnanwendungen – Oberbau – Abnahme von Arbeiten – Teil 2: Abnahme von reprofilierten Schienen im Gleis, Weichen, Kreuzungen und Schienenausläufen, Austrian Standards International Standardisierung und Innovation, 2024

[2] ÖNORM EN 16729-2:2020\_05\_15 – Bahnanwendungen – Infrastruktur – Zerstörungsfreie Prüfung an Schienen im Gleis – Teil 2: Wirbelstromprüfung an Schienen im Gleis, Austrian Standards International Standardisierung und Innovation, 2024



**Dipl.-Ing. Richard Rapberger, B.Sc.**  
Development Engineer  
r.rapberger@linsinger.com



**Dipl.-Ing. Stefan Hofmann, B.Sc.**  
Head of Research & Development  
s.hofmann@linsinger.com

Beide Autoren:  
Linsinger Ges.m.b.H, AT-Steierermühl

# Projekt HS2: Know-how für den Bau der Festen Fahrbahn

Gesamtheitliche Verformungsbetrachtung für den Bau der Hochgeschwindigkeitsstrecke HS2 von London nach Birmingham

LUTZ VOGT | ANDRÉ KOLETZKO

Die Hochgeschwindigkeitsstrecke High Speed 2 (HS2) ist eines der bedeutendsten Infrastrukturprojekte in Großbritannien und soll die Städte London und Birmingham miteinander verbinden. HS2 soll mit dem Fahrbahnsystem Feste Fahrbahn (FF) ausgestattet werden und mit einer Zuggeschwindigkeit von 360 km/h befahren werden. Dieser Beitrag zum Projekt fokussiert sich auf die Gesamtheitliche Verformungsbetrachtung, die begleitend während der Planung und Bauausführung des Projektes eine Grundlage für den Bau der FF darstellt.

## Das Projekt HS2

Das HS2-Projekt ist ein bedeutendes Infrastrukturvorhaben, das darauf abzielt, die Verkehrsanbindung im Vereinigten Königreich zu verbessern, die Kapazität des Schienennetzes zu erhöhen und die Fahrzeiten zwischen den wichtigsten Städten zu verkürzen.

Die Karte (Abb. 1) zeigt den ca. 225 km langen Streckenverlauf von London nach Birmingham des HS2-Projekts, das als eines der größten Infrastrukturprojekte in Europa gilt. Die Strecke verläuft in Nordwest-Richtung von London nach Birmingham und ist durch eine blaue Linie gekennzeichnet. Das Projekt zielt darauf ab, die Fahrzeit zwischen diesen beiden großen Städten auf ca. 52 Minuten zu verkürzen und die Kapazität des Bahnnetzes zu erhöhen.

Für das Projekt ist die Errichtung einer Vielzahl von geotechnischen Bauwerken, wie Dämme und Einschnitte, sowie von Ingenieurbauwerken, wie Brücken und Tunnelbauwerke, erforderlich. Die Züge werden Geschwindigkeiten von bis zu 360 km/h erreichen, was HS2 zur schnellsten Bahnstrecke im Vereinigten Königreich Großbritannien macht.

HS2 soll mit dem Fahrbahnsystem Feste Fahrbahn (FF) ausgestattet werden. Bei diesem Oberbausystem findet die Höhenregulierung in den Schienenstützpunkten statt. Der stabilen und langlebigen Gleislage der FF stehen dadurch nur begrenzte Möglichkeiten für die Höhenregulierung gegenüber.

Der Bau begann offiziell im Jahr 2020. Die Inbetriebnahme ist für die frühen 2030er Jahre geplant.



Abb. 1: Streckenverlauf von HS2

Quelle: [wikimedia.org/Cnrb](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HS2_route_map.png) - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0

## Gesamtheitliche Verformungsbetrachtung (OIDC)

Die Planung und Ausführung von Neubaustrecken für Hochgeschwindigkeitszüge erfordert umfassende Sicherheitsnachweise hinsichtlich der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit. Die Gesamtheitliche Verformungsbetrachtung (OIDC, Overall Integrated Deformation Consideration) wird für Hochgeschwindigkeitsstrecken im Sinne eines Gebrauchstauglichkeitsnachweises angewendet, um sicherzustellen, dass die FF entlang der verschiedenen Bauwerke der Strecke ihre Funktion ohne Einschränkungen über deren Lebensdauer erfüllen wird. In der „Richtlinie 836“ der Deutschen Bahn AG (DB) sind für Planung und Überwachung von Bauwerken im Hinblick auf deren Verformungsverhalten entsprechende Regelungen enthalten, die als Grundlage für die Gesamtheitliche Verformungsbetrachtung für HS2 herangezogen wurden. Diese Methodik beinhaltet sowohl die Vorhersage als auch die laufende messtechnische Kontrolle von Bauwerken während ihrer Errichtung und Nutzung.

Abb. 2 zeigt beispielhaft die verschiedenen Situationen und möglichen Verformungen (aufgetragen als Gesamtverformungen sowie als Restverformungen nach Einbau der FF) entlang des Streckenverlaufes einer Bahnstrecke. Am Beispiel eines Dammbauwerkes werden die verschiedenen Verformungen, die im Rahmen einer Gesamtheitlichen Verformungsbetrachtung zu berücksichtigen sind, kurz näher erläutert (Abb. 3). Die Setzungen eines Eisenbahndammes werden durch die Summe der Setzungen des Untergrundes ( $s_u$ ) und der Eigensetzungen des Erdkörpers ( $s_e$ ) bestimmt. Insbesondere die Untergrundsetzungen können dabei in Abhängigkeit von den anstehenden Böden des Untergrundes (z.B. durch Konsolidationsvorgänge) erst allmählich über einen längeren Zeitraum eintreten. Die Restsetzungen dieser Komponenten ( $s_{u+e,R}$ ), das heißt deren verbleibenden Verformungen ab Einbau der FF zuzüglich der Verformungen aus der Herstellung des Oberbaus ( $s_o$ ) und aus der Verkehrsbelastung ( $s_v$ ) bilden in Summe die Restsetzung  $s_{Rf}$ , die bestimmte Grenzwerte

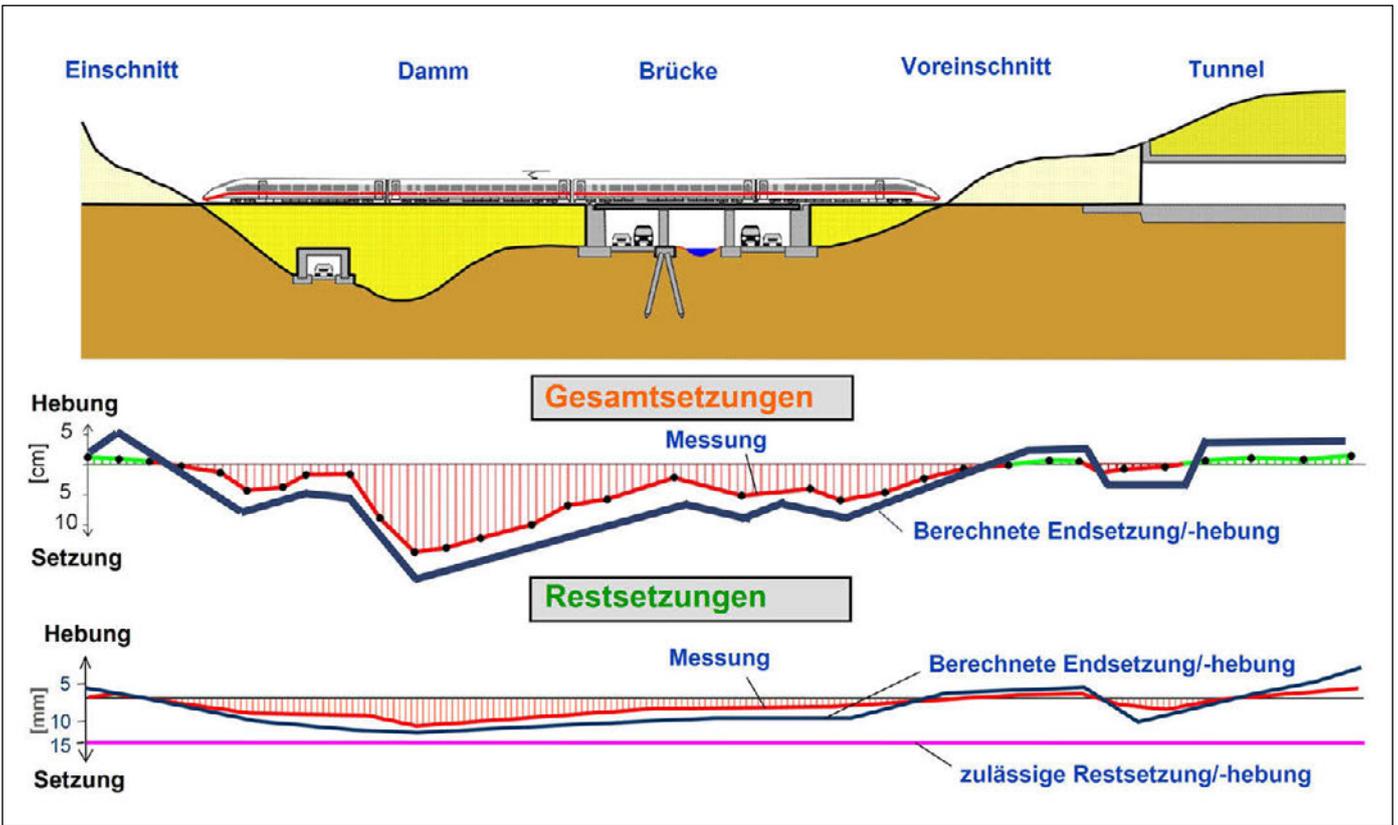


Abb. 2: Grafik zur Definition der Gesamtheitlichen Verformungsbetrachtung

Quelle: [2]

nicht überschreiten soll, um die Sicherheit und Funktionalität der Strecke zu gewährleisten. Die Gesamtheitliche Verformungsbetrachtung soll so sicherstellen, dass die Gebrauchstauglichkeit der FF entlang der verschiedenen Bauwerke während der gesamten Lebensdauer gewährleistet ist. Um dies zu erreichen, ist die sorgfältige Planung, Berechnung, Überwachung und Bewertung aller relevanten Faktoren, die zu Setzungen und Hebungen führen können, notwendig.

Abb. 4 zeigt einen Überblick über den Ablauf der Gesamtheitlichen Verformungsbetrachtung für das Projekt HS2. Im Folgenden sind die wesentlichen Punkte, die für das Projekt HS2 relevant sind, näher beschrieben:

1. Planung

- Durchführung geotechnischer Untersuchungen zur Abschätzung des Verformungsverhaltens des Untergrunds und der Bauwerke.

- Berücksichtigung aller möglichen Einflüsse und Belastungszustände, die zu Setzungen und Hebungen führen können, einschließlich geologischer Bedingungen, Grundwasserverhältnissen und Lasten durch Bauwerke.
- Erarbeitung erster Verformungsprognosen und Abgleich mit den Anforderungen, dazu: Verwendung geeigneter Modelle zur Berechnung der erwarteten Setzungen und Hebungen mit Berücksichtigung von Kurzzeit- und

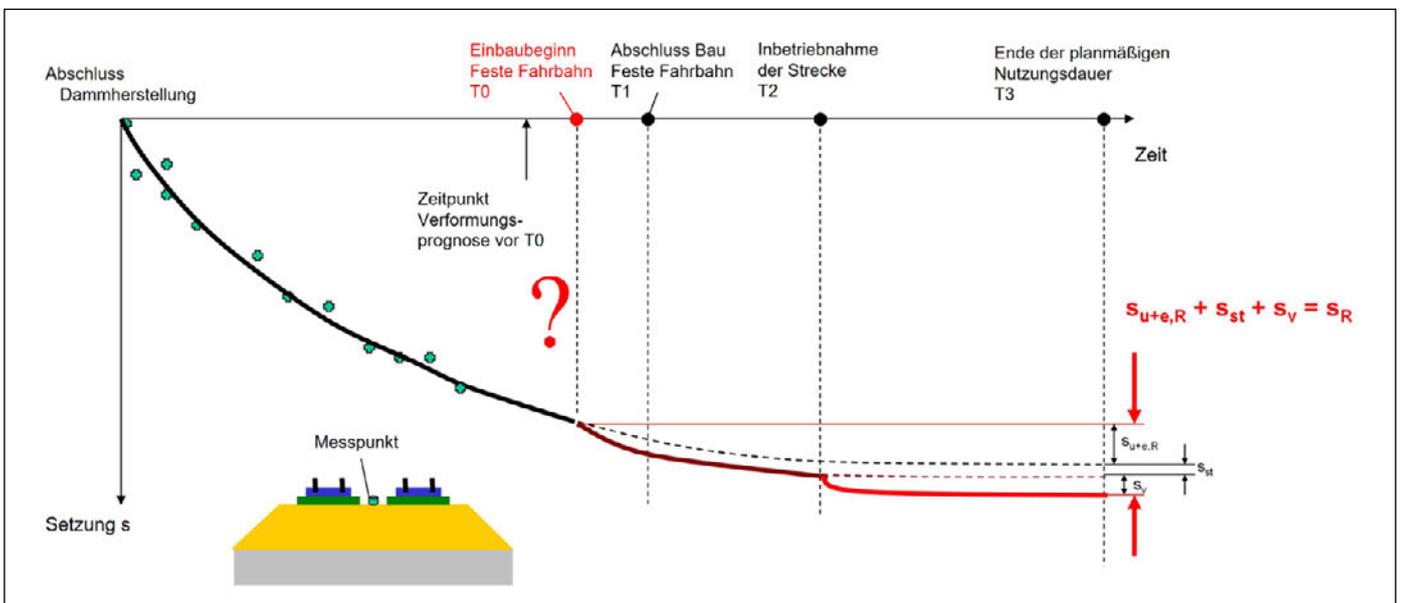


Abb. 3: Schematisches Beispiel eines Zeitsetzungsverlaufs und der Restsetzungen

Quelle: [2]

Langzeitverformungen. Dabei Ermittlung der Gesamtsetzungen und der Restsetzungen nach Einbau der FF.

- Ausarbeitung eines Konzeptes zur messtechnischen Überwachung der Verformungen.

## 2. Bauausführung der Erdbauwerke und Rohbau

- Einrichtung eines Monitoring-Systems zur kontinuierlichen Messung der Setzungen und Hebungen während und nach den Bauarbeiten.
- Vergleich der gemessenen Werte mit den berechneten und zulässigen Werten.
- Dokumentation und Analyse der Messdaten zur frühzeitigen Erkennung von Abweichungen.
- Bewertung der gemessenen Setzungen und Hebungen im Hinblick auf die zulässigen Grenzwerte, ggf. Anpassung der Verformungsprognosen.
- Prüfung der Durchführung von baulichen Korrekturmaßnahmen, wenn die gemessenen Verformungen die zulässigen Werte überschreiten.
- Ausarbeitung einer abschließenden Verformungsprognose mit Ausweisung der Restsetzungen nach Einbau der FF.

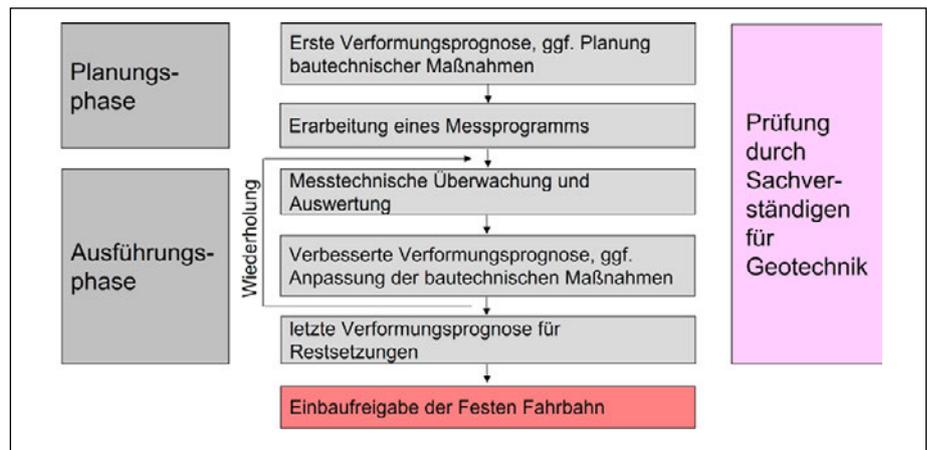


Abb. 4: Gesamtheitliche Verformungsbetrachtung: Prozessüberblick

Quelle: [2]

## 3. Freigabe zum Einbau der FF

- Empfehlung zur Freigabe zum Einbau der FF durch den Sachverständigen (SV) Geotechnik an den Auftraggeber (AG), wenn die, ggf. verbesserte, Verformungsprognose auf der Grundlage der Verformungsnachweise aus der Planung und der Messergebnisse die Einhaltung der strengen Anforderungen an die Restverformungen der FF erwarten lassen.

- Fortsetzung der messtechnischen Überwachung nach Herstellung der FF und Vergleich mit den Restsetzungsprognosen zur Bestätigung.
  - Umfassende Dokumentation aller durchgeführten Untersuchungen, Berechnungen, Messungen und Bewertungen.
- Mit dem vorgestellten Ablauf kann gewährleistet werden, dass im Hinblick auf die Ge-

Visit us  
Outdoor Area  
South O/320

LINSINGER

InnoTrans

#TRUSTTHEINVENTOR  
WWW.LINSINGER.COM

samtheitliche Verformungsbetrachtung die hohen Projektanforderungen erfüllt werden können, um so einen sicheren und dauerhaft gebrauchstauglichen Fahrweg zu erhalten. Im Rahmen der Gesamtheitlichen Verformungsbetrachtung kommt dabei einem qualifizierten Datenmanagement besondere Bedeutung zu, da eine Vielzahl verschiedener Daten (wie z. B. strecken- und zeitbezogene Einstufungen des Verformungspotenziales basierend auf den geotechnischen Verhältnissen und den Belastungszuständen, den daraus ermittelten Verformungsprognosen sowie den Ergebnissen messtechnischer Überwachungen) relevant sind. Beim Projekt HS2 wurde hierzu ein spezielles Tool von der Infraview GmbH unter Mitwirkung von Baugrund Dresden entwickelt.

### Sonstige geotechnische Beratungsleistungen

Im Rahmen von weiterführenden geotechnischen Beratungen wurden durch Baugrund Dresden für das Projekt HS2 insbesondere vergleichende Betrachtungen vorgenommen sowie Fachfragen mit geotechnischem Hintergrund beantwortet, jeweils basierend auf dem Regelwerk der DB AG wie z. B. der Ril 836 ([1]). Darüber hinaus wurden diverse Fallstudien

und Erfahrungen aus verschiedenen Hochgeschwindigkeitsbahnprojekten in Deutschland und China, an denen Baugrund Dresden beteiligt war, im Rahmen von mehreren Workshops präsentiert. Diese kontinuierliche Beratung hat dazu beigetragen, dass die Planer und Ingenieure von HS2 ein tiefes Verständnis für die speziellen Anforderungen und Herausforderungen bei der Implementierung der FF entwickeln konnten. Die Diskussion und Bearbeitung von Fallstudien hat gezeigt, wie wichtig es ist, theoretisches Wissen mit praktischen Erfahrungen zu kombinieren. ■



**Dr.-Ing. Lutz Vogt**  
Geschäftsführer



**Dipl.-Ing. (FH) André Koletzko**  
Fachbereichsleiter

Beide Autoren:  
Baugrund Dresden  
Ingenieurgesellschaft mbH, Dresden  
info@baugrund-dresden.de

### QUELLEN

[1] Handbuch 83601: Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten, DB InfraGO AG, Version 1.0 bzw. 8. Aktualisierung, 01.05.2022

[2] Vogt, L.; Koletzko, A.: VDEI Tiefbaufachtagung, Februar 2024, Tagungsunterlagen, Vortrag: Projekt HS2: Know-how für den Bau der Festen Fahrbahn, Baugrund Dresden



**1924 - 2024**



**Stand 285**  
**Halle 26**  
Außengelände  
**T04/45**



**Geismar Deutschland** | deutschland@geismar.com  
**Geismar Schweiz** | schweiz@geismar.com

# ATLAS

MADE IN GERMANY. SINCE 1919.

# ER FOL G EN



## STELLT DIE WEICHEN FÜR DEN ERFOLG.

### DER NEUE ZWEIWEGBAGGER ATLAS 235RR.

Kraftvoll. Robust. Standfest. Der neue ATLAS 235RR kombiniert modernste Baggertechnologie mit erstklassigem Schienen-Know-how. Seine Ausstattung lässt keine Wünsche offen: Schnellwechselsysteme für alle Werkzeuge, großes 12" Touchdisplay für optimale Bedienung, optimaler Anpressdruck dank CARSY-System und vieles mehr. **Entdecken Sie das Multitalent auf [atlasgmbh.com](https://atlasgmbh.com)**



**Besuchen Sie uns:**

24. – 27.09.2024

Messe Berlin, Freigelände

(Halle FGSUED, Stand 0/171)

# Für jeden Anwendungsfall die passende Lösung

Auf der InnoTrans werden Bahnübergangssysteme, Lärmschutz, Schienenisolierung und Kunststoffschwellen gezeigt.



**Abb. 1:** Strail zeigt auf der InnoTrans 2024 ein breites Produktspektrum (Foto von 2022). Erstmals ausgestellt wird die Kunststoffschwelle Strailway 30 für den Nahverkehr.

**CAROLA SCHWANKNER | GÜNTHER WAGNER |  
MAXIMILIAN STEGER**

**Kraiburg Strail präsentiert auf der InnoTrans 2024 in Berlin ein breites Produktsortiment (Abb. 1). Neben Bahnübergangssystemen für unterschiedliche Belastungen und dem barrierefreien System veloStrail liegt der Fokus auf den Strailastic Lärmschutzprodukten, der Schienenisolierung und auf der Strailway Kunststoffschwelle. Erstmals ausgestellt wird die Kunststoffschwelle Strailway 30 für den Nahverkehr.**

## Barrierefreier Bahnübergang

Als einer der Weltmarktführer im Bereich Bahnübergänge zeigt Strail auf der Messe das barrierefreie Bahnübergangssystem veloStrail (Abb. 2). Dabei handelt es sich um ein modulares Innenplattensystem mit Wechselteilen, das sich schnell und einfach einbauen lässt.

Zwischen der Schiene und der Innenplatte wird ein Gummi-Wechselteil eingesetzt. Bei der Zugüberfahrt drückt der Spurranz des Zugrades das Wechselteil einfach nach unten. Durch die elastischen Eigenschaften des verwendeten Werkstoffs kehrt das Wechselteil von selbst wieder in die Ausgangsposition zurück und schließt die Spurrille. Dadurch können sich schmale Räder wie von Fahrrädern oder Kinderwagen nicht mehr in der Spurrille verfangen.

Das Innenplattensystem lässt sich mit allen Außenplatten des süddeutschen Bahnübergangsherstellers kombinieren. So kann jeder Bahnübergang den Anforderungen an die Sicherheit von Zweiradfahrern entsprechend realisiert werden. Oftmals wird als Außenplattensystem pontiStrail gewählt, da sich dieses flexibel an die jeweilige Gleislage anpassen lässt und dadurch besonders geeignet ist für Bahnübergänge, die häufigen Gleisdurcharbeitungszyklen unterliegen. Ergänzend wird als Bordstein vermehrt der Strail B-Bordstein verwendet. Dabei

handelt es sich um einen schnell und einfach zu verbauenden Betonbreitbord, der keine Fundamentfertigteile, kein Ausgraben von Schotter am Schwellenkopf, kein Eingreifen in den Unterbau und keine Ausgleichsschicht benötigt. Der B-Bordstein wird direkt auf den verdichteten Schotter gesetzt.

## Einfacher Einbau

Ein Alleinstellungsmerkmal des veloStrail-Systems ist die einfache Montage. Das Gummi-Wechselteil zum Schließen der Spurrille wird weder geklebt noch geschraubt. Es lässt sich einfach mit wenigen Hammerschlägen positionieren und wird durch die Schwalbenschwanzverbindung gehalten. Dadurch können die Wechselteile ohne großen Aufwand in sehr kurzer Zeit auch wieder ausgebaut werden, entweder für einen Tausch der Teile oder für Wartungsarbeiten am Gleis. Ein zusätzlicher Vorteil der geschlossenen Spurrille kommt vor allem in schneereichen Regionen zum Tragen. Da die Rille im Winter nicht mehr gesondert von Schnee und Eis befreit wer-



**Abb. 2:** Beim barrierefreien Bahnübergangssystem veloStrail wird ein Gummi-Wechselteil zwischen Schiene und Innenplatte eingesetzt und so die Spurrille geschlossen.



**Abb. 3:** veloStrail stellt z. B. einen barrierefreien Bahnübergang für Rad- und Rollstuhlfahrer, für Fußgänger mit Kinderwagen oder Gehhilfen sicher.

den muss, verringern sich für den Betreiber die Instandhaltungskosten erheblich (Abb. 3).

veloStrail verfügt seit 2016 über eine uneingeschränkte Zulassung des deutschen Eisenbahn-Bundesamtes (EBA) für 80 km/h und ist mittlerweile in mehr als 18 Ländern im Einsatz. Das System wird zunehmend vor Schulen, Kindergärten, Seniorenheimen, Einkaufszentren oder bei kritischen Kreuzungswinkeln installiert. Weltweit wurden bereits mehr als 1200 Bahnübergänge damit ausgestattet.

Neben dem barrierefreien System werden auch die Bahnübergänge pontiStrail, innoStrail und Strail ausgestellt. Damit können Übergänge sowohl für Fußgänger und wenig befahrene Straßen als auch für Straßen mit starkem Verkehrsaufkommen sowie für den Schwerverkehr ausgestattet werden. Alle Bahnübergangssysteme werden mit einem speziellen, einzigartigen und geschützten Verfahren hergestellt, das für eine lange Lebensdauer und hohe Belastbarkeit der Produkte steht. Das Basismaterial der vulkanisierten Gummimischungen für die Übergänge besteht aus Sekundärrohstoffen. Diese Grundstoffe werden an den entscheidenden Stellen mit Neumaterial ergänzt und durch Faserverbundstoffe oder mit hochwertigem Stahl oder Aluminium verstärkt. In die patentierte High-Tech-Gummioberfläche der Übergangssysteme sind hochfeste Bestandteile einvulkanisiert. Diese sorgen für eine hohe Rutschfestigkeit. Damit sind die Übergänge auch bei Nässe und Glätte sicher passierbar. Die Bahnübergänge sind zudem besonders geräuscharm, da Gummi durch seine elastischen Eigenschaften eine absorbierende und dämpfende Wirkung aufweist.

#### Neue Kunststoffschwelle für den Nahverkehr

Ein Highlight auf dem Messestand des Unternehmens ist die neue Variante der Strailway Kunststoffschwelle, die Strailway 30 für den Nahverkehr (Abb. 4). Sie ist für eine Achslast

von 16 t sowie für die auf Nahverkehrsstrecken übliche maximale Zuggeschwindigkeit von 120 km/h ausgelegt und wird als Gleis- sowie Weichenschwelle angeboten. Sowohl die Kunststoffschwelle für den Nahverkehr wie übrigens auch die Variante für die Vollbahn bestehen aus einer Mischung aus faserverstärktem Polyolefinrecyclat-Compound. Dabei handelt es sich um Sekundärrohstoffe.

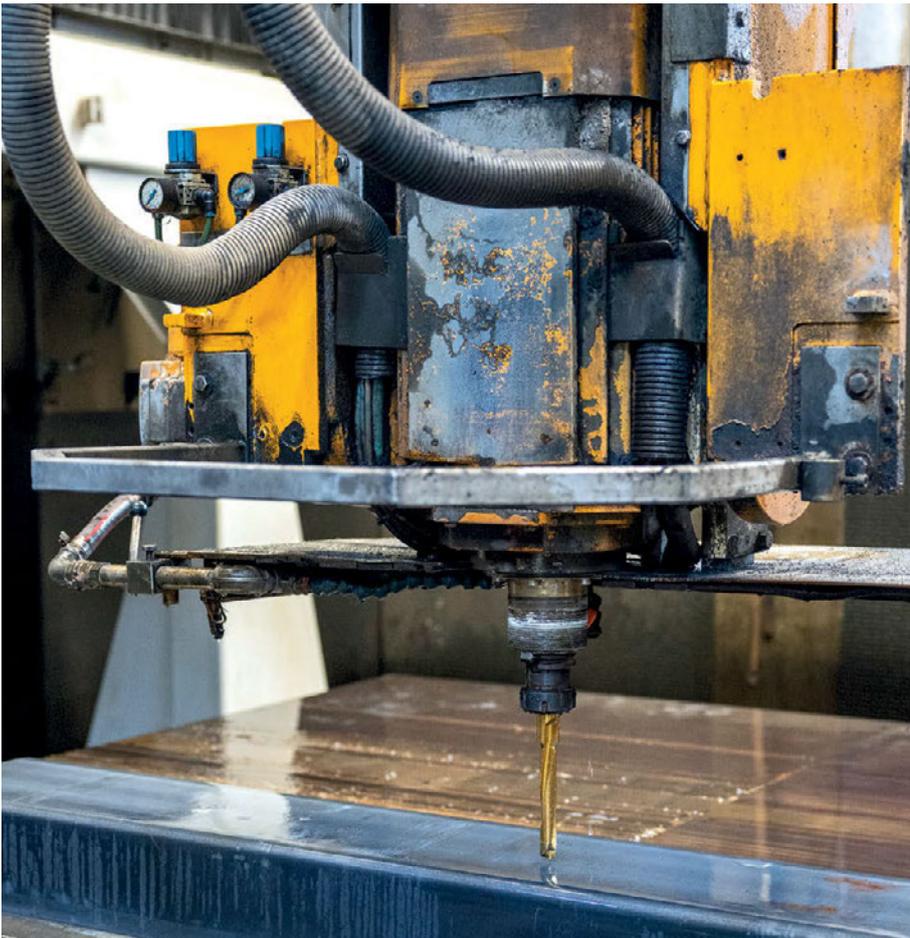
Die von Strail selbst entwickelte Mischung ist so formuliert, dass sie besonders widerstandsfähig gegen Umwelteinflüsse ist. Dadurch hat die Kunststoffschwelle eine Lebensdauer von bis zu 50 Jahren. Je nach Anwendung wird die Mischung angepasst. So lassen sich die Kunststoffschwellen in gleichbleibend hoher Qualität und maßgeschneidert für die jeweiligen Anforderungen produzieren. Dieses adaptive

Herstellungsverfahren ermöglicht im Vergleich zu Mitbewerbern eine kostenoptimierte Variante für den Nahverkehr. Neben Gleis- und Weichenschwellen steht die neue Schwelle auch in einer feuerfesten Version für den Einsatz im Tunnel zur Verfügung.

Für die Kunststoffschwelle für den Nahverkehr liegt die Zulassung zur Betriebserprobung des deutschen EBA vor. Damit ist schon jetzt davon auszugehen, dass diese Schwellenvariante die grundsätzlichen Anforderungen des Nahverkehrs in Europa erfüllt. Die Schwelle wurde bereits einem umfangreichen Testverfahren unterzogen. Unter anderem einer Überprüfung der thermischen Ausdehnung, der Auszugskraft von Schrauben sowie einer permanenten Prüfung der Biegeeigenschaften. Dabei zeigte sich z. B.,



**Abb. 4:** Die Kunststoffschwelle Strailway 30 ist für eine Achslast von 16 t sowie für die auf Nahverkehrsstrecken übliche maximale Zuggeschwindigkeit von 120 km/h ausgelegt.



**Abb. 5:** Strail kann sämtliche Bohrungen z. B. für Weichen an den Kunststoffschwellen selbst vornehmen. Dafür wird die Weichenzeichnung auf die Schwellen übertragen, die Bohrungen werden mittels Qualitätsprotokoll überprüft und dokumentiert.

dass der Schraubenauszug besonders gute Werte liefert und sich die Kunststoffschwelle hier deutlich von vergleichbaren Schwellen anderer Hersteller abhebt und sogar höhere Werte liefert, als sie bei Betonschwellen üblich sind.

#### Vorgebohrte Schwellen

Alle Kunststoffschwellen von Strail können in jeder beliebigen Länge bis zu 13 m in einem Arbeitsgang gefertigt werden. Auch individuelle Vorbohrungen, z. B. für Weichen, sind möglich (Abb. 5). Dabei handelt es sich um

eine standardisierte und erprobte Zusatzleistung, die mit einem Qualitätsprotokoll überprüft und dokumentiert wird. Für die Bohrungen wird die Weichenzeichnung auf die Schwellen übertragen. Sämtliche Datenformate können dafür verwendet werden. Die Bohrungen werden direkt im Anschluss an das Herstellungsverfahren der Schwellen von Strail selbst durchgeführt. Dies bringt sowohl einen erheblichen Zeitgewinn als auch eine Verringerung des Arbeitsaufwandes mit sich. Die Strailway Kunststoffschwellen stehen für Strecken, Brücken sowie Weichen zur Verfügung. Für die Weichenschwelle erhält das Unternehmen die Zulassung der Deutschen Bahn im Jahr 2024. Des Weiteren läuft die Erprobungsphase für die Brückenschwellen.

#### Die nächste Generation Lärmschutz

Mit der Produktparte Strailastic für Lärmschutz und Schienenisolierung zeigt der Spezialist aus Süddeutschland auf der InnoTrans ein weiteres wichtiges Segment für die Bahnbranche. Ins Auge sticht besonders die geringe Bauhöhe der Lärmschutzwand. Die kleinste Schallschutzwand ist sogar nur 360 mm über Schienenoberkante hoch. Dadurch kann sie sehr nahe an der Schallquelle platziert werden. Diese speziell geformte Mini-Schallschutzwand wird an den Schwellenköpfen befestigt und steht dann, schräg geneigt, knapp außerhalb des Regellichtraumes. Die Mini-Schallschutzwand wurde unter anderem im Ammertal in Baden-Württemberg entlang der Strecke Tübingen–Herrenberg im Siedlungsbereich erfolgreich verbaut (Abb. 6). Die äußerst niedrigen Schallschutzelemente sind an der Strecke im Vergleich zu herkömmlichen Lärmschutzwänden viel weniger sichtbar und fügen sich optimal ins Landschaftsbild ein. Auch die Fahrgäste im Zug können mit dieser Lösung trotz Schallschutz die Aussicht genießen. Zusätzlich zur Mini-Schallschutzwand befinden sich weitere Varianten mit 730 mm und 1250 mm Höhe in Entwicklung und werden derzeit bei ersten Einbauten getestet.

#### Hochabsorbierende Akustikoberfläche

Neben der speziellen Formgebung der Lärmschutzsysteme ist der Werkstoff, nämlich hochwertiger, faserverstärkter Gummi, in Kombination mit einer hochabsorbierenden Akustikoberfläche ausschlaggebend für den hohen Wirkungsgrad der Produkte. Zudem sind die Systeme extrem widerstandsfähig, bruchsicher, UV- und ozonbeständig und halten den auftretenden Druck- und Sogkräften im Bahnverkehr problemlos stand. Dadurch wird Materialermüdung vermieden, und die Produkte haben eine lange Lebensdauer.

#### Lärmschutz für Geländer

Für exponierte Streckenabschnitte wie Brücken oder Stützmauern bieten sich spezielle Schallschutzelemente an, die mit einer einvalkanisierten Befestigungsschiene direkt innen

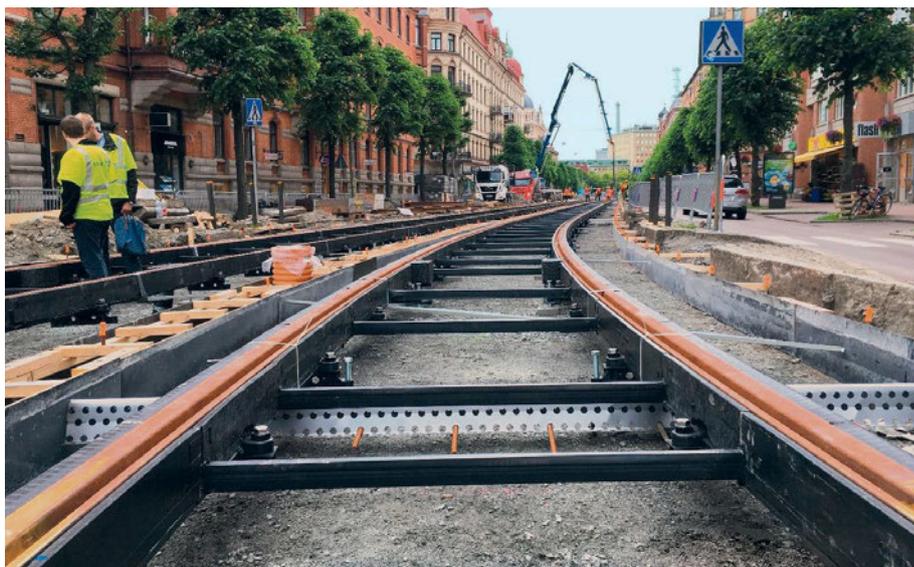


**Abb. 6:** Im Ammertal in Baden-Württemberg kam die Mini-Schallschutzwand mit einer Höhe von 360 mm über Schienenoberkante bereits erfolgreich zum Einsatz.

oder außen am Geländer montiert werden können. Die Elemente schirmen das Gleis wirksam von der Umgebung ab, ohne aufzufallen. Die Geländerausfachung wird senkrecht stehend an vorhandene, statisch geeignete Geländer längs der Strecke befestigt. Das erspart eine zusätzliche Haltekonstruktion und die zugehörige Baugenehmigung. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die Schallschutzwände auch mit bedruckten Paneelen auszustatten. Dabei lässt sich z. B. die Optik einer Hecke oder Steinmauer aufgreifen, um die Lärmschutzwand dem Landschaftsbild anzupassen. Abgerundet wird die Produktpalette der Schallschutzlösungen mit Schienenstegdämpfern. Die Dämpfer sind eine effektive Möglichkeit zur Bekämpfung des Lärms, bevor er entsteht. Dazu wird zwischen zwei Schienenbefestigungen, jeweils im Schwellenfach, beidseits am Schienensteg je ein Dämpferelement angebracht. Zur Durcharbeitung, z. B. für Stopfarbeiten am Gleis, sowie zum Schienenschleifen müssen die Schienenstegdämpfer nicht entfernt werden.

#### Schienenisolierung für jeden Oberbau

Im Bereich der Schienenisolierung gegen Streustrom werden auf dem Messestand die Dämmsysteme SOK für Einzelstützpunkt- und Schwellengleise und SOK simplex für kontinuier-



**Abb. 7:** Die Bauweise der Schienenisolierung mit Strailastic SOK simplex kommt ohne Unterguss aus, was Bauzeit und Kosten erheblich reduziert.

lich gelagerte Rahmengleise präsentiert (Abb. 7). Die Systeme können durch eine modulare Bauweise für alle Oberbauformen verwendet werden. Der große Vorteil der Strailastic Schienenstegdämmsysteme: Sie sind schnell, einfach und

ohne Verklebung zu montieren. Das verkürzt die Einbaupzeit erheblich und spart Kosten.

Um die ohnehin schon kurze Einbaudauer der Schienenisolierung noch weiter zu verringern, kann das System SOK simplex

# INNOVATIVE LÖSUNGEN

BERATUNG · PLANUNG · PRODUKTION · LIEFERUNG · MONTAGE



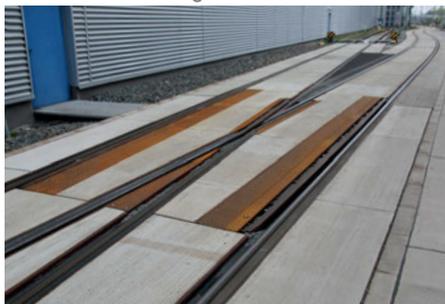
Mobile Leckagewannen



WECO Auffangsysteme



GFK-Brückeneindeckungen



Gleiseindeckungen



GFK-Dienstwege



Wilde Acht 15  
D-54329 Konz

Tel. +49 6501 9411-0  
Fax +49 6501 9411-25

www.weco-gmbh.com  
info@weco-gmbh.com

Besuchen Sie uns auf der **InnoTrans**  
Berlin 24. - 27. Sept. 2024



**Abb. 8:** Im Sommer 2023 wurden in München 1,8 km Strailastic Rasengleis verlegt. Der Einbau verlief unkompliziert und äußerst zügig. Die Baustelle konnte dadurch vorzeitig fertiggestellt werden.

mit der Gleisrahmenstütze von Strailastic kombiniert werden. Die Gleisrahmenstütze nimmt den Gleisrahmen einer Rillenschiene mit einer Fußbreite von 180 mm auf. Dadurch lässt sich der Gleisrahmen in Lage und Höhe entsprechend justieren und anschließend fixieren. Die tragende Betonplatte wird einfach unter das Gleis eingefügt. Auch der Füllbeton zwischen den Schienen kann ohne Unterbrechung eingebracht werden. Diese Bauweise kommt ohne Unterguss aus, was Bauzeit und Kosten nochmals erheblich reduziert.

### Rasengleis für mehr Grün in der Stadt

Mit Strailastic\_R bietet Strail darüber hinaus ein streustromisolierendes Rasengleissystem aus heißvulkanisiertem Gummi, das einfach und schnell zu montieren ist. Es sind lediglich einige Hammerschläge notwendig, um die Profile in Position zu bringen. Zudem lassen sich die Profile einfach zuschneiden, wenn Anpassungen nötig sind, z. B. vor und hinter Bahnübergängen. Die Profile sind selbstklemmend und benötigen keinen Kleber. Im Anschluss an die Positionierung der Rasengleisprofile wird ein Vlies ausgebracht und das Gleis mit einer Humusschicht samt Rasensamen eingedeckt. Die Wartung von Schienen und Kleiseisen ist jederzeit möglich. Das System wird aus Sekundärrohstoffen hergestellt und ist nach Gebrauch wieder zu 100 % recyclebar.

Der Gummi weist eine hohe mechanische Festigkeit auf und ist UV- und ozonbeständig. Darüber hinaus können einfache individuelle Anpassungen vorgenommen und so das Gleissystem an die Gegebenheiten jeder Stadt angepasst werden.

Im Sommer 2023 erneuerten die Stadtwerke München den Oberbau der Straßenbahnlinie 25 nach einer Nutzungsdauer von 30 Jahren. Im Zuge dieser Sanierung kam auf der Strecke, von Süden kommend kurz vor der Haltestelle Klinikum Harlaching bis zum Projektende südlich der Haltestelle Authariplatz, das Rasengleissystem von Strailastic zum Einsatz (Abb. 8). Insgesamt wurden 1,8 km Rasengleis verbaut. Um sicherzustellen, dass das Rasengleis die Anforderungen wie die Trennung zwischen Vignolschienen und Rasenaufgabe sowie die geforderte Streustromisolierung des Gleises vollumfänglich erfüllt, führten die Stadtwerke im Vorfeld Untersuchungen durch. Das Rasengleis lieferte in diesen Untersuchungen sehr gute Ergebnisse und wurde daher von den Stadtwerken München für das Projekt ausgewählt.

### Individuell und voll recyclebar

Neben den qualitativ hochwertigen Produkten setzt das Unternehmen besonders auf individuell zugeschnittene Lösungen für jeden Anwendungsfall: sowohl bei den Bahnübergangssystemen, die für sämtliche Anforderun-

gen adaptiert werden, als auch bei den Lärmschutzprodukten, die sich für jedes Projekt an die Gegebenheiten anpassen und nach dem Baukastenprinzip kombinieren lassen. Auch bei der Kunststoffschwelle lassen sich kundenspezifische Anpassungen direkt bei der Produktion vornehmen, dies sorgt für eine optimierte Time-to-Market. Die Schwellen können unmittelbar nach der Lieferung verbaut werden und erweisen sich als wirtschaftliches Rundumsorglos-Paket mit einem Ansprechpartner für alle Arbeitsschritte.

Strail betrachtet seine Produkte ganzheitlich, vom Rohmaterial über die Lebensdauer bis hin zur Entsorgung. Als Basismaterial für die Schallschuttlösungen dient, wie auch für die Bahnübergangssysteme, recyceltes Gummi-Granulat. Dieses Granulat wird mit einem hochwertigen, ozon- und UV-stabilen Neugummi-Deckblatt ummantelt und an entscheidenden Stellen durch Faserverbundstoffe oder mit hochwertigem, rostfreiem Stahl oder Aluminium verstärkt. Alle Produkte können nach Ende ihrer Lebensdauer einer erneuten Verwendung zugeführt werden. Zudem garantiert das spezielle und geschützte Herstellungsverfahren eine lange Lebensdauer der Produkte und verursacht kaum Abfall. ■

Alle Autoren:  
Kraiburg Strail, Tittmoning



**Carola Schwankner**  
Unternehmensredakteurin  
carola.schwankner@strail.de



**Günther Wagner**  
Geschäftsführer  
günther.wagner@strail.de



**Dr. Maximilian Steger**  
Technischer Leiter  
maximilian.steger@strail.de

*Experience the Future of Transportation*

# Taiwan Railway Technology Solution Pavilion

Showcasing cutting-edge innovations to enhance the safety, efficiency, and connectivity of rail and commercial vehicles.

- Customized displays for railway & AI translation glass.
- 270° blind spot camera system compliant with EU R46 regulations for commercial vehicles.
- Rail vehicle lighting systems with BLE and smart technology.



**Organized by:**



International Trade  
Administration

**Implemented by:**



Taiwan External Trade  
Development Council  
TAITRA

Taiwan Trade Center, München  
TEL: +49-89-5126710  
Email: munich@taitra.org.tw



InnoTrans



Link of the pavilion  
on InnoTrans web ▶





# BESUCHEN SIE UNS AUF DER INNOTRANS 2024 IN HALLE 4.2 | STAND 115

**WISSEN, WAS BAHNEN BEWEGT**



Attraktive  
Messeangebote  
+  
Gewinnspiel mit  
hochwertigen  
Preisen

[www.eurailpress.de/innotrans2024](http://www.eurailpress.de/innotrans2024)



# TRACK TO THE FUTURE

IAF-INFOBRIEF SEPTEMBER 2024

## DIE 29. INTERNATIONALE AUSSTELLUNG FAHRWEGTECHNIK (IAF) VOM 20. MAI – BIS 22. MAI 2025 IN MÜNSTER

## THE 29<sup>TH</sup> INTERNATIONAL EXHIBITION FOR TRACK TECHNOLOGY (IAF) FROM 20 MAY TO 22 MAY 2025 IN MÜNSTER

### VORWORT

Liebe Leserinnen und Leser,

wir freuen uns, Ihnen die 29. Internationale Ausstellung Fahrwegtechnik **iaf** 2025 anzukündigen – DEN zentralen Treffpunkt für die Bahnbaubranche. Wie auch in den zurückliegenden Jahren bieten wir Ihnen damit eine Plattform mit hoher Sichtbarkeit für wegweisende Innovationen und fortschrittliche Technologien.

Vom 20. bis 22. Mai 2025 werden über 150 Aussteller und mehr als 15.000 Besucher aus aller Welt erwartet.



Prof. Dr.-Ing. Birgit Milius,  
Präsidentin Verband Deutscher  
Eisenbahn-Ingenieure e.V. (VDEI)

Prof. Dr.-Ing. Birgit Milius,  
President Association of German  
Railway Engineers e.V. (VDEI)

### FOREWORD

Dear readers,

We are pleased to announce the 29th International Exhibition for Track Technology **iaf** 2025 – THE main event for the railway construction industry. As in previous years, we are offering you a high-visibility platform for pioneering innovations and advanced technologies.

Over 150 exhibitors and more than 15,000 visitors from all over the world are expected from 20 to 22 May 2025. The trade fair will take place on the grounds of the MCC Halle Münsterland and on the tracks of the Münster-Ost railway station of the Westfälische Landes-Eisenbahn (WLE). With almost 3,000 metres of track and three exhibition halls, **iaf** offers sufficient space for the presentation of state-of-the-art machines and technologies.

Our focus in 2025 will be on the maintenance and repair of rail infrastructure, the optimisation of track capacity and safety. We will also emphasise the growing importance of artificial intelligence and technological innovations.

Accompanying the trade fair, the **iaf** Salon will be available as a space for interdisciplinary specialist presentations and expert panels. The trade fair also offers a job

Die Messe findet auf dem Gelände des MCC Halle Münsterland sowie auf den Gleisen des Bahnhofs Münster-Ost der Westfälischen Landes-Eisenbahn (WLE) statt. Mit fast 3.000 Metern Gleis und drei Messehallen bietet die **iaf** ausreichend Raum für die Präsentation modernster Maschinen und Technologien.

Unser Schwerpunkt liegt 2025 auf der Instandhaltung und Instandsetzung der Schieneninfrastruktur, der Optimierung der Streckenkapazität und der Sicherheit. Besonders hervorheben werden wir auch die wachsende Bedeutung der Künstlichen Intelligenz und technologische Innovationen.

Messebegleitend wird der **iaf** Salon als Raum für interdisziplinäre Fachvorträge und Expertenrunden zur Verfügung stehen. Die Messe bietet außerdem eine Job-Börse für Stellenanzeigen und einen Career-Point an.

Sie sehen: Unsere Veranstaltung verspricht auch 2025 ein Branchenhighlight zu werden. Als interessierte Aussteller können Sie gerne jetzt Ihren Stand für die **iaf** buchen.

Wir freuen uns auf Ihre Teilnahme und wünschen allen eine erfolgreiche Ausstellung.

Ihre Birgit Milius



Präsidentin Verband Deutscher Eisenbahn-Ingenieure e.V. (VDEI)

## DIE VORBEREITUNGEN LAUFEN AUF HOCHTOUREN

Die Internationale Ausstellung Fahrwegtechnik (**iaf**) ist eine umfassende Plattform für die neuesten Entwicklungen in der Fahrwegtechnik und ein wichtiger Treffpunkt für Branchenexperten. Auch 2025 erwarten wir Tausende internationale Besucher, die die neuesten Innovationen in den Bereichen Schientechnik und Gleisoberbau erleben möchten.

Innovationen sind entscheidend, um den wachsenden Anforderungen im Schienenverkehr gerecht zu werden. Auf der **iaf** 2025 werden neue Geräte und Maschinen, fortschrittliche Mess- und Analyseverfahren sowie strategische Konzepte zur optimalen Nutzung und Instandhaltung präsentiert. Diese Produkte und Dienstleistungen tragen wesentlich dazu bei, die Qualität, Sicherheit und Zuverlässigkeit des Schienensystems zu verbessern.

exchange and a Career Point.

As you can see: Our event also promises to be an industry highlight in 2025. As an interested exhibitor you are welcome to book your stand for the **iaf** now.

We look forward to your participation and wish you all a successful exhibition.

Your Birgit Milius



President Association of German Railway Engineers e.V. (VDEI)



Die **iaf** 2025 bietet auf 15.000 m<sup>2</sup> Hallenfläche, 6.000 m<sup>2</sup> Freifläche und mehr als 3.000 m Gleis auf dem Bahnhof Münster Ost der WLE einen repräsentativen Branchenüberblick.

**iaf** 2025 offers a representative overview of the industry on 15,000 m<sup>2</sup> of hall space, 6,000 m<sup>2</sup> of outdoor space and more than 3,000 m of track at WLE's Münster Ost railway station.

Foto: VDEI/Peter Grewe

## PREPARATIONS ARE IN FULL SWING

The International Exhibition of Track Technology (**iaf**) is a comprehensive platform for the latest developments in track technology and an important meeting place for industry experts. In 2025 we are once again expecting thousands of international visitors who want to learn more about the latest innovations in the fields of rail technology and track superstructure. Innovations are crucial in order to meet the growing demands of rail transport. At **iaf** 2025 new equipment and machinery, advanced measurement and analysis methods as well as strategic concepts for optimal utilisation and maintenance will be presented. These products and services make a significant con-

Die **iaf** 2025 ist die ideale Bühne für Lösungen und Technologien, die den aktuellen Herausforderungen in der Fahrwegtechnik gerecht werden. VDEI-Präsidentin Prof. Dr.-Ing. Birgit Milius: „Wir stellen die Weichen Richtung Zukunft. Unser Bestreben ist es, die Fahrwegtechnik entscheidend weiterzuentwickeln und innovative Lösungen zu präsentieren. Mit großer Zuversicht blicken wir auf das Jahr 2025 und sind überzeugt, dass wir auch dann wieder beeindruckende Fortschritte erzielen werden. Die **iaf** ist hier immer ein Meilenstein.“

## FOKUS UND SCHWERPUNKTE

Die **iaf** ist seit Jahrzehnten der globale Treffpunkt für Fahrwegtechnik. Alle namhaften Hersteller und Dienstleister der Branche sind langjährige, zufriedene Aussteller und tragen mit ihren Innovationen zum nachhaltigen Erfolg der Messe bei.

Für 2025 erwarten wir zahlreiche neue Produkte und Dienstleistungen. Neben den modernsten Maschinen und Geräten werden Digitalisierung und Virtualisierung zentrale Themen sein. Auch Konzepte wie Building Information Modeling (BIM) und Managementsysteme zur Überwachung und Steuerung von Maschinenflotten und Infrastruktur werden im Mittelpunkt stehen. Besondere Schwerpunkte liegen auf der Instandhaltung und Instandsetzung der Schieneninfrastruktur, der Optimierung der Schienenverkehrskapazität und der Sicherheit. Die wachsende Bedeutung von Künstlicher Intelligenz und technologischen Innovationen wird ebenfalls besonders hervorgehoben.

## WIR SIND INTERNATIONAL

Die Internationale Ausstellung Fahrwegtechnik (**iaf**) in Münster ist auch ein lebendiges Beispiel für das Miteinander in der Branche. 2022 nahmen nach der Pandemie 140 Firmen aus 17 Ländern teil, um ihre neuesten Innovationen und Technologien zu präsentieren und über 12.000 Besucher aus 80 Ländern besuchten die Messe.

Die **iaf** steht für eine vielfältige und offene Branche, die von Kompetenz und Zusammenarbeit geprägt ist. Diese Veranstaltung zeigt eindrucksvoll, dass Fortschritt und Entwicklung nur durch eine offene und respektvolle Haltung gegenüber unterschiedlichen Kulturen und Perspektiven möglich sind.

Gemeinsam gestalten wir eine zukunftsorientierte Fahrwegtechnik, die für alle Menschen und Nationen offen ist und sich aktiv für Fortschritt einsetzt.

tribution to improving the quality, safety and reliability of the rail system.

**iaf** 2025 is the ideal stage for solutions and technologies that meet the current challenges in track technology. VDEI President Prof. Dr.-Ing. Birgit Milius: 'We are setting the course for the future. We are endeavouring to decisively develop track technology further and present innovative solutions. We are looking forward to 2025 with great confidence and are convinced that we will once again make impressive progress. The **iaf** is always a milestone in this respect.'

## FOCUS AND PRIORITIES

The **iaf** has been the global meeting place for track technology for decades. All well-known manufacturers and service providers in the industry are long-standing, satisfied exhibitors and contribute to the sustainable success of the trade fair with their innovations.

We expect numerous new products and services for 2025. In addition to the latest machines and equipment, digitalisation, virtualisation and artificial intelligence will be key topics. Concepts such as Building Information Modelling (BIM) and management systems for monitoring and controlling machine fleets and infrastructure will also take centre stage.

Particular emphasis will be placed on the maintenance and repair of rail infrastructure, the optimisation of rail transport capacity and safety. The growing importance of artificial intelligence and technological innovations will also be emphasised.

## WE ARE INTERNATIONAL

The International Exhibition for Track Technology (**iaf**) in Münster is also a living example of cooperation in the industry. In 2022, after the pandemic, 140 companies from 17 countries took part to present their latest innovations and technologies and more than 12,000 visitors from 80 countries attended the trade fair.

The **iaf** stands for a diverse and open industry characterised by expertise and collaboration. This event impressively demonstrates that progress and development are only possible through an open and respectful attitude towards different cultures and perspectives.

Together we are shaping a future-orientated track technology that is open to all people and nations and is actively committed to progress.

## ANMELDUNG

Die 29. Internationale Ausstellung Fahrwegtechnik (**iaf**) öffnet am 20. Mai 2025 ihre Türen. Möchten Sie als Aussteller teilnehmen?

Registrieren Sie sich auf unserer Website:  
[www.iaf-messe.com/de/registrierung](http://www.iaf-messe.com/de/registrierung)

- Ihr Unternehmen hat bereits auf der **iaf** ausgestellt? Ihre Firmendaten sind noch hinterlegt. Bitte überprüfen und aktualisieren Sie diese.
- Neue Aussteller: Geben Sie bitte ihre Unternehmensdaten und Standplatzwünsche ein

Unser Team setzt sich mit Ihnen in Verbindung, um Ihre Teilnahme zu bestätigen und einen Platzierungsvorschlag zu unterbreiten.

## WEBSITE ZUR INTERNATIONALEN AUSSTELLUNG FAHRWEGTECHNIK (IAF) 2025

Die Website der Messe – [www.iaf-messe.com](http://www.iaf-messe.com) – ist die zentrale Anlaufstelle für Informationen und Buchungen rund um die **iaf** 2025.



Hier finden Aussteller, Interessenten und Besucher alle relevanten Details, können Messestände buchen und erforderliche Dienstleistungen anfordern.

Nach erfolgreicher Registrierung als Aussteller erhalten Sie Zugang zu aktuellen und laufend aktualisierten Geländeplänen. Diese Pläne bieten eine Übersicht über verfügbare und bereits gebuchte Standflächen und Gleismeter.

Ab dem vierten Quartal 2024 wird das digitale Ausstellerhandbuch freigeschaltet. Es ermöglicht die Abwicklung aller notwendigen Dienstleistungen für einen erfolgreichen Messeauftritt. Zudem können Buchungen für den **iaf** Salon, den Karrieretag und die Jobbörse vorgenommen werden. Die Website bietet auch Informationen zu Hotels in Münster, unseren Medienpartnern, Pressemitteilungen und einen Rückblick auf die erfolgreiche **iaf** 2022.

## DAS AUSSTELLERHANDBUCH

Das Ausstellerhandbuch für die **iaf** 2025 wird in Zusammenarbeit mit dem Messe- und Congress Centrum (MCC) Halle Münsterland erstellt und ab dem vierten Quartal 2024 auf der Messe-Website verfügbar sein. Jeder regis-

## REGISTRATION

The 29th International Exhibition of Track Technology (**iaf**) opens its doors on 20 May 2025. Would you like to participate as an exhibitor?

Register on our website:  
[www.iaf-messe.com/en/registration](http://www.iaf-messe.com/en/registration)

- Your company has already exhibited at **iaf**? Your company details are still on file. Please check and update them.
- New exhibitors: Please enter your company details and stand location preferences.

Our team will contact you to confirm your participation and propose a stand location.

## WEBSITE FOR THE INTERNATIONAL EXHIBITION FOR TRACK TECHNOLOGY (IAF) 2025

The exhibition website - [www.iaf-messe.com](http://www.iaf-messe.com) - is the central point of contact for information and bookings relating to **iaf** 2025.



Exhibitors, interested parties and visitors can find all relevant details, book exhibition stands and request the necessary services here.

Once you have successfully registered as an exhibitor you will receive access to current and continuously updated site plans. These plans provide an overview of available and already booked stand areas and track metres.

The digital exhibitor manual will be activated from the fourth quarter of 2024. It will enable the handling of all services necessary for a successful trade fair appearance. Bookings can also be made for the **iaf** Salon, the Career Day and the job exchange. The website also offers information on hotels in Münster, our media partners, press releases and a review of the successful **iaf** 2022.

## THE EXHIBITOR HANDBOOK

The exhibitor handbook for **iaf** 2025 will be created in cooperation with the Messe und Congress Centrum (MCC) Halle Münsterland and will be available on the trade fair website from the fourth quarter of 2024. Every registered exhibitor will receive access data to log in to the system.

trierter Aussteller erhält Zugangsdaten, um sich im System anzumelden.

Das Handbuch enthält alle Dienstleistungen, die für einen erfolgreichen Messeauftritt benötigt werden. Durch die Kooperation mit dem MCC wird sichergestellt, dass alle Dienstleister das Messegelände bestens kennen und qualitativ hochwertige Arbeit leisten.



Die **iaf** ist seit Jahrzehnten der weltweit führende Branchentreffpunkt für Fahrwegtechnik. Namhafte Hersteller und Dienstleister der Branche sind langjährige, zufriedene Aussteller und tragen mit ihren Innovationen maßgeblich zum nachhaltigen Erfolg bei.

For decades **iaf** has been the world's leading industry meeting place for track technology. Well-known manufacturers and service providers in the industry have been satisfied exhibitors for many years and contribute significantly to its sustainable success with their innovations.

Foto: VDEI/Peter Grewer

## DER IAF SALON

Seit seiner Einführung im Jahr 2013 hat sich der **iaf** Salon als wichtiges Forum für Fachvorträge und Expertenrunden etabliert. Auch 2025 bietet der Salon eine Plattform für den Austausch unter Branchenexperten. Besucher können hier mit Ausstellern ins Gespräch kommen und sich über deren Innovationen, Produkte und Dienstleistungen informieren. 2025 präsentiert sich der **iaf** Salon im neuen Look in Halle Nord.

Aussteller können ab dem vierten Quartal 2024 Zeit-Slots buchen und diese für Firmenpräsentationen, Produktvorstellungen oder Seminare nutzen.

Das Programm des **iaf** Salons wird in die Messe-Informationsmaterialien und -werbung aufgenommen. Informationen zu buchbaren Slots, dem Programm und den Preisen finden Sie ab dem vierten Quartal auf unserer Website [www.vdei.de](http://www.vdei.de).

The manual contains all the services required for a successful trade fair appearance. The cooperation with the MCC ensures that all service providers know the exhibition centre inside out and provide high-quality work.

## THE IAF SALON

Since its launch in 2013 the **iaf** Salon has established itself as an important forum for specialist presentations and expert panels. In 2025 the Salon will continue to offer a platform for dialogue between industry experts. Visitors can talk to exhibitors and find out about their innovations, products and services. In 2025 the **iaf** Salon will have a new look in Hall North.

Exhibitors will be able to book time slots from the fourth quarter of 2024 and use them for company presentations, product launches or seminars.

The **iaf** Salon programme will be included in the trade fair information materials and advertising. Information on bookable slots, the programme and prices can be found from the fourth quarter on our website [www.vdei.de](http://www.vdei.de).



Fahrwegtechnik hautnah erleben, Fragen direkt an die Branchenexperten und Aussteller richten und die Weichen Richtung Zukunft stellen: Der **iaf** Salon ist die ideale Plattform hierfür.

Experience track technology up close, ask questions directly to industry experts and exhibitors and set the course for the future: The **iaf** Salon is the ideal platform for this.

Foto: VDEI/Peter Grewer

## KARRIERE-TAG & JOBBÖRSE

Nutzen Sie die Gelegenheit, Ihre zukünftigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf der **iaf** 2025 zu treffen. Der Karrieretag und die Jobbörse bieten jungen Menschen die Möglichkeit, sich über berufliche Perspektiven in der Bahn-Branche zu informieren und erste Kontakte zu knüpfen.

Geplant sind Rundgänge für Studierende, Auszubildende und junge Eisenbahningenieure am 22. Mai 2025. Diese Gruppen können sich an ausgewählten Messeständen über Unternehmen und berufliche Möglichkeiten informieren. Dabei haben sie die Gelegenheit, sich mit Geschäftsführern, Marketingchefs und Personalverantwortlichen auszutauschen und Netzwerke aufzubauen. Schreiben Sie uns, wenn Sie die Teilnehmer des Rundgangs auch an Ihrem Stand begrüßen möchten.

Aktuelle Jobangebote können Sie als Aussteller im Vorfeld der **iaf** online veröffentlichen. Während der Messe werden diese Ausschreibungen auf dem Jobbörsen-Stand am Eingang präsentiert.

## VDEI-FÖRDERPREIS

Im Rahmen der **iaf**-Eröffnungszeremonie wird der renommierte VDEI-Förderpreis verliehen. Dieser mit 3.000 Euro dotierte Preis wird an herausragende Arbeiten von Studierenden und Jungingenieuren im Bereich des spurgeführten Verkehrs vergeben.

Die prämierte Arbeit wird zudem u. a. in der Fachzeitschrift „DER EISENBAHN-INGENIEUR“ veröffentlicht.

Informationen zur Einreichung stehen ab September 2024 unter [www.iaf-messe.com/de/vdei-foerderpreis](http://www.iaf-messe.com/de/vdei-foerderpreis) bereit.



## CAREER DAY & JOB FAIR

Take the opportunity to meet your future employees at **iaf** 2025. The career day and job fair offer young people the opportunity to find out about career prospects in the railway industry and make initial contacts.

Tours are planned for students, trainees and young railway engineers on 22 May 2025. These groups can find out about companies and career opportunities at selected exhibition stands. They will have the opportunity to talk to managing directors, marketing managers and HR managers and build networks. Contact us if you would like to welcome the tour participants at your stand.

As an exhibitor you can publish current job vacancies online in the run-up to the **iaf**. During the trade fair these advertisements will be presented on the job board stand at the entrance.

## VDEI SPONSORSHIP AWARD

As part of the **iaf** opening ceremony the prestigious VDEI Sponsorship Award will be presented. This prize, endowed with 3,000 Euros, is awarded to outstanding essays by students and young engineers in the field of track-guided transport.

The prize-winning work will also be published in the specialist journal 'DER EISENBAHN-INGENIEUR'.

Information on submission will be available from September 2024 at [www.iaf-messe.com/de/vdei-foerderpreis](http://www.iaf-messe.com/de/vdei-foerderpreis).



## HOTELKONTINGENT

Die Hotelkapazitäten in und um Münster sind erfreulicherweise seit der letzten **iaf** erneut erweitert. Bei Bedarf an Hotelzimmern wenden Sie sich bitte rechtzeitig an die Zimmervermittlung der Stadt Münster.

Service-Telefon: +49 (0)251 492 27 26  
E-Mail: [tourismus@stadt-muenster.de](mailto:tourismus@stadt-muenster.de)  
Internet: [www.tourismus.muenster.de](http://www.tourismus.muenster.de)

## HOTEL CONTINGENT

Hotel capacities in and around Münster have fortunately increased again since the last **iaf**. If you require hotel rooms please contact the City of Münster's accommodation service in good time.

Service telephone: +49 (0)251 492 27 26  
E-mail: [tourismus@stadt-muenster.de](mailto:tourismus@stadt-muenster.de)  
Internet: [www.tourismus.muenster.de](http://www.tourismus.muenster.de)

## PRESSE

Presseanfragen richten Sie bitte an  
[media@iaf-messe.com](mailto:media@iaf-messe.com).  
Pressesprecherin: Regina Iglauer-Sander

Alle wichtigen Informationen finden Sie auch unter  
[www.iaf-messe.com/de](http://www.iaf-messe.com/de).

## NEWSLETTER

Sie wollen auf dem Laufenden gehalten werden? Dann melden Sie sich unter [www.iaf-messe.com/de/newsletter](http://www.iaf-messe.com/de/newsletter) für unseren Newsletter an. Regelmäßig informieren wir über News zur Messe und Aussteller präsentieren ihre Highlights.



## PRESS

Please direct press enquiries to  
[media@iaf-messe.com](mailto:media@iaf-messe.com).  
Press spokesperson: Regina Iglauer-Sander

You can also find all important information at  
[www.iaf-messe.com/en](http://www.iaf-messe.com/en).

## NEWSLETTER

Would you like to be kept up to date? Then sign up for our newsletter at [www.iaf-messe.com/en/newsletter](http://www.iaf-messe.com/en/newsletter). We regularly inform you about news about the trade fair and exhibitors present their highlights.



## ÖFFNUNGSZEITEN

Dienstag, 20. Mai 2025: 09:00 – 18:00 Uhr  
Mittwoch, 21. Mai 2025: 09:00 – 18:00 Uhr  
Donnerstag, 22. Mai 2025: 09:00 – 18:00 Uhr

## OPENING HOURS

Tuesday, 20 May 2025: 09:00 – 18:00  
Wednesday, 21 May 2025: 09:00 – 18:00  
Thursday, 22 May 2025: 09:00 – 18:00

## WIR SIND FÜR SIE DA

Für alle Anliegen und Fragen stehen wir Ihnen mit unserem kompetenten Team zur Verfügung und helfen Ihnen gerne weiter.

## WE ARE HERE FOR YOU

Our competent team is at your disposal for all concerns and questions and will be happy to help you.



VDEI-Service GmbH  
Invalidenstr. 90  
10115 Berlin  
  
Tel. +49 (0)30 226057-90  
[info@vdei-akademie.de](mailto:info@vdei-akademie.de)  
[www.vdei-akademie.de](http://www.vdei-akademie.de)

Constance Petzsch, Geschäftsführerin  
der VDEI-Service GmbH,  
Constance Petzsch, Managing Director  
of VDEI-Service GmbH

VDEI-Service GmbH  
Invalidenstr. 90  
10115 Berlin  
  
Phone +49 (0)30 226057-90  
[info@vdei-akademie.de](mailto:info@vdei-akademie.de)  
[www.vdei-akademie.de](http://www.vdei-akademie.de)

### IMPRESSUM | IMPRINT

Der **iaf** BRIEF wird herausgegeben vom Verband Deutscher Eisenbahn-Ingenieure e.V. (VDEI).

The **iaf** BRIEF is published by the Association of German Railway Engineers.  
[www.vdei.de](http://www.vdei.de)

### REDAKTION | EDITOR

Constance Petzsch / Regina Iglauer-Sander  
VDEI-Service GmbH | Invalidenstraße 90 | 10115 Berlin

### VERLAG | PUBLISHERS

DVV Media Group GmbH | Eurailpress  
Nordkanalstr. 36 | D-20097 Hamburg  
[www.eurailpress.de](http://www.eurailpress.de)

### ANMELDUNG & WEITERE INFORMATIONEN: REGISTRATION & FURTHER INFORMATION:

[www.iaf-messe.com](http://www.iaf-messe.com)

# VDEI-FÖRDERPREIS 2025

Wie bereits in den vergangenen Jahren verleiht der Verband Deutscher Eisenbahn-Ingenieure e.V. (VDEI) auch zur 29. Internationalen Ausstellung Fahrwegtechnik iaf (20.-22. Mai 2025) den „**VDEI-Förderpreis**“ für herausragende Arbeiten (Dissertationen sind davon ausgenommen) junger Ingenieurinnen und Ingenieure. Damit will der Verband gezielt den Ingenieurnachwuchs aus dem Sektor des spurgeführten Verkehrs fördern.

Durch die Vergabe des Förderpreises sollen innovative Abschlussarbeiten von jungen Ingenieurinnen und Ingenieuren aus dem deutschsprachigen Raum angeregt werden.

Der VDEI erwartet von den eingereichten Arbeiten neuartige Vorschläge zu Modernisierungen bestehender Bahnanlagen und deren Ausrüstungen sowie zu Verfahren für effektivere Betriebsabläufe im System des Eisenbahnverkehrs.

Die Anregungen sollen dazu dienen, die spurgeführten Verkehrsmittel noch attraktiver im Vergleich zu anderen Verkehrsträgern oder dem Individualverkehr zu gestalten.

Für die Vergabe des VDEI-Förderpreises 2025 gelten folgende Kriterien:

## THEMENAUSWAHL

Ein konkretes Thema wird nicht vorgegeben. Die innovativen Lösungen sollen sich auf aktuelle Herausforderungen des spurgeführten Verkehrs beziehen oder Herausforderungen der dafür planenden, produzierenden und bauenden Unternehmen aufgreifen. Dabei soll das Thema in seiner ganzen Komplexität erfasst werden und Lösungsverfahren ausgearbeitet werden, die moderne Entwicklungen beinhalten.

## TEILNAHMEBEDINGUNGEN

Arbeiten können von Einzelpersonen, Gruppen von Studierenden oder jungen Ingenieurinnen und Ingenieuren eingereicht werden, die an einer europäischen Hochschule studieren oder studiert haben. Teilnehmen können Ingenieurinnen und Ingenieure, die nicht länger als drei Jahre berufstätig sind oder sich noch im Studium befinden. Die eingereichten Unterlagen müssen in deutscher Sprache vorliegen, um Berücksichtigung zu finden.

## VERGABEKRITERIEN

Der VDEI-Förderpreis 2025 wird auf einer Veranstaltung im Rahmen der 29. Internationalen Ausstellung Fahrwegtechnik (iaf) (20.-22. Mai 2025) vergeben. Der oder die Preisträger/in erhalten Gelegenheit, vor einem Auditorium ihre Arbeit zu präsentieren.

## ERFORDERLICHE UNTERLAGEN ZUM BEWERBUNGSVERFAHREN

Einzureichen sind neben der eigentlichen Arbeit:

- Ein Lebenslauf des Verfassers/der Verfasserin
- Ein Motivationsschreiben/Angabe von Gründen für die Teilnahme
- Eine Einschätzung der eingereichten Arbeit durch eine Universität, Hochschule, Fachhochschule oder eines Unternehmens bzw. einer Behörde

Die Arbeiten können durch die Autoren bzw. durch Universitäten, Hochschulen, Unternehmen oder Behörden eingereicht werden und müssen bis zum **16. Dezember 2025, 16:00 Uhr bei der VDEI-Service GmbH, Invalidenstraße 90, 10115 Berlin**, vorliegen.

Mit dem Einreichen bestätigt der Antragsteller, dass er im Besitz der Urheberrechte an der eingereichten Lösung ist bzw. erbringt einen Nachweis über die Zustimmung des Inhabers zur Nutzung der Urheberrechte.

Berücksichtigt werden ausschließlich Unterlagen die in digitaler Form als PDF-Dateien auf einem entsprechenden Datenträger oder per Email an die folgende Emailadresse: **gs@vdei.de** eingereicht werden.

Das Motivationsschreiben sowie die Angabe von Gründen für die Teilnahme sollte zusätzlich als vom Verfasser unterschriebenes PDF-File beigefügt werden.

Die Teilnahme an der VDEI Förderpreisvergabe 2025 erfolgt unter Ausschluss des Rechtsweges.

## JURY

Die Jury für die Vergabe des VDEI-Förderpreises besteht aus: dem Leiter der VDEI Akademie (Vorsitzender der Jury), weiteren Mitgliedern des VDEI Präsidiums, Vertretern des VDEI Beirates, einem Vertreter der DWV Media Group GmbH.

Berufen werden können ggf. zusätzlich: Anerkannte Experten aus dem Eisenbahnwesen, berufene Hoch- und Fachhochschullehrer oder auch Dozenten und Professoren von einschlägigen Universitäten.

Die Prüfung der eingegangenen Arbeiten durch die Jury erfolgt bis zum 28. Februar 2025. Anschließend entscheidet das VDEI Präsidium bis zum 31. März 2025 über die Vergabe des Förderpreises.

## PREISE

Es wird pro Ausschreibungsjahr nur ein Förderpreis vergeben. Sollten die eingereichten Arbeiten nicht den gestellten Anforderungen entsprechen, besteht keine Pflicht zur Vergabe des Preises. Der VDEI-Förderpreis wird mit einem **Preisgeld in Höhe von 3.000,00 EUR** verliehen. Außerdem erhält der Gewinner/die Gewinnerin eine Urkunde und ein Ehrenzeichen mit der Aufschrift „VDEI-Förderpreis 2025“. Das Präsidium des Verbandes kann auf Antrag der Jury bei außerordentlichen (Gruppen-) Leistungen über eine Erhöhung des Preisgeldes entscheiden.

## PUBLIKATION

Mit der Vergabe des VDEI-Förderpreises erwirbt der Verband das Publikationsrecht an der entsprechenden Arbeit. Die Publikation erfolgt beispielsweise in den Fachzeitschriften „DER EISENBAHNINGENIEUR“, „Signal + Draht“, „Eisenbahntechnische Rundschau“, dem „Eisenbahn Ingenieur Kompendium“ oder auf der Homepage des Verbandes.

## BEKANNTGABE DER PRÄMIERTEN ARBEIT

Die prämierte Arbeit wird in den Fachzeitschriften „DER EISENBAHN-INGENIEUR“, „Signal + Draht“, „VDI-Nachrichten“ und in der Zeitschrift des Deutschen Hochschulverbandes „Forschung und Lehre“ bekannt gegeben.

Für Fragen zum iaf-Förderpreis wenden Sie sich bitte an Dr.-Ing. Joachim Warlitz, Vizepräsident VDEI und Präsident der VDEI Akademie unter [joachim.warlitz@vdei.de](mailto:joachim.warlitz@vdei.de).

Dr.-Ing. Joachim Warlitz,  
VDEI Vizepräsident, VDEI Akademie Präsident

# WORLD RAIL MARKET STUDY

10<sup>th</sup> edition | forecast 2024 to 2029

New –  
order  
now!

**Commissioned by UNIFE,  
conducted by Bain & Company  
and published by DVV |  
Eurailpress | Railway Gazette**

The 10<sup>th</sup> edition of the UNIFE World Rail Market Study offers a detailed analysis of the current state and development of the global rail supply market.

The 2024 edition of the study examines 66 countries which account for 99 % of global rail traffic and the full rail supply value chain, including infrastructure, rail control, rolling stock, services, and turnkey management.

The largest study of its kind – Order this unique insight to the world rail market right now!

More information and reading sample at  
[www.eurailpress.de/2024-wrms](http://www.eurailpress.de/2024-wrms)

**Contact:** DVV Media Group GmbH | Eurailpress  
**E-Mail:** [service@eurailpress.de](mailto:service@eurailpress.de)  
**Phone:** +49 40 237 14-260

Commissioned by



Conducted by



# Ground Penetrating Radar für die geotechnische Gleiserkundung

Eine notwendige Ergänzung in der Instandhaltungsplanung

JOCHEN NOWOTNY | DAVID GRÖSSBACHER | STEFAN BIEDERMANN

**Der Einsatz von Ground Penetrating Radar (GPR) im System Bahn nimmt zu. GPR ist eine nichtinvasive geophysikalische Methode, die mit elektromagnetischen Wellen den Untergrund untersucht. Im System Bahn dient GPR dazu, den Zustand und die Qualität des Gleisbettes zu bewerten. Dieser Beitrag gibt einen detaillierten Einblick in die Funktionsweise von GPR und seine Anwendung in der Instandhaltungsplanung sowie seine Vorteile gegenüber anderen Methoden.**

## Was ist Ground Penetrating Radar?

Ground Penetrating Radar (Bodenradar, GPR) ist eine nichtinvasive geophysikalische Methode, die elektromagnetische Wellen verwendet, um den Untergrund zu untersuchen. Das Prinzip ist einfach: Ein Sender (Abb. 1) sendet kurze Impulse von hochfrequenten Radiowellen aus, die in den Boden eindringen und an Grenzflächen zwischen verschiedenen Materialien reflektiert werden. Ein Empfänger registriert die reflektierten Signale und zeichnet die Laufzeit und die Amplitude der Wellen auf. Aus diesen Daten können Rückschlüsse auf die Tiefe, die Form und die Eigenschaften der unterirdischen Strukturen gezogen werden.

GPR wird vielseitig eingesetzt, unter anderem in der Archäologie, Geologie, Hydrologie, Umwelt, Bauwesen und Sicherheit. Ein besonderer Anwendungsbereich ergibt sich für das System Bahn: In der geotechnischen Gleiserkundung dient GPR dazu, den Zustand und die Qualität des Gleisbettes zu bewerten. Dieses besteht aus mehreren Schichten, wobei der Schotter durch Belastung von Überfahrten wieder Schichten ausbildet, die mit GPR-Technologie bestimmt werden können.

Üblicherweise werden folgende Parameter ausgewertet:

- Schotterverschmutzung, bekannt als Ballast Fouling Index (BFI)
- Feuchtigkeit bzw. Durchlässigkeit
- Verlehmungen bzw. Schlammstellen
- Schichtdicken
- Planumswelligkeit.

Auf der Basis dieser Parameter lassen sich Instandhaltungsmaßnahmen ableiten.

## Zerstörungsfreie Gleiserkundung

GPR bietet Vorteile gegenüber anderen Methoden der geotechnischen Gleiserkundung, wie beispielsweise Bohrungen, Schürfungen, Sondierungen oder optische Messungen:

- Zerstörungsfreies Verfahren: GPR verursacht keine Schäden an der Oberfläche oder am Untergrund, da nur elektromagnetische Wellen ausgesendet und empfangen werden.
- Keine Gleissperre nötig: GPR-Messungen können mit über 200 km/h durchgeführt werden und behindern so nicht den Bahngelverkehr.

- Einsatzbereitschaft: GPR ist unabhängig von einer Integration in ein Schienenfahrzeug verwendbar und kann innerhalb von zwei Stunden auf der Pufferbrüst montiert werden. Durch Eigentaktung und Batteriebetrieb ist auch eine kurze Prüfung des Gleisbettes bei geringen Kosten möglich.
- Keine Probenahmen: GPR kann kontinuierliche und hochauflösende Profile des Untergrundes erzeugen, die eine detaillierte Charakterisierung der geotechnischen Eigenschaften ermöglichen. Probenahmen zur weiteren Aufklärung von erkannten An-



Abb. 1: Bodenradar-System

Quelle: M. Mehlmann

omalien können durch eine vorhergehende GPR-Messung treffsicher positioniert und dadurch reduziert werden.

**Messsystem und sinnvolle Datenaufzeichnung**

Für das System Bahn kommen Messsysteme zum Einsatz, die entsprechend den spezifischen Anforderungen optimiert sind. Meist besteht ein System aus drei Antennen im 400 MHz-Bereich. Montiert werden sie 20 cm über der Schienenoberkante, eine Antenne wird zwischen den Gleisen positioniert, die beiden anderen links und rechts außerhalb der Gleise, doch innerhalb des Lichtraumprofils. Mit dieser Anordnung werden drei Profile des Untergrundes unter den Schienen erfasst, die in bis zu 2,5 m Tiefe reichen können.

Das System arbeitet mit Reflexion von elektromagnetischen Wellen, wobei die erste an den Schwellen erfolgt, wodurch der tiefere Einblick in das Gleisbett gestört bzw. unmöglich wird. Um diese Reflexionen zu entfernen, wurde ein spezieller Algorithmus erforscht, implementiert, erprobt und von Rail Track Analyzer (RTA, vormals: Ground Control) patentiert, der auch bei hohen Abtastraten die Schwellenreflexionen entfernen kann, ohne die tiefer liegenden Reflexionen und damit die gewünschten Informationen zu verlieren.

Die optimale Abtastrate liegt bei 4 cm, erwiesen durch empirische Testung in einem Zeitraum von zehn Jahren durch RTA. Zusätzlich empfiehlt es sich, die Daten pro Schwellenfach zu aggregieren, um sie als zuverlässige und aussagekräftige Grundlage für die Instandhaltungsplanung einzusetzen und auf diese Daten für eine eventuelle spätere Probeentnahme zurückgreifen zu können.

**Messtiefe und Messfrequenz: Was ist zu berücksichtigen?**

Die Eindringtiefe oder Messtiefe von GPR-Systemen ist eine Eigenschaft, die von vielen Dienstleistern von Georadar-Messungen besonders betont und dazu verwendet wird, die Leistungsfähigkeit des verwendeten Systems hervorzuheben. Dabei sind ohne detaillierte Kenntnisse über den zu messenden Untergrund keine gesicherten Aussagen über die maximale Messtiefe möglich. Im Folgenden werden daher einige Faktoren erläutert, die sich auf die erzielbare Tiefe in Georadarmessungen auswirken.

**Dauer der Signalaufzeichnung**

Ein Parameter von Georadarmessungen ist die Aufzeichnungsdauer, ergo die Zeitspanne, in der nach der Ausstrahlung eines Radarsignals auf Reflexionen aus dem Untergrund gewartet wird. Die Größenordnung für einen einzelnen Scan, der alle 4 cm erfolgt, liegt im Bereich von 50 bis 100 ns. Wird eine längere Dauer gewählt, ermöglicht man das Empfangen

von Reflexionen aus größeren Distanzen bzw. Tiefen. Allerdings wird dabei auch die zeitliche Auflösung reduziert, was zu weniger detaillierten Messdaten führt. Bei nicht optimalen Bodenverhältnissen bleibt zudem ein Teil am Ende der Aufzeichnung ungenutzt, vor allem wenn aufgrund zu starker Signaldämpfung keine Reflexionen mehr empfangen werden.

**Beschaffenheit des Untergrundes**

Die Art eines Untergrundes, insbesondere dessen dielektrische Eigenschaften, bestimmt, mit welcher Geschwindigkeit sich das Radarsignal ausbreiten kann, wie stark es gedämpft, reflektiert und gebrochen wird. Grundsätzlich kann angenommen werden, dass bei jeder Änderung des Untergrundmaterials auch eine Änderung der dielektrischen Eigenschaften stattfindet, wodurch Anteile des Radarsignals reflektiert und somit in den Messdaten sichtbar werden.

Im System Bahn spielt besonders die Verschmutzung der Schotterschicht eine Rolle, durch die Wasser gebunden werden kann. Aufgrund elektrischer Leitfähigkeit dämpft und reflektiert Wasser Radarwellen erheblich, wodurch einerseits zwar beispielsweise die Detektion von Schlammstellen ermöglicht wird, andererseits die erzielbare Messtiefe begrenzt wird.

**Angenommene Ausbreitungsgeschwindigkeit**

Erst durch die Annahme einer Ausbreitungsgeschwindigkeit von Radarwellen im Untergrund kann die Zeitskala in Messdaten, die im Bereich von 50 bis 100 ns liegt, auf eine Tiefenskala umgerechnet werden. In Extremfällen, etwa beim Vergleich von sehr trockener mit sehr nasser Erde, kann die Ausbreitungsgeschwindigkeit zwischen 0,15 und 0,075 m/ns liegen. Umgerechnet auf eine Aufzeichnungsdauer von 80 ns, ergibt das eine Tiefenskala von entweder 0 bis 3 m (0,075 m/ns) oder 0 bis 6 m (0,15 m/ns). Die Annahme der Ausbreitungsgeschwindigkeit basiert daher meist auf Erfahrungswerten, zusätzliche Genauigkeit bzw. eine Verifizierung kann beispielsweise mit Probebohrungen gewonnen werden.

**Frequenz des Radarsystems**

Die Wahl der Frequenz eines Radarsystems wird durch den Anwendungsfall bestimmt und erfordert einen Kompromiss zwischen erzielbarer Eindringtiefe und Auflösung der Messdaten. Im System Bahn sind Frequenzen zwischen 200 und 2000 MHz im Einsatz, wobei mit steigender Frequenz des Radarsignals die Eindringtiefe abnimmt. Dies liegt auch daran, dass das Dämpfungsverhalten von Wasser frequenzabhängig ist und bis zu seinem Höhepunkt bei etwa 20 GHz ansteigt. Mit steigender Frequenz nimmt durch die kürzer werdende Wellenlänge des

Radarsignals das Auflösungsvermögen zu, wodurch kleinere Details wahrgenommen werden können. Bei Bahnstrecken kommt hinzu, dass für Frequenzen ab ca. 2 GHz einzelne Schottersteine (bzw. die Hohlräume dazwischen) in der Bettung als Brechungs- oder Reflexionsobjekte für das Radarsignal agieren, das somit bereits in der obersten Schicht geschwächt wird. Es lässt sich nicht verallgemeinern, dass hohe Messfrequenz bessere oder genauere Ergebnisse bringt.

**Höhe und Abstrahlcharakteristik des GPR-Systems**

Der Abstand des Radarsystems vom Boden ist ein weiterer Einflussfaktor auf die Eindringtiefe. Grundsätzlich gilt, dass sich diese mit zunehmendem Abstand zum Boden verringert. Durch zusätzliche Reflexionen am Boden bei erhöhtem Abstand kommt es zu höheren Energieverlusten und zu schlechterer Einkopplung. Dieser Effekt kann zum Teil durch die Wahl der Antenne kompensiert werden. Entscheidend ist, die Grenzen der Physik und Technologie zu kennen, um den Einsatz planen und durchführen zu können sowie die Resultate als Unterstützung in die Instandhaltungsplanung einfließen zu lassen.

**GPR als Ergänzung zur Gleisgeometriemessung**

GPR dient nicht als Ersatz für die Messung der Gleisgeometrie. GPR kann Schotterqualität, Wasseransammlungen, Hohlräume, Risse oder Setzungen erkennen und eine unüblich rasche Verschlechterung der Gleislage erklären. So liefert das System wesentliche Zusatzinformationen für die Ableitung der richtigen, kosteneffizientesten Instandhaltungsmaßnahmen. Empfohlen wird folgende Vorgehensweise: Im ersten Schritt muss die Grundlage für spätere Vergleiche geschaffen werden. Dazu wird das gesamte Schienennetz mit GPR vermessen und ausgewertet. In weiterer Folge wird GPR abschnittsweise eingesetzt, und zwar immer dann, wenn sich die Gleisgeometrie rasch verschlechtert. Die Vermessung des gesamten Netzes sollte daher alle drei bis fünf Jahre wiederholt werden.

Bei den abschnittswisen Messungen ergibt die Auswertung die richtige Wartung. Es kann auch ohne GPR-Messung eine neue Planumschutzschicht als langfristige und zuverlässige Maßnahme gesetzt werden, jedoch ist dies die kostspieligste Möglichkeit. Im Vergleich ist die GPR-Messung kostenschonender, und die Wartung – beispielsweise eine Bettungs- oder Flankenreinigung oder eine Tiefenentwässerung – kann gezielter und kostenoptimiert umgesetzt werden.

**Auswertungsmöglichkeiten der Radargramme**

Die Auswertung von Radargrammen ist eine Ingenieursdienstleistung. Moderne Methoden der Algorithmik, Bilderkennung und Künst-

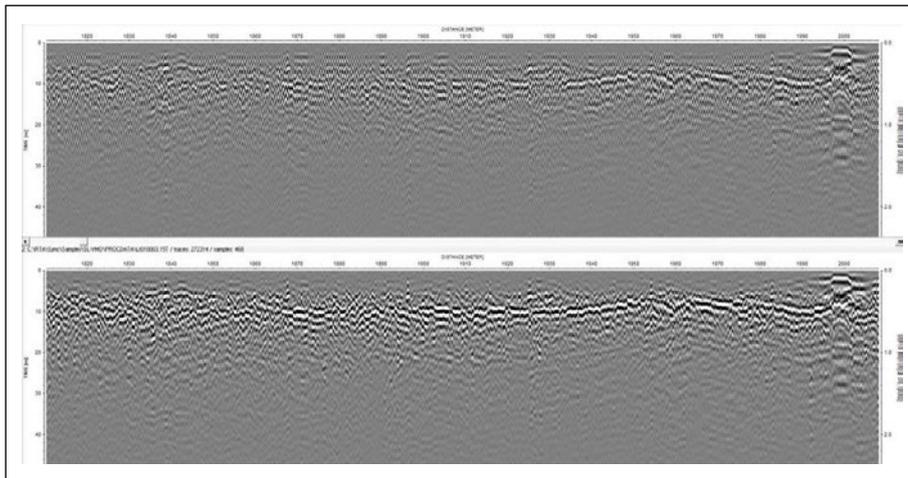


Abb. 2: Radargramme, oben: ohne Schwellenunterdrückungsfilter, unten: mit Schwellenunterdrückungsfilter

Quelle: RTA

lichen Intelligenz unterstützen diese, jedoch ist die Prüfung durch Experten als qualitätssichernder Schritt im Prozessablauf unerlässlich. Rohdaten werden nach einer Messung mit speziellen, für den Einsatz im System Bahn entwickelten Tools nachbearbeitet. Aus einer Ansammlung von Zahlen pro Scan werden Radargramme erstellt, die von geschulten Augen geprüft und der weiteren Bearbeitung zugeführt werden.

Abb. 2 zeigt typische Radargramme, aus denen der Zustand des Gleisbettes abgelesen wird. Im oberen Radargramm ist der Einfluss der Schwellenreflexionen zu erkennen, der nach Anwendung des patentierten Algorithmus im unteren Radargramm eliminiert wurde.

Je nach Bedarf können Radargramme Auskunft über folgende Parameter geben:

#### Feststellung der Schotterverschmutzung

Eine der wichtigsten und bekanntesten Auswertungen von GPR-Messungen ist der BFI, die Schotterverschmutzung. Sie senkt die Stabilität und Tragfähigkeit des Gleises und entsteht durch Schotterabrieb, Betriebsbelastung, Fremdkörper und Feinanteile. Werden definierte Schwellenwerte überschritten, ist eine Bettungsreinigung nötig, um Gleisentwässerung, Elastizität und Lebensdauer des Gleisbettes zu erhalten.

#### Klimaeinflüsse: Feuchtigkeit bzw. Durchlässigkeit

Klimatische Faktoren beeinflussen den Wasserablauf im Gleisbett, Feuchtigkeit kann zu Verformungen und Sicherheitsrisiken führen. Im Radargramm wird eine kontinuierliche Bewertung und Quantifizierung der Feuchtigkeit und der Durchlässigkeit der Schichten vorgenommen.

#### Erkennung von Verlehmungen bzw. Schlammstellen

Bei diesen Anomalien im Gleisbett handelt es sich um die am schwersten erkennbaren Strukturen im Radargramm, ein Grund mehr

für die Qualitätssicherung durch Experten. Treten Schlammstellen an die Oberfläche, sind die Auswirkungen auf das Gesamtsystem meist schon so weit fortgeschritten, dass ein sofortiger Austausch aller Komponenten gemäß von T'RTA empfohlenen Maßnahmen erforderlich ist. In diesem Fall wird der Streckenabschnitt zu einer Langsamfahrstelle, und eine komplette Erneuerung des Unterbaues ist nötig. Gerade hier bietet GPR eine frühzeitige Erkennungsmöglichkeit mit großem Kosteneinsparungspotenzial hinsichtlich der anzuwendenden Wartungsmaßnahme.

#### Messung der Schichtdicken

Die Schichtstärken im Gleisbett sollten weder signifikant unterschritten noch überschritten werden. Mit GPR-Messungen und der Auswertung der Radargramme können Schichtdicken kontinuierlich ausgewertet und beispielsweise bei Bestandsstrecken zur Beurteilung der Tragfähigkeit sowie der Drainagekapazität herangezogen werden.

#### Auswertung der Planumswelligkeit

Der Verlauf von Schichtgrenzen wie dem Gleisplanum oder dem Erdplanum gibt häufig Hinweise auf Tragfähigkeitsschäden. Dazu gehören unter anderem Schottersäcke, die Folge einer übermäßigen plastischen Verformung von weichem Untergrund. Die zyklische Belastung durch Züge führt häufig zum Versagen des Erdplanums. Auch hier liefern Expertenbewertungen der Radargramme wesentliche Aussagen zur Instandhaltungsplanung.

#### Übersetzung der Radargramme

Das Ergebnis der Bewertung der Radargramme muss in einer einfach zu lesenden, rasch zu interpretierenden und nachvollziehbaren Darstellung für Infrastrukturbetreiber münden. Daher wurden grafische, webbasierte Tools implementiert, die alle Aspekte einer



## Adapted to future challenges

Vossloh Rolling Stock setzt mit seiner Hybridlokomotive **Modula** nicht nur neue Branchenstandards, sondern auch ein deutliches Zeichen in Sachen Nachhaltigkeit!



24.-27. Sept. 2024  
Stand O/330

Sustainability in motion

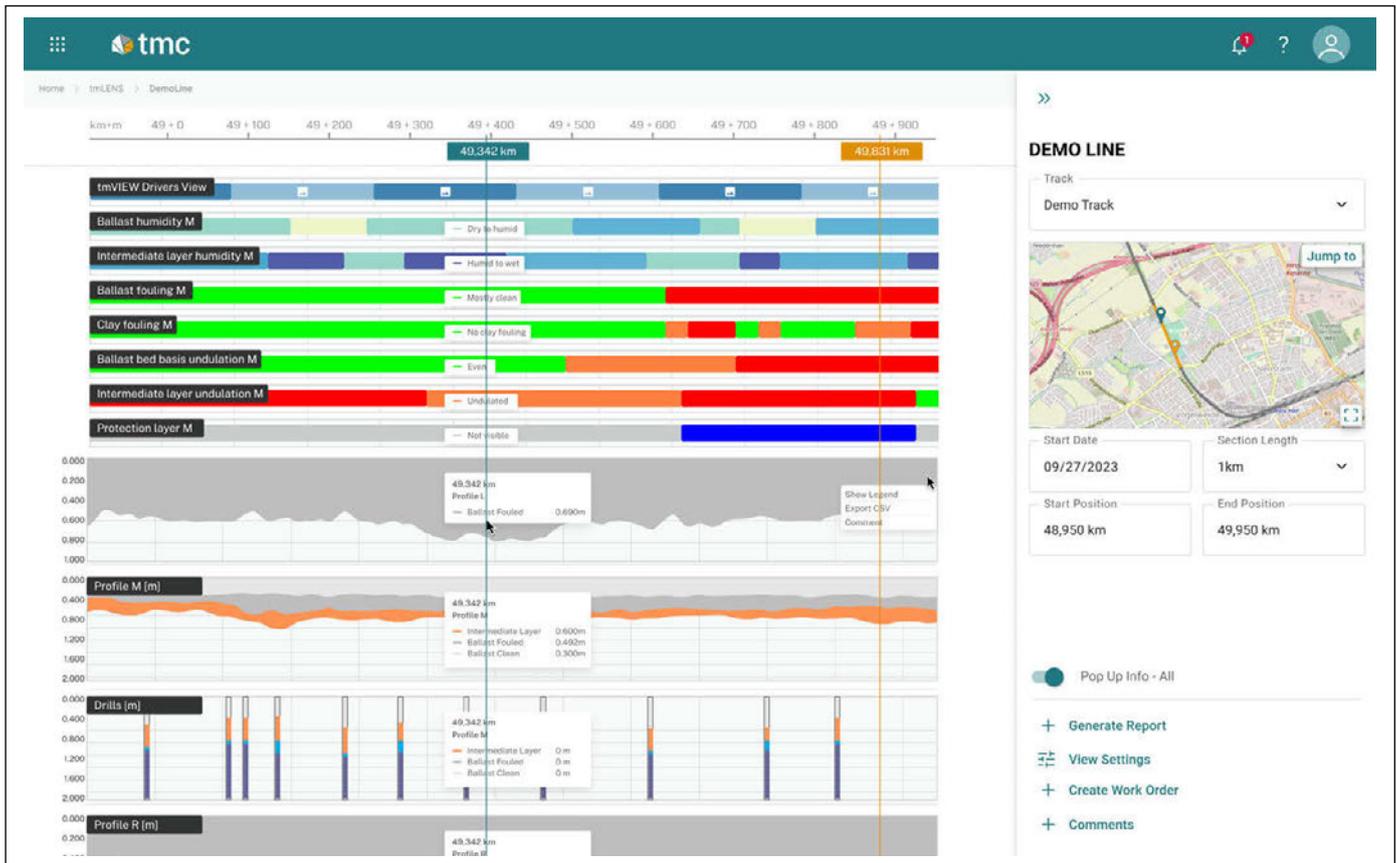


Abb. 3: Rail Track Analyzer's Datenviewer, powered by Track Machines Connected

Quelle: RTA

GPR-Auswertung inklusive möglicher Bohrungsergebnisse darstellen. Abb. 3 ist ein Beispiel dafür.

Wesentlich ist die gleiskorrekt verortete Darstellung aller Parameter und möglicher Bohrungen, kombiniert mit einer Kartendarstellung, falls aufgezeichnet, auch mit Streckenbildern, idealerweise in Kombination mit den Messdaten der Gleisgeometrie.

**Objekterkennung im Gleisbett**

Da GPR, wie alle geophysikalischen Methoden, auf Unterschieden in physikalischen Parametern beruht, können Objekte im Untergrund detektiert werden, allerdings nur, wenn diese einen Unterschied zu ihrer Umgebung darstellen. Bezogen auf das System Bahn bedeutet dies, dass hauptsächlich Objekte detektiert werden können, die quer oder schräg zur Gleisachse verlaufen. Eine Ausnahme bilden kleinere Objekte nur wenige Meter entlang der Messstrecke.

Wie anhand der Erkundungstiefe erklärt, hängt auch die Detektion von Objekten stark von geologischen Rahmenbedingungen ab. Ein Objekt unter einer stark wasserhaltigen Schicht wird beispielsweise kaum in den Daten erkennbar sein, da die Energie bereits zu stark abgeschwächt wurde. Darüber hinaus ist die Tiefe, in der das Objekt im Boden liegt, entscheidend für dessen Erkennbarkeit; je tiefer, desto größer muss auch das Objekt sein.

Grundsätzlich befindet sich die Objekterkennung im Gleisbett noch nicht in einem ausgereiften Stadium. Gute Ergebnisse werden nur unter Zuhilfenahme zusätzlicher Informationen erzielt, beispielsweise von Bestandsplänen, wodurch die Suche fokussierter erfolgen kann. Um welches Objekt es sich handelt, kann nie mit Sicherheit festgestellt werden, und es gibt auch keine Garantie, dass alle Objekte aufgezeigt werden. Gemeinsame Tests mit entsprechend angepasster Erwartungshaltung werden der Schlüssel für die technologische Entwicklung in diesem Bereich sein.

Zusammenfassend ist die GPR-Technologie für die angeführten Einsatzgebiete konkurrenzlos. Die Funktionsweise des Systems sowie die physikalischen Grenzen, denen es unterliegt, sind für Infrastrukturbetreiber und Anwender ein wesentlicher Wissensbaustein, um Transparenz und Anwendungssicherheit zu gewinnen. Nur durch tiefgehendes Verständnis der Technologie und ihrer Einsatzgrenzen kann ein System effektiv, zielgerichtet und mit hoher Erfolgswahrscheinlichkeit implementiert werden. ■



**Dipl.-Ing. Jochen Nowotny, MBA**  
 CEO  
 Rail Track Analyzer GmbH, Planegg  
 jochen.nowotny@railtrackanalyzer.com



**Dipl.-Ing. David Größbacher**  
 Automatisierungstechniker  
 Emerging Technologies  
 Plasser & Theurer, AT-Linz  
 david.groessbacher@plassertheurer.com



**Dipl.-Ing. Stefan Biedermann**  
 GPR Measurement Analyst  
 Rail Track Analyzer GmbH, Planegg  
 stefan.biedermann@railtrackanalyzer.com

# Trimble Track Survey & Scanning

HARDWARE & SOFTWARE



Gleiskontrolle  
 Bestandsaufnahme  
 Feste Fahrbahn  
 Vormessen  
 Lichtraumprüfung  
 Laserscanning

InnoTrans  
 Halle 25  
 Stand 385

Produktfreigabe  
 nach Ril 883 der  
 DB InfraGO



Bei den **Trimble® GEDO Systemen** werden unterschiedliche Technologien zusammengeführt. Die Systeme werden bei der Gleisvermessung entsprechend den Umgebungs- und Einsatzbedingungen individuell zusammengestellt. So kann ein **Trimble GEDO CE 2.0 Gleismesswagen** sowohl mit GNSS als auch mit optischen Instrumenten, Laserscanner und Inertialmesstechnik ausgerüstet werden. Der flexible und modulare Aufbau ermöglicht die Anpassung der **Trimble GEDO Systeme** an neue Herausforderungen und künftige Entwicklungen.



Mehr Informationen:  
[gedo.trimble.com](https://gedo.trimble.com)

# 20. Internationale Schienenfahrzeugtagung

DRESDEN  
RAD  
SCHIENE  
2024

18.-20. September 2024, Dresden  
mit begleitender Fachausstellung

**JETZT  
ANMELDEN!**

mit **internationalen  
Fachvorträgen** in  
vier parallelen  
Tagungssektionen

Programm und Anmeldung ab sofort unter:

**[www.rad-schiene.de](http://www.rad-schiene.de)**

Anmeldung Fachausstellung ab sofort bei: [silke.haertel@dvvmedia.com](mailto:silke.haertel@dvvmedia.com)

Veranstalter:



Offizielle Medienpartner:



# Wirkfaktoren Betrachtung für Grundwasserkörper im Fachbeitrag WRRL

Im Rahmen von Planfeststellungsverfahren für Eisenbahnbetriebsanlagen sind Fachbeiträge nach EU Wasserrahmenrichtlinie vorzulegen.

ANDREAS DRUMM | ROBERT ECKE

In den Fachbeiträgen zur Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sind die potenziellen Auswirkungen (Wirkfaktoren) von Baumaßnahmen auf das Oberflächenwasser und das Grundwasser zu bewerten. Im aufgeführten Beispiel werden methodische Ansätze zur Wirkfaktoren Betrachtung für Grundwasserkörper (GWK) erläutert. Zur emissions- und immissionsbezogenen Bewertung von Wirkfaktoren auf den chemischen Zustand des Grundwassers kann das technische Regelwerk, z.B. DWA-Arbeits- und Merkblätter [15, 16, 17], angewendet werden. Für die Bewertung von Auswirkungen auf den mengenmäßigen Zustand des Grundwassers stehen rechnerische Ansätze zur Verfügung. Diese werden an einem Beispiel erläutert. Weitere potenzielle Wirkfaktoren werden verbal argumentativ bewertet.

## EU WRRL, Grundwasserkörper und Wirkfaktoren

In Planfeststellungsverfahren für Eisenbahnbetriebsanlagen sind wasserrechtliche Tatbestände und die möglichen Auswirkungen des beantragten Vorhabens auf den Gewässerzustand zu prüfen. Rechtlich begründet ist dies in der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), Richtlinie 2000/60/EG [1]. Das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) [2] sowie nachgeordnete Verordnungen setzen die EU-WRRL hinsichtlich Oberflächengewässern, Küstengewässern und Grundwasser um. Die Prüfung von Vorhaben nach WRRL wird in Fachbeiträgen dokumentiert. Inhaltliche Anforderungen an diese Fachbeiträge sind in einer Mustergliederung des Eisenbahnbundesamtes (EBA) formuliert [3].

Einstufungen des chemischen und quantitativen Zustands	Farbkennung
Gut	<span style="color: green;">■</span>
Schlecht	<span style="color: red;">■</span>

Abb. 1: Einstufung von GWK

Quelle: A. Drumm

Nachfolgend wird die Bewertung der Auswirkungen von Maßnahmen auf das Grundwasser bzw. GWK erläutert. GWK sind abgegrenzte Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter (Art. 2, Nr. 12 WRRL) [1]. Zur Zustandsbeschreibung und Bewertung der Auswirkungen von Maßnahmen auf GWK werden zwei Qualitätskomponenten zugrunde gelegt:

- Mengenmäßiger Zustand
- chemischer Zustand.

Die Qualitätskomponenten von GWK werden mit den Bewertungsklassen „gut“ und „schlecht“ bewertet (Abb. 1).

Die Grundwasserverordnung (GrwV) [4] regelt u.a. die Einstufung des mengenmäßigen und des chemischen Zustands der GWK. Für die GWK soll eine Verschlechterung des mengenmäßigen und chemischen Zustands vermieden und ein guter mengenmäßiger und chemischer Zustand erhalten bzw. erreicht werden.

Um die Auswirkungen einer Maßnahme auf den GWK beurteilen zu können, sind folgende Sachverhalte zu berücksichtigen [5]:

- Lage und Grenzen der GWK
- Belastungen, denen die GWK ausgesetzt sind
- Charakteristik der Deckschichten, der Geologie und der Hydrogeologie
- grundwasserabhängige Landökosysteme. Eine anthropogen bedingte Veränderung des Grundwasserspiegels darf nicht zu einer

Schädigung der in Verbindung stehenden Landökosysteme mit wasserabhängigen Arten führen.

- Wechselwirkungen zwischen dem GWK und dem Oberflächengewässersystem
- mittlere jährliche Grundwasserneubildung
- chemische Zusammensetzung des Grundwassers.

Im ersten Schritt der Bewertung nach WRRL wird geprüft, welche potenziell möglichen Auswirkungen auf die Qualitätskomponenten des GWK für das konkrete Bauvorhaben relevant sind. Diese Auswirkungen auf den GWK bezeichnet man als Wirkfaktoren. Wirkfaktoren werden in bau-, anlage- und betriebsbedingte Wirkfaktoren unterschieden:

- Baubedingte Wirkfaktoren wirken temporär. Sie resultieren aus den Bauarbeiten zur Herstellung der geplanten baulichen Anlagen sowie aus der Einrichtung erforderlicher Zuwegungen, BE-, Lager- und Montageflächen.
- Anlagebedingte Wirkfaktoren sind solche, die aus der Beschaffenheit der Gebäude, Verkehrsanlagen und technischen Anlagen und nicht aus deren Herstellung oder Betrieb resultieren.
- Betriebsbedingte Wirkfaktoren sind ausschließlich solche, die aus dem Betrieb der geplanten Gebäude, Verkehrsanlagen und technischen Anlagen resultieren.

Die Prüfung der Wirkfaktoren erfolgt anhand einer Bewertungsmatrix (Wirkfaktorenmatrix)



**For your safety**

**we go the extra mile.**



Wirkfaktoren	Mengenmäßiger Zustand	Chemischer Zustand	Wasserrechtlicher Tatbestand
<b>Baubedingt</b>			
Bauzeitliche Wasserhaltung	x	–	Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten und Ableiten von Grundwasser § 9, Abs. 1, Ziffer 5 WHG
Wiederversickerung des Förderwassers aus der bauzeitlichen Wasserhaltung	–	x	Einbringen und Einleiten von Stoffen in ein Gewässer § 9, Abs. 1, Ziffer 4 WHG
Schadstoffeintrag durch den Baustellenbetrieb (Umgang mit wassergefährdenden Stoffen als Kraftstoffe und Schmiermittel, Stoffeintrag infolge von Handhabungsverlusten und Havarien)	–	x	Einbringen und Einleiten von Stoffen in ein Gewässer § 9, Abs. 1, Ziffer 4 WHG
Einbringen von Stoffen (z.B. durch den Abbindeprozess des Betons bei Bohrfahlgründungen)	–	x	Einbringen und Einleiten von Stoffen in ein Gewässer § 9, Abs. 1, Ziffer 4 WHG
Beeinflussung der Hydraulik durch in den Wasserkörper reichende Bauteile (z.B. bauzeitlicher Spundwandverbau)	x	–	Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser § 9, Abs. 2, Ziffer 1 WHG
Flächeninanspruchnahme (z.B. durch Baustraßen, BE-, Lager- und Montageflächen)	x	–	–
<b>Anlagebedingt</b>			
Einbringen von Stoffen (z.B. durch Korrosion von in den Wasserkörper ragenden Bauteilen)	–	x	Einbringen und Einleiten von Stoffen in ein Gewässer § 9, Abs. 1, Ziffer 4 WHG
Beeinflussung der Hydraulik durch in den Wasserkörper reichende Bauteile (z.B. Trogbauwerk, Brückenpfeiler)	–	x	Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser § 9, Abs. 2, Ziffer 1 WHG
Flächeninanspruchnahme (z.B. Voll- und /oder Teilversiegelung durch Gebäude, Verkehrsflächen und Anlagen)	x	–	–
<b>Betriebsbedingt</b>			
Einleitung von Niederschlagswasser durch Versickerung (z.B. Gleisentwässerung / Dachentwässerung)	–	x	Einbringen und Einleiten von Stoffen in ein Gewässer § 9, Abs. 1, Ziffer 4 WHG

Tab. 1: Wirkfaktorenmatrix Grundwasser

Quelle: A. Drumm

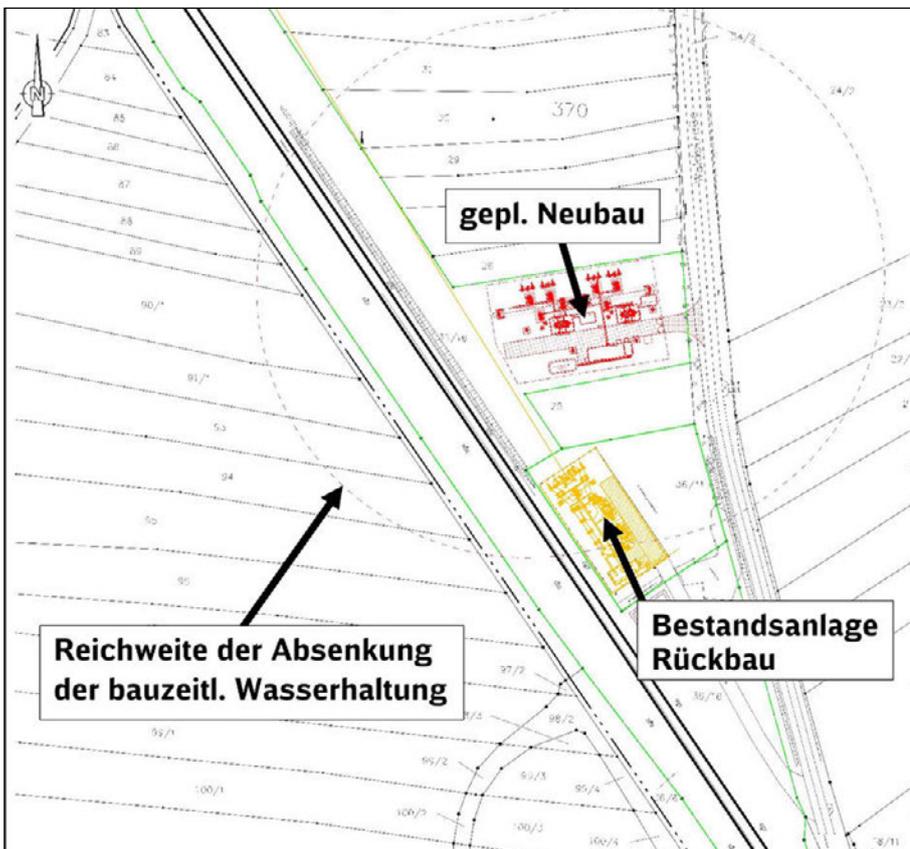


Abb. 2: Lageplan

Quelle: [6]

mit textlicher Erläuterung. Falls Wirkungen für eine der Qualitätskomponenten nicht ausgeschlossen werden können, sind die zu erwartenden Auswirkungen im Detail, z.B. durch eine emissionsbezogene und immissionsbezogene Bewertung anhand geltender technischer Regelwerke, zu prüfen und Vermeidungsmaßnahmen zu benennen.

Die Tab. 1 enthält potenziell mögliche Wirkfaktoren von Eisenbahnbetriebsanlagen auf GWK. Zusätzlich werden die jeweiligen wasserrechtlichen Tatbestände / Gewässernutzungen laut WHG [2] benannt. Die Tabelle kann als Grundlage für eine Wirkfaktorenmatrix verwendet werden.

**Beispielfall**

Im Rahmen eines Vorhabens der DB Energie GmbH ist der Rückbau einer bestehenden Betriebsanlage und die Errichtung eines Ersatzneubaus in unmittelbarer Nähe des aktuellen Standortes vorgesehen (Abb. 2). Im Zuge des Neubaus ist die Errichtung folgender Gebäude, technischer Anlagen und Verkehrsflächen geplant [6]:

- Schaltanlagegebäude (ca. 17,5 x 5,5 m)
- Freiluftschaltanlage mit elf Feldern (zwei Reservefeldern) und zwei Umspannern
- Versickerungsmulden zur Entwässerung der Verkehrs- und Dachflächen sowie der 110-kV Schaltanlage

- Straßenanbindung des Betriebsgeländes. Alle Verkehrsflächen werden mit wasserdichtem Pflaster befestigt.

Die tiefstgelegenen Gründungssohlen der maximal 4,6x3,4 m messenden Fundamente liegen deutlich unter dem Mittleren Höchsten Grundwasserstand (MHW). Daher ist davon auszugehen, dass die Fundamente zumindest zeitweise in den GWK einschneiden.

Weiterhin sind zur Herstellung der Fundamente bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich, die in einem Gesamtzeitraum von sechs bis acht Wochen veranschlagt werden. Hierbei wird pro Fundament von einer erforderlichen Zeit der Grundwasserabsenkung im Beharrungszustand von ca. 48 h bei unterschiedlichen Vorlaufzeiten ausgegangen. Die berechnete Gesamtfördermenge beträgt ca. 8000 m<sup>3</sup>. Für die bauzeitliche Wasserhaltung wurden maximale Reichweiten der Absenkung von ca. 90,5 m berechnet (Abb. 2). Das Förderwasser der bauzeitlichen Wasserhaltung soll wiederversickert werden.

**Geologische und hydrogeologische Rahmenbedingungen / betroffener GWK**

Die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse am Standort werden durch dessen Lage im Bereich von gut durchlässigen Sanden des Urstromtales mit geringen Grundwasserflurabständen und dem Fehlen einer bindigen Deckschicht geprägt (Abb. 3).

- GWK: Boize/Schaale-West, DEGB\_DEMV\_MEL\_SU\_1\_16 [8]
- mengenmäßiger Zustand: gut [8]
- chemischer Zustand: schlecht [8]
- MW: 11,3 m NHN [9]
- MHW: 11,8 m NHN [9]
- GW-Flurabstand (MHW): 2,4.....2,75 m [9]
- Deckschichten: keine schützenden Deckschichten vorhanden [9, 10]
- Durchlässigkeitsbeiwert: 4,4 E-5... ..5,7 E-4 m/s [9]
- GW-Fließrichtung: nach Süden bis Südsüdwest gerichtet [10]
- Hydraulischer Gradient: 0,0025 (0,25 %) [10]
- GW-Neubildung GWN: 283,3 mm/a [10]

Die nächstgelegenen Oberflächenwasserkörper befinden sich außerhalb des Wirkungsbereichs der Maßnahme.

**Wirkfaktoren Betrachtung**

Aus den o.g. Rahmenbedingungen ergeben sich potenzielle Wirkfaktoren auf den GWK, die im Folgenden benannt und bewertet werden.

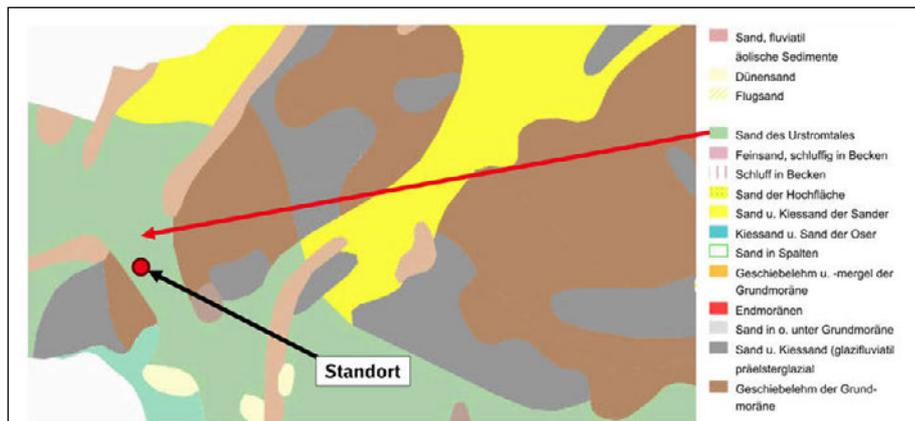


Abb. 3: Auszug der geologischen Übersichtskarte Mecklenburg-Vorpommern 1:500 000

Quelle: [10]

Baubedingt: Bauzeitliche Wasserhaltung / Grundwasserabsenkung

Die Wasserhaltungsmaßnahmen werden in einem sehr begrenzten Zeitraum durchgeführt. Die Grundwasserabsenkung wurde für einen bauzeitlichen Bemessungswasserstand, in etwa auf dem Niveau des MHW, bemessen, also für eine Situation mit einem relativ großen Grundwasserangebot. Bei niedrigen Grundwasserständen werden sich die Fördermengen entsprechend verringern. Das geförderte Grundwasser wird über die Wiederversickerung in den GWK zurückgeführt, sodass keine negativen Auswirkungen auf den Wasserhaushalt des GWK zu besorgen sind.

Baubedingt: Wiederversickerung des Förderwassers der bauzeitlichen Wasserhaltung

Grundsätzlich ist jede Versickerung mit einem Stoffeintrag in den GWK verbunden. Wiederversickerungen von gefördertem Grundwasser können zu einem Schadstoffeintrag führen, wenn mit der Grundwasserförderung eine Schadstofffahne, z.B. von Altlasten im Wirkungsbereich der Absenkung, herangeführt wird. Altlasten oder schädliche Bodenverunreinigungen sind jedoch aus dem Umfeld des Bauvorhabens nicht bekannt. Daher können negative Auswirkungen der Wiederversickerung ausgeschlossen werden.

Baubedingt: Schadstoffeintrag durch den Baustellenbetrieb

Aufgrund der hohen Durchlässigkeit der Grundwasserüberdeckung besteht eine hohe

Empfindlichkeit des Grundwassers gegenüber baubedingten Schadstoffeinträgen. Im Baustellenbetrieb ist die Einhaltung gängiger Vorschriften zum Umweltschutz (z.B. GefStoffV [11], BImSchV [12]) sicherzustellen. Unter sorgfältiger Berücksichtigung entsprechender Maßnahmen ist davon auszugehen, dass ein Schadstoffeintrag, der sich auf den chemischen Zustand des betroffenen GWK negativ auswirken würde, nicht stattfinden wird.

Baubedingt: Flächeninanspruchnahme (BE-Flächen)

Angesichts der Punktualität und Kleinflächigkeit der Versiegelung durch BE-Flächen ist mit dem Vorhaben keine relevante Verringerung der Grundwasserneubildung verbunden. Weiterhin werden nach Beenden der Bauarbeiten die bauzeitlich beanspruchten Flächen in ihren Ursprungszustand zurückversetzt oder aufgewertet. Demnach sind keine wesentlichen Auswirkungen auf die Grundwasserneubildung zu erwarten.

Anlagebedingt: Flächeninanspruchnahme

Im Rahmen der NeuBaumaßnahme werden Flächen neu versiegelt, während eine Entsiegelung im Bereich der rückzubauenden Bestandsanlage stattfindet. Im Saldo wird der Versiegelungsgrad gegenüber dem aktuellen Zustand durch die Baumaßnahme nicht wesentlich verändert.

Der Bereich des Bauvorhabens weist eine hohe Grundwasserneubildungsrate im natürlichen unbauten Zustand auf. Das auf den Dach-



Visit us at the InnoTrans 2024

Hall 5.2 | Booth 630



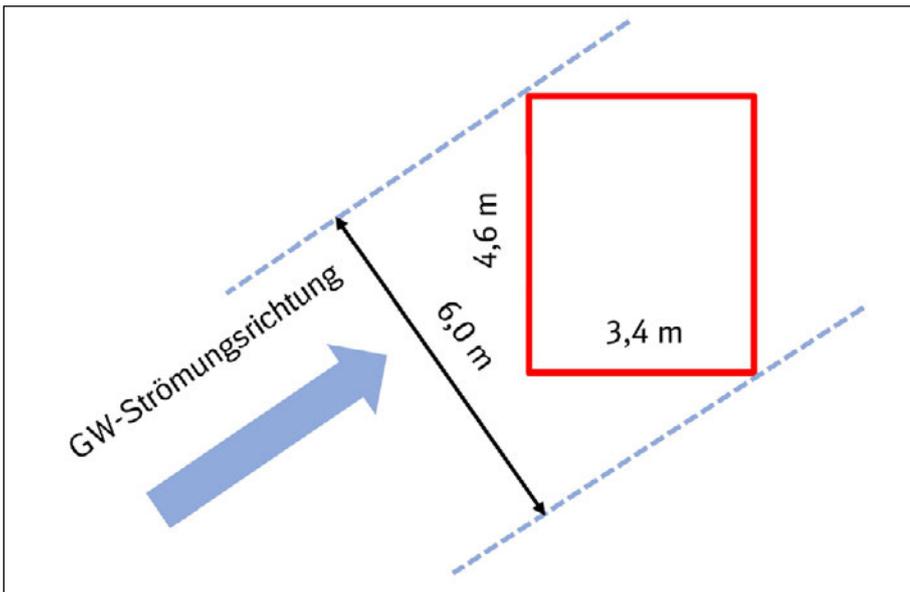


Abb. 4: Geometrische Eingangsdaten für die Berechnung des Aufstaus

Quelle: A. Drumm

$$\Delta h_{\max} = l/2 \cdot J \text{ [m]}$$

$l$  = Breite der Fundamente senkrecht zur Grundwasserströmungsrichtung

$J$  = Hydraulischer Gradient

Als hydraulischer Gradient wurde 0,25 % zum Ansatz gebracht. Aus der angeströmten Breite des Fundamentes und dem hydraulischen Gradienten ergibt sich somit nach [13] ein maximaler Grundwasseraufstau von

$$\Delta h_{\max} = 6/2 \cdot 0,0025 = 0,0075 \text{ m}$$

Der maximale Stauwert (7,5 mm) durch die in das Grundwasser ragenden Fundamentgründungen ist somit als äußerst gering einzustufen. Aus diesen Gründen kann eine Beeinflussung der Hydraulik des GWK mit Auswirkungen auf das Wasserdargebot ausgeschlossen werden.

Anlagebedingte Verschlechterungen der Grundwasserdarangebote sind nicht zu befürchten. Demnach ist mit dem Vorhaben keine Beeinflussung der Grundwasserhydraulik und somit Verschlechterung des mengenmäßigen Zustands des betroffenen GWK verbunden.

flächen anfallende Niederschlagswasser wird über eine Muldenversickerung wieder dem GWK zugeführt. Auf den versiegelten und teilversiegelten Verkehrsflächen anfallendes Niederschlagswasser wird durch die vorgesehene randliche Versickerung ebenfalls dem GWK zugeführt. Daher ist mit dem Vorhaben keine relevante Verringerung der Grundwasserneubildung verbunden.

Anlagebedingt: Beeinflussung der Hydraulik durch in den Wasserkörper reichende Bauteile  
Ein potenziell anlagebedingter Wirkfaktor ist die Beeinflussung der Grundwasserhydraulik durch in das Grundwasser reichende Bauteile. Es handelt sich hierbei um Einzelfundamente,

die nur punktuell auf die Grundwasserhydraulik einwirken.

Aufgrund des geringen hydraulischen Gradienten und der hohen Durchlässigkeit des Aquifers ist von einer geringen Stauwirkung auszugehen. Die Stauwirkung der Fundamente wurde anhand des empirischen Berechnungsansatzes nach Schneider [13] überschlägig berechnet. Auf der sicheren Seite liegend wurde hierbei für die Fundamente mit den größten Abmessungen (4,6 m x 3,4 m) der ungünstigste Fall einer Anströmung etwa 45 % zur Fundamentachse zum Ansatz gebracht. Die angeströmte Breite der Fundamente beträgt dann ca. 6 m senkrecht zur SW - NO gerichteten Strömungsrichtung (Abb. 4).

Betriebsbedingt: Einleitung von Niederschlagswasser – Versickerung

- Entwässerung der Dachflächen: Für die geplante Muldenversickerung des bei der Dachflächenentwässerung anfallenden Niederschlagswassers wurde im Rahmen der Genehmigungsplanung [6] eine Bemessung nach DWA-A 138 [15] und DWA-M 153 [16] vorgenommen. Die Bemessungen beinhalten eine emissions- und immissionsbezogene Bewertung der Muldenversickerung. Der bei der Bewertung gem. [16] ermittelte Emissionswert  $E$  von 0,9 unterschreitet den Wert der Gewässerpunkte  $G$  von 5 deutlich. Die Muldenversickerung gewährleistet somit eine schadhafte Versickerung des von der

## GIMOTA Steckverbinderlösungen - bewährt, sicher und hocheffizient

Modulare Rechtecksteckverbinder von GIMOTA ermöglichen flexible Anschlussmöglichkeiten für Energie, Signale und Daten - auch unter extremen Umgebungsbedingungen, wie zum Beispiel in Schienenfahrzeugen. Sie erfüllen die wichtigsten Bahnnormen wie Brandschutz EN 45545-2R22, R23 / HL1, HL2, HL3, Schutzart IP65 / IP67 und IP69 (Hochdruckreinigung) nach DIN EN 60529 und Schock- und Vibrationstest nach EN 61373 Kategorie 1 Grad b.



Seit mehr als 60 Jahren spezialisiert auf Bahnstecker  
Besuchen Sie uns an der InnoTrans in der Halle 12 am Stand 240



Die bahntauglichen TRAC D-SUB, TRAC F und M12 Anschlüsse bieten individuelle und leistungsfähige Daten- und Signalübertragungskapazitäten bei gleichzeitig höchster Betriebssicherheit. Die TRAC-Steckverbinder sind individuell kodierbar, um Fehler beim Stecken der Steckverbinder auszuschließen. Der 360°-Schirmanschluss sorgt für einen optimalen Schirmübergang vom Kabel zur leitenden Fläche des Steckers.



GIMOTA AG | Chrummacherstrasse 3 | 8954 Geroldswil | Schweiz | Tel: +41 44 749 30 10 | Web: www.gimota.ch

Dachfläche abgeleiteten Niederschlagswassers. Verschlechterungen des chemischen Zustands des GWK sind durch die Dachflächenentwässerung nicht zu gewärtigen. [16] wird durch die demnächst in Kraft tretende Neufassung der DWA-A 138-1 [17] ersetzt.

- Entwässerung der befestigten Verkehrsflächen: Die befestigten Verkehrsflächen innerhalb der Anlage sowie die Zufahrt werden in Pflasterbauweise ausgeführt. Das auf den Pflasterflächen anfallende Niederschlagswasser entwässert in freiem Gefälle auf angrenzende stabilisierte Flächen zur diffusen, breitflächigen Versickerung über die belebte Bodenzone. Das Sickerwasser passiert eine durchwurzelte Bodenschicht mit entsprechendem Filter und Resorptionsvermögen. Die befestigten Flächen in der Zufahrt und in der Anlage werden nur selten zu Wartungs- und Reparaturarbeiten begangen bzw. befahren. In Anwendung der DWA-A 138 [15] können die abfließenden Niederschlagswässer deshalb hinsichtlich ihrer Qualität als unbedenklich bis tolerierbar und nicht schädlich verunreinigt eingestuft werden.

Im Ergebnis der Wirkfaktoren Betrachtung konnte für den Beispielfall nachgewiesen werden, dass durch das Vorhaben keine Verschlechterung des chemischen und/oder mengenmäßigen Zustands des betroffenen GWK zu besorgen ist.

**Wasserabhängige terrestrische Ökosysteme**

Der einzige Wirkfaktor, der auf wasserabhängige terrestrische Biotope einwirken könnte, ist die temporäre Verringerung des Wasserdargebotes während der bauzeitlichen Wasserhaltung. Das nächstgelegene wasserabhängige terrestrische Biotop befinden sich weit außerhalb der Reichweite der Absenkungstrichter der bauzeitlichen Wasserhaltung.

Laut Landschaftspflegerischem Begleitplan (LBP) [14] liegen innerhalb der potenziellen Absenkungstrichter der bauzeitlichen Wasserhaltungsmaßnahmen schützenswerte Baumbestände. Für diese Baumbestände wurden für den Fall einer Überschneidung der Wasserhaltung mit der Vegetationsperiode Bewässerungsmaßnahmen festgelegt.

**Exkurs: Wirkfaktor betriebsbedingte Emissionen durch den Bahnverkehr**

Der Beispielfall beinhaltet keine betriebsbedingten Wirkfaktoren durch den Bahnverkehr. Im Bereich der Gleisanlagen ist von einer be-

triebsbedingten Entstehung bzw. Freisetzung von Schadstoffen auszugehen, die durch Niederschlagswasser mobilisiert, in den Untergrund versickern und somit dem Grundwasser zugeführt werden könnten. Auswirkungen auf den chemischen Zustand des GWK können hier nicht ausgeschlossen werden. Grundsätzlich sind die betriebsbedingten Schadstoffemissionen aus dem Bahnverkehr allerdings eher gering (siehe [18] und [19]). Die Schadstoffe stammen hauptsächlich aus Abrieb der Oberleitungen und Gleise sowie Schmierstoffen. Hauptsächlich werden Eisen, aber auch Kupfer, Zink, Mangan, Chrom, Nickel, Vanadium und Blei in geringen Konzentrationen aus Abrieb der Gleise und Oberleitungen freigesetzt.

Die potenziellen Schadstoffeinträge in das Grundwasser aus Gleisentwässerungen über Versickerungsanlagen können mit der Neufassung des Arbeitsblattes DWA-A 138-1 [17] bewertet werden. Zur emissionsbezogenen Bewertung werden in [17] die entwässerten Flächen in die Belastungskategorien I (gering belastetes Niederschlagswasser), II (mäßig belastetes Niederschlagswasser) und III (stark belastetes Niederschlagswasser) unterteilt. [17] enthält Zuordnungen von Gleisanlagen bestimmter Bauart und Nutzung zu Belastungskategorien. Basierend auf dieser Eingruppierung können in [17] Anforderungen an eine Behandlung abgeleitet werden, um eine schadlose Einleitung zu gewährleisten. So ist z.B. bei Muldenversickerungen die Mächtigkeit der bewachsenen Bodenzone bzw. die Größe der Versickerungsfläche entsprechend anzugleichen. Bei Berücksichtigung der Maßgaben in [17] kann von einer schadlosen Versickerung ausgegangen werden.

Der evtl. betriebsbedingt erforderliche Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zur chemischen Vegetationskontrolle (CVK) ist Gegenstand gesonderter Genehmigungsverfahren und wird daher im Rahmen des Fachbeitrags nach WRRL nicht behandelt.

**QUELLEN**

- [1] Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie WRRL)
- [2] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) (2014): Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. S. 2585), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 15. November 2014 (BGBl. I S. 1724) geändert worden ist
- [3] [https://www.eba.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Umweltschutz/52\\_Mustergliederung\\_Fachbeitrag\\_WRRL.html](https://www.eba.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Umweltschutz/52_Mustergliederung_Fachbeitrag_WRRL.html), Stand: Mai 2023, 19.06.2024 um 20:00
- [4] Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung – GrwV) (2017): Grundwasserverordnung vom 9. November 2010 (BGBl. I

- S. 1513), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. Mai 2017 (BGBl. I S. 1044) geändert worden ist
- [5] Niedersächsischer Staatsbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz: Anforderungen aus der WRRL an das Grundwasser, <https://www.nlwkn.niedersachsen.de/wasserrahmenrichtlinie/grundwasser/anforderungen-aus-der-wrrl-an-das-grundwasser-43984.html>, 19.06.2024 um 20:15
- [6] DB Energie GmbH: Genehmigungsplanung, Leipzig / Berlin, 10/2021
- [7] DB Engineering & Consulting GmbH, Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie, Leipzig 02/2024
- [8] Bundesanstalt für Gewässerkunde: Geoportal „Wasserblick“, Wasserkörpersteckbriefe aus dem 3. Zyklus der WRRL (2022-2027), [https://geoportal.bafg.de/mapapps/resources/apps/WKSB\\_2021/index.html?lang=de&wm=2D&s=4622333.67897759&r=0&c=563594.9039036152%2C5676998.40659268](https://geoportal.bafg.de/mapapps/resources/apps/WKSB_2021/index.html?lang=de&wm=2D&s=4622333.67897759&r=0&c=563594.9039036152%2C5676998.40659268), 19.06.2024 um 20:20
- [9] GeoVersal Ingenieurgesellschaft GmbH: Baugrundgutachten, Berlin, 03/2021
- [10] Kartenportal Umwelt Mecklenburg-Vorpommern, <https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/atlas/script/index.php>, 19.06.2024 um 20:25
- [11] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV)
- [12] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV)
- [13] Schneider, G.: Beeinflussung des Grundwasserstroms durch Bauwerke mit räumlicher Erstreckung, Bautechnik, Band 75, 5/1995, S. 289 – 297
- [14] Schimmelmann Consult GmbH: Landschaftspflegerischer Begleitplan, Nuthetal, 10/2021
- [15] Arbeitsblatt DWA-A 138 (April 2005): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser
- [16] Merkblatt DWA-M 153: Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser Hennef: DWA (2007)
- [17] Arbeitsblatt DWA-A 138-1, Entwurf Weißdruck (Mai 2023): Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung, Bau, Betrieb
- [18] Damo, M.; Adolph, G.; Doh, J.; Brauner, M.: Neueste Untersuchungen bestätigen: Gleisabwasser ist nur gering belastet, DER EISENBÄHNINGENIEUR 10/2020, S. 28
- [19] Braun, C.; Gälli, R.; Kammer, C.: Belastung durch Gleisabwasser, Aqua & Gas 07+08/2013, S. 40-48

**VDE Fachausschuss**  
GEOTECHNIK



**Dipl.-Geol. Andreas Drumm**  
Seniorexperte Hydrogeologie / Wasserrechte  
DB Engineering & Consulting GmbH, Leipzig  
andreas.a.drumm@db-eco.com



**Dipl.-Ing. Robert Ecke**  
Fachplaner Bauliche Anlagen  
DB Energie GmbH, Hamburg  
robert.ecke@deutschebahn.com

**aero-X**  
fire protection

**For your safety**  
**we go the extra mile.**

# Möglichkeiten der Entwässerung von Bahnstrecken

Herausforderungen und Lösungen bei der Entwässerung von Bahnstrecken, insbesondere in beengten Verhältnissen

IMRAN SEVIS

**Unzureichende Entwässerung führt zu erheblichen Instandhaltungskosten im Eisenbahnoberbau. Eine effektive Entwässerung der Bahnstrecken ist entscheidend für deren Stabilität und einen reibungslosen Betrieb. Derzeit befinden sich die Entwässerungstechniken in einer intensiven Entwicklungsphase.**

## Bahnstreckenentwässerung

Die Entwässerung der Bahnstrecke erfolgt nach dem Regelwerk Ril 836 der Deutsche Bahn AG [5] und umfasst in der Regel unterirdische Drainageleitungen sowie Kontrollschächte. Das gesammelte Wasser wird in einen nahegelegenen Vorfluter, Kanal oder ein offenes Gewässer geleitet [1]. Aufgrund strenger Auflagen des Landeswassergesetzes und ökologischer Bedenken ist die herkömmliche Tiefenentwässerung oft nicht durchführbar [2]. Des Weiteren ist es aufgrund begrenzter Grundstücksverfügbarkeit nicht immer möglich, Kabelkanäle für die Stromversorgung und Informationsübertragung anzuordnen sowie den Randwegbereich entlang der Bahnstrecken zu realisieren [8].

Das 2003 für die Regiobahn entwickelte „Drän-Versickerungssystem“ Porosit [6] ist

ein ausgereiftes Verfahren, das die Drainage, die Versickerung vor Ort aus der Halbschale sowie den Randwegbereich als ein kompaktes System integriert und dabei die Anforderungen an die Entwässerungsanlage erfüllt. In diesem Zusammenhang ist die dezentrale Regenwasserversickerung das wirksamste Mittel zur Verbesserung des Wasserkreislaufs.

## Variationen des Drän-Versickerungssystems

In den letzten zwei Jahrzehnten wurden bei der DB Netz AG und bei NE-Bahnen über 300 000 m Bahnstrecke mit dem „Drän-Versickerungssystem“ Porosit ausgebaut.

Im Laufe der Zeit äußerten Experten den Wunsch, die Kombination aus Porosit-Halbschale und Kabelkanal an verschiedene Anwendungsfälle anzupassen. Infolgedessen wurden, wie in Abb. 1 dargestellt, zwei zusätzliche Varianten entwickelt: mit kleinem und mit großem Kabelkanal.

## Bestehende Herausforderungen bei der Bahnstreckenentwässerung und Ausblick

Die Entwässerung der Bahnstrecke ist komplexer als vermutet. Um ein nachhaltiges Entwässerungsverfahren für Bahnstrecken

zu entwickeln, ist es wichtig, ein umfassendes Konzept zu erarbeiten, das folgende Aspekte berücksichtigt:

- **Einleitungen:** Das gesammelte Wasser aus der Tiefenentwässerung [10] wird in nahegelegene Vorfluter wie Kanäle oder Gewässer eingeleitet, sofern vorhanden. Aufgrund hoher ökologischer Anforderungen ist dies jedoch nicht immer machbar [3, 4].

- **Schlammstellen:** Schlammstellen sind häufige Ursachen für Gleislagefehler aufgrund unzureichender Entwässerung und beeinträchtigen den Bahnverkehr erheblich. Sie können die Tragfähigkeit des Planums mindern, was zu Veränderungen der Gleislage führt. Dies erhöht den Wartungsaufwand und führt zu Einschränkungen der Streckenverfügbarkeit, wie z. B. Langsamfahrstellen.

- **Gewässerschutz:** Die Trinkwasserverordnung (TrinkwV) von Juni 2023 schützt durch strengere Grenzwerte vor Kontaminationen. Niederschlagswasser von Bahnanlagen gilt als Abwasser und muss vor der Versickerung oder Einleitung in Gewässer behandelt werden. Das Wasser zur Grundwasserneubildung muss frei von Verunreinigungen sein. Verunreinigungen aus dem Eisenbahnverkehr umfassen polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Holzschwellenbehandlung, Abrieb von Schienen, Rädern und Oberleitungen, Rückstände von öligen Flüssigkeiten und Feststoffen wie Schwermetalle und Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) sowie Herbizid-Rückstände aus der chemischen Vegetationskontrolle [11].

- **Klimaanpassungsgesetz:** Das am 16. November 2023 beschlossene Gesetz fordert Klimaanpassungsstrategien. Dürre und Hochwasser bedrohen aufgrund des Klimawandels immer häufiger unsere Umwelt. Zunehmende Trockenheit und sinkende Grundwasserstände erfordern die ortsnahe Versickerung von Niederschlagswasser zur Grundwasserneubildung und Entlastung der Kanalnetze.

- **Infrastruktur und Raum:** Größere Gleisabstände und angepasste Oberbaukonstruktionen erschweren die Schaffung von Randwegen und Entwässerungsgräben.

Besuchen Sie uns auf der **InnoTrans 2024**  
24. – 27. September 2024 | Berlin

Halle 25  
Stand 320

WIR FREUEN UNS AUF SIE!

porosit® InnoTrans  
www.innotrans.de

in Vertriebskooperation mit **ÖBS®**

Für die Bahnstrecken-Entwässerung:  
Die Halbschale – auch mit Kabelkanal

Halbschale  
TM: 4-2019-10595 I.NPF 2

Halbschale mit Kabelkanal  
TM: 20-10032 I.NPF 2

Porosit-Betonwerke GmbH  
Niedervorschützer Str. 15 | 34587 Felsberg  
Telefon: +49 (0) 56 62 / 93 93 - 0  
E-Mail: info@porosit.de | www.porosit.de

**Spezialprodukte**  
für den Verkehrswegebau

- Bahnübergangssystem **BODAN**
- GFK-Konstruktionen
- Betonfertigteile
- Kabelbauprodukte

aus Beton und Kunststoff

**ÖBS® GmbH**  
Zur Ripsbek 2 | 22952 Lütjensee  
Telefon: +49 (0) 41 54 / 99 88 - 400  
E-Mail: office@oeps-gmbh.de | www.oeps-gmbh.de

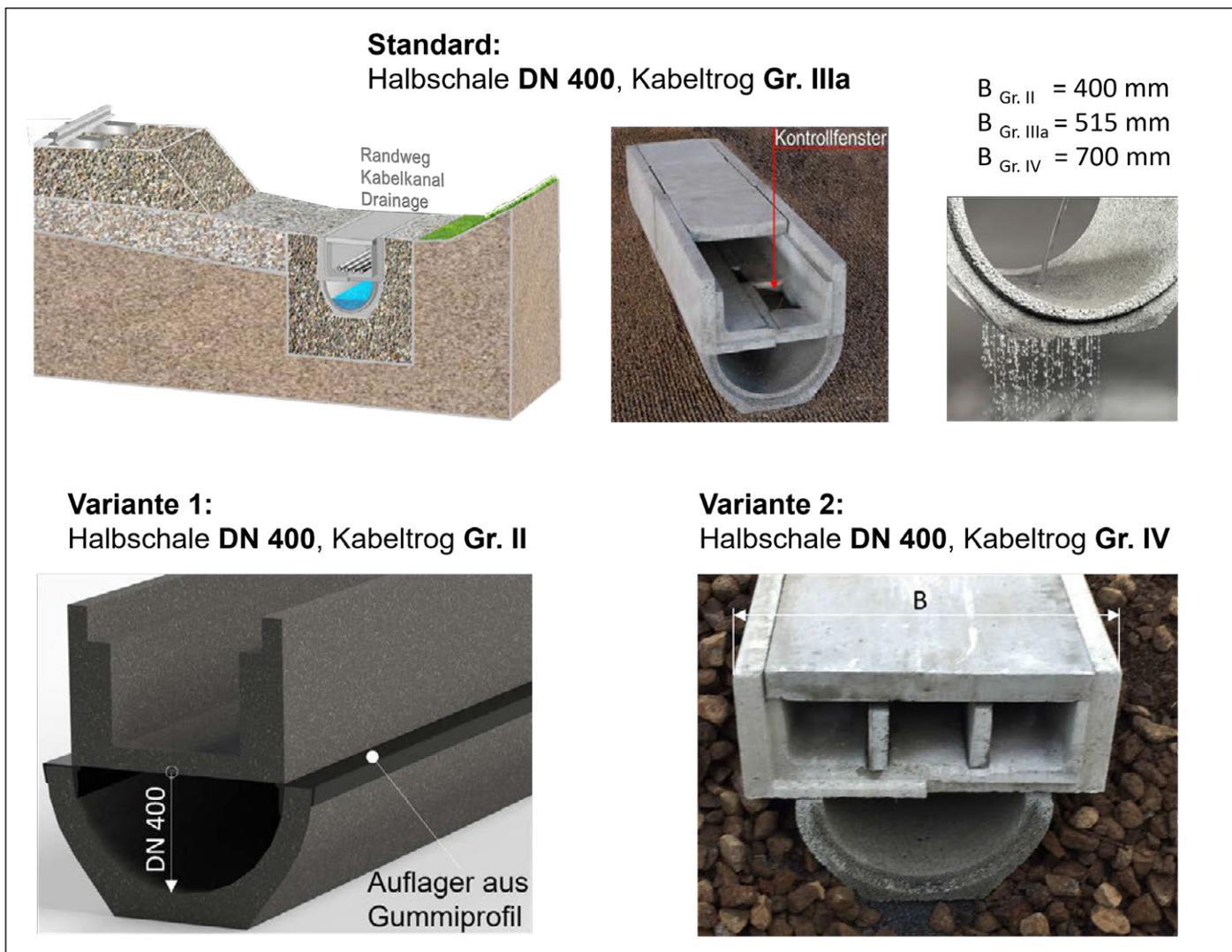


Abb. 1: Variationen des Drän-Versickerungssystems mit Kabelkanal

Auch Einrichtungen für Stromversorgung und Informationsübertragung müssen berücksichtigt werden [7].

Ein ganzheitliches Konzept, das diese Aspekte integriert, ist essenziell für die nachhaltige Entwässerung der Bahnstrecken [9]. Seitens der Deutschen Bahn AG und der DB InfraGO AG gibt es zudem Bestrebungen, innovative Bauverfahren im Gleis- und Oberbau zu entwickeln, um eine effektive Entwässerung der Strecken zu gewährleisten und Schlammstellen zu vermeiden. ■

**QUELLEN**

- [1] ATV-DVWK-A 117 Bemessung von Regenrückhalteräumen
- [2] DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser
- [3] ATV-A 166 Bauwerke der dezentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung
- [4] ATV-DVWK-M 153 Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser
- [5] Regelwerk Ril 836 Deutsche Bahn AG
- [6] Sevis, I.; Korn, J.; Fischer, J.: Kombinierte Entwässerungsanlage, EI 09/2004
- [7] Sevis, I.; Korn, J.: Erfahrungsbericht, kombinierte Entwässerungsanlage, EI 05/2013
- [8] Sevis, I.: Drän-Versickerungssystem mit Kabelkanal, EI 08/2017
- [9] Sevis, I.: Value Management am Beispiel der Bahnstreckenentwässerung EI 01/ 2018

[10] Sevis, I.: Entwässerung von Bahnstrecken, RegioTrans 2018, Kuhn Fachverlag

[11] Sevis, I.; Korn, J.; Kaindl, H. J.: Regenwasserversickerung mit Fokus Bahnstreckenentwässerung, EI 03/2020



**Dipl.-Ing. Imran Sevis**  
 Professional in Value Management  
 Consulting Engineering, Duisburg  
 imran.sevis@kreativplan.com



# Brückenwiderlager aus kunststoffbewehrter Erde (KBE)

Könnten geogitterbewehrte Stützkonstruktionen auch im Eisenbahnbau eine alternative Bauweise für die Errichtung von Brückenwiderlagern werden?

## HARTMUT HANGEN

Das ständig wachsende Verkehrsaufkommen und der marode Zustand vieler Ingenieurbauwerke erfordern immense Aufwände für deren Instandhaltung, Modernisierung und Sanierung. Brückenbauwerke spielen in diesem Zusammenhang eine herausgehobene Rolle. Der Einsatz von Geokunststoffen kann dazu beitragen, diese Herausforderung im Vergleich zu etablierten Technologien kostengünstiger, schneller und nachhaltiger zu bewältigen. So können geokunststoffbewehrte Erdkörper z.B. zur Erddruckentlastung der Gründung oder der Widerlagerwände von Brücken eingesetzt werden. In vielen Fällen kann damit sogar das Widerlager selbst errichtet werden.

### Geokunststoffbewehrte Stützkonstruktionen

Aufgrund ihrer ökologischen und ökonomischen Vorteile gegenüber herkömmlichen Baumaterialien ist der Einsatz von geosynthetischen Bewehrungsprodukten seit Langem gän-

gige Praxis. Geokunststoffbewehrte Stützkonstruktionen (KBE) nehmen dabei eine besondere Stellung ein. Ein umfassender Überblick über die Entwicklung von KBE findet sich z.B. in [1]; eine systematische Übersicht und Bewertung des Tragverhaltens repräsentativer KBE findet sich z.B. in [2]. Bathurst, [3], gibt einen Überblick über den aktuellen Stand der Technik und aktuelle Entwicklungen bei Entwurfskonzepten und Modellierung im internationalen Kontext. Zur erfolgreichen Verwendung von KBE im Netz der Deutschen Bahn AG (DB) wurde bereits von [4], [5] und [6] berichtet. In [7] wird sogar über den Einsatz von KBE in Hochgeschwindigkeitsstrecken der japanischen Eisenbahn geschrieben. Grundsätzlich bieten KBE-Konstruktionen folgende Vorteile gegenüber konventionellen Bauweisen:

- duktileres Tragverhalten ermöglicht reduzierte Anforderungen an Baugrund und Verfüllmaterial
- schnelle und damit kostengünstige Herstellung bzw. Entsorgung (bei temporären Bauwerken) mit konventionellen Erdbaumaschinen
- geringes Treibhauspotenzial (Global Warming Potential – GWP)

- breite Palette an architektonischen Gestaltungsmöglichkeiten.

### Geosynthetisch bewehrte Brückenwiderlager

Viele Untersuchungen und Referenzprojekte haben gezeigt, dass KBE-Konstruktionen auch extrem hohen Belastungen standhalten können, ohne übermäßige Verformungen aufzuweisen. Dies wurde z.B. in realmaßstäblichen Belastungsversuchen an der Landesgewerbeanstalt Nürnberg (LGA), [8], und [9] oder im Feld [10] eindrucksvoll demonstriert. Die Abb. 1 und 2 zeigen exemplarisch die Versuchsanordnung sowie die gemessenen horizontalen und vertikalen Verformungen einer 4,5 m hohen Konstruktion bei vertikaler Belastung mit einem 1,0 m breiten und 3,0 m langen Betonbalken. Die horizontale Verformung, die bei einer vertikalen Beanspruchung von 200 bis 250 kN/m<sup>2</sup> gemessen wurde, erreichte einen Wert von ca. 4 mm. Die entsprechende Setzung betrug ca. 6 mm. Anzeichen für ein drohendes Versagen der Konstruktion zeigten sich erst, als die Belastung nach zwei Ent- und Wiederbelastungszyklen mit nur geringen elastischen Verformungen auf etwa 500 kN/m<sup>2</sup> erhöht wurde. Ein eindeutiges Versagen konnte jedoch auch unter der gerätetechnisch begrenzten Einwirkung von 650 kN/m<sup>2</sup> nicht erreicht werden. Ein vergleichbar gutes Tragverhalten wird auch von anderen Autoren wie [10] beschrieben. Die maximale Tragfähigkeit wird dort sogar mit bis zu 1200 kN/m<sup>2</sup> angegeben.

Aufgrund dieser Erfahrungen liegt es nahe, KBE auch für den Bau von Brückenwiderlagern einzusetzen. Mehrere Referenzobjekte im In- und vor allem im Ausland, [11], [12] oder [13], zeigen dies sehr eindrucksvoll. Dennoch werden geokunststoffbewehrte Brückenwiderlager in Deutschland bisher nur selten und in der Regel auf Grundlage von projektspezifischen Zustimmungen im Einzelfall eingesetzt. Im Netz der DB wurden Geokunststoffbewehrte Brückenwiderlager bisher noch niemals eingesetzt.

### Einsatzbereiche von KBE im Bereich von Brückenwiderlagern

#### KBE für niedrige Widerlager auf vertikalen Traggliedern

Wie in Abb. 3 dargestellt, kann KBE im Bereich eines Brückenwiderlagers mit unterschiedlichen Aufgabenstellungen eingesetzt werden. Die einfachste Anwendung ist dabei der Einsatz im Be-

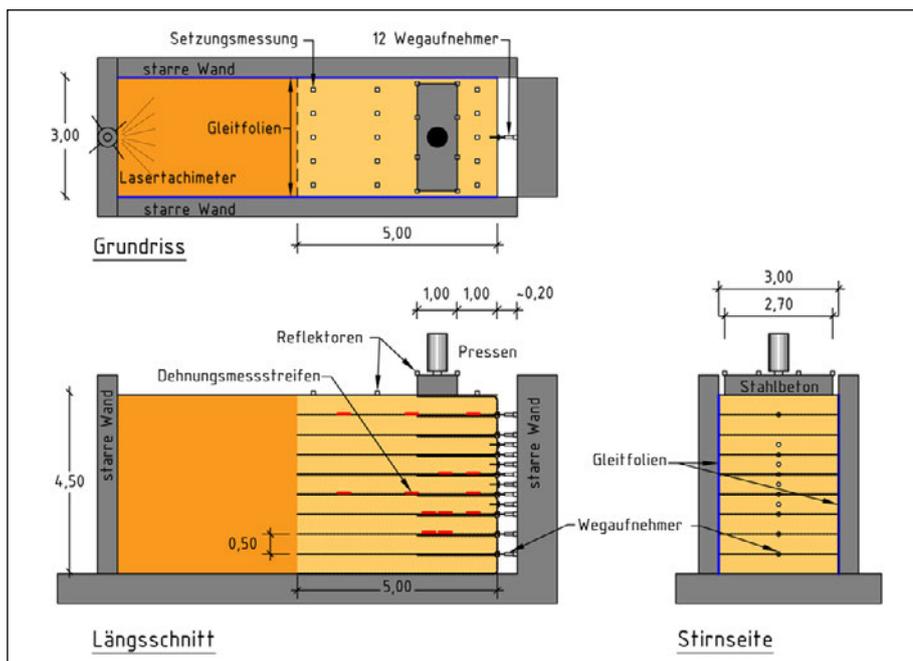


Abb. 1: Versuchsanordnung für realmaßstäbliche Belastungsversuche an der LGA Nürnberg

Quelle: [19]

reich der Flügelwände oder in zurückgesetzten niedrigen Widerlagern auf vertikalen Traggliedern (Abb. 3 oben links). Bei dieser Anwendung werden alle Lagerlasten der Brücke über Pfähle in den tragfähigen Boden abgetragen. Diese Variante bietet sich an, wenn die Widerlagerlasten sehr hoch sind und/oder ungünstige Baugrundverhältnisse eine Tiefgründung unumgänglich machen.

Neben der Kostenreduzierung, welche im Vergleich zu hohen Widerlagern mit Wänden aus Stahlbeton möglich sind, sind es vor allem die Bauzeit und die Logistik, die KBE attraktiv machen. Mithilfe einer KBE können Anrampung und Flügelwände in einem ersten Bauabschnitt hergestellt werden. In einem zweiten Bauabschnitt können dann die Gründungspfähle für die Auflagerbank errichtet werden, also zu einem Zeitpunkt, wenn zumindest ein Teil der Setzungen infolge der Rampenschüttung und Widerlagerhinterfüllung bereits eingetreten ist. Gerade im Hinblick auf die im Eisenbahnbau besonders hohen Anforderungen an einen gleichmäßigen Übergang zwischen Brückendeck und Erdbauwerk ist dies ein wesentlicher Baustein für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit. Darüber hinaus ermöglicht dieser Bauablauf, etwaige Einwirkungen aus negativer Mantelreibung und horizontalem Erd- druck, die bei einer nachträglichen Hinterfüllung

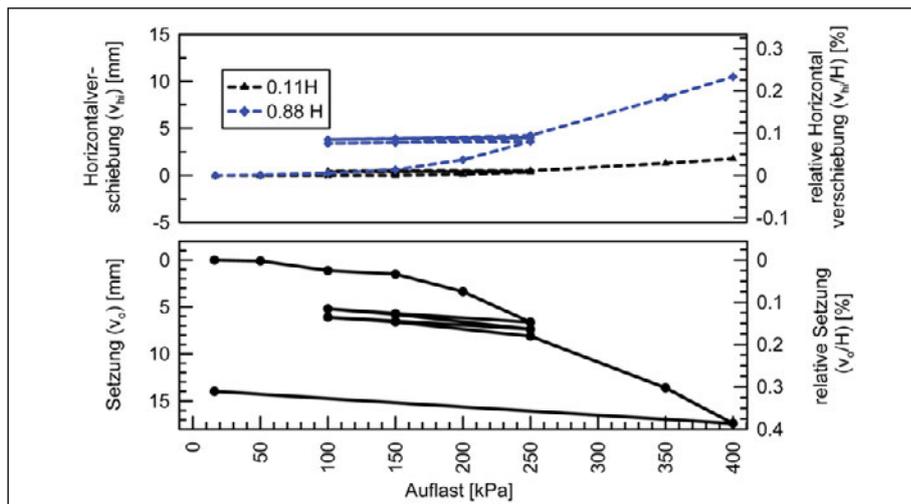


Abb. 2: Ergebnisdarstellung der horizontalen und vertikalen Verformungsmessungen in Abhängigkeit von der Auflastspannung

Quelle: [19]

und Anschüttung der Rampen auf die Gründungspfähle wirken, zu verringern oder sogar ganz auszuschließen. Die Pfahlherstellung von der Rampe aus ermöglicht außerdem, dass laufender Verkehr unter der zu errichtenden Brücke nicht oder nur wenig beeinträchtigt wird. Durch höhere Böschungsneigungen im Vergleich zu

konventionellen zurückgesetzten, niedrigen Widerlagern können die Stützweiten der Brücken reduziert werden.

**KBE zur Erddruckentlastung**

Eine weitere Anwendung für KBE sind sog. Erd-druckfänger (Abb. 3 oben rechts). In Abhängig-

Mit innovativen Lösungen - für die Zukunft bauen

**STAUB** birgt große Gefahren bei Inbetriebnahmen von Neubaustrecken und der Gesundheit Ihrer Mitarbeiter



MIT DMI DUSTCONTROL 150 - LÖSEN WIR IHRE STAUBPROBLEME

DMI HAT BISHER CA. 52 KM TUNNEL MIT GROßEM ERFOLG STAUBGEBUNDEN



vor der Imprägnierung



nach der Imprägnierung

Interesse? Dann melden Sie sich bei uns!

DMI Injektionstechnik GmbH  
Warmensteinacher Str. 60  
12349 Berlin

[www.d-m-i.net](http://www.d-m-i.net)

Tel: +49 30 417 44 23 40  
Fax: +49 30 417 44 23 44  
Mail: [info@d-m-i.net](mailto:info@d-m-i.net)

## THEMENSCHWERPUNKTE:

### Ausgabe Nr. 10/24

10. Fachtagung Sanierung von  
Ingenieurbauwerken, Nürnberg

24. Intern. SIGNAL+DRAHT-Kongress,  
Fulda

- Eco-Mode: Energiesparen mit Fahrplandaten in Echtzeit
- DRUM - Inspektion mit Drohnen
- Zugleitbetrieb mit ETCS
- Sichere Zugkommunikation - Cyber Security anhand von Interface-Karten
- ETCS-Fahrzeug-Nachrüstung unter Bauraumaspekten
- Automatisierter Schienenladezug

Anzeigenschluss: 10.9.24

Erscheinungstermin: 8.10.24

### Ausgabe Nr. 11/24

- Bundesweit erstes Photovoltaik-Bahnsteigdach
- Photovoltaik-Systeme im Bahnumfeld
- Sanierung des Chemnitzer Viaduktes
- Vollautomatische Durcharbeit von Weichen
- Automatische Weicheninspektion
- Prognose des Zustands von Oberleitungen

Anzeigenschluss: 10.10.24

Erscheinungstermin: 8.11.24

### Ausgabe Nr. 12/24

Großer Nachbericht von der InnoTrans

- ARTE Projekt:  
Erste Tests zur Fernsteuerung von Zügen
- Eisenbahnrecht in Deutschland
- Europäische Fahrdienstvorschrift
- Ökologische Bahnbaumaschinen: Alternative Antriebsmethoden
- TRACKORD: Einfache Erfassung von georeferenzierten Infrastrukturinformationen

Anzeigenschluss: 12.11.24

Erscheinungstermin: 10.12.24

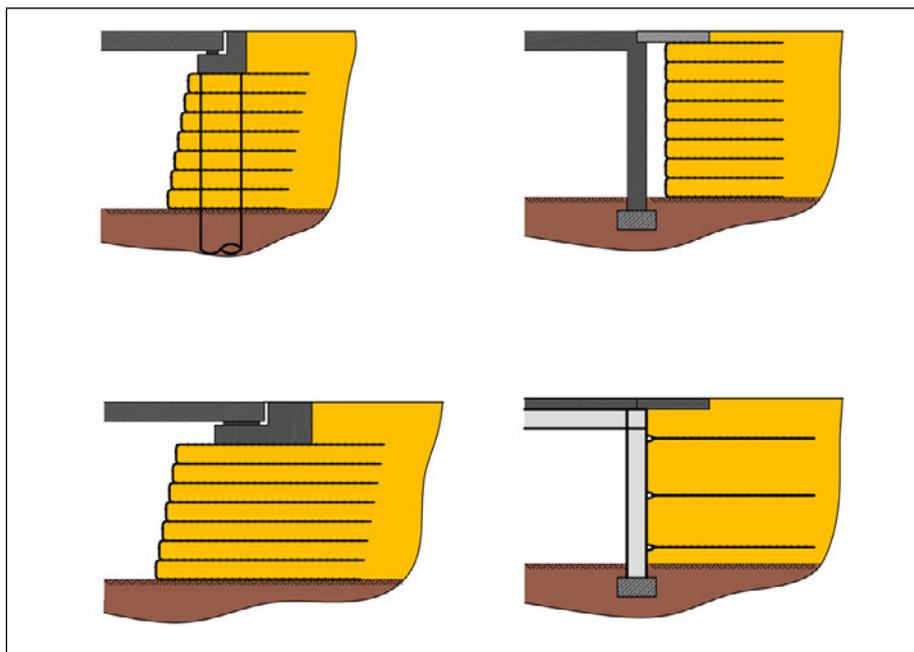


Abb. 3: Ausführungsformen von geokunststoffbewehrten Brückenwiderlagern

Quelle: [19]

keit vom statischen Modell des Gesamtbauwerks kann das Widerlager auf diese Weise über die gesamte Höhe des Widerlagers oder nur im oberen Bereich vom Erddruck freigestellt werden. Der Einsatz von Erddruckfängern kann insbesondere für Bauwerke sinnvoll sein, welche nicht völlig abgängig sind, das vorhandene Tragwerk z.B. auf Grundlage einer Nachrechnung für erhöhte Verkehrslasten aber eine Entlastung erfordert. Besonders interessant ist der Einsatz von KBE für die Optimierung des Tragwerks bei schiefwinkligen Brückenbauwerken. Durch die Ausschaltung von horizontalen Erddrücken können Torsions- und Biegebeanspruchung unter Umständen erheblich reduziert werden.

Die Erddruckentlastung mithilfe von KBE kann auch zur Optimierung des Entwurfs von Rahmenbauwerken genutzt werden. Auflockerun-

gen, welche sich durch Bewegungen der Rahmenstiele infolge von Längenänderungen des Überbaus in der Hinterfüllung ergeben, können so reduziert werden. Bei Kontraktionen in der Winterstellung sichert die KBE die Hinterfüllung, zusätzliche elastische Einlagen verhindern die Bildung von Aufwölbungen in der Sommerstellung. Derzeit wird in diesen Bereichen üblicherweise gefordert, die Widerlagerhinterfüllung mit hydraulischen Bindemitteln zu vergüten. Über die Vorteile von Geokunststoffbewehrten Erdkörpern beim Bau von integralen Brücken wurde z.B. von [14] berichtet. Eines der größten Referenzobjekte dieser Bauweise in Deutschland sind die sog. Rollbahnbrücken am Frankfurter Flughafen [15]. In Österreich ist diese Anwendung mittlerweile in die Sammlung der Zeichnungen des Straßenbaus aufgenommen



Abb. 4: Vorbelastung des geokunststoffbewehrten Brückenwiderlagers unter der Autobahn A 74, Venlo, Niederlande

Quelle: Huesker

# SEKISUI

**FFU™** Kunstholzschwelle  
Funktioniert. Einfach. Sicher.



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

**INNOTRANS**  
24.9 – 27.9.2024  
Halle 25, Stand 265b



**Wir halten die Spur\***  
Sicher Reisen

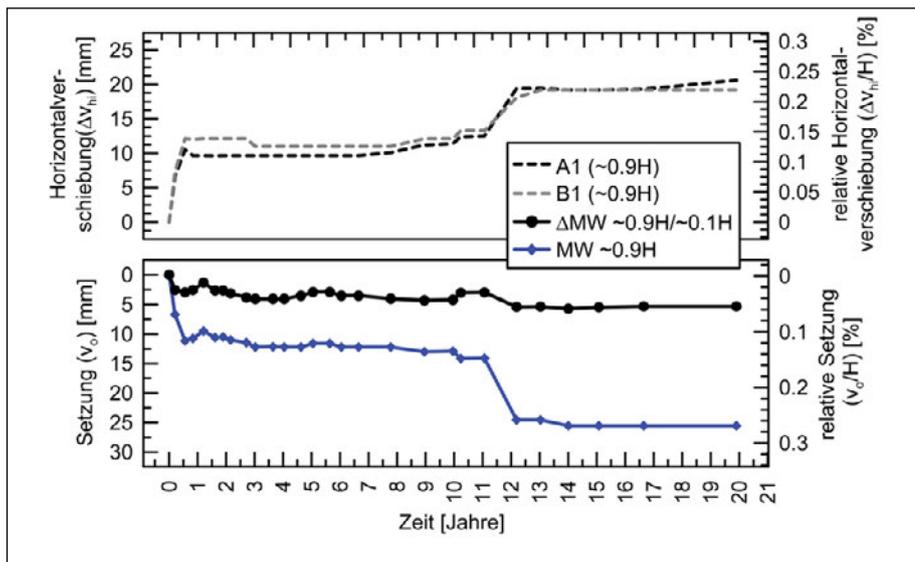
BAHNTECHNIK  
**State of the Art**

**GLOBAL100**  
THE WORLD'S MOST SUSTAINABLE CORPORATIONS

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



**Abb. 5:** Gemittelte Setzungen und horizontale Verformungen ausgewählter Messpunkte an der Oberfläche einer geogitterbewehrten Stützkonstruktion, Messpunkte A1 und B1 (~0,9 x H), Autobahn A 74, Venlo, Niederlande  
Quelle: [19] und [18]

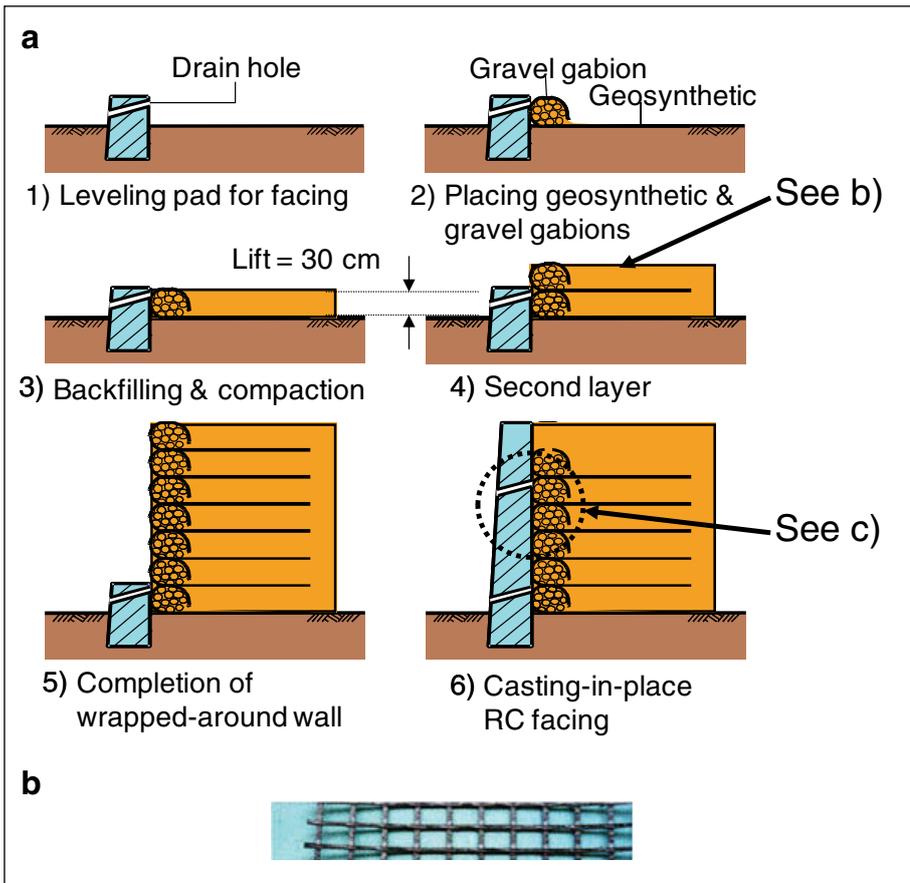
worden [16]. Umfangreiche Erfahrungen mit dieser Anwendung im Bahnbau gibt es außerdem in Japan [7]. Das Tragverhalten einer integralen Brücke mit KBE im Hinterfüllbereich wurde dort unter anderem im Rahmen eines realmaßstäblichen Versuches untersucht. In Deutschland ist der Einsatz von Geogittern im Hinterfüllbereich von Eisenbahnbrücken bisher vermutlich niemals erprobt worden.

### KBE, welche Brückenlasten direkt abgetragen

Der Entwurf eines Brückenwiderlagers, bei dem die KBE so ausgelegt wird, dass alle Lasten aus dem Überbau direkt abgetragen werden können (Abb. 3 unten links), bietet die weitaus größten Optimierungsmöglichkeiten. Dem Grunde nach handelt es sich bei dieser Bauform um ein niedriges Widerlager, bei dem eine Zurücksetzung, wie sie bei einer Regelböschungsneigung erforderlich ist, entfallen kann. Der wesentliche ökonomische Nachteil „regulärer“ zurückgesetzter, niedriger Widerlager, nämlich die im Vergleich zu Brücken mit „vor die Böschung gesetzten hohen Widerlagern“ oder Rahmenbauwerken größere Stützweite, kann durch eine KBE beseitigt werden. Kostenreduzierung, aber auch die Vorteile in Bezug auf den ökologischen Impact einer Brückenkonstruktion sind aber vor allem dann sehr groß, wenn durch die größere Duktilität der KBE auf eine Tiefgründung verzichtet werden kann. Mit der Zunahme der auf die KBE einwirkenden äußeren Kräfte steigen auch die Anforderungen an den Entwurf, die Bewehrungsprodukte und das Füllmaterial. Da gemäß gültigem Regelwerk im Hinterfüllbereich von Brückenwiderlagern aber ohnehin nur hochwertige Schüttmaterialien oder sogar bindemittelvergütetes Schüttmaterial eingesetzt werden darf, stellt dies keine zusätzliche Anforderung dar. Außerdem muss gewährleistet werden, dass die KBE sehr

gewissenhaft verdichtet wird. Im Rahmen der technischen Bearbeitung kommt dem Nachweis des Grenzzustands der Gebrauchstauglichkeit (SLS) bei dieser Ausführungsform eine besonders hohe Bedeutung zu. Letzteres ist aus akademischer Sicht immer noch eine besondere Herausforderung, da geeignete analytische Modelle, die eine realitätsnahe Abschätzung des Verformungsverhaltens von KBE-Konstruktionen ermöglichen, noch fehlen. Mit der Fortschreibung einschlägiger Normen, insbesondere dem Eurocode 7 [17], wird jedoch die Nutzung von modernen numerischen Methoden für den rechnerischen Nachweis der Gebrauchstauglichkeit weiter vereinfacht. Bei der numerischen Modellierung ist jedoch viel Erfahrung erforderlich und allenfalls zu berücksichtigen, dass die meisten Verformungen einer KBE bereits während der Errichtung eintreten. Bevor das Bauwerk in Betrieb genommen wird, werden diese in der Regel jedoch direkt ausgeglichen. Eine Simulationsberechnung sollte daher vor allem auf die Verformungen fokussieren, die unter Betriebslasten auftreten. Eine weitere Möglichkeit, etwaigen Verformungen der KBE zu begegnen, besteht darin, diese vor Einbau des Überbaus vorab zu belasten.

Die Abb. 4 und 5 zeigen ein geokunststoffbewehrtes Brückenwiderlager unter der Autobahn A 74 in der Nähe von Venlo in den Niederlanden sowie die gemessenen horizontalen und vertikalen Verformungen. Bei diesem Projekt wurde über einen Zeitraum von etwa zwei Wochen eine Vorbelastung mit Betonblöcken vorgenommen, um Verformungen des bewehrten Erdkörpers sowie des darunter liegenden Baugrundes bereits vor dem Einbau des Brückenüberbaus zu induzieren. Die gesamte vertikale Verformung, die während dieser relativ kurzen Vorbelastung erzeugt wurde, betrug etwa 10 mm. Nach Rückbau der Vorbelastung stiegen die Setzungen auf-



**Abb. 6:** Prinzipdarstellung der Bauweise einer geokunststoffbewehrten Stützkonstruktion mit einer Vorsatzschale als Full-Height-Rigid-Facing Quelle: nach [7]

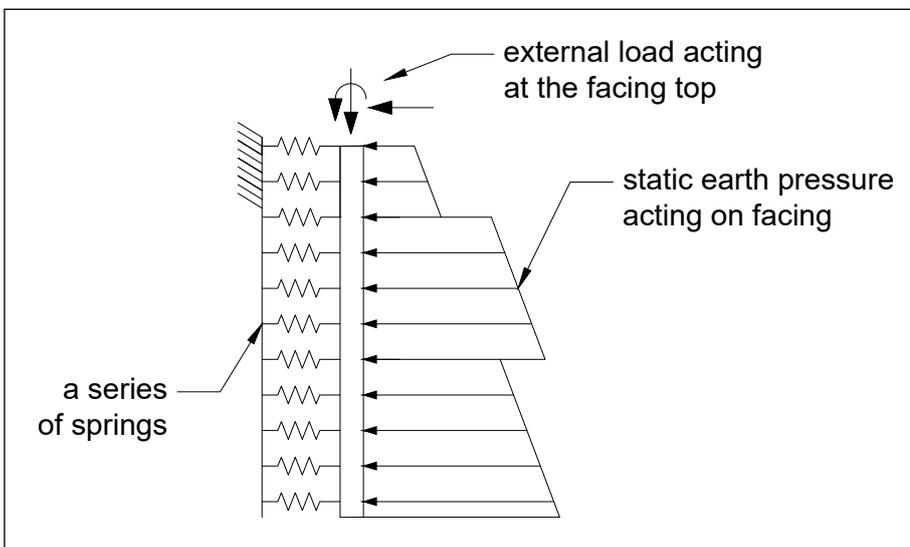
grund der Konsolidierung des Untergrunds auf rund 15 mm an. Weitere Setzungen von etwa 10 mm wurden dann beim Einbau des Brückendecks beobachtet. Die vertikale Differenzverschiebung zwischen der Ober- und Unterkante der KBE-Konstruktion ( $\Delta MW$  in Abb. 5) überstieg jedoch nicht

den ursprünglichen Wert von etwa 5 mm. Dies ist ein klarer Hinweis darauf, dass die maßgeblichen Verformungen des Bauwerks auf Verformungen des Untergrunds zurückzuführen sind. Weitere Einzelheiten über den Entwurf, die Materialien und die messtechnische Begleitung des Projekts sind in [18] zu finden.

Die Messergebnisse in Venlo bestätigen damit die Erkenntnisse aus den realmaßstäblichen Belastungsversuchen gem. [8], (siehe auch Abb. 1 und 2): Spätestens sobald der KBE-Körper „ausreichend aktiviert“ ist, führen zusätzliche Belastungen nur noch zu geringfügigen Verformungen. Setzungen des Baugrundes können in der Regel schadlos aufgenommen werden, müssen aber natürlich im Rahmen einer gesamtheitlichen Verformungsbetrachtung bewertet werden. Unter Umständen kann es somit auch erforderlich sein, den Baugrund vor Errichtung der KBE zunächst zu verbessern. Häufig reicht es hierbei jedoch aus, einen Teilbodenaustausch oder vergleichsweise günstige Verfahren wie Rüttelstopfverdichtung oder sog. Rigid Inclusions auszuführen. Kostenintensive Bohrpfähle sind somit oftmals nicht erforderlich. Ein wesentlicher Vorteil von Geogitterbewehrten Brückenwiderlagern mit direktem Lastabtrag besteht ferner darin, dass sich Widerlager und Anrampung in gleichem Maße verformen. Steifigkeitssprünge und Setzungsdifferenzen, die kaum zu vermeiden sind, wenn eine Brücke quasi setzungsfrei „tief“ gegründet wird, die Rampe aber bauzeitlich nachlaufend (und häufig ohne Bodenverbesserung) gebaut wird, sind dadurch erheblich reduziert.

**Dauerhaftigkeit geokunststoffbewehrter Brückenwiderlager**

Eine Frage, welche im Zusammenhang mit KBE häufig diskutiert wird, ist die Dauerhaftigkeit der Bewehrungsprodukte. Im Rahmen dieser Veröffentlichung soll auf diese Frage jedoch nicht eingegangen werden, da hierzu bereits eine Vielzahl von Regelungen besteht. Insbesondere ist hier die Richtlinie RiL 836 „Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen“ zu beachten. Im Hinblick auf die Dauerhaftigkeit der Brückenwiderlager in ihrer Gesamtheit, also einschließlich von Außenhaulementen, dem sog. Facing, sei auf [19] verwiesen.



**Abb. 7:** Statisches Grundsystem für die Bemessung der Ortbetonschale gem. japanischer Bemessungsnorm (Design Standards for Railway Structures and Commentary Earth Retaining Structure) Quelle: nach [21]

**KBE im japanischen Hochgeschwindigkeitsnetz**

Im Netz der japanischen Hochgeschwindigkeitsbahnen werden KBE bereits seit mehreren Jahren erfolgreich eingesetzt. Dies gilt sowohl für Stützwände im Einflussbereich der Bahnlasten als auch für Brückenwiderlager. KBE wird dabei mit einem sog. „Full-Height-Rigid-Facing“ ausgeführt. Bei dieser Bauweise wird im Rahmen eines ersten Bauabschnittes zunächst eine sog. Polsterwand errichtet. Nach Abklingen initialer Verformungen des Erdkörpers sowie des Baugrundes wird in einem zweiten Schritt eine bewehrte Ortbetonschale angebracht. Im Vergleich zu einer konventionellen Winkelstützwand kann diese so dimensioniert werden, dass immer dort, wo eine Geogitterlage im Erdkörper verbaut ist, eine Rückverankerung eingeführt wird. Die Modellierung dieser Verankerung erfolgt in Form einer Bettungsfeder, wobei die Kraftübertragung zwischen Außenhaulement und geogitterbewehrtem Erdkörper in der Praxis durch Formschluss während der

Betonage erfolgt. Im Hinblick auf die Dauerhaftigkeit ist bei diesem Detail zwingend zu berücksichtigen, dass die Geokunststoffbewehrung über die gesamte Nutzungsdauer in alkalischem Milieu exponiert ist. Bei der Wahl der Geogitterbewehrung ist dies entsprechend zu berücksichtigen. Geogitter aus dem Rohstoff Polyethylenterephthalat (PET) beispielsweise, sind nach dem aktuellen Stand der Forschung, [20], für diese Anwendung nicht geeignet. Alternativ können hier jedoch Bewehrungsprodukte aus dem Rohstoff Polyvinylalkohol (PVA) verwendet werden.

Abb. 6 zeigt eine Prinzipdarstellung der Arbeitsschritte für die Errichtung einer KBE mit einem Full-Height-Rigid-Facing. Mit [21] liegt für dieses Bauverfahren auch eine Bemessungsnorm vor.

**Nachhaltigkeit geokunststoffbewehrter Brückenwiderlager**

Die ökologischen Vorteile des Einsatzes von Geokunststoffen wurden bereits in verschiedenen Studien aufgezeigt, siehe z.B. [22] oder [23]. Demnach konnte eine Reduzierung der kumulierten Treibhausgasemissionen von bis zu 85..90 % nachgewiesen werden, abhängig von der Anwendung und der jeweiligen Entwurfsituation. Neuere Studien haben sich auf die Umweltaspekte des Brückenbaus konzentriert: Görtz und Pham, [24], haben beispielsweise festgestellt, dass die Widerlager einen erheblichen Beitrag zu den Gesamtauswirkungen einer Brückenkonstruktion leisten. Die Umweltauswirkungen der verwendeten Baumaterialien waren dabei besonders relevant. Abb. 8 zeigt einen beispielhaften Vergleich der CO<sub>2</sub>-Emissionen für den Bau eines konventionellen Widerlagers und einer KBE (mit und ohne Verwendung hydraulischer Bindemittel) für eine Widerlagerhöhe von 4,8 m: Die Reduzierung

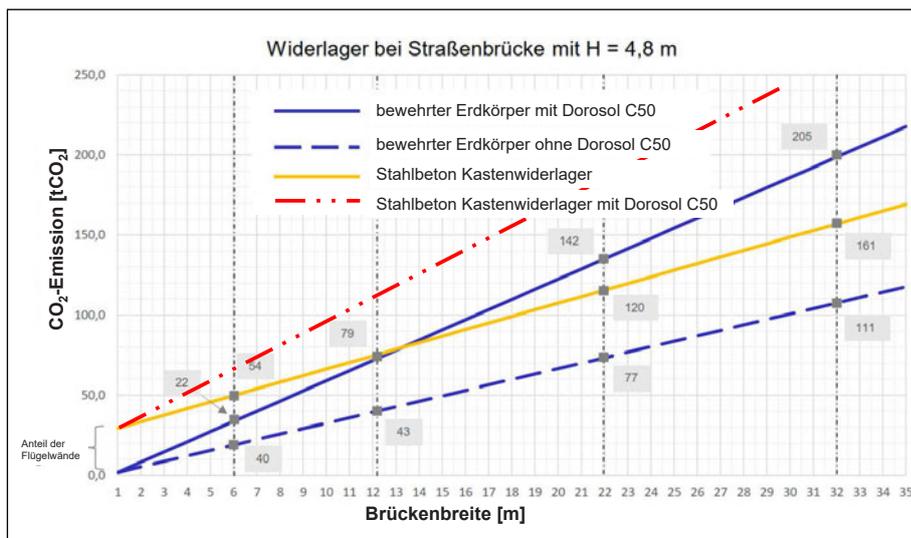


Abb. 8: Berechnete CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Errichtung von Brückenwiderlagern, Vergleich verschiedener Bauweisen Quelle: nach [24]

der CO<sub>2</sub>-Emissionen ist bei kleinen Brücken am größten und hängt stark von dem verwendeten Füllmaterial ab. Die Verwendung von hydraulischen Bindemitteln hat dabei einen signifikanten Einfluss. Wie bereits ausgeführt, ist die Verwendung von hydraulischen Bindemitteln im Hintefüllbereich von Eisenbahnbrücken jedoch auch aus fahrdynamischen Gründen gängige Praxis. Das Diagramm in Abb. 8 wurde daher um eine Linie ergänzt, bei der auch für die konventionelle Ausführung eines Widerlagers hydraulisch gebundene Schüttmaterialien vorgesehen wurden.

Ein weiterer Vorteil durch die Ausführung von KBE, der in den Untersuchungen von Görtz nicht berücksichtigt wurde, ist der positive Effekt reduzierter Bauzeiten. KBE können so-

fort nach ihrer Errichtung belastet werden, Ausschafffristen, wie sie bei Ortbetonkonstruktionen erforderlich sind, spielen bei KBE keine Rolle.

**Schlussfolgerungen und Ausblick**

Anhand einer Vielzahl von Referenzen kann gezeigt werden, dass sorgfältig geplante und gewissenhaft ausgeführt KBE auch für den Bau hochbelasteter Brückenwiderlager genutzt werden können. Dies kann dazu beitragen, die Auswirkungen von Setzungsdifferenzen zwischen Widerlager und Hinterfüllung zu begrenzen, horizontale Spannungen und zusätzliche Lasten, die durch negative Mantelreibung in Gründungspfählen entstehen, zu reduzieren oder horizontale Spannungen in Form einer Erddruckentlastung vollständig auszuschalten.

Vermessung  
Geotechnik  
Geoinformatik  
Entwicklung

**intermetric**  
Das richtige Maß

KILOMETERLANGE KURVEN KINEMATISCH KONTROLLIEREN

Die Gleise der Schnellfahrstrecke Hannover-Würzburg wurden erneuert. Vor der Freigabe des Abschnitts Kassel-Fulda muss noch die hergestellte Gleisgeometrie überprüft werden. Mit modernsten Verfahren geht das ohne stehen zu bleiben, in der Bewegung. Clevere Kollegen können kilometerlange Kurven kurzerhand kinematisch kontrollieren. Das sorgt für kurze Sperrzeiten und eine schnelle Freigabe der dringend benötigten Strecke.

24. - 27. September · Berlin  
Halle 26 · Stand 290

intermetric GmbH | Industriestr. 24 | 70565 Stuttgart | T +49 (711) 780039-2 | www.intermetric.de

Ökobilanzierungen haben gezeigt, dass die für den Widerlagerbau emittierte CO<sub>2</sub>-Menge durch den Einsatz von Geokunststoffen deutlich reduziert werden kann. Weitere Vorteile ergeben sich daraus, dass KBE wesentlich schneller errichtet werden können als Stahlbeton in Ortbetonbauweise. Trotz der vielen Vorteile, welche der Einsatz von KBE für den Bau von Brückenwiderlagern bietet, ist die Anwendung in vielen Ländern noch selten. Im Netz der DB sind KBE für diesen Zweck noch niemals eingesetzt worden. Die Fortschreibung einschlägiger Bemessungsregeln wie dem Eurocode 7, [17], oder der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), [25], und der DIN 1076 (Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen – Überwachung und Prüfung), [26], in denen KBE für Brückenwiderlager eingeführt werden soll, dürften diesbezüglich jedoch Fortschritte bewirken. Den Einsatz im Bahnbau betreffend, haben sowohl die Bauherrschaft als auch die Genehmigungsbehörden Bereitschaft bekundet, Einsatzmöglichkeiten für zukünftige Projekte zu prüfen. ■

QUELLEN

[1] Allen, T. M.; Bathurst, R. J.; Berg, R. R.: Global level of safety and performance of geosynthetic walls: An historical perspective. *Geosynthetics International* 9 (5-6): 395-450, 2002

[2] Crouse, P.E.; Wu, J. T. H.: Long-Term Field Performance of Geosynthetic-Reinforced Soil Retaining Walls; Center for Mechanically Stabilized Backfill Research University of Colorado at Denver; Report No. CDOT-DTD-97-12, May 1996

[3] Bathurst, R. J.: Challenges and recent progress in the analysis, design and modelling of geosynthetic reinforced soil walls. In: Tagungsband der 10th ICG, Giroud Lecture auf der International Conference on Geosynthetics, 21. - 25.9.2014 in Berlin, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), ISBN 978-3-9813953-9-6, 2014, Paper 235

[4] Göbel, C.; Lieberenz, K.; Fischer, R.; Großmann S.: Geogitterbewehrte Stützkonstruktionen unter Eisenbahnverkehr, El – DER EISENBAHNINGENIEUR, Teil 1, 01/2015

[5] Göbel, C.; Lieberenz, K.; Fischer, R.; Großmann S.: Geogitterbewehrte Stützkonstruktionen unter Eisenbahnverkehr, El – DER EISENBAHNINGENIEUR, Teil 2, 02/2015

[6] Rahier, A. et al. (2009): Geogitter bewehrte Steilböschungen im Einflussbereich von Eisenbahnlasten, 11. Informations- und Vortragstagung über Kunststoffe in der Geotechnik, 2009, München, Sonderheft der Zeitschrift Geotechnik der DGGT

[7] Tatsuoka, F.; Tateyama, M.; Koseki, J.; Yonezawa, T. (2014): Geosynthetic-reinforced soil structures for railways in Japan. *Transportation Infrastructure Geotechnology*, 1, 3-53. DOI 10.1007/s40515-013-0001-0

[8] Alexiew, D.: Belastungsversuche an einem 1:1 Modell eines geogitterbewehrten Brückenwiderlagers. In: Tagungsband des 14. Darmstädter Geotechnik-Kolloquiums. März 2007, Mitteilungen des Institutes und der Versuchsanstalt für Geotechnik der Technischen Universität Darmstadt, Heft Nr. 76, 2007, 205-218

[9] Alexiew, D.; Detert, O.: Analytical and Numerical Analyses of a Real Scaled Geogrid Reinforced Bridge Abutment Loading Test. In: Proceedings of the 4th European Geosynthetics Conference, Edinburgh, UK, September 2008

[10] Bräu, G.; Bauer, A.: Versuche im Boden mit gering dehnbaren Geogittern. In: Tagungsband der 7. Informations- und Vortragstagung über „Kunststoffe in der Geotechnik“ (KGE0), März 2001, München, Sonderheft der Zeitschrift Geotechnik der DGGT, 2001

[11] Herold, A.: Das erste Straßenbrückenwiderlager in Deutschland als Permanentkonstruktion in der Bauweise KBE-Kunststoffbewehrter Erde. In: Floss, R. (Hrsg.): Tagungsband der 7. Informations- und Vortragstagung über Kunststoffe in der Geotechnik (KGE0), 3/2001 in München, Sonderheft Zeitschrift Geotechnik der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), S. 113 – 119

[12] Hangen, H.; Bordbar, E.: Umsetzung geokunststoffbewehrter Stützkonstruktionen im Rahmen des Großprojektes Buitening Parkstad. In: Vogt, C. & Moormann, C. (2018, Hrsg.): Tagungshandbuch zum 11. Kolloquium „Bauen in Boden und Fels“ der TA Esslingen, 16. und 17. Januar 2018, (Technische Akademie Esslingen)

[13] Tatsuoka, F.; Tateyama, M.; Koda, M.; Kojima, K.; Yonezawa, T.; Shindo, Y.; Tamai, S.: Research and construction of geosynthetic-reinforced soil integral bridges, *Transportation Geotechnics*, Volume 8, 2016, pp. 4-25, ISSN 2214-3912, <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2016.03.006>

[14] Pötzl, M.; Naumann, F.: Fugenlose Betonbrücken mit flexiblen Widerlagern. *Beton- und Stahlbetonbau* 100. Jahrgang, Heft 8, S. 675 – 685, 2005

[15] Steiger, H.; Zeißler, T.; Bernhard, M.; Meyer, H.: Integrale Großbrücken mit flexiblen Widerlagern. In: *Beton- und Stahlbetonbau* 107 (2012), Heft 3, S. 175 – 182

[16] Beispiel: Integrale Brücken – Hinterfüllung, PlaPB-BR Regelplan Nr. 800.300.1543, ASFinNAG, <https://www.asfinag.net/media/2403/plapb-8003001500-bruecke-v700-regelplaene.pdf>, 06.08.2025 um 16:50

[17] Eurocode 7: Geotechnical design - Part 1: General rules; German version EN 1997-1:2004 + AC:2009 + A1:2013

[18] Duijnen van, P. G.; Linthof, T.; Brok, C. A. J. M.; Eekelen van, S. J. M.: Measuring deformations of a 10 m high geosynthetic reinforced earth retaining wall. In: Proceedings of the 5th European Geosynthetics Conference, Valencia, Spain, Vol. 5, pp. 157-161 September 2012

[19] Hangen, H.; Jaramillo, J. (2016): Langzeitverhalten von geokunststoffbewehrten Stützkonstruktionen – zukünftig eine Standardbauweise auch für Brückenwiderlager?, In: Proceedings of 26th Dresdner Brückenbausymposium, Dresden, Germany, pp. 177-191

[20] Detert, O.; Koroliuk, S. (2018): Acceleration of chemical degradation of polyester reinforcement products under mechanical stress in high alkaline conditions. In: Proceedings of 11th International Conference on Geosynthetics (I11CG), Seoul, South Korea, pp. 986-989, ISBN: 978-1-7138-0608-0

[21] Design Standards for Railway Structures and Commentary Earth Retaining Structure, Selected part for Geosynthetic-Reinforced Soil (GRS) structures. Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT), Edited by Railway Technical Research Institute (RTRI), Januar 2012

[22] EAGM (2011). Summary – Comparative Life Cycle Assessment of Geosynthetics versus Conventional Construction Materials. Available at: [https://www.eagm.eu/\\_files/ugd/e700f9\\_ba39a8ff53e-94568a5667b458f7fd8d.pdf](https://www.eagm.eu/_files/ugd/e700f9_ba39a8ff53e-94568a5667b458f7fd8d.pdf), 17.03.2024 um 23:00

[23] WRAP (2010). Sustainable geosystems in civil engineering applications. Geosystems Report, Februar 2010. Verfügbar unter: [http://www.geosynthetica.com/Uploads/WRAP\\_GeosystemsGuidance\\_Feb2010.pdf](http://www.geosynthetica.com/Uploads/WRAP_GeosystemsGuidance_Feb2010.pdf), 17.03.2024 um 15:00

[24] Görtz, S.; Pham, T. K. D.: CO<sub>2</sub>-Bilanzierung und Optimierung von Brückenbauwerken. Schlussbericht Forschungsvorhaben der EKSH (Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH), Kiel, 2023. Verfügbar unter: [https://www.eksh.org/fileadmin/redakteure/downloads/foerderung/Abschlussberichte\\_HWT/8\\_12\\_52\\_Abschlussbericht\\_HWT\\_CO2-Bilanzierung-Br%C3%BCkenbauwerke\\_FHKiel.pdf](https://www.eksh.org/fileadmin/redakteure/downloads/foerderung/Abschlussberichte_HWT/8_12_52_Abschlussbericht_HWT_CO2-Bilanzierung-Br%C3%BCkenbauwerke_FHKiel.pdf), 17.03.2024 um 22:00

[25] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Bundesanstalt für Straßenwesen, 2003, [https://www.bast.de/DE/Publikationen/Regelwerke/Ingenieurbau/Baudurchfuehrung/ZTV-ING-Gesamtfassung.pdf;jsessionid=A6258EB85760D297EADFB8CF0E6AE6C.live!11291?\\_\\_blob=publicationFile&v=25](https://www.bast.de/DE/Publikationen/Regelwerke/Ingenieurbau/Baudurchfuehrung/ZTV-ING-Gesamtfassung.pdf;jsessionid=A6258EB85760D297EADFB8CF0E6AE6C.live!11291?__blob=publicationFile&v=25), 06.08.2025 um 17:03

[26] DIN 1076:1999-11: Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen – Überwachung und Prüfung, Beuth Verlag

VDEI *Fachausschuss*  
GEOTECHNIK



**Dipl.-Ing. Hartmut Hangen**  
Senior Expert & Key Project Engineer  
Stellvertretender Abteilungsleiter  
Anwendungstechnik  
Huesker Synthetic GmbH, Gescher  
[hangen@huesker.de](mailto:hangen@huesker.de)

We are on Track!  
Electronic control for rail vehicles

LUNA Intelligentes Steuerungssystem für 2-poliges Schalten und Absichern von 24V-Aktoren in Schienenfahrzeugen



Full Control

Das neue LUNA-System ermöglicht intelligentes Schalten, Überwachen und Schützen von Aktoren über Ethernet TRDP. Präventive Wartung: Durch permanente Stromüberwachung der angeschlossenen Verbraucher können drohende Ausfälle frühzeitig erkannt und Energie eingespart werden.



Halle 27  
Stand 650

Lütze Transportation GmbH • [www.luetze-transportation.com](http://www.luetze-transportation.com)



# Durchdringung von Abdichtungen im Konstruktiven Ingenieurbau

Dieser Beitrag stellt zwei Systeme vor, mit denen Abdichtungen von Ingenieurbauwerken durchdrungen werden können, ohne dass Unterläufigkeiten entstehen.

WALDEMAR GUNKEL | STEFAN VOLLERT |  
TRISTAN MÖLTER

Der Konstruktive Ingenieurbau (KIB) steht immer wieder vor dem Problem, dass Bauteile wie z.B. Kappenrückverankerungen, Oberleitungsmaste, Signale und sonstige Einbauteile auf Eisenbahnbrücken montiert werden müssen. Dabei wird zwangsläufig die Überbauabdichtung durchdrungen. Um Schäden an Eisenbahnbrücken, die infolge von Unterläufigkeiten entstehen, zu vermeiden, ist die Wahl des richtigen Systems entscheidend.

Während Vor- und Entwurfsplanung sind Details wie beispielsweise die Lage der zu verankernden Bauteile meistens noch nicht exakt festgelegt. Demensprechend werden solche Bauteile kurzfristig positioniert und montiert. Dabei gibt es immer große Probleme mit der Durchdringung der Abdichtung, welche für die Lebensdauer eines Bauwerkes eine entscheidende Rolle spielt. Ca. 50 bis 60 % aller Bauwerksschäden im KIB sind auf eine fehlerhaft aufgetragene oder geschädigte Abdichtung zurückzuführen, da die Abdichtung in der Planungs- und in der Ausführungsphase von Ingenieurbauwerken eine untergeordnete Rolle spielt. Dabei ist nicht nur die vorschriftsmäßige Herstellung der Abdichtung entscheidend für eine lange Lebensdauer der Ingenieurbauwerke, sondern auch eine detaillierte Planung der Abdichtung und der zu verankernden Bauteile. Abdichtungsschäden können nur in den seltensten Fällen ohne größere Rückbaumaßnahmen saniert werden.

## Verbundankerschrauben

Die Verankerung von Bauteilen mit Verbundankerschrauben der Fa. Toge Dübel GmbH & Co. KG (Toge) hat sich bei der Deutschen Bahn AG (DB) seit vielen Jahren etabliert und bewährt. Mit diesem System lassen sich nicht nur Bauteile planmäßig, also während der Bauausführung, verankern, sondern auch nach Fertigstellung der Eisenbahnbrücken. Die Besonderheit dieses Systems ist, dass die Löcher der Verbundankerschrauben nach den Abdichtungsarbeiten gebohrt werden. Dadurch ist der Einsatz auf der Baustelle sehr flexibel, falls die zu verankernden Bauteile während der Bauausführung verschoben werden



Abb. 1: Betonschraube mit EPDM-Dichtungsmanschette

müssen. Ein weiterer Vorteil ist, dass Abdichtungsstöße bzw. neuralgische Punkte in der Abdichtung nicht verletzt werden.

Die Dichtigkeit dieses Systems wird durch das Zusammenspiel der Verbundklebemasse und der EPDM-Dichtungsmanschette gewährleistet (Abb. 1). Die Verbundklebemasse besitzt eine spezielle Rezeptur, welche nicht nur einen Verbund mit dem Beton gewährleistet,

sondern auch mit der Abdichtung. Beim Einschrauben der Verbundankerschraube wird die Verbundklebemasse vor dem Erreichen der eigentlichen Verankerungstiefe aus dem Bohrloch verdrängt und bildet einen Wulst um die EPDM-Dichtungsmanschette herum. Dadurch wird eine Klebstofflage zwischen der Oberfläche der Abdichtung und der Unterseite der EPDM-Dichtungsmanschette (Abb. 2) erzeugt.



Abb. 2: Nachträgliches Aufbringen der Betonschraube auf eine bestehende Abdichtung



**Abb. 3:** Adapterrahmen (Ankervorrichtung) mit Löchern für Senkkopfdübel

Die Dichtigkeit dieses Systems wurde durch mehrere Versuche, unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Abdichtungssysteme der DB, bestätigt. Die Versuche waren dabei so aufgebaut, dass Lastwechsel auf die Betonschraube einwirkten, während die Abdichtung mit einem Wasserdruck von 1 bar belastet wurde. Diese Versuche wurden über einen mehrwöchigen Zeitraum erfolgreich durchgeführt.

Die aufwendigen Versuche haben nicht nur gezeigt, dass die Dichtigkeit gewährleistet wird, sondern haben auch dazu geführt, dass

die DB die UiG-Pflicht (Unternehmensinterne Genehmigung, UiG) für Abdichtungsdurchdringungen nach Ril 804.6101 für dieses System in einer Produktfreigabe aufgehoben hat.

**Adapterrahmen (Ankervorrichtung)**

Mit den Adapterrahmen (Ankervorrichtung) der Fa. Maurer SE wird eine andere Philosophie bei der Verankerung von Bauteilen auf Eisenbahnbrücken als bei Verbundankerschrauben verfolgt. Hier wird ein besonderes Augenmerk auf die Abdichtung der Eisenbahnbrücken gelegt.

Bei den Adapterrahmen handelt es sich um eine Rahmenkonstruktion, welche aus vier verschweißten T- oder L-Profilen (je nach Anwendungsfall) besteht. Die geometrischen Abmessungen der Adapterrahmen können individuell auf den jeweiligen Anwendungsfall angepasst werden. Je nach Anwendungsfall werden die Adapterrahmen entweder mittels Kopfbolzen, welche an den Adapterrahmen angeschweißt sind, oder mittels Senkkopfdübeln im Tragwerk verankert.

Adapterrahmen mit Senkkopfdübeln (Abb. 3) werden eingesetzt, wenn keine Kräfte über die Adapterrahmen in das Tragwerk eingeleitet werden sollen. Das hat den großen Vorteil,

dass die Adapterrahmen nach der Betonage des Tragwerks bequem an der gewünschten Position verankert werden können, was eine große Flexibilität auf der Baustelle mit sich bringt. Anschließend kann in der Öffnung der Adapterrahmen z.B. nachträglich eine Anschlussbewehrung nach statischen Erfordernissen eingeklebt werden.

Adapterrahmen mit angeschweißten Kopfbolzen können Kräfte über den Adapterrahmen in das Tragwerk einleiten. In diesem Fall müssen die Adapterrahmen auf dem Bewehrungskorb des Tragwerks positioniert und anschließend einbetoniert werden. Je nach Anwendungsfall können auf den Innenseiten der Adapterrahmen Kopfbolzen für das zu verankernde Bauteil vorgesehen werden. Dadurch kann ggf. auf eine Anschlussbewehrung verzichtet werden. Wenn die Adapterrahmen auf dem Tragwerk verankert sind, können die Abdichtungsarbeiten beginnen (Abb. 4). Die Abdichtung wird dabei an die Flansche der Rahmenkonstruktion geklebt. Die Flansche entsprechen dabei den Vorgaben der DIN 18532-1. Die Öffnung der Adapterrahmen wird nicht abgedichtet.

Mithilfe dieses unscheinbaren Bauteils können künftig Planungen und Bauausführungen sicherer und vor allem variabler gestaltet wer-



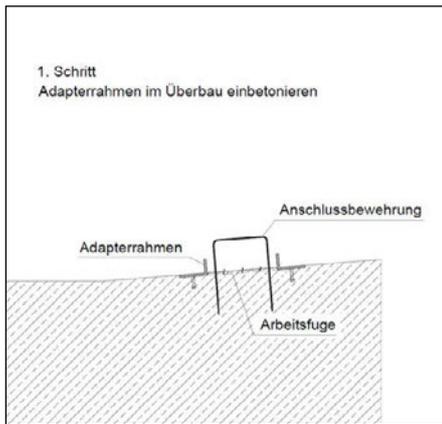
# ON TRACK TO POWER YOUR FUTURE

FULL POWER. HIGH EFFICIENCY. AT ANY TIME.

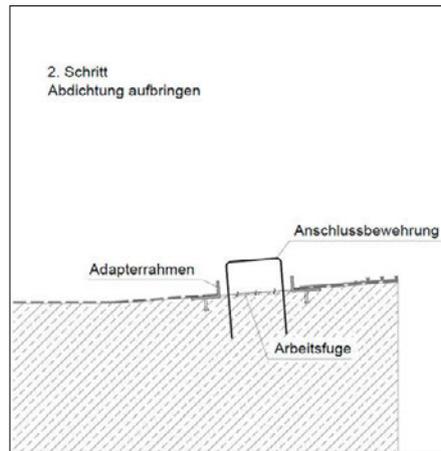


**Meet us in Hall 2.2 – Booth 150**

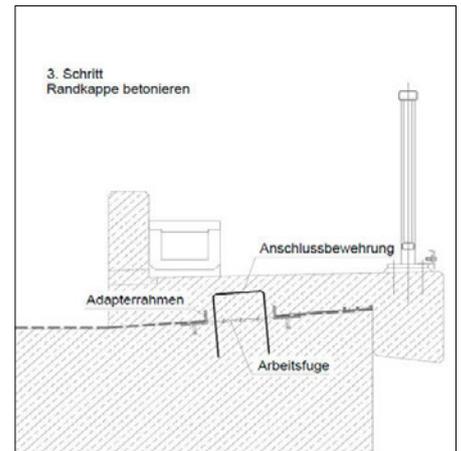




**Abb. 4:** Adapterrahmen (Ankervorrichtung) wird im Tragwerk einbetoniert oder nachträglich mittels Senkkopfdübeln verankert.



**Abb. 5:** Anschließend wird die Abdichtung hergestellt.



**Abb. 6:** Zum Schluss wird das zu verankernde Bauteil, in diesem Fall die Randkappe, betoniert.

den. Abdichtungen werden nicht mehr nachträglich durchdrungen, und die daraus folgenden Unterläufigkeiten werden vermieden.

**Fazit aus Sicht der DB**

Aus Sicht des Infrastrukturbetreibers DB sind beide Systeme hervorragend dazu geeignet, Bauteile auf Eisenbahnbrücken zu verankern, ohne die Abdichtung zu schädigen und damit Unterläufigkeiten zu verursachen. Besondere

Stärken der Verbundankerschrauben der Fa. Toge liegen vor allem in der nachträglichen Verankerung von Bauteilen auf Bestandsbauwerken sowie bei der Sanierung von Bestandsbauwerken. Dennoch dürfen die Einsatzmöglichkeiten der Verbundankerschraube bei Neubauten nicht unterschätzt werden. Die Adapterrahmen (Ankervorrichtung) Fa. Maurer SE und deren Einsatzmöglichkeiten sind ebenso vielfältig und bieten ein sehr breites Anwen-

dungsspektrum. Gerade bei Neubauten stellt es ein adäquates zweites System zur Verbundankerschraube dar, vor allem bei der Rückverankerung von Randkappen, unabhängig davon, ob sie in Ortbeton oder in Fertigteilbauweise hergestellt werden. Damit bekommt der Infrastrukturbetreiber DB die Möglichkeit, in der Ausschreibung produktneutral zu agieren. Beide Systeme können ohne zusätzliche Zustimmung in Form einer UIG eingesetzt werden. ■



**Dipl.-Ing. Waldemar Gunkel**  
Leiter der Entwicklung  
Toge Dübel GmbH & Co. KG, Nürnberg  
wgunkel@toge.de



**Dipl.-Ing. Stefan Vollert**  
Projektleiter Produktentwicklung  
Maurer Engineering GmbH, München  
s.vollert@maurer.eu



**Dipl.-Ing. Tristan Mölter**  
Bauartbetreuung  
DB InfraGO GmbH, München  
tristan.moelter@deutschebahn.com

# Fortrac® Systems

Fortrac Systems sind modulare und wirtschaftliche Lösungen für Ingenieurbauwerke mit Geogitter-Bewehrter-Erde. Realisieren Sie setzungsunempfindliche Stützkonstruktionen wie Hang- und Böschungssicherungen selbst mit übersteilen Böschungen sowie Widerlager einfach, effizient und gleichzeitig ökologisch nachhaltig.

Übrigens, die Fortrac-Geogitter können als Teil der HUESKER **ecoLine** für Ihr Bauvorhaben auch aus recyceltem Polyester hergestellt werden.



# Erhöhung der Querkrafttragfähigkeit geschraubter Verbindungen

Vorspannkraftverluste und Haftreibungskoeffizienten für grundierte Oberflächen mit reibwerterhöhenden Folien in vorgespannten Verbindungen

JUSTUS MANTIK | MAIK DÖRRE |  
FRITZ WEGENER | ALEX-LEON HOLM |  
WILKO FLÜGGE

**Aus Gründen des Korrosionsschutzes werden im Schienenfahrzeugbau vorwiegend Bauteile mit grundierten Kontaktflächen verschraubt. Der in die Auslegung der Verbindung eingehende Haftreibungskoeffizient  $\mu$  ist allerdings verhältnismäßig gering ( $\mu \approx 0,15$ ). Vielversprechendes Potenzial bieten reibwerterhöhende Folien, mit welchen die Reibung in der Scherfuge laut Hersteller auf bis zu  $\mu = 0,95$  gesteigert werden kann. Die exakte Quantifizierung dieses tragfähigkeitssteigernden Effektes beim Einsatz der Folien sowie die damit verbundenen Vorspannkraftverluste werden in diesem Beitrag thematisiert.**

## Einleitung

Im Schienenfahrzeugbau kommen vorrangig geschweißte und geschraubte Verbindungen zum Einsatz [1]. Vorteile der geschraubten Verbindung sind beispielsweise der geringe Qualifizierungsbedarf des Personals sowie die Möglichkeit, die Verbindung im Falle einer Wartung oder Reparatur ohne Beschädigung der Bauteile zu lösen. Auch neuartige modulare Fahrzeugkonzepte wie beispielsweise der von VTG und DB Cargo entwickelte  $m^2$ -Tragwagen lassen sich nur mittels mechanischer Füge-technologien realisieren.

Für Schraubenverbindungen im Schienenfahrzeugbau gilt die Konstruktionsrichtlinie DIN 25201. Teil 1 [2] regelt dabei die Risikoklassen und Kategorien der Schraubenverbindungen. Verschraubungen der Risikoklasse H (hoch – Versagen der Verbindung ist eine Gefahr für Leib und Leben) und M (mittel – Versagen der Verbindung führt zu einer Funktionsstörung des Fahrzeuges) sind dabei reibschlüssig auszuliegen. Somit darf zu keinem Zeitpunkt des Betriebes ein Gleiten der verspannten Bauteile auftreten. Durch das Anziehen der Schraubengarnitur mittels eines Drehmoments wird eine Vorspannkraft in die Verbindung eingebracht, sodass auftretende Scherkräfte reibschlüssig übertragen werden (Abb. 1).

Der Nachweis einer reibschlüssigen Verbindung ist erfüllt, wenn die einwirkende Querkraft  $F_{Q, res}$  stets kleiner als die zulässige Grenzgleitkraft  $F_{Q, zul, \mu}$  ist (Gleichung (1)) [3]. Folglich versagt die Verbindung bereits beim einmaligen Überschreiten der Gleitkraft.

Die Grenzgleitkraft  $F_{Q, zul, \mu}$  ist dabei zum einen abhängig von der minimalen verbleibenden Restklemmkraft in der Verbindung  $F_{KR, min}$  und zum anderen vom Haftreibungskoeffizienten in der kraftübertragenden Trennfuge  $\mu_T, min$  (Gleichung (2)).

Da Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 aufgrund der höheren plastischen Reserven im Vergleich zur Festigkeitsklasse 10.9 im Schienenfahrzeugbau bevorzugt werden und darüber hinaus Schrauben der Festigkeitsklasse 12.9 wegen der geringen Duktilität und der

Neigung zum wasserstoffinduzierten Sprödbruch zu vermeiden sind [4], ist eine Erhöhung der Vorspannkraft demnach nur über eine Vergrößerung des Nenndurchmessers der Schraube bzw. durch ein exakteres Anziehverfahren möglich. Ein größerer Nenndurchmesser führt allerdings wiederum zu größeren Anschlussmaßen und ist demnach mit einem höheren Materialeinsatz verbunden. Dies widerspricht dem geltenden Leichtbaugedanken und ist außerdem mit weiteren Nachteilen wie größeren Exzentrizitäten und größeren Anziehwerkzeugen verbunden. Ein Anziehverfahren, mit welchem die Vorspannkraft exakter eingebracht wird, stellt aufgrund der teureren Werkzeuge und des zusätzlichen Qualifizierungsbedarfs für das Personal ein Hemmnis dar, da im Schienenfahrzeugbau das Vorspannen mittels Drehmoment-Verfahren etabliert ist. Ein Wechsel des Anziehverfahrens müsste demnach unternehmensübergreifend erfolgen, da der Hersteller des Fahrzeuges nicht zwangsläufig auch für die Wartung und Reparatur zuständig ist. Vor diesem Hintergrund stellen Schließringbolzensysteme eine potenzielle Alternative zur klassischen Schraubenverbindung dar. Aus dem torsionsfreien Vorspannen des Bolzens resultieren sehr geringe Vorspannkraftstreuungen von  $\alpha_A = 1,05$  [5]. Im Reparaturfall ist dennoch die Möglichkeit zum Austausch gegen eine Schraube und somit zur Verwendung des drehmomentgesteuerten Vorspannens gegeben. Nichtsdestotrotz kommt dem Erhalt der Vorspannkraft und somit möglichst gering-

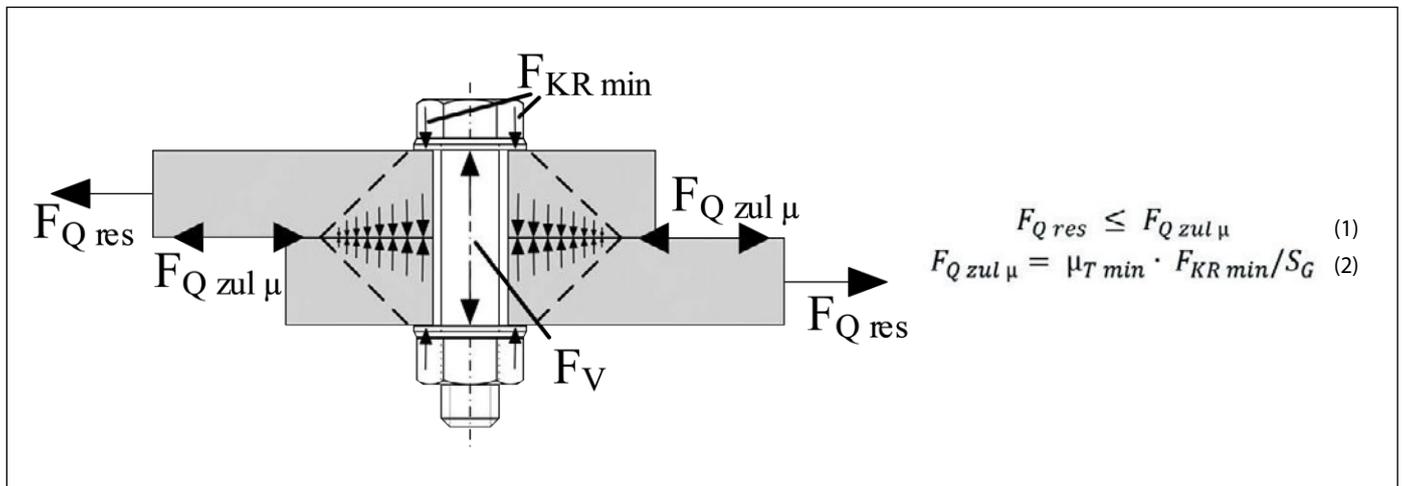
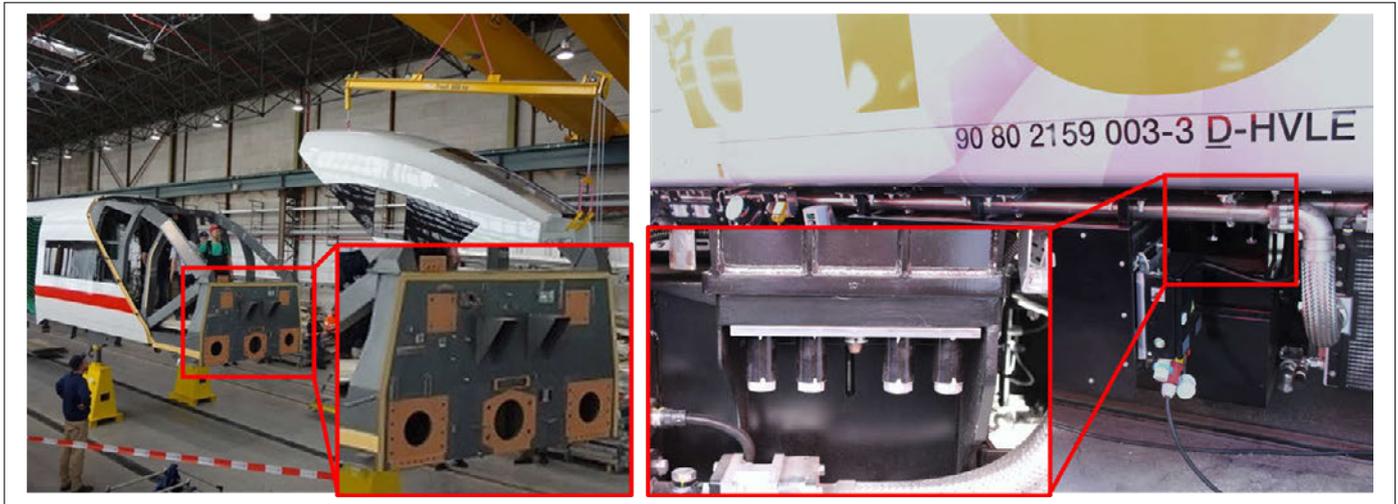


Abb. 1: Prinzip der Scherkräfteübertragung in vorgespannten Verbindungen

Quelle aller Abb.: Fraunhofer IGP



**Abb. 2:** Maßnahmen zur Reduzierung der Vorspannkraftverluste (links – Maskieren der Kontaktflächen am ICE 4 [6], rechts – Einsatz von Dehnhülsen an einer Eurodual-Lokomotive)

gen Vorspannkraftverlusten eine besondere Bedeutung zu. Vorspannkraftverluste können nicht verhindert, bei fundierter Kenntnis jedoch in der Auslegung berücksichtigt und mittels geeigneter Maßnahmen, wie beispielsweise dem Maskieren der Kontaktflächen oder durch den Einsatz von Dehnhülsen, reduziert werden (Abb. 2). Im Schienenfahrzeugbau sind insbesondere Vorspannkraftverluste infolge Setzens von Bedeutung, die auf das plastische Einebnen von Oberflächenrauigkeiten in den Auflageflächen, den belasteten Flanken der gepaarten Gewinde sowie inneren Trennfugen zurückzuführen sind [3]. Hinzu kommen Vorspannkraftverluste infolge schwingender Belastung.

Im Hinblick auf Gleichung (2) (Abb. 1) wird außerdem ein möglichst hoher Haftreibungskoeffizient in der kraftübertragenden Trennfuge angestrebt. Dieser kann nach geltenden Regelwerken (VDI 2230-1 [3], DIN 25201-2 [4]) für blanke Oberflächen zwischen  $\mu=0,1 \dots 0,4$  angenommen werden. Aus Korrosionsschutzgründen wird

Versuchskomplex	Serie	Ziel der Untersuchung
I	I.1	Vorspannkraftverluste infolge Setzens
	I.2	Vorspannkraftverluste infolge schwingender Belastung
II	II.1	Haftreibungskoeffizient in der Trennfuge $\mu_{r,min}$
	II.2	Haftreibungskoeffizient in der Trennfuge $\mu_{r,min}$ nach schwingender Vorbelastung

**Tab. 1:** Zusammenfassung des Versuchsprogramms

jedoch, wie in Abb. 2 ersichtlich, auf grundierten Kontaktflächen verschraubt, für die der Haftreibungskoeffizient nicht normativ definiert ist und experimentell bestimmt werden muss. Aufgrund der glatten Oberfläche wird herstellerseitig ein Erfahrungswert von  $\mu=0,1 \dots 0,2$  angenommen. Vielversprechendes Potenzial bietet demnach der Einsatz reibwerterhöhender Folien mit einem Haftreibungskoeffizienten bis zu  $\mu=0,95$  (laut Herstellerangaben) [7].

Ziel der in diesem Beitrag vorgestellten Untersuchungen war die Quantifizierung dieses trag-

fähigkeitssteigernden Effektes beim Einsatz der reibwerterhöhenden Folien für eine grundierte Oberfläche unter Berücksichtigung der damit verbundenen Vorspannkraftverluste. Die grundierte Oberfläche ohne reibwerterhöhende Folie diente dabei als jeweilige Referenz.

#### Experimentelle Untersuchungen

Die in diesem Beitrag vorgestellten Untersuchungen untergliedern sich in zwei Versuchskomplexe mit jeweils zwei Versuchsserien. Dabei wurden für alle Untersuchungen dieselben Prüfkörper verwendet.

CN△CONSULT

DiLoc® | Sync  
Einfach. Alles. Dabei.

## EIN vollständiger Fahrplan

Der **Dynamische Fahrplan** mit EBUla, Tages-La und Fplo für eine entspannte und zuverlässige Fahrt.

CN-Consult GmbH  
Am Seifen 12  
D-35756 Mittenaar  
Tel.: +49 2778 37200-00

Schenkstrasse 1  
CH-3380 Wangen an der Aare  
Tel.: +41 61 5003756

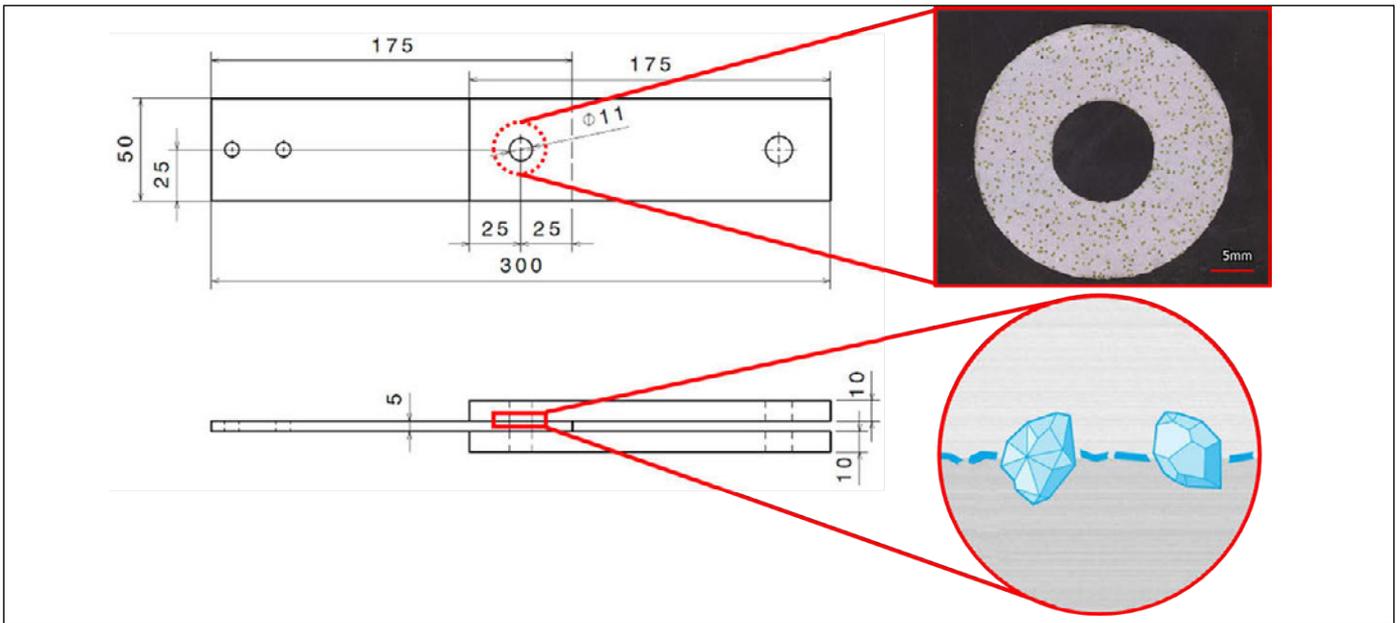
info@cn-consult.eu  
www.cn-consult.eu

IRIS®  
Certification



Besuchen Sie uns  
auf der InnoTrans!  
24.-27.09.2024  
Halle 2.1, Stand 720





**Abb. 3:** Prüfkörpergeometrie (links), reibwerterhöhende Folie (rechts oben), Verzahnung der Diamanten mit dem Bauteilwerkstoff (rechts unten) [7]  
Quelle: Fraunhofer IGP

In Versuchskomplex I wurden in Serie I.1 die Vorspannkraftverluste infolge Setzens und in Serie I.2 die Vorspannkraftverluste infolge schwingender Belastung jeweils für die grundierte Oberfläche und die grundierte Oberfläche mit reibwerterhöhender Folie untersucht.

Der anschließende Versuchskomplex II widmete sich der Bestimmung des Haftreibungskoeffizienten ohne (Serie II.1) und mit schwingender Vorbelastung (Serie II.2). Auch hier wurde eine grundierte Oberfläche ohne und mit reibwerterhöhender Folie geprüft.

Einen Überblick über die durchgeführten Untersuchungen bietet Tab. 1.

#### Untersuchungsgegenstand

Als Prüfkörper kam eine zweischnittige Durchsteckschraubenverbindung zum Einsatz (Abb. 3, links). Dadurch sollten Biegebeanspruchungen, wie sie durch den Schwerelinienversatz einschnittiger Prüfkörper bekannt sind, während der späteren Scherbelastung (Versuchskomplex II) vermieden und sollte die Verbindung ausschließlich mit einer Scherzugkraft beansprucht wer-

den. Es ist anzumerken, dass die gewählte Prüfkörpergeometrie nicht den normativ geregelten, stahlbaulichen Abmessungen des Prüfkörpers zur Bestimmung des Haftreibungskoeffizienten nach dem Anhang G der DIN EN 1090-2 [8] entspricht. Das Klemmlängen-Durchmesser-Verhältnis  $l_k/d$  lag entgegen der Empfehlung der DIN 25201-2 [4] bei 2,5 (angestrebt wird  $l_k/d = 3 \dots 5$ ) und bildete somit bezüglich der Vorspannkraftverlust-Untersuchung einen konservativeren Fall ab. Die Prüflaschen wurden aus einem für den Schienenfahrzeugbau üblichen Baustahl

Serie	Bauteilwerkstoff	Verbindungselement	$l_k/d$	FM [kN]	Reibfläche	Schwingende Belastung	Versuchszahl
I.1	S355J2+N	Bobtail 3/8" - 16 - 8.8	2,5	26,6	Wefapox-12 Grund	-	16
					Wefapox-12 Grund + Friction Inserts		17
Wefapox-12 Grund					$F_O = 4,7 \text{ kN}, R = -1, N = 10\,000 \text{ LW}$	9	
Wefapox-12 Grund + Friction Inserts						$F_O = 14,8 \text{ kN}, R = -1, N = 10\,000 \text{ LW}$	10
II.1					-	Wefapox-12 Grund	5
						Wefapox-12 Grund + Friction Inserts	5
II.2					$F_O = 4,7 \text{ kN}, R = -1, N = 10\,000 \text{ LW}$	Wefapox-12 Grund	5
						Wefapox-12 Grund + Friction Inserts	$F_O = 14,8 \text{ kN}, R = -1, N = 10\,000 \text{ LW}$

Abk.:  $l_k/d$  = Klemmlängen-Durchmesser-Verhältnis |  $F_M$  = Montagevorspannkraft |  $F_O$  = Oberlast der schwingenden Vorbelastung |  $R$  = Verhältnis zwischen Unter- und Oberlast der schwingenden Belastung |  $N$  = Schwingspielzahl

Σ 72

**Tab. 2:** Zusammenfassung des Untersuchungsgegenstandes

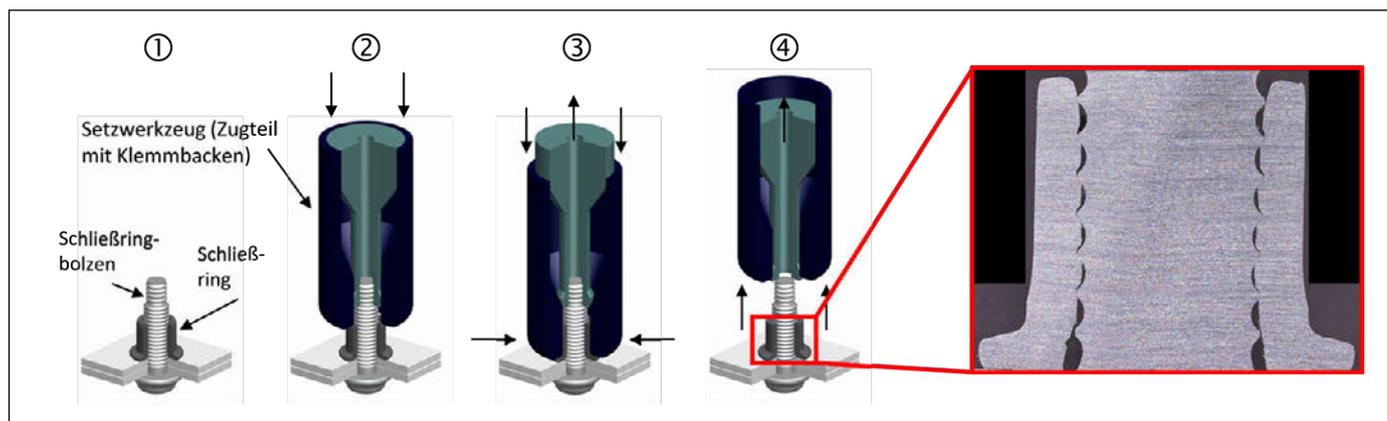


Abb. 4: Montageprozess des Schließringbolzensystems (links) [5], Detailansicht des eingeförmten Schließrings (rechts)

S355J2+N gefertigt. Anschließend erfolgte ein Strahlprozess in Vorbereitung auf das Applizieren der branchentypischen Grundierung Wefapox-12 Grund. Diese wurde im Niederdruckverfahren ( $p=2$  bar) in drei Durchgängen mit entsprechenden Abluftzeiten zur Einstellung des Zielschichtdickenbereiches zwischen  $90\ \mu\text{m}$  und  $120\ \mu\text{m}$  ausschließlich auf die Reibflächen der Verbindung appliziert. Die Flächen unter dem Kopf und der Mutter des verwendeten Verbindungselementes wurden nicht grundiert und lagen somit im gestrahlten Zustand vor ( $R_z=37\ \mu\text{m} \pm 4\ \mu\text{m}$ ). Abschließend wurden die Prüflaschen für sechs Stunden bei  $60^\circ\text{C}$  im Ofen getrocknet. Als tatsächliche Schichtdicke wurden im Mittel  $125\ \mu\text{m} \pm 23\ \mu\text{m}$  gemessen.

Bei den reibwerterhöhenden Folien „Friction Inserts“ (Abb. 3, rechts oben) der Firma Freudenberg Performance Materials handelt es sich um einen Vliesstoff mit eingebetteten Industriediamanten. Zur Aktivierung des tragfähigkeitssteigernden Effekts der Folien ist es notwendig, dass sich die Diamanten durch die in diesem Fall weichere Beschichtung drücken und sich mit dem Bauteilwerkstoff verzahnen (Abb. 3, rechts unten). Die Größe der Diamanten und deren Belegungsichte sind dabei vom Hersteller auf den individuellen Anwendungsfall einstellbar und lagen für diese Untersuchung bei  $275\ \mu\text{m}$  und 8 %.

Zur Herstellung der reibschlüssigen Verbindungen wurden Schließringbolzen des Typs C [5] BT98T-BR12-16GA (Nenn Durchmesser 9,5 mm) sowie die entsprechenden Schließringe Typ B [5] BTC-R12GAHL verwendet. Beim Schließringbolzensystem handelt es sich um ein innovatives Verbindungselement, welches neben den Vorteilen der vorgespannten Schraubengarnitur durch das Einformen des Ringwerkstoffes in die Rillen des Schließringbolzens eine losdrehsichere Verbindung ermöglicht. Die eingebrachte Montagevorspannkraft wird durch den torsionsfreien Anziehvorgang mit sehr geringen Streuungen (Anziehungsfaktor  $\alpha_A=1,05$  [5]) herstellerseitig für die Festigkeitsklasse 8.8 auf  $F_M=26,6\ \text{kN}$  festgelegt [9].

Der Anziehvorgang des Schließringbolzensystems ist in Abb. 4 und wie folgt beschrieben:

1. Der Schließringbolzen wird durch die Durchgangslöcher der Bauteile geführt, und der Schließring wird an der entgegengesetzten Seite auf die Rillen gesteckt.
2. Das Anziehwerkzeug wird an der Ringseite angesetzt. Das Werkzeug greift das Zugteil und längt den Bolzen.

3. Das Werkzeug drückt sich über den Ring und formt somit den Werkstoff des Rings in die Rillen des Bolzens.

4. Das Werkzeug wird entfernt, der gelängte Bolzen federt zurück, und eine permanente Vorspannkraft wurde eingebracht.

Zur Messung der Vorspannkraft während der Versuche wurden Dehnungsmessstreifen (DMS) des Typs BTMC-1-D16-003LE in eine Bohrung entlang der Rotationsachse im Klemmbereich

## Leuchten + Metall Technik GmbH

### Zertifiziertes Schweißen für Schienenfahrzeuge

Leuchten  
Metall Technik  
**LMT**



www.lmtgmbh.de  
@info@lmtgmbh.de  
+49 9174 4797 -0

## Schweißteile für Schienen- fahrzeuge nach DIN EN 15085-2 CL1

InnoTrans Besuchen Sie uns:  
Halle 5.2  
Stand 720

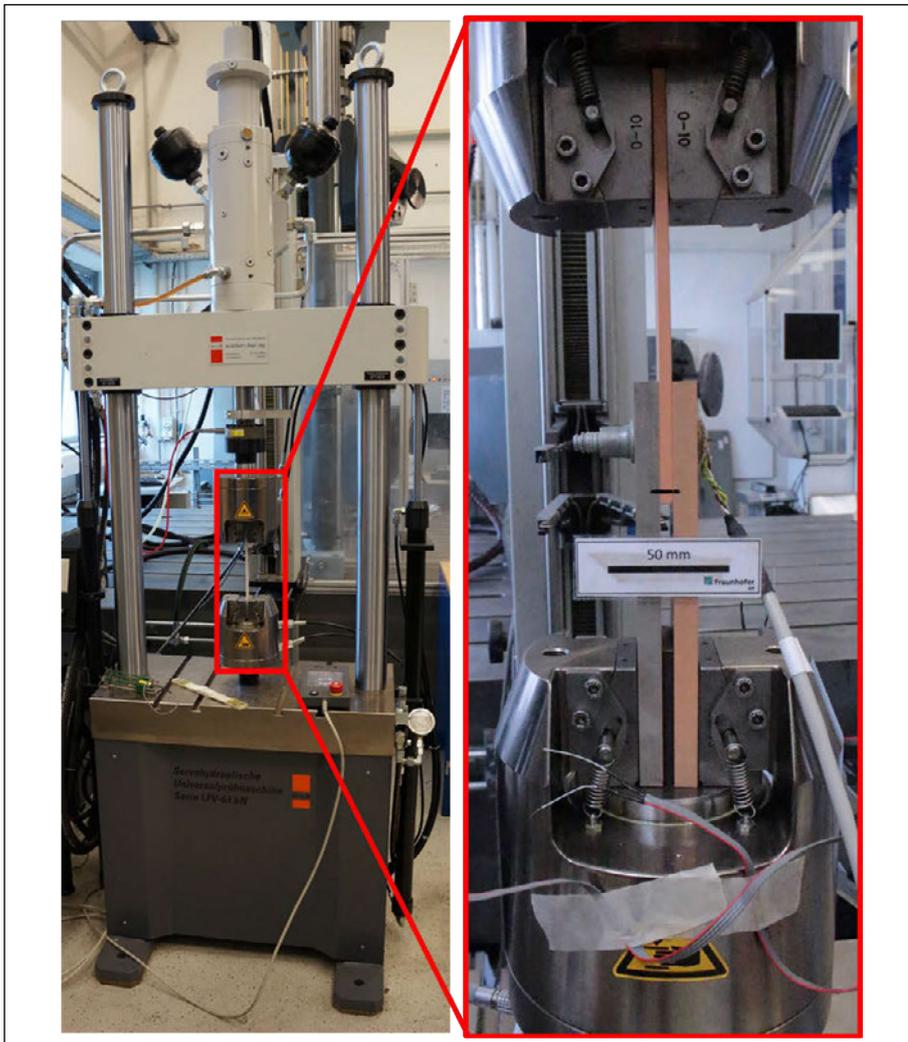


Abb. 5: Prüfaufbau der schwingenden Belastung

der Schließringbolzen mit einem Cyanoacrylat-Klebstoff appliziert. Die instrumentierten Bolzen wurden anschließend an der Universal-Zugprüfmaschine Z50 auf mehreren Laststufen innerhalb ihres Arbeitsbereiches kalibriert.

Die Versuchsparameter des Untersuchungsgegenstandes sind übersichtlich in Tab. 2 zusammengefasst.

### Versuchskomplex I – Vorspannkraftverluste infolge Setzens und infolge schwingender Belastung

Versuchsaufbau und -durchführung

Zu Beginn der Montage der Prüfkörper ohne reibwerterhöhende Folie wurde aufgrund der späteren schwingenden Wechselbelastung ( $R = -1$ ) auf eine zentrische Positionierung des Bolzens im Durchgangsloch geachtet. Somit wurde sichergestellt, dass die Verbindung in keine der Belastungsrichtungen eine Scher-/Lochleibungstragwirkung aufwies. Anschließend wurden die Schließringbolzenverbindungen torsionsfrei nach dem in Abb. 4 dargestellten Verfahren vorgespannt.

Die Montage der Prüfkörper mit den reibwert erhöhenden Folien erfolgte identisch. Allerdings wurden die Reibflächen der Prüflaschen vor dem Vorspannen mit Wasser benetzt und anschließend die Folien mit einer Pinzette appliziert. Dadurch haftete der Vliesstoff an der Kontaktfläche, und die Prüfkörper konnten ohne die Gefahr des Verrutschens der Friction Inserts montiert werden.

Zur Bestimmung der Vorspannkraftverluste infolge Setzens (Serie I.1) wurden die Prüfkörper für mindestens fünf Tage unter kontinuierlicher Messung der Vorspannkraften lastfrei

Serie	Versuchsanzahl	Reibfläche	Schwingende Vorbelastung		$m_x$	$V_x$	$X_d$
I.1	16	Wefapox-12 Grund	-	$F_M$ [kN]	30,7	5,2 %	27,9
				$F_{V_{50a}}$ [kN]	24,9	5,3 %	22,6
				$\Delta F_Z$ [-]	23,2 %	6,7 %	25,9 %
	17	Wefapox-12 Grund + Friction Inserts		$F_M$ [kN]	31,8	2,0 %	30,7
				$F_{V_{50a}}$ [kN]	22,1	3,8 %	20,6
				$\Delta F_Z$ [-]	30,6 %	6,6 %	34,1 %
I.2	9	Wefapox-12 Grund	$F_o = 4,7$ kN, $R = -1$ , $N = 10000$ LW	$F_{V_{zykl,start}}$ [kN]	26,7	4,9 %	-
				$F_{V_{zykl,ende}}$ [kN]	26,7	4,9 %	-
	10	Wefapox-12 Grund + Friction Inserts		$F_{V_{zykl,start}}$ [kN]	25,2	4,9 %	-
				$F_{V_{zykl,ende}}$ [kN]	24,3	5,4 %	-

Abb.:  $F_o$  = Oberlast der schwingenden Vorbelastung |  $R$  = Verhältnis zwischen Unter- und Oberlast der schwingenden Belastung |  $N$  = Schwingenspielzahl

Tab. 3: Ergebnisse der Vorspannkraftuntersuchungen des Versuchskomplexes I

in der Klimakammer des Fraunhofer IGP ausgelagert.

Darauffolgend wurden die Prüfkörper der Serie I.2 an der servohydraulischen Prüfmaschine LFV-63kN-HM, bei gleichzeitiger Messung der Schraubkraft, schwingend belastet (Abb. 5). Somit konnte eine Überlagerung der Vorspannkraftverluste infolge Setzens und der Vorspannkraftverluste infolge der schwingenden Belastung weitgehend ausgeschlossen werden. Als Verhältnis zwischen Unter- und Oberlast der schwingenden Belastung wurde  $R = -1$  gewählt, da dies nach [10] die kritischste Belastung bezüglich der Vorspannkraftverluste darstellt. Die Oberlast  $F_o$  definierte sich jeweils auf 70 % der mittleren Gleitkraft  $F_{Sm}$  aus den Untersuchungen zum Haftreibungskoeffizienten aus Versuchskomplex II. Da die Untersuchungen hauptsächlich dazu dienten, den Einfluss der schwingenden Belastung auf den Haftreibungskoeffizienten zu ermitteln, wurde die Schwingenspielzahl zweckmäßig auf  $N = 10\,000$  Lastwechsel begrenzt. Aus [10, 11] ist bekannt, dass der Großteil der Vorspannkraftverluste bereits in den ersten Lastzyklen auftritt und mit zunehmenden Schwingenspielzahlen entsprechend des logarithmischen Verlaufs abklingt. Dennoch summieren sich die Vorspannkraftverluste über die verbleibende

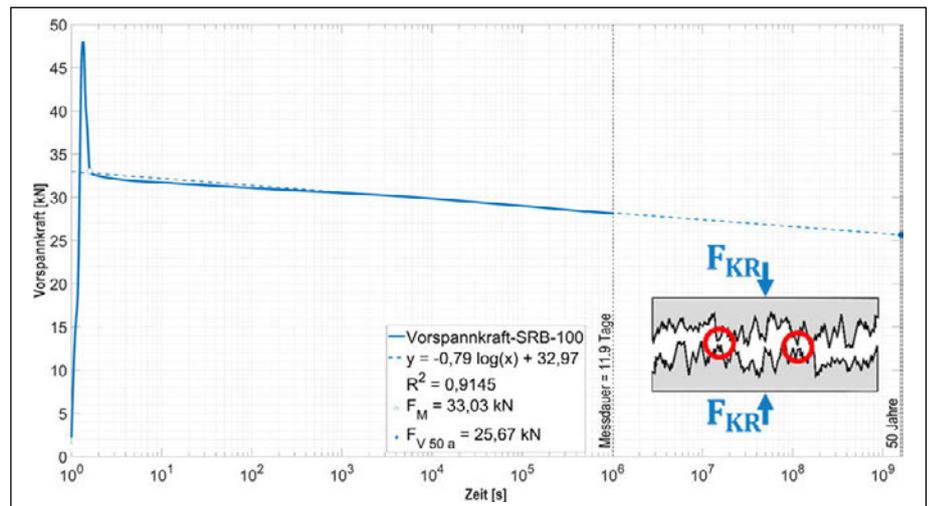


Abb. 6: Exemplarisches Vorspannkraft-Zeit-Diagramm zur Auswertung der Vorspannkraftverluste

Lebensdauer der Konstruktion zu signifikanten Anteilen auf und sollten daher zwingend berücksichtigt werden, was jedoch höhere Schwingenspielzahlen voraussetzen würde.

Versuchsauswertung und -ergebnisse  
Die Setzkraftverluste, welche durch die plastische Eibnung der Oberflächenrau-

igkeiten verursacht werden, stellen sich typischerweise als logarithmischer Verlauf dar (Abb. 6). Nach [12] ist bekannt, dass sich die Vorspannkraftverluste zwar einem Grenzwert annähern, jedoch über die Zeit zu großen Beträgen aufsummieren. Daher ist eine Extrapolation der Vorspannkraftverluste auf die Lebensdauer der Konstruktion

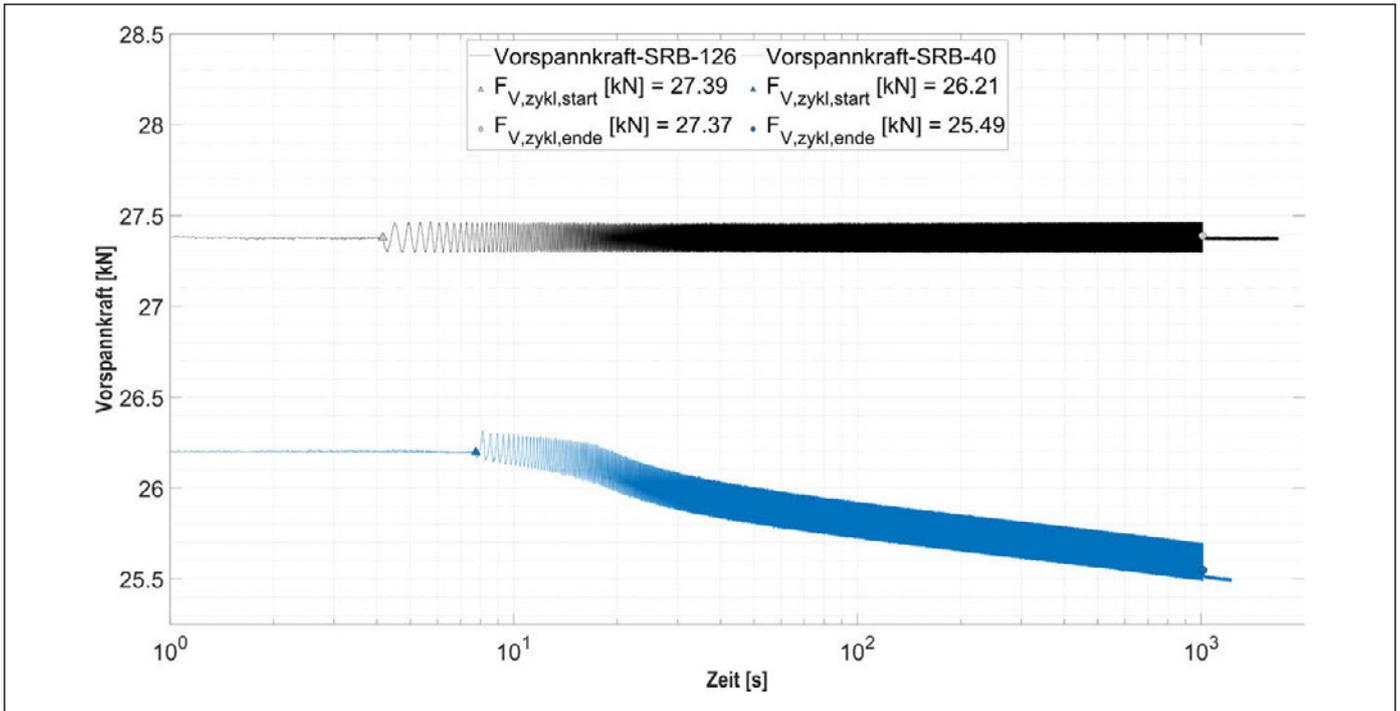
safety on tracks

**SCHWEIZER**  
**60 ELECTRONIC**  
JAHRE . YEARS . ANNÉES . ANNI

Besuchen Sie uns -  
Halle 2.2 Stand 250

- Warnanlagen
- Bahnübergänge
- Funksysteme
- Innovation & Digitalisierung

schweizer-electronic.com



**Abb. 7:** Einfluss der schwingenden Belastung auf die Vorspannkraften rein grundierter Reibflächen (schwarz) sowie mit zusätzlichen reibwerterhöhenden Folien in den Trennfugen (blau)

(in diesem Fall die potenzielle Lebensdauer eines Schienenfahrzeugs von 50 Jahren [1]) notwendig, um eine geeignete Abschätzung treffen zu können.

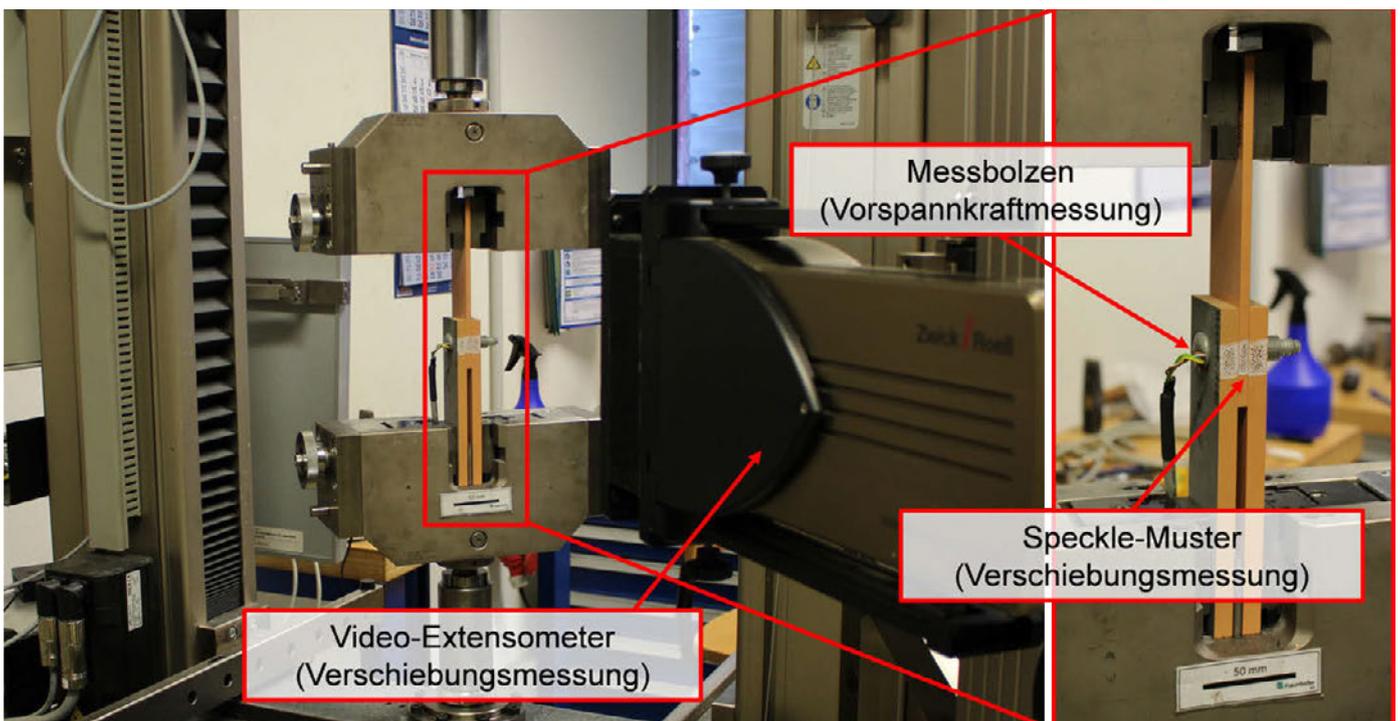
Der relative Vorspannkraftverlust infolge Setzens errechnet sich entsprechend Gleichung (3) als Differenz der Montagevorspannkraft  $F_M$  und der extrapolierten Vorspannkraft  $F_{V_{50a}}$  bezogen auf  $F_M$ . Das Initialniveau der

Vorspannkraft (Montagevorspannkraft  $F_M$ ) wurde dabei nach dem globalen Sekantenverfahren nach [12] bestimmt.

$$\Delta F_Z = (F_M - F_{V_{50a}}) / F_M \cdot 100 \% \quad (3)$$

Als Auswertepunkte für die Bestimmung der Vorspannkraftverluste infolge schwingender Belastung diente die Vorspannkraft unmittel-

bar vor ( $F_{V,zykl,start}$ ) und nach der schwingenden Belastung ( $F_{V,zykl,ende}$ ). Wie bereits beschrieben reicht die gewählte Schwingenspielzahl von  $N=10000$  LW nicht aus, um die Vorspannkraftverluste infolge schwingender Belastung quantitativ zu bestimmen. Dennoch zeigt sich der Trend, dass die Verwendung von reibwerterhöhenden Folien zu höheren Vorspannkraftverlusten infolge schwingender



**Abb. 8:** Prüfaufbau der quasistatischen Gleitkraftversuche

Belastung führt (Abb. 7). Als Ursache wird die fortschreitende Einarbeitung der Diamanten in der Trennfuge infolge der schwingenden Belastung und dem daraus resultierenden Mikroschlupf angenommen.

Für beide Reibflächen konnten die Vorspannkraften laut Hersteller zuverlässig eingebracht werden ( $F_M > 26,6$  kN [9], Tab. 3). Weiterhin zeigte sich in Serie 1 des Versuchskomplexes I, dass die relativen Vorspannkraftverluste  $\Delta F_Z$  infolge Setzens bei Verwendung der reibwerterhöhenden Folien im Vergleich zur rein grundierten Reibfläche im Mittel von 23,2 % auf 30,6 % zunehmen. Ähnlich verhält sich der charakteristische Wert  $X_d$  der Vorspannkraftverluste (95 %-Fraktile nach Student-t-Verteilung [13]) mit einer Steigerung von 25,9 % auf 34,1 % bei Verwendung der reibwerterhöhenden Folien. Die reibwerterhöhenden Folien wirken sich demnach nur negativ auf das Setz-, nicht jedoch auf das Montageverhalten aus. Die erhöhten Vorspannkraftverluste bei Verwendung der reibwerterhöhenden Folien erklären sich nach Meinung der Verfasser durch die punktuelle Steigerung der Flächenpressung zwischen den Diamanten und dem Bauteilwerkstoff bzw. der Beschichtung, was jedoch das Wirkprinzip der Folien darstellt und somit zur Funktionserfüllung erforderlich ist.

### Versuchskomplex II – Bestimmung des Haftreibungskoeffizienten ohne und mit schwingender Vorbelastung

Im Anschluss an die Untersuchungen zu den Vorspannkraftverlusten des Versuchskomplexes I wurden an denselben Prüfkörpern die Haftreibungskoeffizienten ermittelt.

#### Versuchsaufbau und -durchführung

Die Bestimmung des Haftreibungskoeffizienten erfolgte mittels quasistatischer Gleitkraftversuche in Anlehnung an DIN EN 1090-2, Anhang G [8] an der Universal-Zugprüfmaschine Z50. Dabei wurde der Prüfkörper im weggeordneten Modus mit einer Kraft senkrecht zur Bolzenachse belastet. Während des Versuches wurden die Vorspannkraft im Schließringbolzen, die Maschinenkraft und die relative Verschiebung der Außen- zur Innenlasche auf Höhe der Bolzenachse zeitsynchron erfasst. Zur optischen Verschiebungsmessung diente das Video-Extensometer. Der Versuchsaufbau der quasistatischen Gleitkraftversuche ist in Abb. 8 dargestellt.

#### Versuchsauswertung und -ergebnisse

Die Auswertung der quasistatischen Gleitkraftversuche erfolgte in Anlehnung an die DIN EN 1090-2, Anhang G [8] anhand von Kraft-Zeit-Verschiebungs-Diagrammen. Dabei sind grundsätzlich drei Kurventypen zu unterscheiden. Für Kurventyp I tritt ein Kraftmaximum vor einer Grenzverschiebung  $\delta = 0,15$  mm auf. Dieses Kraftmaximum wird als individuelle Gleitkraft  $F_{S1}$  ausgewertet. Für den Kurventyp II (Kraftplateau) ist der Knickpunkt

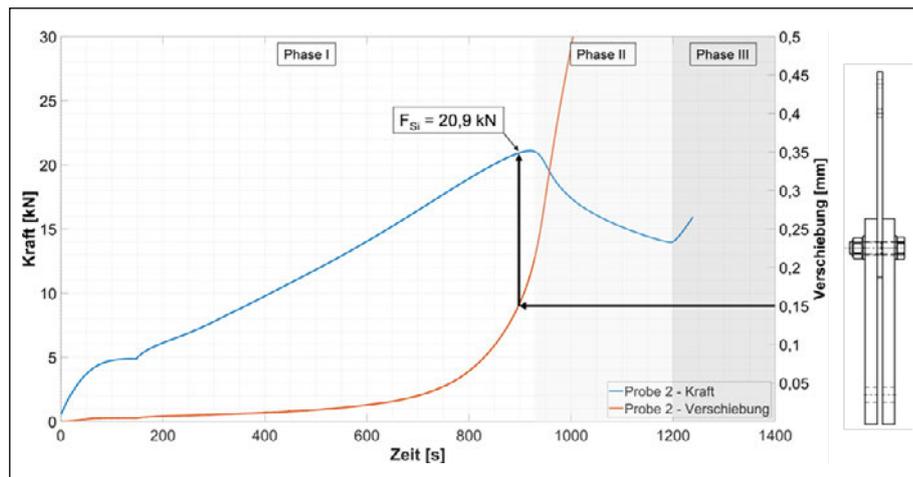


Abb. 9: Exemplarisches Kraft-Zeit-Verschiebungs-Diagramm eines Gleitkraftversuchs mit reibwerterhöhenden Folien

und für Kurventyp III (stetiger Verlauf der Kraft über die Verschiebung) die Kraft bei einer Verschiebung von  $\delta = 0,15$  mm zu bestimmen.

In Abb. 9 ist ein repräsentatives Kraft-Zeit-Verschiebungs-Diagramm dargestellt. Zu Beginn steigt die Kraft (bis auf das Nachsetzen der Spannbacken bei  $t = 150$  s) aufgrund der reibschlüssigen Tragwirkung nahezu linear

(Phase I). Da der Kraftverlauf dem Kurventyp III entspricht, wird die Kraft an der Grenzverschiebung  $\delta = 0,15$  mm als individuelle Gleitkraft  $F_{S1} = 20,9$  kN ausgewertet. Wenige Sekunden nach dem Erreichen der Grenzverschiebung kommt es zum Durchrutschen der Verbindung. Dies ist in diesem Fall durch einen signifikanten Kraftabfall charakterisiert (Pha-

InnoTrans 2024 | 24.09. – 27.09.2024  
Hall 27, Stand 760



### Sitzplatz-Reservierungssystem. *Innovativ, flexibel und effizient.*

- Frühzeitige Erkennung von Reservierungen dank LED-Indikatoren
- Gesteigerte Passagierfluss-Effizienz
- Energie-, kosteneffiziente und kontrastreiche Display-Technologie
- Eine Displaylösung für flexible Einbausituationen
- Nahtlose Integration mittels vielseitigen kundenspezifischen Anpassungsmöglichkeiten

eao

www.eao.com

Your Expert Partner for Human Machine Interfaces

Parameter			n	F <sub>Sm</sub> [kN]	F <sub>V start</sub> [kN]	Haftreibungskoeffizient μ		
Serie	Reibfläche	SV				m <sub>x</sub>	s <sub>x</sub>	V <sub>x</sub> [%]
II.1	WP-12	-	5	6,7	27,1	0,12	0,01	6,8
	WP-12 + FI		5	21,2	25,2	0,42	0,01	1,0
II.2	WP-12	F <sub>O</sub> = 4,7 kN	5	9,3	26,3	0,18	0,03	19,6
	WP-12 + FI	F <sub>O</sub> = 14,8 kN	5	23,7	24,4	0,48	0,02	4,4

Abk.: WP-12 – Wefapox-12 Grund | FI – Friction Inserts | SV – schwingende Vorbelastung | n – Versuchsanzahl | F<sub>Sm</sub> – mittlere Gleitkraft | F<sub>V start</sub> – Vorspannkraft zu Beginn des Versuchs | F<sub>O</sub> – Oberlast der schwingenden Vorbelastung | m<sub>x</sub> – Mittelwert | s<sub>x</sub> – Standardabweichung | V<sub>x</sub> – Variationskoeffizient

Tab. 4: Statistische Auswertung der ermittelten Haftreibungskoeffizienten für Versuchskomplex II

se II). Nach dem Überwinden des Lochspiels bei t = 1200 s liegt der Bolzen an der Lochwand an, sodass sich eine formschlüssige Verbindung ausbildet, was wiederum mit einem erneuten Kraftanstieg einher geht (Phase III). Aus der gemessenen Vorspannkraft zu Beginn des Versuches F<sub>V start</sub> in Verbindung mit Gleichung (5) ergibt sich der Haftreibungskoeffizient μ<sub>T min</sub>.

$$\mu_{T min} = F_{Si} / (2 \cdot F_{V start}) \quad (5)$$

Die statistische Auswertung der experimentell ermittelten Haftreibungskoeffizienten ist in Tab. 4 dargestellt.

Beim Vergleich der experimentell ermittelten Haftreibungskoeffizienten in Serie II.1 zeigt sich der tragfähigkeitssteigernde Effekt der reibwerterhöhenden Folien von μ = 0,12 auf μ = 0,42. Dies entspricht einem Anstieg des Haftreibungskoeffizienten von 350 % und ist maßgeblich auf die erhöhten mittleren Gleitkräfte F<sub>Sm</sub> (von 6,7 kN auf 21,2 kN) zurückzuführen. Gleichzeitig wirken sich auch die geringeren Vorspannkraft zu Beginn des Versuches F<sub>V start</sub> (verursacht durch die erhöhten Vorspannkraftverluste beim Einsatz der Folien) begünstigend auf den Haftreibungskoeffizienten aus. Weiterhin wurden die Streuungen der Ergebnisse von V<sub>x</sub> = 6,8 % auf V<sub>x</sub> = 1,0 % reduziert. Es ist anzunehmen, dass sich durch die reibwerterhöhenden Folien eine gleichmäßigere Reibfläche ausbildet. Dadurch wirken sich die Ursachen für die Streuungen in den Ergebnissen

wie beispielsweise lokale Schichtdickenschwankungen und lokal unterschiedliche Festigkeiten der Beschichtung geringer aus.

Aus weiterführenden Untersuchungen ist zusätzlich bekannt, dass die volle Wirkung der reibwerterhöhenden Folien erst nach einer gewissen Zeit nach dem Vorspannen des Verbindungselementes genutzt werden kann. In Stichversuchen wurden ebenfalls die Haftreibungskoeffizienten direkt im Anschluss an die Montage der Prüfkörper ermittelt. Diese ergaben sich im Mittel zu μ = 0,32. Ein zeitabhängiges Verhalten in der Wirkung der reibwerterhöhenden Folien liegt somit nahe.

Auch durch die schwingende Vorbelastung konnte der Haftreibungskoeffizient gesteigert werden, allerdings in einem deutlich geringeren Ausmaß (Vergleich der Ergebnisse der jeweiligen Reibflächen der Serien II.1 und II.2). Für die reine Grundierung erhöhte sich der Haftreibungskoeffizient von μ = 0,12 auf μ = 0,18 und damit um 50 %. Allerdings nahmen gleichzeitig die Streuungen deutlich zu (von V<sub>x</sub> = 6,8 % auf V<sub>x</sub> = 19,6 %). Bei Verwendung der reibwerterhöhenden Folien ist die absolute Steigerung identisch (μ = 0,42 auf μ = 0,48), die relative Steigerung beträgt aufgrund der höheren Haftreibungskoeffizienten jedoch nur noch etwa 14 %. Dafür nahmen die Streuungen von V<sub>x</sub> = 1,0 % nur geringfügig auf V<sub>x</sub> = 4,4 % zu. Begründet wird die Zunahme des Haftreibungskoeffizienten nach einer schwingenden Vorbelastung hauptsächlich durch

den sogenannten „Lock-Up Effekt“ [14]. Infolge des Verzahnens der Reibflächen kommt es hierbei zu einer Steigerung der Gleitkräfte.

Zusammenfassend lässt sich eine deutliche Steigerung des Haftreibungskoeffizienten durch die reibwerterhöhenden Folien bei gleichzeitiger signifikanter Reduzierung der Streuungen feststellen. Auch die Steigerung des Haftreibungskoeffizienten durch eine schwingende Vorbelastung kann bestätigt werden. Allerdings raten die Autoren davon ab, in der Bemessung eine höhere Haftreibungszahl durch die schwingende Belastung im Betrieb anzunehmen, da sich diese Erkenntnis nicht generalisieren lässt. Vielmehr sollte diese mögliche Steigerung als zusätzliche Sicherheit gesehen werden, da eine exakte Bestimmung der Reibwerterhöhung durch schwingende Vorbelastung nicht ohne weiteres möglich ist, von vielen Einflussgrößen wie beispielsweise der Höhe der Oberlast abhängt [10] und mit deutlich höheren Streuungen des Haftreibungskoeffizienten einhergeht.

**Gesamtbewertung der Ergebnisse aus Versuchskomplex I und II**

Die Gesamtbewertung der Ergebnisse soll anhand eines Berechnungsbeispiels durchgeführt werden. Dabei werden allerdings nur die Vorspannkraftverluste infolge Setzens sowie die unterschiedlichen Haftreibungskoeffizienten für beide Reibflächen (reine Grundierung und Grundierung mit zusätzlichen reibwerterhöhenden Folien) berücksichtigt. Als Vorspann-

Grenzgleitkraft (reine Grundierung)			Grenzgleitkraft (Grundierung mit Friction Inserts)	
μ <sub>T min</sub>	0,12		$F_{Q zul \mu} = \mu_{T min} \cdot F_{KR min} \cdot (1 - \Delta F_z)$	μ <sub>T min</sub>
F <sub>KR min</sub>	26,6 kN		F <sub>KR min</sub>	26,6 kN
ΔF <sub>z</sub>	0,232		ΔF <sub>z</sub>	0,306
F <sub>Q zul μ</sub>	2,45 kN		F <sub>Q zul μ</sub>	7,75 kN

Tab. 5: Berechnungsbeispiel zur Gesamtbewertung der Ergebnisse

kraft wird die minimale Klemmkraft, vorgegeben durch den Hersteller,  $F_{KR \min} = 26,6$  kN angesetzt. Die Sicherheiten gegen Gleiten  $S_G$  werden ebenfalls nicht berücksichtigt, da sie in beiden Fällen identisch anzusetzen sind. Das Berechnungsbeispiel ist in Tab. 5 dargestellt.

Wie die Ergebnisse aus Versuchskomplex I zeigen, ist bei der Verwendung der reibwerterhöhenden Folien mit im Mittel etwa 30 % höheren Vorspannkraftverlusten im Vergleich zur reinen Grundierung zu rechnen. Gleichzeitig wurde in Versuchskomplex II eine Erhöhung des Haftreibungskoeffizienten von 350 % erreicht. Dementsprechend kann, wie im Berechnungsbeispiel aufgezeigt, in der Bemessung eine Steigerung der Grenzgleitkraft  $F_{Qzul\mu}$  von 315 % angesetzt werden.

Dabei ist anzumerken, dass diese Untersuchung lediglich das Potenzial der reibwerterhöhenden Folien aufzeigt. Da die Vorspannkraftverluste von verschiedenen Parametern wie z.B. dem Klemmlängen-Durchmesser-Verhältnis und der Dicke der Beschichtung abhängen und der Haftreibungskoeffizient zusätzlich beispielsweise von der Geometrie des Anschlusses (Schnittigkeit, Lage der Trennfuge) und dem Vorspannkraftniveau beeinflusst wird, sind nach Empfehlung der Verfasser für individuelle Anschlüsse eigene Untersuchungen anzustreben. Auch die reibwerterhöhenden Folien lassen sich beispielsweise im Hinblick auf ihre Abmessungen, die Diamantengröße und Belegungsdichte anpassen bzw. optimieren. Nach DIN EN 1090-2 Anhang G [8] sind ebenfalls Kriechprüfungen vorgeschrieben. Auf diese wurde zweckmäßig verzichtet, sie sollten beim Einwirken einer Dauerstandslast auf die Verbindung jedoch berücksichtigt werden.

Abhilfemaßnahmen für die erhöhten Vorspannkraftverluste beim Einsatz der Folien sind beispielweise geringere Schichtdicken, die Verwendung von Dehnhülsen oder auch ein Nachspannen der Schraubenverbindung. Letzteres ist aufgrund des in Abb. 4 beschriebenen Anziehverfahrens für Schließbolzen nicht möglich.

## Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag wurde das Potenzial reibwerterhöhender Folien in vorgespannten Verbindungen mit grundierten Reibflächen aufgezeigt. Während mithilfe der Folien der Haftreibungskoeffizient von  $\mu = 0,12$  auf  $\mu = 0,42$  gesteigert werden konnte, nahmen gleichzeitig die relativen Vorspannkraftverluste infolge Setzens von 23,2 % (reine Grundierung) auf 30,6 % (Grundierung mit reibwerterhöhender Folie) zu. In Summe sind dennoch, wie in einem Berechnungsbeispiel aufgezeigt wurde, erhebliche Steigerungen von 315 % in den übertragbaren Kräften möglich. ■

## Danksagung

Das IGF-Vorhaben Nummer 21.543 B/DVS Nummer 09.3388 der Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS, Aachener Straße 172, 40223 Düsseldorf, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Für die Förderung und aktive Mitarbeit der vertretenen Unternehmen in den projektbegleitenden Ausschüssen sei an dieser Stelle herzlich gedankt. Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

## Systemlacklösungen für Schienenfahrzeuge



### Zertifizierte Lösungen in höchster Qualität.

Die strengen Qualitätsanforderungen der nationalen Bahnen und der Systemhäuser erfordern zertifizierte Lacksysteme in höchster Qualität.

**FreiLacke** bietet vielfältige und zertifizierte Systemlacklösungen aus den Bereichen Pulverlacke, Flüssiglacke und Composites für den Interieur- und Exterieur-Bereich. Alle Lösungen werden aus einer Hand produziert, optimal aufeinander abgestimmt und gewährleisten ideale Verarbeitung und höchste Qualität.

Unsere Pulverlacke erfüllen die SNCF Anforderungen gemäß NF F 19-477 und den DBS (Deutsche Bahn Standard) 918 340 und unsere Flüssiglacke erfüllen den DBS 918300 Qualitätsstandard. Zudem verfügen wir über Brandprüfungen und Zertifikate entsprechend der Europäischen Norm EN 45545-2.



**Halle 8.1  
Stand 305**



Unsere Lösungen  
auf einen Blick (Video)

**Lösungen** mit System  
[www.freilacke.de](http://www.freilacke.de)

## i

**Themenschwerpunkte der Gruppe „Mechanische Verbindungstechnik“**

Die Gruppe „Mechanische Verbindungstechnik“ des Fraunhofer IGP bearbeitet neben öffentlich geförderten Projekten ebenfalls anwendungsorientierte, industriennahe Forschungsprojekte für Unternehmen aus verschiedenen Branchen. Dabei generiert die Gruppe notwendige Bemessungsparameter und -vorschriften für innovative mechanische Verbindungen und nicht-geschweißte Konstruktionsdetails. Im Rahmen der Auftragsforschung werden Lösungen aus einer Hand angeboten, angefangen bei der Beratung und Prüfung über die Zulassungsbegleitung und Überwachung von Herstellwerken bis hin zur Feldmessung im Betrieb. Dabei werden in Kooperation mit den Kunden u. a. Fragestellungen zur mechanischen Wartungsfreiheit (Vorspannkraftverluste), dem Tragverhalten von Verbindungen, der Ermüdungsfestigkeit, der Montage (unter medialen Einflüssen) sowie der Steigerung von Haftreibungszahlen beantwortet. Dem angegliederten DAkS akkreditierten Prüflabor stehen dabei Schwingprüfmaschinen mit Kapazitäten bis 2000 kN, statische Prüfmaschinen mit Kapazitäten bis 1000 kN sowie Reibwertprüfstände für Schraubenverbindungen im Nenndurchmesserbereich von M5 bis M80 zur Verfügung. Kommen Sie gern mit Ihren Fragen und Herausforderungen auf uns zu!

## QUELLEN

- [1] Ihme, J.: Schienenfahrzeugtechnik, Wiesbaden; Springer-Verlag, 2024  
 [2] DIN 25201-1:2015-12: Konstruktionsrichtlinie für Schienenfahrzeuge und deren Komponenten - Schraubenverbindungen - Teil 1: Einteilung, Kategorien der Schraubenverbindungen, Berlin, Beuth Verlag GmbH, 2015  
 [3] VDI 2230 Blatt 1:2015-11: Systematische Berechnung hochbeanspruchter Schraubenverbindungen - Zylindrische Einschraubenverbindungen, Berlin, Beuth Verlag GmbH, 2015  
 [4] DIN 25201-2:2015-12: Konstruktionsrichtlinie für Schienenfahrzeuge und deren Komponenten - Schraubenverbindungen - Teil 2: Konstruktion - Maschinenbauliche Anwendungen, Berlin, Beuth Verlag GmbH, 2015  
 [5] DVS-EFB 3435-1:2021-10: Schließringbolzensysteme, Düsseldorf, DVS Media GmbH, 2021  
 [6] Deutsche Bahn AG: Broschüre „25 Jahre Deutsche Bahn AG“, November 2018  
 [7] Freudenberg Performance Materials Holding GmbH: Innovative Technologie für Schraub- und Presssitzverbindungen [online]; verfügbar unter: <https://www.freudenberg-pm.com/Innovationen/Schraub-und-Presssitzverbindungen>  
 [8] DIN EN 1090-2:2018-09: Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken - Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken, Berlin, Beuth Verlag GmbH, 2018  
 [9] Howmet Aerospace Inc: Broschüre „Bobtail“ - Nächster Schritt in der Schließringbolzen Entwicklung, 2020  
 [10] Dörre, M.; Glienke, R.; Henkel, K.-M. et al.: On the preload-time behavior of slip resistant preloaded joints in steel construction under cyclic loads, in: ISOPE: INTERNATIONAL SOCIETY OF OFFSHORE AND POLAR ENGINEERS, Hg.; 32nd International Ocean and Polar Engineering Conference, Shanghai, 2022, ISBN 978-1-880653-81-4  
 [11] Wiegand, H.; Thomala, W.: Zum Festigkeitsverhalten feuerverzinkter HV-Schrauben, Drahtwelt (59), Heft 12/1973, S. 542-551  
 [12] Dörre, M.: Zum Vorspannkraft-Zeit-Verhalten gleitfest vorgespannter Verbindungen im Stahlbau unter zyklischer Belastung sowie der Berücksichtigung von Umgebungseinflüssen, Dissertation, Rostock, 2023  
 [13] Loch, M.: Beitrag zur Bestimmung von charakteristischen Werkstofffestigkeiten in Bestandstragwerken aus Stahlbeton, Dissertation, Kaiserslautern, 2014  
 [14] Makevičius, L.: Loss of preload in bolted connections due to typical coating systems for steel structures, Dissertation, Duisburg-Essen, 2023

**Justus Mantik, M.Eng.**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
justus.mantik@igp.fraunhofer.de

**Dr.-Ing. Maik Dörre**

Gruppenleiter  
Mechanische Verbindungstechnik  
maik.doerre@igp.fraunhofer.de

**Fritz Wegener, M.Sc.**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
fritz.wegener@igp.fraunhofer.de

**Alex-Leon Holm, M.Sc.**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
alex-leon.holm@igp.fraunhofer.de

**Prof. Wilko Flügge**

Institutsleiter  
wilko.fluegge@igp.fraunhofer.de

Alle Autoren:  
Fraunhofer IGP, Rostock



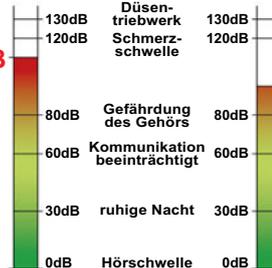
## Lärmreduzierung beim Schottern!

**Unsere PU-Lärmschutzmatten reduzieren den Geräuschpegel um 16 dB und verringern so die Schallintensität um das ca. 32-fache!**  
**Zum Schutz der Beschäftigten, der Anwohner und der Umwelt.**

**ohne Lärmschutzmatten**

**110dB**

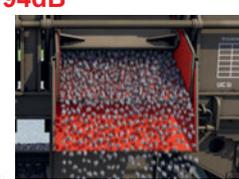




130dB Düsentriebwerk  
120dB Schmerzschwelle  
80dB Gefährdung des Gehörs  
60dB Kommunikation beeinträchtigt  
30dB ruhige Nacht  
0dB Hörschwelle

**mit Lärmschutzmatten**

**94dB**



Für detaillierte Informationen: RKS • Tel.: +49 (0) 2205 94997-0 • [info@rks-pu.com](mailto:info@rks-pu.com) [www.rks-pu.com](http://www.rks-pu.com)

# Toshiba HDB 800: Die innovative Hybrid-Rangierlokomotive für Europa

Toshiba Railway Europe hat für DB Cargo eine neue Hybrid-Rangierlokomotive entwickelt. *Rail Business* berichtete kürzlich exklusiv über den Stand des Projekts.



Stand der Montage der Lokomotiven 3 (vorn), 4 und 5 Anfang Juli

Quelle aller Fotos: C. Müller

## CHRISTOPH MÜLLER

**Toshiba betrat 2017 mit seiner deutschen Tochtergesellschaft Toshiba Railway Europe (TRG) den hiesigen Bahnmarkt. In einer innovativen Technologiekooperation mit DB Cargo begann die Entwicklung einer Hybrid-Lokomotive.**

2019, auf der Messe transport logistic, nahm das Projekt Gestalt an, als Toshiba den De-

monstrator der HDB 800 (offizielle Fahrzeugtypenbezeichnung lautet T1-HDB-01 oder DEHLo DH 800) vorstellte und erste technische Details präsentierte. 2020 bestellte dann DB Cargo 50 HDB 800-Lokomotiven, zusätzlich werden 50 weitere Fahrzeuge angemietet. Diese erhielten bei DB Cargo die Baureihenbezeichnung BR 1018. Toshiba brachte dabei umfassende Erfahrung aus dem Bau der ersten Hybrid-Lokomotive Japans ein, bei dem seit 2013 insgesamt 35 HD 300 Rangier-

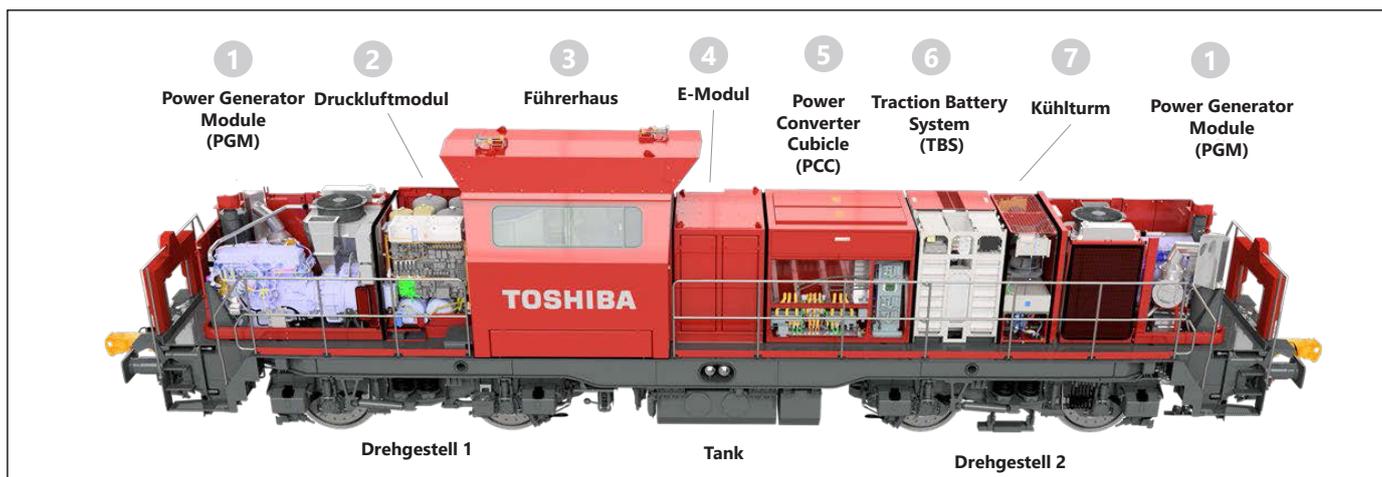
Hybridlokomotiven an Japan Freight Railway geliefert wurden. Da Toshiba in Europa über keine eigenen Produktionsstätten, sondern ausschließlich über Engineeringkapazitäten verfügt, war die Produktionsfrage von Anfang an zentral. Früh wurde vereinbart, dass DB Cargo als Auftraggeber direkt eingebunden wird. Im Wettstreit zwischen Kiel und Rostock fiel die Entscheidung dann Anfang 2020 auf Rostock, während die acht Vorseerienloks bei Talbot Services in Aachen montiert werden.



Produktion der HDB 800: vorn Lok 7 (gedrehter Lokrahmen), dahinter die Lokomotiven 4 bis 6



Inbetriebnahme der HDB 800 bei Talbot Services, ungewöhnlich die Abgasführung der Gen-Sets an den beiden Fahrzeugenden



Aufbau der HDB 800

Nun hatte Rail Business die Möglichkeit, mit Thomas Kensbock, dem neuen Managing Direktor bei Toshiba Railway Europe, ein Gespräch zum aktuellen Stand des Projekts zu führen und dieses selbst in Augenschein zu nehmen. Einen großen Anteil an der Verzögerung beim Projekt hatte die Corona-Pandemie: Im frühen Stadium der Entwicklungs-

phase waren Reisen nach Japan lange nicht möglich. Auch Probleme in der Lieferkette gab es – aber 2022 gab es dann einen „großen Schub“, sagte Kensbock. Seit dem Montagestart der ersten Komponenten habe sich das Projekt und die Fertigung sichtlich stabilisiert. Die HDB 800 wurde für vielseitige Einsätze entwickelt wie dem schwerer Rangierbetrieb

auch am Ablaufberg und für kurze Streckenfahrten. Der diesel-elektrische Hybrid leistet 750 kW Leistung am Rad mit einer maximalen Anfahrzugkraft von 300 kN. Das mechanische Konzept basiert auf der flexiblen Anordnung der funktional abgeschlossenen Komponenten in modularen Einheiten. Dies erleichtert die Wartung und macht die Lokomotive zu-



## Wir sehen uns auf der InnoTrans vom 24.-27.09.2024 in Berlin. Besuchen Sie uns im CityCube, Halle B, Stand 210.

**InnoTrans Plus: Erstellen Sie sich ein Besucherprofil unter [plus.innotrans.de](https://plus.innotrans.de) und finden Sie neue Kontakte**

Der Verband Deutscher Eisenbahn-Ingenieure e. V. – VDEI – ist der mitgliederstärkste deutschsprachige Berufsverband der Ingenieure und Ingenieurinnen im spurgeführten Verkehr. Rund 3800 Fachleute der Branche haben sich zusammengeschlossen, um ein Netzwerk aus Kompetenz und Wissen zu schaffen und sich fachlich von der Praxis für die Praxis auszutauschen. Besuchen Sie uns im CityCube, Halle B, Stand 210 und erfahren sie mehr über den VDEI: Mit seinen 12 Fachbereichen bietet er seinen Mitgliedern die Möglichkeit, ihre berufliche Expertise sachtechnisch zu vertiefen sowie das Berufsbild in Politik und Gesellschaft zu stärken und zu vertreten.

kunftssicher für technologische Weiterentwicklungen.

### Redundanter Antrieb

Für den komplett redundanten Antrieb stehen zwei Dieselmotor-Generator-Sets sowie zwei Lithium-Titanoxid (LTO)-Batteriesysteme, genannt SCiB, zur Verfügung, die vier Permanentmagnet-Synchronmotoren speisen. Diese kommen ohne externe Kühlung aus, was Platz und Gewicht spart, führt Kensbock aus, sie sind zudem insgesamt wartungsärmer und leiser. Seit 2018 hat das Batteriesystem SCiB eine Zertifizierung hinsichtlich der funktionalen Sicherheit nach Level SIL4.

Das innovative Antriebskonzept der HDB 800 ermöglicht verschiedene Betriebsmodi, darunter Hybridbetrieb, Mehrfachtraktion und emissionsfreien Kurzstreckenbetrieb. Im Hybridmodus wählt das Energiemanagement automatisch die effizienteste Energiequelle für die Traktion. Beim Bremsen wird durch Energierückgewinnung ein Teil der Bewegungsenergie in die Traktionsbatterie gespeist. Die Lokomotive ist zudem mit einer Start-Stopp-Automatik ausgestattet, die bei geringem Leistungsbedarf die Dieselmotoren abschaltet. In diesen Phasen übernimmt die Traktionsbatterie die Energieversorgung und liefert gleichzeitig die Energie für das erneute Starten der Motoren.

Dem japanischen Unternehmen sind auch Details für das Personal wichtig, so Kensbock. Zwei diagonal angeordnete Fahrpulte im Führerhaus sowie zusätzliche Hilfsfahrerstände an den Türen ermöglichen eine sichere Steuerung im Stand aus verschiedenen Positionen. Die Klimaanlage nutzt CO<sub>2</sub> als Kältemittel. Bei niedrigen Temperaturen kann das Führerhaus gezielt vorgeheizt werden, wobei der Heizbeginn automatisch ermittelt wird. An den Lokenden sind zudem manuell ausfahrbare Hilfstritte angebracht, die ein sicheres Auf- und Absteigen ermöglichen.

Die HDB 800 ist zudem mit einer automatischen Rangierkupplung ausgestattet und erfüllt die Kollisionssicherheitsanforderungen gemäß EN 15227. Der Kollisionsschutz wird

### Technische Daten der HDB 800

Länge über Puffer	16780 mm
Masse	80 t*
Raddurchmesser (neu)	1150 mm
Drehzapfenabstand	8500 mm
Höchstgeschwindigkeit	100 km/h*
Leistung am Rad	750 kW
Leistung Dieselmotor	2 x 489 kW
Traktionsbatterie	2 x 61,8 kWh
Max. Lade- / Entladeleistung Batterie	2 x 180 kW

\*Version für DB Cargo

durch Crash-Puffer, Verformungselemente und den zusätzlichen Aufkletterschutz gewährleistet.

### Montage bei Talbot Services – Partner mit im Boot

Alle elektrischen Komponenten, einschließlich der Batterien und des Lok-Management-Systems, sind Eigenentwicklungen von Toshiba. Die HDB 800 ist ausgelegt für ein Gewicht von 90 t und einer Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h ausgelegt, wobei Schlingerdämpfer bereits vorgesehen sind. Für die vorbeugende Instandhaltung sind die Lokomotiven mit dem Diagnosesystem von Toshiba ausgerüstet. Toshiba erwartet, dass die HDB 800 im Vergleich zu den bisher in Betrieb befindlichen Lokomotiven mindestens 30 % Energie einsparen kann.

Derzeit befinden sich acht Vorserienlokomotiven bei Talbot Services in der Fertigung und Inbetriebnahme. Vier dieser Maschinen werden von Toshiba für Typtests im Rahmen des Genehmigungsverfahrens genutzt, während die anderen vier für betriebliche Tests bei DB Cargo zur Verfügung stehen. Für die Montage wurden erfahrene Partner eingebunden: Windhoff baut das Power-Generator-Modul (PGM) mit MAN-Dieselmotoren, Voith montiert das Power Converter Cubicle, und die von Toshiba entwickelten Drehgestelle werden bei CAF in Spanien gefertigt. Die Vorarbeiten zum Beginn der Serienmontage für DB Cargo haben Kensbock nach bereits begonnen. Weitere Fertigungsstandorte würden sich aus den folgenden Aufträgen im europäischen Markt ergeben. ■

### i

#### Toshiba Railway Europe

2018 erfolgte die Gründung der deutschen Toshiba-Niederlassung der Bahnsparte: die Toshiba Railway Europe GmbH mit Sitz in Kiel und Düsseldorf. Sie ist eine Tochter der Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corp. mit Sitz in Japan. Das Unternehmen wird seit April 2024 gemeinsam von Thomas Kensbock und Sei Shigeoka geführt. Kensbock ist seit 2021 bei Toshiba, er war zuvor u. a. bei Siemens, Schalke, Bombardier und Harsco tätig.



**Dipl.-Ing. Christoph Müller**  
Redakteur Eurailpress  
christoph.mueller@dvvmedia.com

**JETZT  
REGISTRIEREN  
UND KOSTENLOS  
TEILNEHMEN**

## Web-Seminar Reihe Bahntechnik 2024

Im Rahmen dieser Web-Reihe stellt HARTING Systemkonzepte für die wichtigsten Trends in der Bahnindustrie vor.

### THEMEN & TERMINE:

- **SEPTEMBER 17, 2024** - Plug & Play Wagen-übergangslösungen + InnoTrans 2024 Vorschau
- **9. OKTOBER 2024** - Rückblick InnoTrans 2024: Alle Highlights im Detail
- **15. OKTOBER 2024** - Digitale Überholspur für Ingenieure: Neue Konfiguratoren, digitaler Zwilling, generative KI

**HARTING auf der InnoTrans 2024**  
24-27 SEP 2024 | Halle 12, Stand 310

One Range. No Limits:  
[www.HARTING.com/railway2024](http://www.HARTING.com/railway2024)



# Vermeidung von Monotonie am Tele-Tf-Arbeitsplatz

Konzepte zur Erweiterung der Aufgaben teleoperierender Triebfahrzeugführer über die Fernsteuerung im Problemfall hinaus

BIRTE THOMAS-FRIEDRICH |  
NATHALIE BASSIN | FELIX BROSCHE |  
ANDREAS HUBER | RAIMO MICHAELSEN

Im hochautomatisierten Bahnbetrieb werden Menschen unverzichtbar bleiben, z.B. in der Funktion als teleoperierende Triebfahrzeugführende (Tele-Tf). Im Rahmen des vom Deutschen Zentrum für Schienenverkehrsforschung (DZSF) beim Eisenbahn-Bundesamt (EBA) beauftragten Projekts „Teleoperation ATO“ [1] wurden daher in einem gemeinsamen Studierendenprojekt des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) mit der Fachhochschule Erfurt verschiedene Möglichkeiten zur Gestaltung der Aufgaben von Tele-Tf erarbeitet. Dabei lag der Fokus auf der Vermeidung längerer Phasen der passiven Überwachung.

Im Rahmen der aktuellen Bahnforschung nimmt die hochautomatisierte Steuerung von Zügen (Automatic Train Operation, ATO) eine wichtige Rolle ein. Ziel ist es, den Regelbetrieb von Zügen ohne Triebfahrzeugführende (Tf) durchzuführen. Dennoch werden auch in einem hochautomatisierten Bahnbetrieb Menschen als Mitarbeitende unverzichtbar bleiben [2, 3], da in den meisten Konzepten für ATO vorgesehen ist, dass im Problemfall die Steuerung des Zugs durch Menschen aus der Ferne

vorgenommen wird (Teleoperation durch Tele-Tf). Wird jedoch davon ausgegangen, dass das ATO-System gut funktioniert und derartige Problemfälle nur sehr selten auftreten, besteht beim Berufsbild der Tele-Tf das Risiko einer sehr passiven, monotonen Tätigkeit mit selten notwendigen aktiven Handlungen. Dies könnte die Attraktivität der Tätigkeit deutlich reduzieren und zudem negative Auswirkungen auf die potenziell erzielbare Leistung der Tele-Tf haben.

Forschungsergebnisse bezüglich länger dauernder Phasen reiner Überwachungstätigkeit ohne aktive Bedienhandlungen machen deren negative Folgen deutlich. Zum einen sind Monotonie und eine geringe Anzahl aktiver Aufgaben insgesamt schädlich für die Leistung sowie das Wohlbefinden der Mitarbeitenden [4, 5]. Zudem kann es in längeren Phasen passiver Überwachungstätigkeiten zu einem Verlust des Situationsbewusstseins kommen, zu einer verringerten Vigilanz und Reaktionsbereitschaft oder langfristig zu einem Verlust der für die aktiven Tätigkeiten eigentlich benötigten Fähigkeiten [4, 6-9]. Des Weiteren können auch starke Schwankungen in der Arbeitsbeanspruchung zwischen Phasen der Überwachung und der aktiven Arbeit zu Leistungseinbußen führen [6]. Um demzufolge eine optimale Leistungsfähigkeit der Tele-Tf zu erreichen, ist es notwendig, sich genauer mit der Frage zu beschäftigen, was Tele-Tf eigentlich in den

Phasen tun sollten, in denen das ATO-System einwandfrei funktioniert.

Im Rahmen des vom DZSF beauftragten Projekts „Teleoperation ATO“ wurde in einem gemeinsamen Studierendenprojekt des DLR mit der Fachhochschule Erfurt genau dieser Frage nachgegangen. Während des Projekts wurden verschiedene Möglichkeiten für die Gestaltung der Aufgaben von Tele-Tf erarbeitet, mit denen Phasen der Monotonie und der passiven Überwachung sowie starke Schwankungen in der Arbeitsbeanspruchung vermieden werden.

Am Projekt waren fünf Studierende des Studiengangs „Wirtschaftsingenieur/in Eisenbahnwesen“ der FH Erfurt beteiligt. Für die Erarbeitung der Gestaltungskonzepte für die Aufgaben der Tele-Tf wurden zunächst in einem Design-Thinking-Workshop verschiedene Ideen und Konzepte entwickelt. Die vielversprechendsten Ideen wurden im Folgenden genauer ausgearbeitet und im Rahmen einer Fokusgruppe sechs Bahnexperten vorgestellt. Im Rahmen der Fokusgruppe wurde auch beleuchtet, inwieweit eine Zuordnung der Tele-Tf zu Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) oder Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) sinnvoll wäre. Aufbauend auf dem Feedback aus der Fokusgruppe wurden die entwickelten Konzepte finalisiert.

## Teleoperation als Bereitschaftsarbeitsplatz

Grundsätzlich wurde die Tätigkeit der Tele-Tf im Rahmen des Projekts als Bereitschaftsarbeitsplatz definiert, ähnlich den Arbeitsplätzen bei der Berufsfeuerwehr. Das bedeutet, es sollte keine dauerhafte Überwachung der Züge über eine Beobachtung der Anzeigen durch die Tele-Tf stattfinden. Stattdessen wurde vorgeschlagen, dass die Tele-Tf andere, ergänzende Tätigkeiten während ihrer Arbeitszeit ausführen können und dann über einen auditiven Alarm informiert werden, wenn eine Zugfahrt das Eingreifen erfordert. Ziel der Erweiterung der Aufgaben der Tele-Tf durch ergänzende Tätigkeiten ist die Vermeidung längerer Phasen passiver Überwachungstätigkeiten. Zeitgleich soll so vermieden werden, dass sich Tele-Tf während passiver Überwachungszeiten mit sachfremden (privaten) Tätigkeiten beschäftigen.

Um einen attraktiven und zufriedenstellenden Arbeitsplatz zu schaffen, ist es jedoch wichtig, bei ergänzenden Tätigkeiten der Tele-Tf darauf zu achten, dass diese sinnstiftend sind und einen Bezug zur Tätigkeit der Tele-Tf haben. Im Rahmen des Projekts wurden verschiedene Ideen für mögliche ergänzende Tätigkeiten der Tele-Tf erarbeitet. Diese

Art der Tätigkeit	Mögliche Aufgaben
Aktive Tf-Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ferngesteuerte Rangier- und Zustellfahrten</li> <li>Routinemäßige Streckenbeobachtung, beispielsweise zur Prüfung der Vegetation oder der Signalisierung</li> <li>Gegenseitige Unterstützung in Situationen mit hoher Arbeitslast</li> </ul>
Weiterbildung und Training	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eigene fachliche Weiterbildung über Simulationsaufgaben, Fahrdynamiktraining oder Techniks Schulungen</li> </ul>
Aufgaben aus dem Verantwortungsbereich des EVU	<ul style="list-style-type: none"> <li>Übernahme von Aufgaben in der Disposition des EVU</li> <li>Personalplanung, z.B. Erstellen von Einsatzplänen</li> <li>Übernahme von anderen Verwaltungsaufgaben oder Datenpflege</li> <li>Unterstützung des Störungsmanagements oder der Instandhaltung bei den Zügen</li> <li>Schulung anderer Mitarbeitender</li> </ul>
Aufgaben aus dem Verantwortungsbereich des EIU	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zuordnung von Verspätungsbegründungen und Erstellung von Störfällen</li> <li>Erstellung von Betriebs- und Bauanweisungen (Betra)</li> <li>Unterstützung im Fahrplan- und Kapazitätsmanagement</li> </ul>

Tab. 1: Ideen für mögliche ergänzende Tätigkeiten des Tele-Tf zusätzlich zur Fernsteuerung im Problemfall

Quelle: eigene Darstellung

# WIRTHWEIN

## CABLE DUCT

Zugelassen von der DB Netz AG für den Festeinbau.

sind übersichtsartig in Tab. 1 dargestellt und werden im Folgenden genauer erläutert.

### Aktive Tf-Aufgaben über den Problemfall hinaus

Betrachtet man die betrieblichen Szenarien, in denen die Teleoperation in einem ATO-System gewinnbringend eingesetzt werden könnte, so ist über die Teleoperation im Störfall hinaus der Einsatz der Tele-Tf bei Rangier- und Zustellfahrten denkbar. In Bezug auf Zustellfahrten beruht diese Idee auf der Annahme, dass noch nicht das gesamte Streckennetz für den Betrieb mit ATO ausgerüstet ist (z.B. aufgrund der zu geringen möglichen Datenübertragung an der Strecke). In unzureichend ausgerüsteten Streckenbereichen müsste demnach der Zug von einem Tf gesteuert werden. Diese Tätigkeit könnte vom Tele-Tf im Rahmen einer Fernsteuerung übernommen werden. Vorteile wären zum einen Zeit- und Personalsparnis, weil kein Tf in Person vor Ort sein muss. Zum anderen würden die Tele-Tf durch den Einsatz für Zustellfahrten regelmäßig aktiv Züge fernsteuern, was zur Aufrechterhaltung der dafür erforderlichen Fertigkeiten beitrüge. Auch die Bedienung eines Industrieanschlussgleises durch Fernsteuerung der Tele-Tf wäre in diesem Kontext denkbar, genauso wie Fahrten vom, zum oder auf dem Rangierbahnhof.

Eine weitere mögliche Tätigkeit der Tele-Tf wäre die routinemäßige Streckenbeobachtung, z.B. zur Prüfung der Vegetation oder der Signalisierung. Dazu würden sich die Tele-Tf am Arbeitsplatz Videobilder eines hochautomatisiert fahrenden Zugs in einem bestimmten Streckenabschnitt anzeigen lassen. Wichtig bei dieser Aufgabe ist aber zu berücksichtigen, dass es eine eher passive Überwachungsaufgabe ist. Sie sollte demnach nur sparsam eingesetzt und aktivere Aufgaben sollten bevorzugt werden, um einer Monotonie vorzubeugen.

Je nach Gestaltung des Arbeitsorts der Tele-Tf könnte auch eine gegenseitige kollegiale Unterstützung in Zeiten hoher Arbeitsbelastung Teil der aktiven Tele-Tf-Aufgaben sein. Dabei könnten, als eine Gestaltungsmöglichkeit, Züge offiziell von stark ausgelasteten Tele-Tf an andere, weniger ausgelastete Tele-Tf abgegeben werden. Dies würde jedoch voraussetzen, dass mehrere Tele-Tf in einer Betriebszentrale gemeinsam arbeiten und für die Betreuung einzelner Streckenbereiche oder Züge zugelassen sind. Möglich wäre aber auch eine eher informelle gegenseitige Unterstützung ohne die offizielle Abgabe der Verantwortung für bestimmte Züge. Dabei würden aktuell nicht zu stark ausgelastete Tele-Tf anderen Kollegen z.B. in einer herausfordernden Störungssituation mit Rat zur Seite stehen. Dies würde zudem einen Wissenstransfer von erfahrenen zu weniger erfahrenen Tele-Tf ermöglichen. Insgesamt lässt sich eine derartige informelle Zusammenarbeit und gegenseitige Unterstützung aber nur umsetzen, wenn dies von den Vorgesetzten aktiv befürwortet und angeregt wird. Auch muss durch die Arbeitsgestaltung sichergestellt sein, dass die aushelfenden Kollegen es bemerken, wenn Aufgaben in ihrem eigenen Verantwortungsbereich ihre Aufmerksamkeit erfordern.

### Aufgaben für Weiterbildung und Training

Über die aktiven Tele-Tf-Aufgaben hinaus wäre es denkbar, dass Tele-Tf Zeiten der niedrigen Arbeitslast für die eigene fachliche Weiterbildung und zum Training ihrer Fertigkeiten nutzen. Möglichkeiten wären hier erstens simulationsbasierte Trainings selten auftretender, neuer oder fehleranfälliger Handlungsabläufe, um die Handlungssicherheit der Tele-Tf zu festigen und zu erhöhen. Zweitens wären auch simulatorbasierte Fahrdynamiktrainings oder die videobasierte Ausbildung zur Streckenkunde möglich. Es muss allerdings darauf geachtet werden, dass die Durchführung der Trainingssequenzen mit den Aufgaben der Fernsteuerung vereinbar ist. Dazu sollten die Trainingssequenzen kurz und unterbrechbar sein, sodass der Wechsel in eine andere Aufgabe leichtfällt. Auch ist wichtig, dass für den Tele-Tf z.B. durch die farbliche Gestaltung auf den Bedienoberflächen zu jedem Zeitpunkt klar ersichtlich ist, ob gerade eine Trainingssimulation oder der echte Betrieb bearbeitet wird.

Für die Umsetzung von Trainings und Weiterbildungen als Teil der Aufgaben der Tele-Tf wird es aber wichtig sein festzulegen, ob diese Aufgaben Teil der Arbeitsbeschreibung der Tele-Tf sein sollten oder auf freiwilliger Basis angeboten werden. Wären simulationsbasierte Trainings und Weiterbildungen offiziell Teil der Aufgaben der Tele-Tf, so könnte damit sichergestellt werden, dass die Tele-Tf bestimmte Handlungsabläufe üben und sich Inhalte aktiv aneignen. Allerdings müsste dann auch die benötigte Arbeitszeit für die Trainings freigehalten werden. Würden die Simulationen auf freiwilliger Basis angeboten, müsste bei



+49 7933 702-850  
@bahn@wirthwein.de  
cableduct.wirthwein.de



## IN HOCHFORM FÜR DIE BAHN.

Wir bringen Züge auf die richtige Spur.

Mit Erfahrungen aus 30.000 km Bahnstrecke und einem Portfolio von über 3.000 Bahnoberbauprodukten und Hochgeschwindigkeitskomponenten für mehr als 450 km/h sind Wirthwein Produkte wie Dübel, Zwischenlagen, Winkelführungsplatten zur Schienenbefestigung und Kabelkanäle global ein wesentlicher Bestandteil der Schieneninfrastruktur der Zukunft.

Als Kunststofftechnik-Spezialist mit 22 Unternehmen in Europa, Asien und den USA sorgen wir für die richtige Form.



Wirthwein SE  
Walter-Wirthwein-Str. 2-10  
97993 Creglingen ■ Germany



der Umsetzung darauf geachtet werden, dass die Bearbeitung motivierend, effektiv und in gewissem Maße unterhaltsam ist. Dies wäre bei Freiwilligkeit wichtig, um die Bearbeitung der Simulationstrainings als attraktive Alternative zu fachfremden, privaten Tätigkeiten in Zeiten niedriger Arbeitslast anzubieten.

#### Aufgaben über die klassischen Tf-Aufgaben hinaus

Ergänzend zu der Durchführung von aktiven Tf-Tätigkeiten und Trainings bzw. Weiterbildungen besteht zudem die Möglichkeit, den Tätigkeitsbereich der Tele-Tf über die klassischen Tf-Aufgaben hinaus zu erweitern. Anbieten würde sich hier vor allem eine Übernahme von Tätigkeiten aus dem Verantwortungsbereich des Disponenten des EVU. Generell haben die Disponenten der EVU häufig eine sehr hohe Aufgabenlast zu bewältigen. Hier könnte eine Übernahme von Dispositionsaufgaben durch die Tele-Tf Entlastung schaffen. Diese Aufgaben wären für die Tele-Tf nicht vollkommen unbekannt und sind zudem offensichtlich wichtig und relevant für den Betrieb. Aufgaben, die von den Disponenten abgegeben werden könnten, sollten aber unterbrechbar und nicht zeitkritisch sein, um eine Vereinbarkeit mit den Tele-Tf-Aufgaben zu ermöglichen (z.B. Trassenbestellungen). Des Weiteren bestünde die Möglichkeit, weitere Aufgaben

des EVU durch die Tele-Tf bearbeiten zu lassen, z.B. im Rahmen des Instandhaltungsmanagements oder Störungsmanagements. Auch die Übernahme von Personalplanungs- oder Verwaltungsaufgaben wäre möglich. Es sollte bei der resultierenden Aufgabenbeschreibung jedoch darauf geachtet werden, dass der Tele-Tf nicht zwischen einer Vielzahl kleinteiliger Aufgaben hin- und hergerissen wird.

Eine weitere Möglichkeit wäre die Übernahme von verschiedenen Aufgaben des EIU, z.B. die Erstellung von Verspätungsbegründungen. Generell wurde die Übernahme von Aufgaben des EIU aber hier nicht weiter betrachtet, da im Gespräch mit den Bahnexperten in der Fokusgruppe deutlich wurde, dass eine Zuordnung des Tele-Tf allein zum EVU als sinnvoller betrachtet wurde. Die genannten Gründe dafür waren zum einen der Grundsatz des gleichberechtigten Netzzugangs für alle EVU: Würden Tele-Tf, zusätzlich zu den EVU-Aufgaben, Aufgaben des EIU übernehmen, könnte es zu einem Interessenkonflikt zwischen den Anforderungen der unterschiedlichen Aufgaben kommen. Zum anderen wird die Umsetzung der Teleoperation ohnehin schon eine technische und organisationale Herausforderung. Es ist fraglich, ob es sinnvoll wäre, die Komplexität der Umsetzung der Teleoperation durch die Verknüpfung von Aufgaben aus zwei Organisationseinheiten zu erhöhen, die im jetzigen Bahnbetrieb getrennt operieren.

Eine alleinige Zuordnung der Tele-Tf zum EIU wäre nicht sinnvoll, da dies dem aktuellen europäischen Marktssystem widerspricht. Es ist vorgesehen, dass der Bahnbetrieb in einem freien Eisenbahnmarkt durch EIU und EVU durchgeführt wird, die laut des Vierten Eisenbahnpakets der Europäischen Kommission organisatorisch getrennt sein sollen [10]. Eine Zuordnung der Tele-Tf zu den EIU würde diese Trennung aufheben. Dessen ungeachtet wird jedoch vermutlich eine enge Zusammenarbeit zwischen Tele-Tf und Mitarbeitenden des EIU (z.B. Fahrdienstleitende und Disponierende) notwendig sein. Es wäre also potenziell sinnvoll, wenn die Tele-Tf (aller EVU) gemeinsam mit den Mitarbeitenden des EIU in einer Zentrale arbeiten würden, um so kurze Wege für den Austausch zu ermöglichen.

#### Ausblick

Die hier vorgestellten Ergebnisse werden im Rahmen des Projekts „Teleoperation ATO“ weiterbearbeitet. Übergeordnetes Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines validierten Konzepts für das neue Berufsbild der Tele-Tf, welches in den zukünftigen automatisierten Bahnbetrieb integriert werden kann. Dabei sollen bereits im Rahmen der Entwicklung des Berufsbilds die Bedürfnisse und Eigenschaften des menschlichen Bedieners berücksichtigt werden, was auch die Notwendigkeit der Vermeidung der Monotonie beinhaltet. In den

**iaf** 29. Internationale Ausstellung  
Fahrwegtechnik

## 29. Internationale Ausstellung Fahrwegtechnik (iaf) 20. - 22. Mai 2025 in Münster

- > Weltweit größte Messe auf dem Gebiet der Fahrwegtechnik
- > Über 200 internationale Aussteller
- > 15.000 m<sup>2</sup> Hallenfläche, 6.000 m<sup>2</sup> Freigelände und 3 km Gleise
- > Seminare und Workshops im iaf Salon
- > Jobbörse und Karrieretag

Weitere Informationen unter: [www.iaf-messe.com](http://www.iaf-messe.com)



folgenden Arbeitsschritten des Projekts werden die hier vorgestellten Ideen als Teil eines umfassenden Berufsbilds betrachtet und gemeinsam mit zukünftigen Nutzern validiert. Insgesamt soll so die Entwicklung eines menschengerechten Berufsbilds der Tele-Tf dazu beizutragen, die Arbeitswelt bei der Bahn auch zukünftig attraktiv und zufriedenstellend zu gestalten und gleichzeitig die Leistungsfähigkeit der mitarbeitenden Tele-Tf sicherzustellen.

## QUELLEN

- [1] Projekthomepage des DZSF: [https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Standardartikel/DZSF/Projekte/Projekt\\_126\\_Teleoperation.html](https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Standardartikel/DZSF/Projekte/Projekt_126_Teleoperation.html); Projekthomepage des DLR: <https://verkehrsforschung.dlr.de/de/projekte/teleoperation-ato>
- [2] Brandenburger, N. (2021): Remote Control of Automation: Workload, Fatigue, and Performance in Unattended Railway Operation. Braunschweig: Dissertation, Technische Universität Braunschweig
- [3] Brandenburger, N. (2022): The Changing Role of Staff in Automated Railway Operation and why Human Cognition is Here to Stay. Automation Myth Busting Series. Valenciennes: European Union Agency for Railways
- [4] Ahlstrom, V. (2016): Human Factors Design Standard (DOT/FAA/HF-STD-0018). Atlantic City International Airport, NJ: Federal Aviation Administration William J. Hughes Technical Center
- [5] Dunn, N.; Williamson, A. (2012): Driving monotonous routes in a train simulator: the effect of task demand on driving performance and subjective experience. Ergonomics, 55(9), pp. 997-1008
- [6] Dobson, K. (2015): Human Factors and Ergonomics in transportation control systems. ProcediaManufacturing, 3, pp. 2913-2920
- [7] Hobbs, A.; Lyall, B. (2016): Human factors guidelines for remotely piloted aircraft system (RPAS) remote pilot stations (RPS). Contractor Report. DOI: 10.13140/RG.2.2.12562.45768
- [8] Nisoli, G.M.; Fischer, K.; Brünger, J.; Hostettler, K. (2018): Train operation in the future: Development of a psychological instrument for an optimal design of future

human-machine systems in railway operation [ITS mobility]. 3rd German Workshop on Rail Human Factors, Braunschweig. <https://doi.org/10.26041/fhnw-1587>

[9] Office of Rail and Road (2017): Goal-setting Principles for Railway Health and Safety. [https://orr.gov.uk/\\_data/assets/pdf\\_file/0011/22160/human-factors-integration-orr-evidence-principles.pdf](https://orr.gov.uk/_data/assets/pdf_file/0011/22160/human-factors-integration-orr-evidence-principles.pdf), 10.06.2024 um 12:00

[10] Europäische Kommission (2013): Neue Weichenstellung für die europäischen Eisenbahnen: Kommission unterbreitet Vorschläge für ein viertes Eisenbahnpaket, 28.02.2024 um 10:00



**Felix Brosch, B.Eng.**

Dualer Student  
Fachhochschule Erfurt, Erfurt  
[felix.brosch@deutschebahn.com](mailto:felix.brosch@deutschebahn.com)



**Birte Thomas-Friedrich, M.Sc.**

Wissenschaftliche Mitarbeiterin  
Institut für Verkehrssystemtechnik  
Deutsches Zentrum für  
Luft- und Raumfahrt e.V.,  
Braunschweig  
[birte.thomas@dlr.de](mailto:birte.thomas@dlr.de)



**Andreas Huber, B.Eng.**

Grundständiger Student  
Fachhochschule Erfurt, Erfurt  
[andreas.as.huber@deutschebahn.com](mailto:andreas.as.huber@deutschebahn.com)



**Nathalie Baßin, B.Eng.**

Duale Studentin  
Fachhochschule Erfurt, Erfurt  
[nathalie.bassin@deutschebahn.com](mailto:nathalie.bassin@deutschebahn.com)



**Prof. Dr.-Ing. Raimo Michaelsen**

Professur für Eisenbahnwesen,  
insb. Leit- und Sicherungstechnik  
Fachhochschule Erfurt, Erfurt  
[raimo.michaelsen@fh-erfurt.de](mailto:raimo.michaelsen@fh-erfurt.de)

**BBL** Bahnbau Lüneburg  
Unternehmensgruppe

# Effiziente Instandhaltung im Schienenverkehr?

Bei uns sind Sie richtig. Wir sind Experten  
für zukunftsfähige Infrastrukturlösungen.  
Überzeugen Sie sich selbst!



Besuchen Sie uns an unserem  
Stand auf der InnoTrans 2024.  
HALLE 25, STAND 240D

[www.bbl-unternehmensgruppe.de](http://www.bbl-unternehmensgruppe.de)



BAHNBAU  
LÜNEBURG



KONSTRUKTION



MASCHINEN  
TECHNIK



FAHRWEG



PROJEKT



SIGNALTECHNIK

# 14. Tiefbaufachtagung der VDEI-Akademie für Bahnsysteme

Bericht über das Branchentreffen der Experten des Eisenbahntiefbaus im Tagungszentrum der sächsischen Wirtschaft in Radebeul am 14./15. Februar 2024



Abb. 1: Blick in das Auditorium

Quelle aller Abb.: VDEI-Service GmbH

## ULRIKE WEISEMANN | ANDREAS SCHEMSEL

Mit seinem einzigartigen Ambiente empfing der Historische Güterboden im Tagungszentrum der sächsischen Wirtschaft in Radebeul am 14. bis 15. Februar 2024 insgesamt 230 Teilnehmende sowie diverse Fachaussteller (Abb. 1). Die Tiefbaufachtagung wurde inhaltlich vom VDEI-Fachausschuss (FA) Geotechnik organisiert. Der FA Geotechnik hatte fünf Themenblöcke entworfen, in denen Experten der Branche vortrugen. Die Teilnehmenden erwartete mit insgesamt 16 Vorträgen ein umfangreiches und interessantes Programm im Bereich des Eisenbahntiefbaus und seiner Schnittstellen zu verwandten Fachgebieten.

Der erste Tag beschäftigte sich in zwei Themenblöcken mit wesentlichen Neuerungen und Änderungen in Regelwerken, Normen und Richtlinien sowie Vorträgen zur Ersatzbaustoffverordnung (EBV) und ihren Konsequenzen für den Eisenbahntiefbau. Ulrike Weisemann von der HTW Dresden übernahm die Moderation dieses ersten Tages. Als ob es Radebeul geahnt hätte, begann der zweite Tag mit Regen, und um Wasser

ging es ja auch am Vormittag: „Entwässerung / Umgang mit Wasser“. Der mittlere Teil beschäftigte sich mit dem Thema „Nachhaltiges und innovatives Bauen“. Der Abschlussblock der 14. Tiefbaufachtagung behandelte das Thema „Monitoring und Qualitätssicherung“. Thomas Neidhart von der OTH Regensburg moderierte diesen zweiten Tag.

## Tag 1

### Begrüßung

Die Tagung wurde gemeinsam von Thomas Neidhart und Ulrike Weisemann, die die Moderation der beiden Tage übernommen hatten, eröffnet. Neben Mitarbeitenden der Deutschen Bahn AG (DB), der Österreichischen Bun-



Abb. 2: Begrüßung der Teilnehmenden

desbahnen AG (ÖBB) und der Schweizerischen Bundesbahnen AG (SBB) wurden zur Tagung Ingenieure aus Planungsbüros und Baufirmen sowie Mitarbeitende und Studierende von Universitäten und Hochschulen begrüßt (Abb. 2).

Anschließend gab der Vorsitzende des FA Geotechnik, **Andreas Schemmel**, einen Überblick über die Aktivitäten des FA seit der 13. Tiefbaufachtagung, die im Februar 2022 stattgefunden hatte. Neben den Fachtagungen in Dresden und Neustadt an der Weinstraße wurden durch den FA eine Vielzahl an Workshops durchgeführt, die z.B. vertiefende Kenntnisse zu Geokunststoffen, zu bodenmechanischen Grundlagen sowie zur Planung und zur Instandhaltung von Entwässerungsanlagen vermitteln. Außerdem machte er auf die „Geotechnischen Fachinformationen“ aufmerksam, die vom FA zu unterschiedlichen Themenschwerpunkten ausgearbeitet werden und über die Internetseite des VDEI zugänglich sind.

**Wesentliche Neuerungen und Änderungen im Regelwerk, Normen und Richtlinien**

Voraussichtlich Ende 2024 wird das Merkblatt „Sicherungsbauwerke des Technischen Stein-

schlagschutzes – Bemessung und konstruktive Ausbildung“ von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen veröffentlicht. Teilnehmende der 14. Tiefbautagung konnten bereits einen Einblick erhalten. **Christian Ernst** vom Ingenieurbüro Witt + Partner trug vor, was das Merkblatt im Detail beinhalten wird. Neben relevanten Normen und Richtlinien wird es eine systematische Übersicht von Sicherungsmaßnahmen und Arten von Sicherungsbauwerken geben sowie Hinweise zur Bemessung und Empfehlungen zur konstruktiven Ausbildung.

**Peter Niemann** vom Eisenbahn-Bundesamt (EBA) informierte über die aktuellen Regelungen im Eisenbahntiefbau. Er gab außerdem einen Überblick über die Zuständigkeit der Referate und Bereiche im EBA für Grund-, Erd- und Felsbau. Im Detail erläuterte er die CSM-Risikoanalyse (CSM – Common Safety Method) sowie die Anforderungen an Eisenbahnsysteme in Deutschland. Weiterhin stellte er vor, welche Verwaltungsvorschriften für welche Prozesse/Sachverhalte zu berücksichtigen sind. Außerdem zeigte er, welchen Paragraphen der EIGV, also der Verordnung über die Erteilung von Inbetriebnahmegenehmigungen für das Eisenbahnsystem, besonderes Augenmerk gewidmet

werden sollte, wenn es um Bauprodukte und Bauarten geht.

**Daniel Völlmin** von der SBB präsentierte die Entwicklung des Asphalteinbaus bei der SBB. Von der Ideensuche für einen langlebigen und wirtschaftlichen Asphalt bis zur Materialprüfung nach mehreren Jahren erläuterte er die Entwicklung und Weiterentwicklung der Asphaltmischgutsorte AC Rail in den letzten Jahrzehnten. Bei AC Rail handelt es sich um eine bitumöse Sperrschicht zwischen Unterbau und Schotteroberbau. Er berichtete außerdem über die Herausforderungen und Lösungen für niederviskosen und temperaturreduzierten Asphalt.

**Ersatzbaustoffverordnung (EBV) und die Konsequenzen für den Eisenbahntiefbau**

Die Ersatzbaustoffverordnung (EBV), die am 1. August 2023 in Kraft getreten ist, stellt eine bundesweite Regelung zur Verwertung gütegesicherter Ersatzbaustoffe dar. Das eigentliche Ziel der Verordnung ist es, den Einsatz von mineralischen Abfällen und Nebenprodukten im Bauwesen zu fördern und dabei Mensch und Umwelt zu schützen. Welche ersten Erfahrungen wurden damit im Eisenbahntiefbau gesammelt, und welche Herausforderungen gibt es hier noch? Dies wurde im Block 2 thematisiert.

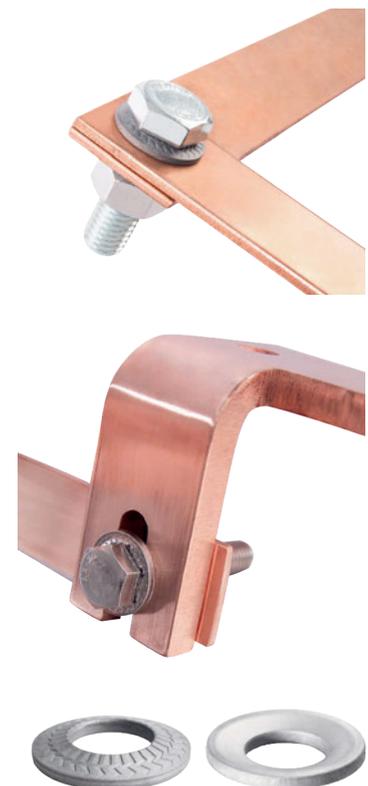
**NSK-E / NSK-EL: sichert elektrische Schraubenverbindungen effektiv und dauerhaft**

**Risikominimierung in der Elektrotechnik durch optimale Kontaktverschraubungen**

Vielfache Ursache für den Ausfall von elektrischen Systemen und Folgeschäden sind lose Schraubverbindungen und der Einsatz ungeeigneter Sicherungsscheiben.

**Die Lösung: Schraubensicherungsscheiben NSK-E / NSK-EL von teckentrup SLI**

- Bogenförmig federnde Geometrie kompensiert Setz- und Kriecherscheinungen
- Formschlüssig sperrend durch weiterentwickelte Verzahnung
- Schonung der weichen Leiterwerkstoffe durch spezielle Kufenform
- Einteilig montagefreundlich
- Erhöhte Restfederwirkung auch bei A4-Edelstahlscheiben
- Effektive Schraubensicherung auf Kupfer-Langlöchern (NEU: NSK-EL)
- Empfohlen durch die Deutsche Bahn



Besuchen Sie uns auf der InnoTrans 2024 in Halle 8.2, Stand 405



teckentrup SLI GmbH & Co. KG  
Grünestrasse 75  
D-58840 Plettenberg

Tel. +49 2391 99 93 93 0  
Mail: info@teckentrup-sli.de  
www.teckentrup-sli.de



Abb. 3: Vortrag von Almut Voß zum Thema Ersatzbaustoffverordnung

Zuerst trug **Dirk Melchert** von DB InfraGO AG (DB InfraGO) vor, wie die Ersatzbaustoffverordnung bei DB InfraGO umgesetzt wird und welche neuen Vorgaben, aber auch praktischen Schwierigkeiten, sich dadurch ergeben. Die neuen Herausforderungen müssen bereits im Planungsprozess berücksichtig

und Unsicherheiten abgebaut werden. Sein Fazit war, dass die EBV leider die Wiederverwendung von mineralischen Bauabfällen/Ersatzbaustoffen für den Einbau in technische Bauwerke erheblich verkompliziert und dadurch vermutlich die Verwertungsquote deutlich verringert.

**Steffen Großmann** von der HTW Dresden erläuterte in seinem Vortrag die gewonnenen Erkenntnisse aus umfangreichen Laboruntersuchungen zur Entwicklung eines EBV-konformen Tragschichtgemisches mit geforderten Wasserdurchlässigkeitsbeiwerten und hinreichender Frostsicherheit. Die Abnahme der Elastizität der Tragschicht durch die Zugabe hydraulischer Bindemittel erfordert ggf. zusätzliche konstruktive Maßnahmen oder andere konstruktive Lösungen.

Aus Sicht eines Prüfinstituts berichtete **Almut Voß** von der GfB Baustoffprüfstelle Erfurt Labor GmbH über die ersten Erfahrungen mit der EBV. Die EBV ist aus ihrer Sicht schwierig lesbar und umsetzbar. Die Referentin ging detailliert auf einzelne Paragraphen und deren Auslegung ein. Obwohl die EBV eine bundeseinheitliche Regelung schaffen sollte, sind bundeslandabhängige Regelungen inzwischen verbreitet und erschweren das Arbeiten mit der EBV (Abb. 3).

**Martin Uhlig** von der Leonhard Weiss Group rundete die ersten Erfahrungen mit der EBV aus Sicht der Baupraxis ab. Das Stimmungsbild in Behörden, Baufirmen und Auftraggebern fiel nach den ersten sieben Monaten des Inkrafttretens ernüchternd aus. Sein Blick in die Zukunft zeigte auf, welche Fragen gelöst werden müssen.

### Abschluss Tag 1

Bevor der Abend für die Teilnehmenden mit einem interdisziplinären Branchendialog im Ausstellungsbereich sowie einem Abendbuffet ausklang, hatten alle die Möglichkeit für einen Blick über den „Teich“. **Lutz Vogt** von Baugrund Dresden berichtete über das High Speed 2-Projekt. Das HS2-Projekt ist ein bedeutendes Infrastrukturvorhaben in Großbritannien für eine Hochgeschwindigkeitsbahnstrecke zwischen London und Birmingham. Deren Oberbau soll als Feste Fahrbahn ausgeführt werden. Er erläuterte, welches Leistungsbild für die geotechnische Beratung des Bauherrn erarbeitet wurde und berichtete über das Konzept der gesamtheitlichen Verformungsbetrachtung als ein wesentliches Element der Qualitätssicherung.

### Tag 2

#### Entwässerung / Umgang mit Wasser

Der zweite Tag begann, passend zum regnerischen Wetter, mit dem dritten Themenblock „Entwässerung/Umgang mit Wasser“. **Thomas Grischek** vom ZAF – Zentrum für angewandte Forschung und Technologie an der HTW Dresden – präsentierte detaillierte Ergebnisse aus Großversuchen zur Untersuchung des Abflussverhaltens in Gleisentwässerungsanlagen. Die Großversuche lieferten wichtige Erkenntnisse zur Abflussmenge und -geschwindigkeit in verschiedenen Versuchsaufbauten, woraus Schlussfolgerungen zur hydraulischen Bemessung von Entwässerungsanlagen gezogen werden können.

**Andreas Drumm** von DB Engineering & Consulting GmbH (DB E&C) setzte den Tag fort und erläuterte das bei der DB E&C verwendete Verfahren zur überschlägigen Berechnung des Wasserandrangs in Bestandstunneln. Gerade Kenntnisse zu den Randbedingungen, z. B. zu den Auswirkungen der Anisotropie des Gebirges auf das Einzugsgebiet, sind unerlässlich, um die Typisierung der Tunnel durchzuführen und darauf aufbauend Berechnungen durchführen zu können. **Constanze Fröhlich**, ebenfalls von der DB E&C, präsentierte konkrete Beispiele zu diesen Berechnungsansätzen. Details zu diesem Vortrag finden Sie im EIK 2024.

Wie geht man mit Extremwetterereignissen um und schützt sich vor Naturgefahren? **Jürgen Stern** von ÖBB-Infrastruktur AG berichtete über innovative Ansätze aus Österreich. Für den Streckenabschnitt Lienz – Silian wurde eine Suszeptibilitätsanalyse durchgeführt mit dem Ziel, eine Möglichkeit zur Abschätzung des Auftretens von



Sicherheit.  
Made in Germany.



Schnell, effizient und sicher: Diese Ansprüche werden gestellt, wenn es um die Montage und Wartung von Nutz- und Schienenfahrzeugen geht. Besuchen Sie uns auf der InnoTrans vom 24.09 - 27.09.24, Halle 6.2 Stand 335.

[www.steigtechnik.de](http://www.steigtechnik.de)



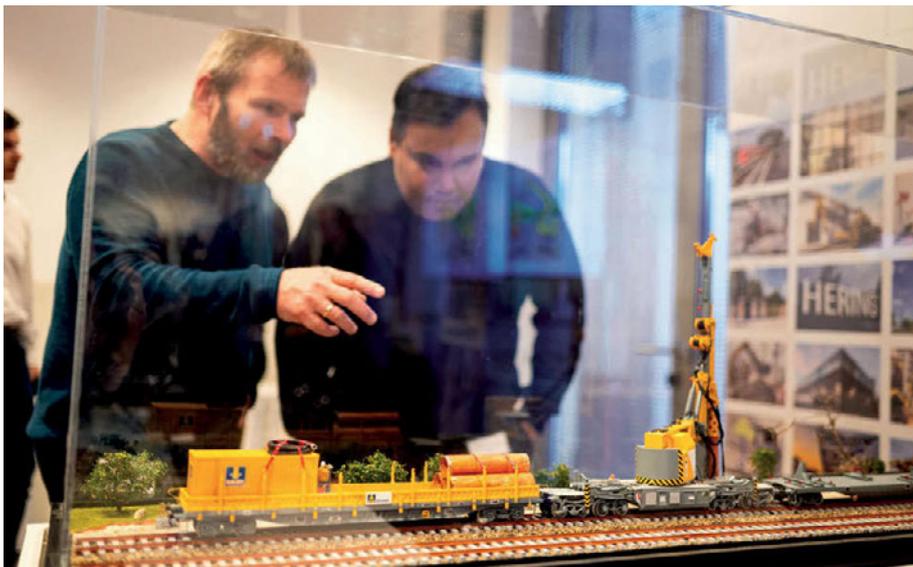


Abb. 4: Begleitende Fachausstellung mit angeregtem Austausch

oberflächennahen Rutschungen und Hangmuren und zur Erstellung einer Gefahrenhinweiskarte zu schaffen. Mit dieser Analyse sollten keine Aussagen für jedes Grundstück getroffen oder geotechnische Gutachten zur Hangstabilität erstellt werden. Zweck der Analyse war die Schaffung einer Basis für ein Maßnahmenkonzept sowie einem Instrument zur Maßnahmenpriorisierung. Das Ergebnis war die Definition von drei Gefährungsklassen auf Basis modellierter Wahrscheinlichkeiten, sodass geeignete Maßnahmen abgeleitet werden konnten, z.B. ein permanentes Streckenmonitoring mittels Kameras und Laserscanner auf einem kritischen Streckenabschnitt.

#### Nachhaltiges und innovatives Bauen

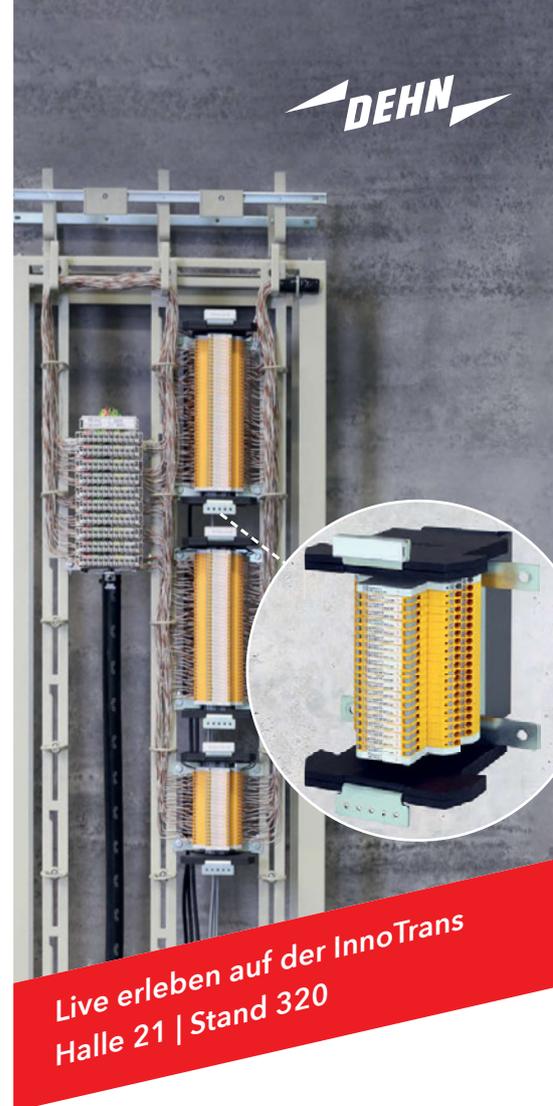
Nach einer Kaffeepause startete **Lars Vollmert** von der Fa. Naue GmbH & Co. KG den vierten Block „Nachhaltiges und innovatives Bauen“

mit einem Vortrag über das Thema „Nachhaltigkeit von Unterbaukonstruktionen am Beispiel von Geobaustoffen“. Er beleuchtete den Lebenszyklus von Geobaustoffen und erläuterte, dass im Rahmen der nachhaltigen Nutzung die Funktionsdauer von Böden verglichen werden kann. Durch die Quantifizierung von Umweltauswirkungen konnte er am Beispiel einer bereits ausgeführten geogitterbewehrten Stützkonstruktion im Vergleich zu einer klassischen Winkelstützmauer aufzeigen, welche positiven Auswirkungen das Bauen mit Geobaustoffen haben kann.

Ein weiterer Vortrag von **Hartmut Hangen** von der Huesker Synthetic GmbH und **Thorsten Balder** von der Heitkamp Brückenbau GmbH befasste sich mit der Verwendung von Kunststoffbewehrter Erde für Brückenwiderlager bei Bahnbauprojekten. Sie stellten Erfahrungen



Abb. 5: Rege Diskussionen nach den Vorträgen



Live erleben auf der InnoTrans  
Halle 21 | Stand 320

Schutz nach Ril 819.0808

## Überspannungs-Schutzeinrichtung im Kabelabschlussgestell

Ril-konforme Verfügbarkeit für die TK sichern

Überspannungs-Schutzeinrichtungen (ÜSE) gemäß Ril 819.0808 für das KAG.

Das bedeutet:

- DB InfraGO AG freigegebene TK-Lösung für die KAG-Anwendung
- Platzsparende und anwenderfreundliche Umsetzung
- Sicher dimensioniert hinsichtlich transients und Bahn-Beeinflussungsspannungen

de.hn/bBst6



DEHN protects.

www.dehn.de



Abb. 6: Anwesende Mitglieder des FA Geotechnik

aus dem Straßenbau vor und diskutierten deren Übertragbarkeit auf den Eisenbahnbau. Das Pilotprojekt Stockumer Straße wurde mit einem Brückenwiderlager aus Kunststoffbewerter Erde in nur 80 Tagen gebaut – eine bedeutende Bauzeitreduzierung. Bemerkenswert waren außerdem die vorgestellten positiven japanischen Erfahrungen mit dieser Bauweise. Das hier bereits als Standardbauweise angewendete „Full-height Rigid Facing“ wurde bereits erfolgreich als Brückenwiderlager in dortigen Bahnbauprojekten eingesetzt. Der Referent warb noch einmal leidenschaftlich für den Einsatz dieser innovativen Bauweise bei der DB in Deutschland.

**Bernhard Schrötter** von der Tiroler Rohre GmbH präsentierte eine Treibhausgas-Bewertung von Duktillrammpfählen. Gemeinsam mit **Prof. Dr. Florian Gschösser** von der Universität Innsbruck führte er diese Bewertungen durch, die die Analyse und Quantifizierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und anderer Treibhausgase, die während des Lebenszyklus von Duktillrammpfählen entstehen, beinhalten. Dabei wurden alle Phasen von der Produktion über den Transport bis hin zur Installation und Nutzung der Pfähle analysiert und die Umweltauswirkungen dieser Bauweise untersucht. Ziel ist es, die Umweltauswirkungen dieser Bauweise zu verstehen und mögliche Reduzierungen aufzuzeigen.

### Monitoring und Qualitätssicherung im Eisenbahntiefbau

Der fünfte und letzte Block der Tagung widmete sich dem Monitoring und der Qualitätssicherung im Eisenbahntiefbau. **Andreas Heller** von der Bänziger Partner AG und **Matthias Ryser** von der Dr. Vollenweider AG referierten über die Zustandserfassung, Schadensanalyse, Beurteilung und Maßnahmenplanung von Natursteinmauern an Bahngleisen aus

der Schweiz. Konkret ging es in dem Vortrag um typische Schadensbilder an Stütz- und Verkleidungsmauern bei der SBB sowie der Rhätischen Bahn (RhB) und die Frage, wie eine zielführende Risikobeurteilung erfolgen kann, um auf dieser Basis geeignete Instandsetzungsmaßnahmen planen und ausführen zu können. Diese Herangehensweise wurde anschaulich anhand des Beispiels Stützmauer Chiggioa erläutert. Durch eine sinnvolle Kombination von Bauwerksuntersuchungen und FE-Berechnungen konnte eine ausreichende Tragfähigkeit nachgewiesen werden. Den Abschluss der Tagung bildete **Jan Anderssohn** von Tre Altamira S.L.U. mit einem Vortrag über das Monitoring von Bodenbewegungen und Oberflächendeformationen mittels satellitengestützter Interferometrie (InSAR). Diese Technologie ermöglicht die Messung von Bodenbewegungen und Oberflächendeformationen. Dazu wird ein Radarstrahl von einem Satelliten in 600 km Höhe zur Erdoberfläche gesendet und das reflektierte Signal aufgezeichnet. Dieses Verfahren nutzt die Phase des reflektierten Radarsignals, um Veränderungen der Erdoberfläche über die Zeit zu detektieren. Der Vorteil ist, dass im Zusammenhang mit kritischen Untergrund- und Unterbaubedingungen sowie bei Baumaßnahmen ein längerer Zeitabschnitt analysiert werden kann, auch ein Blick in die Vergangenheit ist möglich. Bodendeformationen können selbst auf kleinem Raum analysiert werden, das konnte der Vortragende anhand von Beispielen zeigen.

### Fazit

Der historische Güterboden in Radebeul überzeugte die Teilnehmenden sowie das Organisationsteam der VDEI-Akademie und den Fachausschuss Geotechnik (Abb. 6). Die vielfältigen Themenschwerpunkte, interessanten Vorträge und die begleitende Ausstellung

ermöglichten einen intensiven fachlichen Austausch. Einige Referenten haben auf der Grundlage ihres o.g. Vortragsthemas einen Fachartikel verfasst, welche ebenso in diesem Heft des EISENBAHNINGENIEURS mit abgedruckt sind.

Für die nähere Zukunft sind weitere Fachveranstaltungen geplant, so z.B. das 5. VDEI-Geotechnik-Kolloquium am 18. März 2025 in Neustadt an der Weinstraße unter dem Motto „10 Jahre Fachausschuss Geotechnik“ sowie die 15. Tiefbautagung vom 11. bis 12. Februar 2026 am selben eisenbahnverbundenen Ort. Der FA Geotechnik freut sich auf ein Wiedersehen! ■

## VDEI Fachausschuss GEOTECHNIK



**Dipl.-Ing. Andreas Schemmel**  
Fachbeauftragter Tunnel- und Erdbau & Konstruktiver Ingenieurbau  
DB InfraGO AG, Magdeburg  
andreas.schemmel@deutschebahn.com



**Prof. Dr.-Ing. Ulrike Weismann**  
Professur Bahnbau  
Fakultät Bauingenieurwesen  
HTW Dresden, Dresden  
ulrike.weismann@htw-dresden.de

# 20 Jahre Fachtagung Konstruktiver Ingenieurbau in Berlin

Anlässlich des Jubiläums blickt Günter Engel, Initiator der Fachtagung, im Interview zurück auf die Entstehungsgeschichte.

GÜNTHER GRUNERT | EMILY LAMPRECHT

Am 6. Mai 2024 besuchten die Autoren dieses Beitrags Günter Engel, den Initiator der Fachtagung Konstruktiver Ingenieurbau (KIB), um mehr über die Anfänge der Tagung zu erfahren. Günter Engel, 1934 geboren, ist seit 1990 Mitglied im VDEI. Er war viele Jahre als engagiertes Mitglied in Fachausschüssen und innerhalb der Akademie eingebunden. Er ist mittlerweile im Ruhestand und lebt zusammen mit seiner Frau in Brandenburg (Abb. 1).

## Vom Kriegsflüchtling zum Eisenbahningenieur

Günter Engel beginnt seine Erzählung in seiner Kindheit. 1945 aus dem verlorengegangenen Teil Deutschlands, aus Landsberg an der Warthe, geflohen, gelangten er und seine Familie nach Berlin und nach dem Krieg über Umwege nach Großwoltersdorf im heutigen Brandenburg.

Er war gerade einmal elf Jahre alt, als sein Vater an Kriegsverletzungen starb und seine Mutter schwer krank wurde. Plötzlich war er mit elf Jahren allein für seine vier Jahre alten Schwestern verantwortlich. Trotz schwerer Umstände schaffte er es auf die Oberschule. Das Geld reichte aber vorn und hinten nicht, und er musste sich eine Arbeitsstelle suchen. Sein Vater war Lademeister in der Güterabfertigung bei der Bahn gewesen, und deshalb lag für ihn der Werdegang auf der Hand.

Der nächste Bahnhof und die Bahnmeisterei lagen in Gransee, und dort fragte er 1949 nach Arbeit. Der Bahnmeister und der Bahnhofsvorsteher von Gransee nahmen Günter Engel unter ihre Fittiche. Sie sollen gesagt haben „Sein Vater war auch Bahner – um den Jungen müssen wir uns kümmern“. Nach seiner abgeschlossenen Ausbildung begann er als Fahrdienstleiter (Fdl) in Gransee. Doch die Arbeit als Fdl reichte ihm nicht, und er schloss ein dreijähriges berufsbegleitendes Ingenieursstudium an der Fachschule in Gotha ab.

Sein erstes großes Vorhaben als Betriebsingenieur beim Reichsbahnamt war eine Brückenbaumaßnahme in Neustrelitz. Am Süd-Kopf wurden zwei Überbauten erneuert. Über den dritten, nachträglich angebauten Überbau, wurde gefahren. Zusätzlich wurde durch die Brückenmeisterei Prenzlau an jedem Widerla-



Abb. 1: Interview mit Günter Engel: (v.l.n.r.) Günther Grunert, Günter Engel, Bernd Pinkert

Quelle: E. Lamprecht

ger noch eine Gleisabfängung eingebaut, um einen sicheren Eisenbahnbetrieb im Bereich der Brückenbaustelle zu gewährleisten. Günter Engel war bewusst, dass trotz einer Ingenieur Ausbildung sein Wissen für solche speziellen Sachen nicht ausreichte und bildete sich in einem Zusatzstudium für den Baubereich weiter. Er betont, wie wichtig es ist, sich während der Arbeit weiterzubilden und Wissen zu teilen.

## Gründung VDEI-Bezirk

Die Verbindung zum VDEI entstand aus der Zusammenarbeit beim Reichsbahnamt. Hier bezogen die Betriebsingenieure die Fachzeitschrift „DER EISENBAHNINGENIEUR“ und weitere wichtige Fachzeitschriften. Günter Engel erzählt: „Ich habe immer dafür gesorgt, dass die Brückenmeisterei, die Hochbau-Meistereien und die Bahnmeistereien wichtige Artikel daraus erhielten. Dann kam die Wende, und ich habe sofort einen Brief an den VDEI in Frankfurt am Main geschrieben, denn ich wollte gern Mitglied im VDEI werden“. Ein Treffen mit dem damaligen stellvertretenden Bundesvorsitzenden Rolf Behne reichte aus, um Günter Engel und seine Kollegen zu überzeugen: „Wir gründen einen Bezirksverband. Und dann haben wir Ende März 1990 eine Gründungsversammlung durchgeführt und den ersten VDEI-Bezirk in der noch-DDR gegründet, den VDEI-Bezirk Greifswald.“ Mit

der Bahn wurde eine offizielle Vereinbarung getroffen, dass Einrichtungen der Bahn für die Bezirksw Zwecke genutzt werden durften und im Gegenzug der Verband Weiterbildungsveranstaltungen für die Bahn gestalten würde.

Als Bezirksvorsitzender engagierte sich Günter Engel in den Arbeitsgruppen des VDEI und sorgte unter anderem dafür, dass die Berufsbezeichnung „Eisenbahnbetriebsingenieur“ anerkannt wurde. Bei der Zusammenarbeit in Arbeitsgruppen fiel ihm auf, dass es noch mehr Kommunikation bedurfte. So entstand die Idee einer regelmäßigen Fachtagung, bei der unter anderem auch Fremdbetriebe und externe Ingenieurbüros über die Vorgehens-

i

Die 20. Fachtagung Konstruktiver Ingenieurbau findet am 26. September 2024 im Langenbeck-Virchow-Haus in Berlin statt. Alle weiteren Informationen zur Anmeldung und zum Programm finden Sie auf der VDEI-Akademie-Website unter: [www.vdei-akademie.de/details/id-20-fachtagung-konstruktiver-ingenieurbau](http://www.vdei-akademie.de/details/id-20-fachtagung-konstruktiver-ingenieurbau)

weisen und Regularien der Bahn aufgeklärt werden sollten. Das Mitwirken der relevanten Instanzen war hierfür Grundvoraussetzung.

### Die erste Fachtagung

Der Kontakt zur DB wurde durch Dipl.-Ing. Martin Muncke, dem damaligen Leiter des Konstruktiven Ingenieurbaus der DB Netz AG, hergestellt. Dabei konnte die Tagung, neben der Anerkennung durch Ingenieurkammern der Bundesländer, als Weiterbildung für DB-Kollegen anerkannt werden und verzeichnete von Anfang an eine hohe Nachfrage. 50% der Teilnehmer waren DB-Mitarbeiter. Ein Vortrag über die „Neuerungen im Technischen Regelwerk der DB AG“, heute von der „Bauartverantwortung Ingenieurbau“ bei DB InfraGO AG ausgestaltet, ist seit der ersten Fachtagung ein fester Bestandteil der Fachtagung.

Eine direkte Verbindung zum Eisenbahn-Bundesamt (EBA) bestand durch den Kontakt zu Dr.-Ing. Hartmut Freystein. Martin Muncke und Hartmut Freystein hatten gemeinsam bei der Bahn ihre Ausbildung absolviert. Die Freundschaft der beiden blieb über die Jahre bestehen, während Freystein zum EBA wechselte, verblieb Muncke bei der Bahn. Günter Engel erinnert sich: „Wir alle drei zusammen waren ein gutes Team.“ Die Themen des EBA wurden seitdem auf jeder Fachtagung referiert und diskutiert („Neues von der Bauaufsicht“).

Des Weiteren sollte die Zusammenarbeit mit den Prüffingenieuren gestärkt werden. So referierte auf der ersten Fachtagung der Vizepräsident der Bundesvereinigung deutscher Prüffingenieure, Dipl.-Ing. Peter Otte. Ab der 6. Fachtagung 2010 und bis heute beteiligte sich die Vereinigung der Prüffingenieure (Bundesvereinigung der Prüffingenieure für Bautechnik BVPI, später Vereinigung der Prüfsachverständigen für bautechnische Nachweise im Eisenbahnbau e.V., vpi-EBA) offiziell an der Organisation der Fachtagung.

Auf der Suche nach geeigneten Veranstaltungsräumen wurde der Kontakt zur Tech-



Abb. 2: 1. Fachtagung Konstruktiver Ingenieurbau im Jahr 2005

Quelle: VDEI Akademie Archiv

nischen Universität Berlin über Prof. Dr.-Ing. Jürgen Siegmann, Leiter des Fachgebietes Schienenfahrzeuge und Bahnbetrieb, hergestellt. Die Gespräche mit Prof. Dr.-Ing. Karsten Geißler, gerade 2005 zum Professor für Entwerfen und Konstruieren – Stahlbau an die Technische Universität Berlin berufen, führten schnell zu der Entscheidung, die erste Fachtagung gemeinsam vorzubereiten und durchzuführen. Als vorteilhaft stellte sich die Nutzbarkeit der großen denkmalgeschützten Peter-Behrens-Versuchshalle des Instituts für Bauingenieurwesen dar, um eine Fachausstellung zu organisieren.

Am 14. Oktober 2005 fand die erste vom VDEI und der TU Berlin organisierte Fachtagung Konstruktiver Ingenieurbau Berlin im Hörsaal und der Peter-Behrens-Versuchshalle der TU mit 125 Teilnehmern statt (Abb. 2). Vortragende waren Herr Muncke (Einführung in internationale Tendenzen im Eisenbahnbrückenbau), Herr Freystein (Auswirkungen von Technischen

Spezifikationen der Interoperabilität TSI), Herr Siegmann (Betriebliche Auswirkungen auf Eisenbahnbrücken), Herr Schlaich (TU Berlin, Moderne Brücken für Schienenfahrwege), Herr Koch (DB AG, Bemessung nach Grenzzuständen im Eisenbahnbrückenbau), Herr Schwesig (Grassl Ingenieure, Tragsicherheitsnachweis für offene, längsversteifte Stahlquerschnitte), Herr Otte (Bemessung nach Grenzzuständen im Grundbau) und Herr Bagayoko (DB AG, Schwingungstechnische Probleme im Eisenbahnbrückenbau), moderiert wurde die Fachtagung von Herrn Muncke und eröffnet von Herrn Schuschke (Bezirksvorsitzender VDEI Berlin/Brandenburg) und Herrn Siegmann.

### Thema KIB in den Folgejahren

Die Fachtagung wurde in den Folgejahren immer erfolgreicher und beliebter, nicht nur im Bereich des VDEI Berlin/Brandenburg, sondern deutschlandweit. Mit einem Mix von Vorträgen zu rechtlichen Rahmenbedingungen

## Individuelle Sonderdrucke Schaffen Sie Aufmerksamkeit!

Für mehr Informationen besuchen Sie  
[www.eurailpress.de/sonderdrucke](http://www.eurailpress.de/sonderdrucke)

Werben Sie  
mit Ihrem  
maßgeschneiderten  
Sonderdruck!



Wir finden mit Ihnen die beste Ergänzung zu Ihrem Marketingmix, sodass Sie Ihre Reichweite optimal ausnutzen können.



**Abb. 3:** 2. Fachtagung KIB in der TU Berlin – Versuchsstand zur Messung einer Kleinhilfsbrücke unter dynamischen Lasten  
Quelle: VDEI Akademie Archiv

(Aufsichtsbehörde und DB), der Forschung und Entwicklung aus den Hochschulen sowie aus Planung, Prüfung und Bau konkreter Ingenieurbauwerke unter Bahnbetrieb (Abb. 3), stets mit dem Fokus auf den Austausch zwischen den Gewerken und Beteiligten im Bahnbetrieb, traf sie einen Nerv, der zu einer Folge weiterer Fachtagungen des VDEI führte. So wurde 2010 das sehr erfolgreiche VDEI-Symposium Eisenbahnbrücken und konstruktiver Ingenieurbau (München) und 2015 die VDEI-Fachtagung zur Sanierung von Ingenieurbauwerken (Nürnberg) ins Leben gerufen. Seit 2023 ergänzt das thematisch neu ausgerichtete Norddeutsche Eisenbahnforum (VDEI Mecklenburg-Vorpommern / Nordbrandenburg) die Veranstaltungen des Verbandes im Bereich KIB.

#### Ausblick

Am Ende haben wir Günter Engel gefragt, was er den Kolleginnen und Kollegen, die sich tagtäglich mit dem Erhalt und der Erneuerung der Bahninfrastruktur beschäftigen, mitgibt: „Wichtig ist die Erkenntnis: Wenn es um die Sicherheit des Bahnbetriebs geht, darf man nicht ahnen und vermuten, man muss es wissen. Dieses Wissen muss man erwerben, ganz egal auf welche Art und Weise. Vor allem Behelfszustände sind wichtig, weil eben da das Zusammenwirken zwischen dem Baubetrieb und der Bahn selbst mit dem Ziel, die Befahrbarkeit möglichst aufrechtzuhalten, im Vordergrund steht. Man muss einfach Einigkeit und Verständnis bei allen Beteiligten für das Gesamtproblem schaffen. Die Bahn lebt davon, dass sie Menschen und Dinge befördert.“

Darum geht es bei der Berliner Fachtagung Konstruktiver Ingenieurbau: Kommunikation und Einigkeit. Die Fachtagung hat sich über die letzten 20 Jahre bewährt, indem sie die fachlichen Anlaufstellen aller beteiligten

Instanzen zum Austausch eingeladen hat. Sie baut auf jahrelangen Freundschaften, konstruktiver Zusammenarbeit und dem Engagement jedes Einzelnen auf. Eine Erfolgsgeschichte, wie die von Günter Engel,

haben viele Eisenbahner zu erzählen. Wir freuen uns, diese Geschichte im Rahmen des 20-jährigen Jubiläums mit den Lesern des EI – DER EISENBAHNINGENIEUR zu teilen und wünschen Günter Engel alles Gute zu seinem diesjährigen 90. Geburtstag, vor allem Gesundheit und weitere Schaffenskraft. ■

**VDEI** *Fachausschuss*  
KONSTRUKTIVER INGENIEURBAU



**Günther Grunert**  
Brückenbau u. LS-Anlagen Technik  
DB InfraGO AG, Berlin  
guenther.grunert@deutschebahn.com



**Emily Lamprecht**  
Projektmanagerin  
VDEI Service GmbH, Berlin  
e.lamprecht@vdei.de

Made in Germany www.lenord.com

# NEU

## Flachstellen zuverlässig erkennen

- Unser neuer Flachstellendetektor für Ihr 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

## VERANSTALTUNGEN

**18.09.2024 – 20.09.2024**  
D-Dresden  
**20. Internationale Schienenfahrzeugtagung**  
Info: HTW Dresden, TU Dresden, DVV Media Group GmbH  
<https://www.rad-schiene.de/>  


**19.09.2024 – 20.09.2024**  
D-Dresden  
**29. Sicherungstechnische Fachtagung „Planung und Inbetriebnahme der Digitalen LST“**  
Info: TU Dresden  
<https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ibv/vst/die-professur/ftag/2024>

**24.09.2024 – 27.09.2024**  
D-Berlin  
**InnoTrans 2024**  
Info: Messe Berlin  
<https://www.innotrans.de/de/ueber-uns/>

**26.09.2024**  
D-Berlin  
**20. Fachtagung Konstruktiver Ingenieurbau**  
Info: VDEI-Akademie  
<https://www.vdei-akademie.de/details/id-20-fachtagung-konstruktiver-ingenieurbau>  


**21.10.2024 – 25.10.2024**  
D-Schieder-Schwalenberg  
**Blitz- und Überspannungsschutz im Bereich von Bahnanlagen – Blitzschutzfachkraft**  
Info: VDEI-Akademie  
<https://www.vdei-akademie.de/details/blitz-und-C3%BCberspannungsschutz-im-bereich-von-bahnanlagen-oktober-2024>  


**07.11.2024**  
D-Nürnberg  
**10. Fachtagung zur Sanierung von Ingenieurbauwerken**  
Info: VDEI-Akademie  
<https://www.vdei-akademie.de/themenfelder>  


**07.11.2024 – 08.11.2024**  
D-Fulda  
**24. Internationaler SIGNAL+DRAHT-Kongress**  
Info: DVV Media Group GmbH  
<https://www.eurailpress.de/veranstaltungen/detail/24-signal-draht-kongress-2024-hybrid.html?>  


Weitere Termine unter

[www.eurailpress.de](http://www.eurailpress.de) und [www.vdei.de](http://www.vdei.de)

## BAHN-NACHRICHTEN

## ERA empfiehlt mittelfristig neue TSI „Maintenance“

**Fahrzeuginstandhaltung** | Die Europäische Eisenbahnagentur (ERA) hat jetzt ihren ersten Bericht über die Bewertung zur Verordnung (EU) 2019/779 über die Fahrzeuginstandhaltung (ECM) veröffentlicht. Danach hat sich die Verordnung als „Erfolg“ gezeigt: Die ECM-Zertifizierung für alle Fahrzeugtypen sei vom Eisenbahnsektor und den Akteuren „weitgehend“ angenommen worden, und die „überwiegende“ Mehrheit der an diesem ersten Bericht beteiligten Akteure ist der Ansicht, dass die Vorteile dieser Verordnung insgesamt die Nachteile überwiegen. Die ERA hat nun insgesamt 14 kurz- und mittelfristige Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Verordnung ausgesprochen. Mittelfristig empfiehlt die ERA eine neue Technische Spezifikation Interoperabilität (TSI) Maintenance, um die ECM-bezogenen Zuständigkeiten von Bahnen (EVU)/Werkstatt, Haltern, Fahrzeug- und Komponentenherstellern, ECM- und Instandhaltungsfunktionen in verschiedenen Unternehmensorganisationen zu harmonisieren. Die TSI könnte auch dazu führen, das Sicherheitsmanagementsystem (SMS) in das Instandhaltungsmanagementsystem zu integrieren. Auch könnten so die Kompetenzen des Personals, das Instandhaltungstätigkeiten durchführt, verbessert werden. Die ERA merkt an, dass die Instandhaltung als einziges Teilsystem im Anhang 2 der Richtlinie (EU) 2016/797 ohne TSI aufgeführt ist. Aber die ERA stellt auch klar, dass die TSI nur eine der Optionen ist; andere Optionen erfordern eine spezielle und weitere Untersuchung. cm

## JNS: Weitere Radsatztypen nicht thermostabil

**Unfall Gotthard-Basistunnel** | Infolge des Gotthard-Basistunnel-Unfalls hat das Joint Network Secretariat (JNS) der europäischen Eisenbahnagentur ERA seine Risikokontrollmaßnahmen aktualisiert. Das JNS Normal Procedure (NP) 2024 ersetzt das JNS NP 2017-2019 für Radsätze Typ BA 004 (Riss im Radkranz). Die neuen Regeln gelten konkret auch für die Radsatzbauarten Db-004sa, BA 390, RI 025, R32 und BA 304 bzw. für vergleichbare Radsätze. Diese Radtypen werden im Rahmen der JNS-Ergebnisse nicht mehr als thermostabiles Rad betrachtet. Das JNS hält den vergrößerten Mindeststraddurchmesser nach der letzten Reprofilierung von 880 mm für ausreichend. Alle nationalen Sicherheitsbehörden und ECM-Zertifizierungsstellen müssen die neuen Risikokontrollmaßnahmen bei ihrer Aufsichtstätigkeit berücksichtigen. cm

## Verstaatlichungsgesetz

**UK** | Kurz nach Amtsantritt hat UK-Verkehrsministerin Louise Haigh einen Gesetzentwurf zur angekündigten Verstaatlichung der Personenverkehrs-Bahnen vorgelegt. Er soll englischen, schottischen und walisischen Behörden als „Aufgabenträger“ verbieten, Franchises an private Bahnen zu vergeben. Er sieht stattdessen vor, Verkehre

bei Auslaufen des Franchises oder anderweitigen „vertraglichen Brüchen“ direkt an ein öffentliches Bahnunternehmen zu vergeben. Begrenzte Ausnahmen gelten, wenn dies nicht „vernünftigerweise praktikabel“ ist. Aktuell gibt es private Franchises nur noch in England. Die letzten Verträge laufen bis Oktober 2027. jgf

## EBIT sank in allen Sparten des Verbundes Schiene

**1. Halbjahr 2024** | Die Deutsche Bahn AG (DB) will Maßnahmen für betriebliche und finanzielle Verbesserungen ergreifen. Das stellten Vorstandsvorsitzender Richard Lutz und Finanz- und Logistikvorstand Levin Holle bei der Präsentation des Halbjahresberichts 2024 dar. Dass dies nötig ist, zeigten die Zahlen: In allen Sparten des Systemverbundes Schiene sank das EBIT. Die Pünktlichkeit im Personenverkehr nahm weiter ab, erstmals seit Corona (2021) stiegen Reisendenzahl und Verkehrsleistung nicht. Am Jahresende sollen im Fernverkehr 63 bis 67 % Pünktlichkeit erreicht werden.

Die DB hat im 1. Halbjahr 2024 ein Ergebnis nach Ertragssteuern von -1,23 Mrd. EUR erzielt. Das operative Ergebnis (EBIT) stürzte um 956 Mio. EUR auf -677 Mio. EUR ab. Auch in allen Verkehrsunternehmen wies die EBIT-Tendenz nach unten. Der Umsatz stieg immerhin bei DB Regio. Cargo und Fernverkehr ließen auch hier Federn. Als Grund nannte Lutz Extremwetter und Infrastrukturmängel. Laut Holle kosteten die GDL-Streiks an 13 Tagen die DB rund 300 Mio. EUR. Bei Cargo drückte auch der noch nicht geförderte Einzelwagenverkehr aufs Ergebnis.

Zugenommen haben Brutto- und Nettoinvestitionen, im Gesamtjahr 2024 sollen diese auf 21 Mrd. EUR und 11 Mrd. EUR wachsen. Bei DB Fernverkehr sanken die Netto-Investitionen im ersten Halbjahr um rund 0,35 Mrd. EUR, bei DB InfraGO stiegen sie um 1,3 Mrd. EUR. Die Netto-Finanzschulden sanken um knapp 1 Mrd. EUR. Wirksam waren hier über 3 Mrd. EUR DB-Eigenkapitalerhöhung und der Arriva-Verkauf. jgf

Halbjahreszahlen 2024 der DB AG im Vergleich zum 1. Halbjahr 2023			
Kennzahlen (Mio. EUR)	1. Hj. 2024	1. Hj. 2023	Veränderung
Umsatz bereinigt	22310	23.005	-3,0 %
Umsatz vergleichbar	22370	22.985	-2,7 %
EBIT (operat. Ergebnis) bereinigt	-677	279	▼
Ergebnis vor Ertragsteuern	-1113	32	▼
Ergebnis nach Ertragsteuern	-1231	-71	▼
Brutto-Investitionen	7305	6.176	+18,3 %
Netto-Investitionen	4016	2.977	+35,9 %
Netto-Finanzschulden	33084	33.953	-2,6 %
Return on Capital Employed in %	-2,7	1,2	▼
EBIT bereinigt (Mio. EUR)	1. Hj. 2024	1. Hj. 2023	Veränderung
DB Fernverkehr	-232	-62	▼
DB Regio	-66	-38	▼
DB Cargo	-261	-195	▼
DB InfraGO	-712	-234	▼
DB Energie	192	310	▼
DB Schenker	520	626	-16,9 %
Beteiligungen / Sonstige	-92	-95	▲
(DB Arriva; Verkauf abgeschlossen)	62	43	+44,2 %

Angaben aus dem Integrierten Zwischenbericht Januar – Juni 2024 der Deutschen Bahn AG; Anm. zu „Veränderung“: Wo eine Prozentangabe rechnerisch nicht sinnvoll ist, ist ein Pfeil mit der Tendenz der Entwicklung der Kennzahl eingefügt; Arriva-Verkauf wurde im Mai 2024 abgeschlossen und Arriva bis dahin als „nicht fortgeführtes Geschäftsfeld“ gelistet.

Quelle: DB

## Landwirt muss Strecken vor Erosion schützen

**Gericht** | Nachdem von der Anbaufläche eines Landwirts nach Regenfällen mehrmals Schlamm auf die unterhalb gelegene Bahnstrecke Wuppertal-Rauenthal-Radevormwald-Wilhelmsthal rutschte, hat das Landgericht Köln den Landwirt am 5. Juli 2024 dazu verurteilt, sein Flurstück „ausreichend gegen Bodenerosionen zu schützen“ (LG Köln, Az: 16 O 205/18). Außerdem sprach das LG dem Eigentümer der Strecke, dem Bergische Bahnen/Förderverein Wuppertschiene e.V. (BBFVW), im Grund- und Teilurteil dem Grunde nach einen Schadenersatzanspruch zu. Die Schadenersatzhöhe wird erst im Endurteil festgelegt.

Das Gericht sah es als erwiesen an, dass das Schadensereignis im Sommer 2016 – weitere gab es auch 2013 und 2018 – durch eine Bewirtschaftung der „streitbefangene(n) Ackerfläche entgegen der Grundsätze der guten fachlichen Praxis“ verursacht wurde. Es ging um den Anbau von Maispflanzen. Das LG berief sich auf § 823 Abs. 1 BGB, nach dem zum Ersatz des daraus entstehenden Schadens verpflichtet ist, wer vorsätzlich oder fahrlässig das Eigentum eines anderen widerrechtlich verletzt, und auf § 830 Abs. 1 Satz 1 und 2. Den BBFVW als Eigentümer trifft keine Mitschuld: Der Instandhaltungszustand einer Stützmauer am Gleis ist nicht relevant, da der Schlamm daran vorbei fließt. Auch der Bewuchs einer Drainage am Gleis begründet



keine Mitschuld, da diese der Gleisentwässerung, nicht dem Aufhalten von Schlamm dient. Der BBFVW will auf der Strecke perspektivisch Tourismusverkehr anbieten. Wie aus einem Hinweisbeschluss der nächsthöheren Instanz (OLG Köln) auf eine Berufung des Landwirts hervorgeht, soll die Ackerfläche inzwischen als (gut erosionsgeschützte) Wiese genutzt werden. Das Grund- und Teilurteil des LG ist nach Rücknahme der Berufung seit 23. Juli 2024 rechtskräftig. jgf

Quelle: G. Blüthner / BBFVW e. V.

## Betonschwellen Vossloh übernimmt Sateba

**Frankreich** | Die Vossloh AG kauft über ihre Tochter Vossloh France SAS den Betonschwellen-Hersteller Sateba mit Sitz in Paris. Geplant ist ein Anteilskauf (Share Deal), wie jetzt mit Sateba-Eigner TowerBrook Capital Partners vereinbart wurde. Mit dem Vollzug rechnen die Partner nach Vorliegen aller Freigaben im Frühjahr 2025. Der Kaufpreis liege bei 450 Mio. EUR, er beinhaltet den Vollzug einer noch laufenden Akquisition durch Sateba in der Größenordnung von 25 Mio. EUR. Bei Vossloh soll Sateba in das Geschäftsfeld Tie Technologies integriert werden. Das Unternehmen verfügt über 19 Standorte in zehn europäischen Ländern. Die Produktionskapazität liegt bei rund 4 Mio. Gleis- und Weichenschwellen jährlich. Für 2024 rechnet Sateba mit rund 340 Mio. EUR Umsatz. Neben Fremdkapital soll die Übernahme auch per Kapitalerhöhung von höchstens 10 % des Grundkapitals finanziert werden; der Vossloh-Mehrheitsaktionär werde die Erhöhung „mindestens im Verhältnis seines Anteils von derzeit 50,09 %“ stützen, heißt es. dhe

## Alstom erweitert Standort Bautzen, Görlitz vor Verkauf

**Sachsen** | Alstom hat am 30. Juli 2024 offiziell die neue Produktionslinie für Regionalzüge am Standort Bautzen eröffnet. Als erstes Projekt werden hier 34 Züge vom Typ Coradia Stream für den rumänischen Regionalverkehr produziert. Es handelt sich dabei um Züge aus einem Rahmenvertrag für bis zu 40 Züge, den Alstom 2022 mit der rumänischen Behörde für die Eisenbahnreform ARF geschlossen hat. Mit der Produktion von Regionalzügen stellt sich der Alstom-Standort in der Lausitz noch breiter auf. Neben der Spezialisierung auf Produktion und Tests von Straßenbahnen ist der Standort auch im Vollbahnbereich eine fes-

te Größe. So sind hier in den vergangenen Jahren bereits verschiedene S-Bahn- und Doppelstock-Projekte für den deutschen und internationalen Markt gefertigt worden.

Unterdessen will Alstom den Standort Görlitz wohl 2026 verkaufen – wenn die Verpflichtung zum Erhalt des Werkes nach dem Zukunftstarifvertrag ausläuft. Käufer ist ein „Maschinenbau-Unternehmen“, wie die IG Metall bekannt gab. Das Werk mit seinen aktuell 700 Beschäftigten ist derzeit noch bis gegen Ende 2025 mit dem Auftrag aus Israel über 96 Doppelstockwagen ausgelastet. *cm*

## DB Cargo: Abschied von der Verbundproduktion

**Güterverkehr** | Zum Jahreswechsel ändert sich die Struktur bei DB Cargo: weg von einer Verbundproduktion, hin zu einer Struktur mit ergebnisverantwortlichen Einheiten. Außerdem wird zum Fahrplanwechsel 2024/2025 auch die Produktion im Einzelwagenverkehr umgestellt.

Ab dem 1. Januar gibt es bei DB Cargo dann die Division Bahnlogistik, innerhalb der die Produktion für die vier Branchen Steel, Automotive, Liquids & Bulk und Full Load Solutions (FLS) abgebildet werden. Außerdem gibt es die Division Kombiniertes Verkehr (KV), unterteilt in maritimen KV und kontinentalen KV. Die jeweiligen Einheiten innerhalb einer Division tragen dabei jeweils die Verantwortung für das wirtschaftliche Ergebnis ihrer Leistungen und für die Qualität. Ihnen werden Lokomotiven, Güterwagen und Personal zugeordnet (gekapselte Produktion). Damit sollen zukünftig Traktionsleistungen mit eigenem Personal und eigenen Produktionsressourcen erbracht werden, wenn dies profitabel möglich ist. Andernfalls soll auch eine Vergabe an externe Eisenbahnverkehrsunternehmen möglich sein.

Das Einzelwagennetz wird zum Fahrplanwechsel im Dezember auf ein angebotsorientiertes, hochfrequentes Zugnetzwerk zwischen den Zugbildungsanlagen mit möglichst paarigen Ressourcenumläufen umgestellt. Sie sollen mit einem Lokführer im Umlauf gefahren werden können. Dabei sollen die Zugsfrequenzen zwischen den Anlagen erhöht werden. *dr*

## ZVON und ZVOE wollen sich zusammenschließen

**Sachsen** | Der Zweckverband Verkehrsverbund Oberlausitz-Niederschlesien (ZVON) hat am 9. August 2024 beschlossen, mit dem Zweckverband Verkehrsverbund Oberelbe (ZVOE) zu fusionieren. Der Beschluss sieht vor, dass beide Aufgabenträger bis April 2025 einen konkreten Vorschlag erarbeiten, wie eine Eingliederung des ZVON in den ZVOE bis Juli 2026 erfolgen kann. Dabei sollen die Kreise Bautzen und Görlitz sowie die Stadt Görlitz ein Mitspracherecht erhalten. Der ZVON will weiter, dass der Standort Bautzen „beibehalten“ und in Görlitz eine „Anlaufstelle“ eingerichtet wird. Weiter soll der Betrieb der Zittauer Schmalspurbahn „garantiert“ werden. Beim ZVOE wird die Verbandsversammlung am 17. Dezember 2024 abschließend abstimmen, man sei aber „grundsätzlich“ offen für einen Zusammenschluss, so der ZVOE zu *Rail Business*. Schon jetzt werde intensiv zusammengearbeitet. Weiter müssen noch alle betroffenen Kreise und Städte dem Prozess zustimmen. Landesverkehrsminister Martin Dulig hat angekündigt, den Zusammenschluss mit 4 Mio. EUR zu fördern.

Der ZVON ist für Kreis und Stadt Görlitz sowie den Altkreis Bautzen zuständig, der ZVOE mit seinem Verkehrsverbund VVO für den Altkreis Kamenz, die Kreise Meißen, Sächsische Schweiz-Osterzgebirge sowie die Stadt Dresden. Durch die letzte Kreisreform sind für den aktuellen Kreis Bautzen beide Aufgabenträger zuständig. *cm*

## Porsche SE steigt mit niedrigem Beitrag ein

**Flix SE** | Die Porsche Automobil Holding SE beteiligt sich im Rahmen eines Co-Investments mit EQT an der Flix SE. Investiert wird ein niedriger zweistelliger Millionenbetrag. Die Beteiligung mit EQT erfolgt als Co-Investition mit dem Impact Fund EQT Future, an dem sich die Porsche SE bereits Anfang des Jahres beteiligt hat. EQT erwirbt im Rahmen der Transaktion mit der Porsche SE, der Kühne Holding im Eigentum

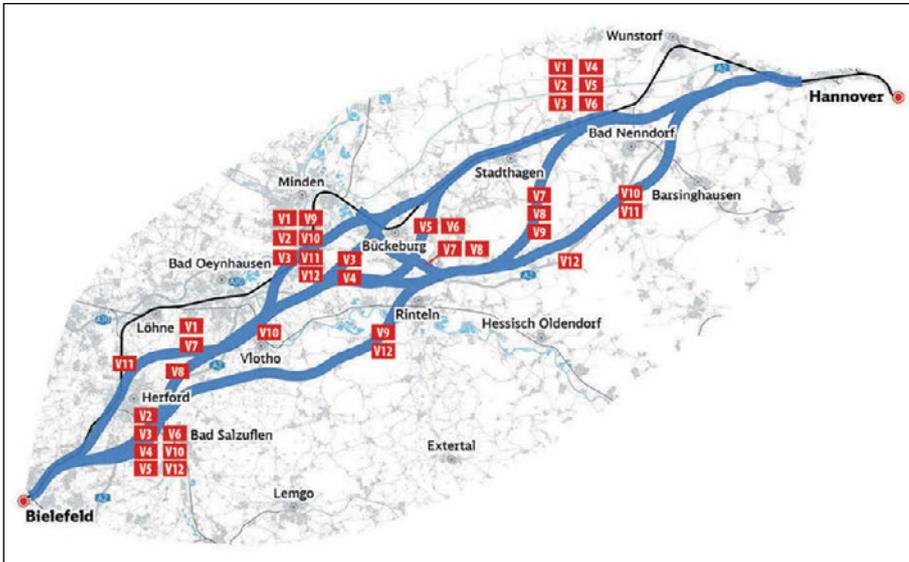
von Klaus-Michael Kühne und weiteren Co-Investoren einen Anteil von rund 35 % an Flix. Mit der Investition in Flix erweitert die Porsche SE ihr Investmentportfolio erstmalig um eine Beteiligung an einem Plattformanbieter im Endkundengeschäft. Es ist geplant, die Transaktion nach Einholung aller regulatorischen Genehmigungen bis Ende 2024 abzuschließen. *cm*

## Netz der Euregiobahn kann elektrifiziert werden

**Region Aachen** | Die seit Jahren angekündigte Elektrifizierung der Euregiobahn-Strecken im Raum Aachen kann nun erfolgen. Landesverkehrsminister Oliver Krischer (Grüne) übergab am 21. August einen Förderbescheid über 42,8 Mio. EUR an Thomas Fürpeil, Geschäftsführer der Euregio Verkehrsschienenetz GmbH (EVS). Damit kann das 47 km lange Netz eine Oberleitung bekommen. Der Bund trägt 90 % der Kosten, das Land 5 %. Das private Eisenbahn-Infrastrukturunternehmen EVS bringt mit weiteren rund 2 Mio. EUR ebenfalls 5 % auf. Die Arbeiten für die Stammstrecke von Herzogenrath über Alsdorf nach Stolberg werden sofort ausgeschrieben.

Die Planungen sehen die Elektrifizierung des Grundnetzes mit den Strecken Herzogenrath – Stolberg Hbf (Ringbahn), Stolberg Hbf – Langerwehe (Eschweiler Talbahn) und Stolberg Hbf – Stolberg Altstadt vor. Im Anschluss soll auch das Erweiterungsnetz elektrifiziert werden. Dies setzt sich aus den sich derzeit in der Reaktivierung befindlichen Strecken zusammen: Stolberg Altstadt – Breinig und die Strecke nach Aldenhoven-Siersdorf. Für die Elektrifizierung des Erweiterungsnetzes sollen die Grundlagenermittlung sowie die standardisierte Bewertung zeitnah abgeschlossen werden. Mit der Elektrifizierung können zusätzliche Haltepunkte wie Aachen-Richterich und Eschweiler-Aue errichtet werden. *cm*

## Hannover – Bielefeld: Zwölf Varianten



Verlauf der zwölf Varianten

Quelle: Rail Business/Basis: DB AG

nung schneiden die Varianten 10 und 11 sehr gut ab und die Varianten 3 bis 6 sowie 12 noch mit gut. Aus technischer Sicht sind alle Varianten in der Summe ähnlich zu bewerten, im Detail gibt es dann deutliche Unterschiede. Hinsichtlich der Bauwerke sind V 8 bis 12 am besten, hinsichtlich der Geometrie V 7 und 8, und hinsichtlich des Betriebs ist V 5 am besten, gut sind auch V 3, 4, 6, 10 und 12. Bis zum Sommer 2025 soll die Zahl der Streckenvarianten nach Abschluss des Anhörungsverfahrens reduziert werden.

2020 beauftragte das Bundesverkehrsministerium die DB mit der Planung. Ziel ist eine Kantenfahrzeit zwischen beiden Städten von 31 Minuten. Weiter soll die Strecke auch für Güterzüge nutzbar sein. cm

## S-Bahn Köln künftig mit Alstom-Fahrzeugen

**Go.Rheinland/VRR** | Zwischen Mitte 2029 und Ende 2032 sollen „bis zu“ 90 neue S-Bahnzüge von Alstom bei der S-Bahn Köln in Betrieb genommen werden. Das sieht der Vertrag im Wert von über 4 Mrd. EUR vor. Die beiden Aufgabenträger Go.Rheinland und VRR haben 43 Fahrzeuge Kurztyp (150 m, 1150 Fahrgäste) und 47 Fahrzeuge Langtyp (170 m, 1340 Fahrgäste) bestellt, die 140 km/h erreichen. Dabei haben die Auftraggeber das Recht, bis Ende 2026 Abbestelloptionen von bis zu 14 Fahrzeugen auszulösen. Bei den von Alstom „Adessia Stream“ genannten Fahrzeugen sind die deutschen Alstom-Standorte wie folgt eingebunden:

- Hennigsdorf (zentrale Entwicklung)
- Berlin und Mannheim (Entwicklung der Zugsicherungssysteme)
- Siegen (Entwicklung und teilweise Produktion der Drehgestelle)
- Bautzen (Produktion der Fahrzeuge).

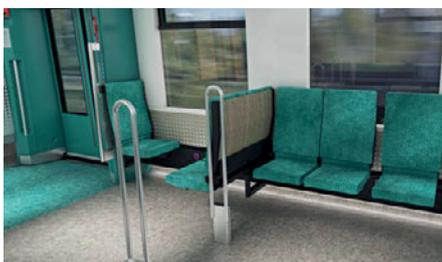
Alstom wird für die Instandhaltung und die Sicherstellung der täglichen Verfügbarkeit über 34 Jahre verantwortlich sein. Laut Go.Rheinland wird hier DB Regio als Unterauftragnehmer agieren, die Arbeiten sollen in Köln erfolgen. Die Aufgabenträger stellen analog zum NRW-RRX-Modell

dem Betreiber die Fahrzeuge bei – bis Dezember 2032 ist dies DB Regio. Wichtig war den Auftraggebern, die gesamte Fahrzeugarchitektur und insbesondere die Gestaltung der Türbereiche auf einen raschen Fahrgastwechsel auszulegen. Da die Fahrgäste sowohl kurze Reisezeiten wie auch Reisezeiten von rund 60 Minuten haben, legten die Aufgabenträger auf eine Flexibilität des Innen-Layouts Wert. Es gibt folgende Bereiche:

- Flexmodul (Sitze können umgeschwenkt oder eingefahren werden)
- Vis-à-vis-Sitzmodul
- Mehrzweck-Modul mit Klappsitzen
- Rollstuhl-Modul mit Klappsitzen an den Fahrzeugenden und
- Komfortstehplatz-Modul.

Weitere Kennzeichen sind:

- leistungsfähige Klimaanlage mit umweltfreundlichem Kältemittel für Außentemperaturen von -25 bis zu +45°C
- Spaltüberbrückung bei den beiden Rollstuhl-Modulen
- digitale Höranlage über Bluetooth für Hörgeschädigte
- mobilfunkdurchlässige Außenscheiben. cm



Das Flexmodul, bei dem die Sitze bei Bedarf eingefahren werden können



Der Türbereich

Außenansicht des künftigen S-Bahnzuges für Köln Quellen: Alstom

## DAK: Standard für E-Kupplung definiert

**Güterverkehr** | Die von Voith entwickelte E-Kupplung der Digitalen Automatischen Kupplung (DAK) wird der künftige Standard. Dies habe der FP5-Trans4M-R Lenkungsausschuss Ende Februar 2024 entschieden, im April 2024 haben dann der Programmausschuss des European Dac Delivery Programme (EDDP) und im Juli 2024 der EDDP-Aufsichtsrat dies bestätigt. Das Design von Voith wird in einem nächsten Schritt der Ausgangspunkt für die Schnittstellenstandardisierung der E-Kupplung für den europäischen Schienengüterverkehr sein.

Die E-Kupplung dient sowohl der Datenübertragung wie der Energieversorgung. Laut Voith habe die Kupplung nach einer viermonatigen Testkampagne (Testzug und Prüfstände) besonders bei der Bewertung der Kosten „überzeugt“. Die E-Kupplung von Voith lässt sich mit nur zwei Schrauben nachrüsten. Durch die geringe Anzahl an Bauteilen sei die Kupplung besonders verschleißarm und einfach zu warten, so Voith. Die Entkoppelung des elektrischen vom mechanischen Kuppeln hat laut Voith den Vorteil, dass die E-Kupplung nach ihrem zeitversetzten Auslösen immer mit derselben Geschwindigkeit bewegt wird. So bleiben E-Kupplung und Kontakte bei Aufprallgeschwindigkeiten bis zu 12 km/h jederzeit gut geschützt. *cm*



Aktuelle DAK Typ 5 von Voith an einem Testwaggon

Quelle: C. Müller

## Automatisierte Waggonuntersuchung

**Forschung** | Die wagentechnische Untersuchung (WTU) eines Intermodal-Zuges soll „mittelfristig“ in 60 Minuten erfolgen. Dies ist das Ziel des Forschungsvorhabens „DIMI – Digital Inspection by Machine Intelligence“. Dies wurde von Cargobeamer, dem Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML) sowie der Studiengesellschaft für den kombinierten Verkehr (SGKV) jetzt begonnen. Das Projekt ist Teil des Bundesprogramms „Zukunft Schienengüterverkehr“ und wird vom Bundesverkehrsministerium (BMDV) mit rund 1 Mio. EUR gefördert. Die Laufzeit beträgt 27 Monate, der Projektabschluss ist für Sommer 2026 angesetzt.

Im Projekt geht es darum, „die Automatisierung sowie Digitalisierung des Dokumentenhandlings und -transfers wichtiger Teilprozesse der WTU“ vor-

anzutreiben. Mittels Sensorik und Kamera-KI-Systemen sollen relevante Waggon- und Ladungsparameter digital erfasst und dem Wagenmeister über eine App zur Verfügung gestellt werden. Alle Daten werden automatisiert erhoben, was die Durchführung der WTU bedeutend beschleunigen kann.

Cargobeamer verantwortet als Projektleiter Terminalaufbau, Automatisierung und Sensorik, das Fraunhofer IML die Bereiche Künstliche Intelligenz und Softwarelösungen und die SGKV die Prozessanalyse sowie das interne Projektmanagement. Sowohl das Fraunhofer IML als auch die SGKV profitieren dabei von früheren Projekten zur Automatisierung und Digitalisierung einzelner Aufgaben des Wagenmeisters. *cm*

## Tesla-Shuttle mit BEMU

**Brandenburg** | Die NEB fährt den von Tesla bezahlten Shuttle zwischen Erkner und Bahnhof Tesla Süd seit dem 7. August 2024 mit einem batterieelektrischen Mireo Plus B von Siemens Mobility. Der Hersteller stellt die Züge über seine Leasinggesellschaft „Smart Train Lease“ bei. Zuvor gab es seit Mitte Juni eine Pause des Tesla-Shuttles. Die neuen BEMU ha-

ben im Innenraum das baden-württembergische Landesdesign. Sie sollen später auf der reaktivierten Strecke Calw – Weil der Stadt eingesetzt werden, die 2025 in Betrieb gehen soll. Den ersten regulär bestellten SPNV mit BEMU in Brandenburg fährt auch die NEB ab Dezember 2024 im Netz Ostbrandenburg. *jgf*



Der Tesla-Shuttle im Bahnhof Erkner

Quelle: J. G. Fiedler

## Autonom fahrendes Inspektionsfahrzeug

**Italien** | Der italienische Netzbetreiber RFI hat jetzt auf dem Testgelände Circuito San Donato in Bologna das Unmanned Railway Vehicle (URV) getestet. Das URV führt die mobile Diagnose der Strecke vollautomatisch durch. RFI will das Fahrzeug auf seinem Hochgeschwindigkeitsnetz einsetzen. Für die Überführung hat das URV an den Enden eine Kupplung Typ Scharfenberg. Das nur 7,5 m lange und 2 m hohe Fahrzeug erreicht 200 km/h, die Batterien ermöglichen einen Betrieb über vier Stunden. *cm*



Das autonom fahrende Inspektionsfahrzeug

Quelle: RFI

### PERSONALIA

## Schaal Nachfolger von Cichon



Roman Schaal

Quelle: TH Nürnberg

**TH Nürnberg** | Seit dem 1. August 2024 ist Prof. Dr.-Ing. **Roman Schaal** Professor für Schienenfahrzeugtechnik am Institut für Fahrzeugtechnik (IFZN) der Fakultät Maschinenbau und Versorgungstechnik der TH Nürnberg Georg Simon Ohm. Er wurde Ende Juni durch den Hochschulpräsidenten Prof. Dr. **Niels Oberbeck** vereidigt. Schaal ist Nach-

folger von Prof. Dr.-Ing. **Martin Cichon**, der schon seit dem 1. Februar 2023 beim KIT (Karlsruher Institut für Technologie) Leiter des Instituts- teils Bahnsystemtechnik des Instituts für Fahrzeugsystemtechnik (Fast) ist. Allerdings wurde Schaals Professur gezielt für die Schienenfahrzeug- technik neu geschaffen.

Schaal hat an der TH Nürnberg Maschinenbau studiert und an der Universität Stuttgart promoviert. Dort hat er den Hybridantrieb der Lokomotive Alstom Prima H3 simuliert, um Kraftstoffverbrauch und Einsatzflexibilität zu optimieren. Anschließend war Schaal über sieben Jahre technischer und wissenschaftlicher Mitarbeiter am IFZN der TH Nürnberg und wechselte dann zu Siemens Mobility und später zur DB Systemtechnik. *cm*

### INSERENTENVERZEICHNIS

103, 105, 107, 109

Aero-X AG, Baden  
 79 Atlas GmbH, Ganderkeesee  
 137 BBL Bahnbau Lüneburg, Lüneburg  
 21 bvSys GmbH, Bremen  
 53 Cembre GmbH, München  
 51 CFT Compact Filter Technic, Gladbeck  
 121 CN-Consult GmbH, Mittenaar  
 U3 DB Bahnbau Gruppe GmbH, Berlin  
 141 Dehn SE, Neumarkt  
 111 DMI Injektionstechnik GmbH, Berlin  
 17, 26, 45, 48, 86, 102, 112, 144  
 DVV Media Group GmbH, Hamburg  
 127 EAO GmbH, Essen  
 129 Emil Frey GmbH & Co. KG, Bräunlingen-Döggingen  
 78 Geismar Gleisbaumaschinen GmbH, Breisach  
 29 Geo Digital GmbH, Düsseldorf  
 106 Gimota AG, Geroldswil  
 25 Gmundner Fertigteile GmbH & Co. KG, Ohlsdorf  
 U2 Goldschmidt Thermit GmbH, Leipzig  
 13 Griwecolor GmbH, Bräunlingen  
 133 Harting Deutschland GmbH & Co. KG, Minden  
 63 Hering Bahnbau GmbH, Burbach  
 52 Joseph Hubert Bauunternehmung GmbH & Co. KG, Nürnberg  
 119 Huesker Synthetic GmbH, Gescher  
 115 Intermetric GmbH, Stuttgart  
 67 Kassebaum GmbH, Osnabrück  
 15 Kraiburg Strail GmbH & Co. KG, Tittmoning  
 145 Lenord, Bauer & Co. GmbH, Oberhausen  
 65 Leube Betonteile GmbH & Co. KG, Maishofen  
 69 Liebherr-International Deutschland GmbH, Biberach  
 77 Linsinger Maschinenbau GmbH, Steyerermühl  
 123 LMT GmbH, Hilpoltstein  
 116 Lütze Transportation GmbH, Weinstadt  
 61 Leonhard Moll Betonwerke GmbH & Co. KG, Hannover

140 Munk Günzburger Steigtechnik GmbH, Günzburg  
 57 MKT GmbH & Co. KG, Weilerbach  
 25, 108 ÖBS GmbH, Lütjensee  
 41 Pintsch GmbH, Dinslaken  
 U4 Plasser&Theurer GmbH, Wien  
 58 Pflitsch GmbH & Co. KG, Hückeswagen  
 34 PMC Rail One AG, Neumarkt  
 108 Porosit-Betonwerke GmbH, Felsberg  
 130 RK Siebdrucktechnik GmbH, Rösrath  
 125 Schweizer Electronic AG, Reiden  
 113 Sekisui Chemical GmbH, Düsseldorf  
 49 Siemens AG, München  
 71 Speno Intern. S.A., Meyrin  
 U1 Spitzke SE, Großbeeren  
 85 TAITRA, Taiwan  
 139 teckentrup SLI GmbH + Co. KG, Plettenberg  
 101 Trimble Railway GmbH, Wiesentheid  
 132, 136, 156ff.  
 VDEI-Service GmbH, Berlin  
 59 Voestalpine Railway Systems GmbH, Leoben  
 99 Vossloh Rolling Stock GmbH, Kiel AG, Werdohl  
 33 Vossloh AG, Werdohl  
 83 Weco GmbH, Daum  
 43 Windhoff GmbH, Rheine  
 135 Wirthwein GmbH, Creglingen  
 54 WISAG Facility Service Holding SE, Frankfurt  
 73 WISAG Rail Services GmbH & Co. KG, Senftenberg  
 118 Zeppelin Power System GmbH, Hamburg

In dieser Ausgabe finden Sie Beilagen der GRT Global Rail Academy and Media GmbH, Leverkusen, und der DVV Media Group GmbH. Wir bitten um freundliche Beachtung. Das Inserentenverzeichnis dient nur zur Orientierung der Leser. Es ist kein Bestandteil des Insertionsauftrages. EI – DER EISENBAHNINGENIEUR übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit.

# DER EISENBAHN INGENIEUR

INTERNATIONALE FACHZEITSCHRIFT  
FÜR SCHIENENVERKEHR & TECHNIK

Gegründet im Jahr 1884 als „Monatsschrift für deutsche Bahnmeister“. Erscheint unter dem Titel „EI – DER EISENBAHNINGENIEUR“ im Jahre 2024 im 75. Jahrgang.

#### Chefredaktion im Auftrag des VDEI

EURAIL-Ing. Marcel Jelitto, M. Sc.;  
Univ.-Prof. Dr. techn. Ferdinand Pospischil, M. Sc.

#### Fachredaktion im Auftrag des VDEI

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Math. Marco Brey (Fahrzeuge)  
marco.brey@vdei.de | Tel.: +49 531/232 999 3

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Fengler (Fahrweg)  
wolfgang.fengler@vdei.de | Tel.: +49 162/929 5020

EURAIL-Ing. Marcel Jelitto, M. Sc. (Betrieb)  
marcel.jelitto@vdei.de | Tel.: +49 162/462 1054

PD Dr.-Ing. habil. Ulrich Maschek (Leit- und Sicherungstechnik, Telekommunikation)  
ulrich.maschek@vdei.de | Tel.: +49 351/46336539

Univ.-Prof. Dr. techn. Ferdinand Pospischil, M.Sc. (Strategie/Entwicklung)  
ferdinand.pospischil@vdei.de | Tel.: +43 664/88892190

Dipl.-Ing. Knut Schubert (Geodäsie und Geoinformatik)  
knut.schubert@vdei.de | Tel.: +49 179/523 2433

Dipl.-Ing. Lutz Westphal (Elektrotechnik)  
westphal.lutz@freenet.de | Tel.: +49 173/2992860

#### Redaktion VDEI Nachrichten und VDEI Intern

Hermann Schmidtendorf (VDEI Nachrichten und VDEI Intern)  
vdeiredaktion@vdei.de | Tel.: +49 0157/86539357

EURAIL-Ing. Marcel Jelitto, M. Sc. (VDEI-Bezirksmitteilungen)  
marcel.jelitto@vdei.de | Tel.: +49 162/4621054

#### Verlagsredaktion

Georg Kern (Chefredakteur Eurailpress)  
georg.kern@dvvmedia.com | Tel.: +49 40/23714-144

Aline Jehl (Redaktionsleitung EI)  
aline.jehl@dvvmedia.com | Tel.: +49 40/23714-146

Dipl.-Ing. Christoph Müller  
christoph.mueller@dvvmedia.com | Tel.: +49 40/23714-152

Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht notwendigerweise die Meinung der Redaktion bzw. des Herausgebers wieder.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Abbildungen übernimmt der Verlag keine Haftung.

EI – DER EISENBAHNINGENIEUR wird in 123 Ländern der Welt verbreitet. Zum Empfangskreis gehören alle der UIC, ORE, AICCF und OSShD angeschlossenen Bahnen.

EI – DER EISENBAHNINGENIEUR im Internet:  
[www.eurailpress.de/ei](http://www.eurailpress.de/ei)

Eine Publikation der DVV Media Group



EI – DER EISENBAHNINGENIEUR enthält die vormaligen Fachzeitschriften DER BAHNINGENIEUR, SCHIENENFAHRZEUGE und EISENBAHNPRAXIS.

Mitglied/Member



#### Verlag

DVV Media Group GmbH  
Postfach 101609, D-20010 Hamburg  
Heidenkampsweg 73–79, D-20097 Hamburg  
Tel.: +49 40/23714-100

Geschäftsführer: Martin Weber

#### Verlagsleitung

Manuel Bosch • Tel.: +49 40/23714-155  
manuel.bosch@dvvmedia.com

#### Anzeigen

Anzeigenleitung Eurailpress:  
Silke Härtel (verantw.) • Tel.: +49 40/23714-227  
silke.haertel@dvvmedia.com

Anzeigenverkauf EI – DER EISENBAHNINGENIEUR:  
Silvia Sander • Tel.: +49 40/23714-171  
silvia.sander@dvvmedia.com

Anzeigenfach:  
Frank Schnakenbeck • Tel.: +49 40/23714-332  
frank.schnakenbeck@dvvmedia.com

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 63 vom 01.01.2024

#### Vertrieb

Leiter Marketing & Vertrieb  
Markus Kukuk • Tel.: +49 40/23714-291  
markus.kukuk@dvvmedia.com

Unternehmenslizenzen Digital/Print  
lizenzen@dvvmedia.com

#### Leser- und Abonnentenservice

Tel. +49 40/23714-260 | Fax +49 40/23714-243  
kundenservice@dvvmedia.com

#### 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. Zustellmängel 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 01.01.2024.

#### Bezugsgebühren

Abonnement Inland jährlich 276,00 EUR inkl. Porto zzgl. MwSt.  
Ausland mit VAT-Nr. jährlich 316,00 EUR inkl. Porto,  
ohne VAT-Nr. inkl. Porto zzgl. MwSt.

Das Abonnement beinhaltet die jeweiligen Ausgaben gedruckt, digital, als E-Paper sowie den Zugang zum Eurailpress Archiv. Mitglieder des VDEI erhalten die Zeitschrift im Rahmen ihrer Mitgliedschaft.

Einzelheft: 32,60 EUR inkl. MwSt., Erscheinungsweise: monatlich

#### Druck

Silber Druck oHG, Lohfelden

#### Copyright

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages vervielfältigt oder verbreitet werden. Unter dieses Verbot fällt insbesondere auch die gewerbliche Vervielfältigung per Kopie, die Aufnahme in elektronische Datenbanken und die Vervielfältigung auf CD-ROM.

ISSN: 0013-2810

#### HERAUSGEBER



#### Verband Deutscher Eisenbahn-Ingenieure e.V.

Kaiserstraße 61, D-60329 Frankfurt (Main),  
Tel.: +49 69/236171, Fax: +49 69/231219, info@VDEI.de

Der VDEI ist Mitglied des Zentralverbandes der Ingenieurvereine (ZBI) und der Union Europäischer Eisenbahn-Ingenieur-Verbände (UEEIV)

[www.vdei.de](http://www.vdei.de)

#### Redaktionsleiter

Dr. Gunnar Baumann, Leiter Fahrwegmessung, DB Netz AG, Minden | Dr. Jörg Bormet, Leiter Produktionsdurchführung Köln, DB Netz AG, Köln | Andreas Busemann, Werdohl | Johann Dumser, Director of Marketing and Communications, Plasser & Theurer, Wien | Markus Egerer, Sprecher der Geschäftsführung, DB Bahnbaugruppe GmbH, Berlin | Andreas Freese, Product Owner Digital Infrastructure, DB System GmbH, Frankfurt a. M. | Prof. Dr.-Ing. Stephan Freudenstein, Lehrstuhl und Prüferamt für Verkehrswegebau, TU München | Dipl.-Betriebsw. Michael Gilka, Hauptgeschäftsführer der Bundesvereinigung Mittelständischer Bauunternehmen e.V., Bonn | Dr.-Ing. Christoph Gralla, Business Development Signaltechnik, Scheidt & Bachmann GmbH, Mönchengladbach | Prof. Dr.-Ing. Markus Hecht, Leiter des Fachgebiets Schienenfahrzeuge, Institut für Land- und Seeverkehr, TU Berlin | Dr.-Ing. Thomas Hempte, Leiter Bereitstellung und Instandhaltung / Werke DB Fernverkehr AG, Frankfurt/M. | Dr.-Ing. Martin Kache, Leiter EBA-Sachbereich 4 in Sachsen, Eisenbahn-Bundesamt, Dresden | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Katharina Klemt-Albert, Leitung des Lehrstuhls und Instituts für Baubetrieb und Projektmanagement, RWTH Aachen | Dr. Oliver Kraft, Geschäftsführer, voestalpine BWG GmbH, Butzbach | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Krimmling, Geschäftsführer, Inavet GmbH, Dresden | Dr.-Ing. Roland Leucker, Geschäftsführer, STUVA e.V., Köln | Dipl.-Ing. (FH) Frank Arne Limprecht, Leiter Großprojekte Regionalbereich Nord, DB Netz AG, Hannover | Dr. Katrin Mädlar, Leiterin Werkstoff- und Fertigtechnik, DB Systemtechnik GmbH, Brandenburg-Kirchmöser | Prof. Dr.-Ing. Christoph Menzel, Institut für Verkehrsmanagement, Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Salzgitter | Dr. Lars Müller, Leiter Prüfdienstleistungen, DB Systemtechnik GmbH, Minden | Dipl.-Ing. (FH) Frieder Nümberger, Leiter Angebotssteuerung und Vertrieb, WSO Warnsysteme und Sicherungstechnische Organisation Fahrweg GmbH, Großenbeeren | Prof. Dr.-Ing. Jörn Pacht, Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung, TU Braunschweig | Dr. Thomas Rühl, Leiter Bau-technik/Grundlagen, DB Station & Service AG, Berlin | Dipl.-Ing. Martin Schmitz, Geschäftsführer Technik, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e.V., Köln | Dipl.-Ing. Axel Schuppe, Geschäftsführer, Verband der Bahnindustrie in Deutschland e.V., Berlin | Prof. Dr.-Ing. Thomas Siefert, Geschäftsführer IVEmbH, Hannover | Dipl.-Ing. Andreas Sinning, Geschäftsführer, Trimble Railway GmbH, Wiesentheid | Jochen Slabon, Leiter Geschäftsbereich Regionalverkehr, Alstom Transport Deutschland GmbH, Salzgitter | Dr. Thomas Staffelfach, Gesamtprogrammleiter Ausbau Knoten Basel, SBB AG, Bern | Detlev K. Suchanek, GRT Global Rail Academy and Media GmbH, Leverkusen | Dr. Timo Strobel, Head of Approval Management, GTS Deutschland GmbH, Ditzingen | Dipl.-Math. Ulrich Völter, Geschäftsführer, intermetric GmbH, Stuttgart | Prof. Dr.-Ing. Ulrike Weisemann, Fakultät Bauingenieurwesen/Architektur, HTW Dresden | Prof. Dr.-Ing. Jörg Zimmermann, Fakultät Geoinformation, HTW Dresden

## Branchenguide Rail-Web-Weiser – Finden und gefunden werden Präsentieren Sie hier Ihr Unternehmen!

<p><b>Bahnübergänge</b></p>	<p><b>bahn manager</b> DAS WIRTSCHAFTSMAGAZIN FÜR DEN SCHIENENSEKTOR</p> <p>Internet: <a href="http://www.eurailpress.de/bahn-manager">www.eurailpress.de/bahn-manager</a> E-Mail: <a href="mailto:tim.feindt@dvvmedia.com">tim.feindt@dvvmedia.com</a></p>	<p><b>Fahrleitungsbau / -planung</b></p>	<p><b>Gleisbau</b></p>
<p><b>WECO</b> Bahnüberwege- und Aufgangswannenbau GmbH</p> <p><a href="http://www.weco-gmbh.com">www.weco-gmbh.com</a> · <a href="mailto:info@weco-gmbh.com">info@weco-gmbh.com</a></p>	<p><b>DER EI</b> EISENBAHN INGENIEUR</p> <p>Internet: <a href="http://www.eurailpress.de/ei">www.eurailpress.de/ei</a> E-Mail: <a href="mailto:silvia.sander@dvvmedia.com">silvia.sander@dvvmedia.com</a></p>	<p><b>Furrer + Frey</b> baut Fahrleitungen</p> <p><a href="http://furrerfrey.ch">furrerfrey.ch</a></p>	<p><b>AGT Altun Gleis- und Tiefbau GmbH</b></p> <p><a href="http://www.agtgmbh.de">www.agtgmbh.de</a></p>
<p><b>Bahnübergangs- systeme</b></p>	<p><b>EIK</b> EISENBAHN INGENIEUR KOMPENDIUM</p> <p>Internet: <a href="http://www.eurailpress.de">www.eurailpress.de</a> E-Mail: <a href="mailto:tim.feindt@dvvmedia.com">tim.feindt@dvvmedia.com</a></p>	<p><b>RPS</b> Rail Power Systems</p> <p><a href="mailto:info@rail-ps.com">info@rail-ps.com</a>   <a href="http://www.rail-ps.com">www.rail-ps.com</a></p>	<p><b>EIFPAGE</b> INFRA-RAIL</p>
<p><b>BODAN</b> GMÜNDNER FERTIGTEILE LEVEL • CROSSING • SYSTEME</p> <p>E-Mail: <a href="mailto:gf.bodan@gmundner-ft.at">gf.bodan@gmundner-ft.at</a> <a href="http://www.gmundner-ft.at">www.gmundner-ft.at</a> · <a href="http://www.bodan.at">www.bodan.at</a></p>	<p><b>Rail BUSINESS</b></p> <p>Internet: <a href="http://www.railbusiness.de">www.railbusiness.de</a> E-Mail: <a href="mailto:ilkay.witthuhn@dvvmedia.com">ilkay.witthuhn@dvvmedia.com</a></p>	<p><b>Feste Fahrbahn</b></p>	<p><b>GASTHAUS</b> GLEIS- UND TIEFBAU   SEIT 1920</p>
<p><b>RAILBETON</b></p> <p><a href="http://www.RAILBETON.de">www.RAILBETON.de</a> · <a href="http://www.BETOCROSS.de">www.BETOCROSS.de</a></p>	<p><b>SIGNAL + DRAHT</b></p> <p>Internet: <a href="http://www.eurailpress.de/sd">www.eurailpress.de/sd</a> E-Mail: <a href="mailto:silvia.sander@dvvmedia.com">silvia.sander@dvvmedia.com</a></p>	<p><b>MIP-RAIL JÖRGER</b></p> <p><a href="mailto:info@joerger-bau.de">info@joerger-bau.de</a> <a href="http://www.joerger-bau.de">www.joerger-bau.de</a></p>	<p><b>maasrail</b></p> <p><a href="http://www.maasrail.com">www.maasrail.com</a> <a href="mailto:info@maasrail.com">info@maasrail.com</a> 0201 80 69 47 33 Duisburg</p>
<p><b>Baumaschinen</b></p>	<p><b>Dienstwege / Fluchtwege</b></p>	<p><b>Fort- und Weiterbildung/ Fernstudium</b></p>	<p><b>Klein aber fein! Seien Sie mit Ihrem Firmeneintrag dabei:</b></p> <p>Tel.: 040 – 237 14 171 E-Mail: <a href="mailto:silvia.sander@dvvmedia.com">silvia.sander@dvvmedia.com</a></p>
<p><b>ATLAS HANNOVER AMF EBAG</b> BAUMASCHINEN + FAHRZEUGBAU</p> <p><a href="mailto:info@atlas-hannover.de">info@atlas-hannover.de</a>   <a href="http://www.atlas-hannover.de">www.atlas-hannover.de</a></p>	<p><b>WECO</b> Bahnüberwege- und Aufgangswannenbau GmbH</p> <p><a href="http://www.weco-gmbh.com">www.weco-gmbh.com</a> · <a href="mailto:info@weco-gmbh.com">info@weco-gmbh.com</a></p>	<p><b>BACHELOR im Fernstudium</b> WILHELM BÜCHNER HOCHSCHULE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Schienenfahrzeug- instandhaltung (B. Eng.)</li> <li>✓ Leit- und Sicherungstechnik (Hochschulzertifikat)</li> </ul> <p><a href="http://www.wb-fernstudium.de">www.wb-fernstudium.de</a></p>	<p><b>Infrastruktur Bahnbau/ Fahrwegtechnik</b></p>
<p><b>Dienstleistungen</b></p>	<p><b>Dübel/ Befestigungstechnik</b></p>	<p><b>GFK-Konstruktionen</b></p>	<p><b>AUSTROROLL®</b> Die Zungenrollvorrichtung- innovativ und wartungsfrei! <a href="http://www.austroroll.at">www.austroroll.at</a></p>
<p><b>2-Wege-Arbeitsbühnen</b> Vermietung mit und ohne Bediener</p> <p>Tel.: 05424 39633-0</p> <p><b>MEYKRATEC</b> <a href="http://www.meykratec.de">www.meykratec.de</a></p>	<p><b>TOGE</b> THE FASTENING EXPERTS</p>	<p>ARTHUR KRÜGER <b>K</b> Technik in Kunststoff</p> <p>GLEISÜBERGÄNGE   EINSTIEGSHILFEN   BOSCHUNGSTREPPEN   PODESTE</p> <p>Mit HPQ nach DBS 918 010</p> <p><a href="http://www.arthur-krueger.de">www.arthur-krueger.de</a> · <a href="mailto:info@arthur-krueger.de">info@arthur-krueger.de</a></p>	<p>UNTERNEHMENSGRUPPE <b>BBL</b></p> <p><b>BBL</b> BAHNBAU LÜNEBURG</p> <p>Zuverlässigkeit Kompetenz Qualität</p> <p><a href="http://www.bbl-gmbh.de">www.bbl-gmbh.de</a></p>

 **ThelenGruppe**  
**Ernst Becker**  
BAHN- UND TIEFBAU  
info@becker-bahnbau.de  
becker-bahnbau.de

 **POWERLINES**  
AN EQUANS COMPANY  
Systemanbieter in der Bahnelektrifizierung  
www.powerlines-group.com  
office@powerlines-group.com

 **Dorsch Gruppe**  
**GRE**  
German Rail Engineering GmbH  
gre-rail.com · info@gre-rail.com

 **Schüßler-Plan**  
www.schuessler-plan.de

 **BUG-GRUPPE**  
www.bug-gruppe.de

 **SCHWEERBAU**  
sb@schweerbau.de  
www.schweerbau.de

 **EDB** Eisenbahndienstleistungen  
und Bahntechnik GmbH  
Internet: www.edb-bahntechnik.de  
E-Mail: info@edb-bahntechnik.de

Ihr kompetenter Partner  
für die Planung von  
Verkehrsanlagen  
**S+P Consult GmbH**  
www.spconsult.info  
office@spconsult.info

**DUENSING**  
www.duensing.de

 **SPITZKE**  
EUROPEAN CLASS  
www.spitzke.com

 **Emch+Benger**  
»Mit Blick fürs Ganze«  
www.emchundbenger.de

 **Steiner CONSULT**  
Dr. Thomas Steiner VBI  
Sachverständiger, Gutachter und Planer  
System Bahn - Schienenfahrzeuge-  
Infrastruktur und Bahntechnik  
www.steiner-consult.eu

 **EIFFAGE**  
INFRA-RAIL

 **SWIETELSKY**  
www.swietelsky.de

 **EUCON**  
Technik & Service Ingenieurbüro GmbH  
www.eucon-hamburg.de  
hamburg@eucongruppe.de

 **SWECO**  
www.sweco-gmbh.de

 **eurailpool**  
Ihr kompetenter Partner  
PM 1000-URM · PM 200-2R · PM 200-1 BR/C  
MFS40 · MFS100 · MFS120 · Verladeanlagen  
www.eurailpool.com · info@eurailpool.com

 **WIEBE**  
www.wiebe.de · info@wiebe.de

 **EUCON - BUNG**  
EUCON - BUNG GmbH  
E-Mail: info@eucon-berlin.de  
Internet: www.eucon-berlin.de

 **TEC**  
Target-Engineering-Consults GmbH  
Planungsbüro für Leit- und Sicherungstechnik  
Projektsteuerung · Verkehrsanlagenplanung  
www.te-c-gmbh.de

 **GASTHAUS**  
GLEIS- UND TIEFBAU | SEIT 1920

• Kunststoffkomponenten für  
Schienenbefestigungssysteme  
• Kabelkanäle aus Kunststoff  
 **WIRTHWEIN**  
www.wirthwein.de

 **Nachtragsmanagement**  
Prof. Dr.-Ing. Martin Heinisch  
MHI Ingenieurgesellschaft mbH  
www.mhi-ingenieure.de  
info@heinisch.com

 **VÖSSING**  
INGENIEURE  
BERATUNG · PLANUNG · PROJEKTMANAGEMENT · BAUÜBERWACHUNG  
voessing.de

 **JOSEPH HUBERT**  
Gleisbau Schweißtechnik  
www.jhubert.de  
info@jhubert.de

**Ingenieurbüros  
und Consultants**

 **HTG**  
BERATENDE & PLANENDE  
INGENIEURE  
www.htg.net

 **WSP**  
Bahnhofsanlagen  
Planung aus einer Hand  
wsp-ie@wsp.com | wsp.com

 **H. KLOSTERMANN**  
Baugesellschaft mbH  
info@klostermann-hamm.de  
www.klostermann-hamm.de

www.ai-consult.eu  
 **ai CONSULT**  
Telefon (0421) 278478-0, E-Mail: bremen@ai-consult.eu

 **IBL** Ingenieurbüro  
von Leidenschaft  
IBL Ingenieurgesellschaft Behnen mbH  
Bauüberwachung / Planung  
Internet: www.ibl-mbh.com  
E-Mail: info@ibl-mbh.de

 **ZETCON**  
INGENIEURE  
Beratung, Planung, Prüfung, Management.  
Seit 1973.  
zetcon.de

MGW GLEIS- UND WEICHENBAU-  
GESELLSCHAFT mbH & Co. KG  
...macht Gleisbau wirtschaftlich  
info@mgw-berlin.de · www.mgw-berlin.de

 **BBD GmbH**  
Bahnbau-Dienstleistungen  
Planung – Beratung  
Bauüberwachung – Gleisbau  
www.bbd-nrw.de

 **PJM**  
PJ Messtechnik GmbH | PJ Monitoring GmbH  
PJ Motion GmbH  
office@pjm.co.at | www.pjm.at

**Kabelmanagement**

 **Monti**  
GmbH  
www.monti-bau.de  
info@monti-bau.de

 **COŞKUN®**  
Beratung Steuerung Planung  
www.dr-coskun.com

**BPR**  
Dr. Schäpertöns Consult  
Internet: www.bpr-consult.com  
E-Mail: zentrale@bpr-berlin.de

 **PFLITSCH**  
Kabeleinführung, Kabel-  
durchführung, Kabelschutz.  
www.pflitsch.de

Kunststoffschwellen



Lufttechnik

Schienenschweiß-  
technikVerbände und  
Organisationen

Lärmschutz



Prellböcke



Schweißen



Vermessung

Leit- und  
SicherungstechnikSignal- und  
LeittechnikPINTSCH  
Safety for Rail

www.pintsch.net

Schienenfräsen

Weichenheizungs-  
systeme

Stellenmarkt

Werkstätten  
Schienenfahrzeuge

Lokabstellplätze

Schienenschleif-  
technikBeheizbare  
ÜbergängeIhre Rubrik ist nicht dabei?  
Dann sprechen Sie mich an.  
Tel.: 040 – 237 14 171  
E-Mail: silvia.sander@dvvmedia.com

## 22. Fachtagung Telekommunikationstechnik

07. bis 08. Oktober 2024

**Ort:** MARITIM Hotel am Schlossgarten Fulda,  
Pauluspromenade 2, 36037 Fulda

Die jährlich in Fulda stattfindende Fachtagung Telekommunikationstechnik wird in Zusammenarbeit mit DB InfraGO Geschäftsbereich Fahrweg und DB-Telekommunikationstechnik konzipiert.

Die Anlagen der Telekommunikationstechnik sind sicherheitsrelevant für die Abwicklung des Eisenbahnbetriebs. Entscheidend sind hier eine sehr hohe Verfügbarkeit und niedrige Aufwendungen für die Instandhaltung. Der richtige Einsatz neuester Techniken und Technologien trägt entscheidend zur Sicherung des Eisenbahnbetriebes und zur Steigerung der Effektivität und Qualität der Instandhaltung bei. Auch Techniken zur Sicherstellung der Stromversorgung dieser Anlagen unter allen Betriebszuständen finden sich im Programm wieder.

Die Pausen bieten Gelegenheit die Vortragsthemen weiter zu diskutieren und wertvolle Netzwerkkontakte zu knüpfen.

### Auszüge aus unserem Programm: \*

- Cyber Security - Die digitale Transformation aus Sicht des Betreibers
- bbIP der DB - bahnbetriebliches IP-Netz (bbIP)
- Road to FRMCS
- Leistungsfähige Netzlösungen sind die Grundlage der digitalen Transformation
- Vernetzte IT-Lösungen
- Projekt KMU-Innovativ / BMBF genannt AZUBIG
- Einbindung moderner Überwachungstechnik auf Bahnhöfen, Bahnsteigen und Zügen dank IP basierter Telekommunikationstechnik
- Digitale Schiene Deutschland - ETCS/DSTW
- Interdisziplinärer Branchendialog

\* Änderungen vorbehalten

**Mitarbeiter der Deutschen Bahn AG können sich direkt bei DB Training unter der Produktnummer Hk5072 anmelden.**

**Weitere Informationen zu allen Veranstaltungen und die Anmeldeunterlagen finden Sie unter:**

**> [www.vdei-akademie.de](http://www.vdei-akademie.de)**

### INDUSTRIE-REPORT

## Erweitertes Leitsystem für VBK und AVG

**Init/ETC** | Eine Partnerschaft in Sachen Digitalisierung der Betriebssteuerung ist in Karlsruhe beschlossen worden: Das Mobile-ITCS von Init, das die Verkehrsbetriebe Karlsruhe (VBK) und die Albtal-Verkehrsgesellschaft (AVG) nutzen, wird künftig ergänzt durch das Leitsystem DatNet der ETC Solutions GmbH für diejenigen Bahnen der AVG, die im Umland auch auf Eisenbahnstrecken unterwegs sind. Gesteuert wird die Kommunikation Bahnen durch die jüngste Generation des Init-Bordrechners Copilot-pc. Die erforderliche Schnittstelle zwischen den beiden Betriebssteuerungssystemen wird ebenfalls von Init entwickelt. Die Inbetriebnahme ist für 2025 geplant.

Das AVG-Leitstellenteam wird nun im neuen Eisenbahn-ITCS arbeiten und erhält mit DatNet zahlreiche bahnspezifische Funktionen. Auch die Disponenten der VBK werden durch die Kopplung der beiden Systeme in der Lage sein, die AVG-Bahnen in ihrem ITCS in Bezug auf Fahrplanlage und Position zu überwachen und mit ihnen per Funk zu kommunizieren.

Auch in der Fahrgastinformation werden Optimierungen vorgenommen: Alle Umsteigemöglichkeiten werden künftig über Lautsprecher angesagt und auf Fahrgastinformationsdisplays angezeigt. Neue Textbausteine im ITCS ermöglichen es Passagieren überdies, den Grund einer Störung oder Verspätung besser nachzuvollziehen. cm

[www.initse.com](http://www.initse.com); <https://etc-solutions.de>

## Individuelle Arbeitsbühnen



Arbeitsbühnen von Krause in der Bahnwerkstatt

Quelle: Krause

**Krause** | Als Anbieter von Zugangslösungen bietet Krause ein breites Spektrum an Sonderlösungen, die speziell auf die Anforderungen auch von Bahnfahrzeugbetreibern zugeschnitten sind. Die individuellen Lösungen aus Aluminium reichen von einfachen Überstiegen bis hin zu komplexen Serviceeinheiten, sie bieten flexible, sichere und

komfortable Zugänge für Arbeiten unter, über und seitlich an den Fahrzeugen. Ein wesentlicher Aspekt bei Krause ist die modulare Bauweise, die eine flexible Anpassung an die spezifischen Anforderungen und Gegebenheiten vor Ort ermöglicht. Die Steiglösungen können sowohl für den mobilen als auch für den stationären Einsatz konzipiert werden. Besonders hervorzuheben sind die maßgeschneiderten Plattformen und Treppensysteme, die für den Zugang zu verschiedenen Fahrzeughöhen und -bereichen optimiert sind. Diese Systeme sind mit rutschfesten Oberflächen, Geländern und anderen Sicherheitseinrichtungen ausgestattet. Durch innovative Fertigungstechniken und die Anbindung von SPS-Steuerungen können Lösungen auch für komplizierte Fahrzeugkonturen bis hin zur kompletten Steuerung einer Sonderkonstruktion umgesetzt werden. cm

[www.krause-systems.de](http://www.krause-systems.de)

# Pasawis: Automatisierte Radsatzprüfung

**Evident / IZFP/Railmaint** | Die Prüfung der Radsätze zählt zu den elementaren Tätigkeiten der Werkstätten, wird aber oftmals rein manuell durchgeführt. Evident Scientific und das Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren (IZFP) haben das automatisierte System Pasawis (Phased Array Semi Automated Wheelset Inspection System) 2022 auf der InnoTrans vorgestellt – die Initiative dafür ging von der Railmaint GmbH aus. Innerhalb des Kooperationsteams schrieb Railmaint das Lastenheft und sicherte durch umfangreiche Prototypentests im Werk Oberhausen die Produktionsreife. Die Phased Array Hardware wurde von Evident gestellt, IZFP war der Entwickler des integrierten Pasawis-Prüfsystems sowie der Software und unterstützt bei der Erlangung der Produktionsreife. Der Vertrieb des serienreifen Systems wird von Evident durchgeführt. Derzeit wird es im Sektor ausgerollt, so jetzt bei Railmaint in Delitzsch.

Der Hauptvorteil des Prüfsystems liegt in der Rückverfolgbarkeit der Prüfabläufe und der Prüfergebnisse. Dadurch könne eine deutlich höhere Sicherheit bei der Bewertung der Radsätze in Bezug auf Welle, Spurkranz und Lauffläche sichergestellt werden, so die drei beteiligten Unternehmen. Auch die nachträgliche Bewertung der Prüfergebnisse werde hiermit ermöglicht. Zusätzlich zum Prüfprotokoll mit Datenvisualisierung würden auch die Rohdaten im Phased-Array-Standardformat Diconde abgespeichert. Halter haben die Möglichkeit, diese Rohdaten zu erhalten, um den kompletten Prüfvorgang nachvollziehen zu können. Werkstätten können ihren Kunden somit trotz Handprüfung eine „hochgradig transparente Dokumentation“ bieten, so Railmaint.

Für das Pasawis-System stehen drei Scanner-Typen zur Verfügung, die alle per Magnet selbsthaltend sind:

- Wellen-Scanner: Prüfung vom Schaftende sowie vom Wellenende ohne Umbau; die Prüfhalterung passt für unterschiedliche Wellenbauarten
- Radkranz-Scanner: Prüfung des Spurkranzes und dessen Stirnseite
- Laufflächen-Scanner: Prüfbereich mit Radienübergang zum Spurkranz, die Ultraschallprüfung ersetzt hier die MT-, ET- und VT-Prüfung.

cm

[www.evidentscientific.com/de](http://www.evidentscientific.com/de)  
[www.izfp.fraunhofer.de](http://www.izfp.fraunhofer.de)  
[www.railmaint.com](http://www.railmaint.com)



Anlegen des Scanners für den Radkranz

Quelle: C. Müller

## 10. Fachtagung zur Sanierung von Ingenieurbauwerken

07. November 2024

**Ort:** Novotel Nürnberg Centre Ville,  
Bahnhofstraße 12, 90402 Nürnberg

Die Sanierung von Ingenieurbauwerken ist zentraler Bestandteil der Instandhaltung von Eisenbahn- und Straßeninfrastruktur. Volkswirtschaftlich macht die Erhaltung und Sanierung meist mehr Sinn als der Neubau von Ingenieurbauwerken.

Die Vorträge geben Hilfestellung und Anregungen bei der Lösung anstehender Sanierungsprobleme im Netz der Eisenbahnen und der Straßenverwaltungen. Damit sollen die Teilnehmenden in die Lage versetzt werden, eine effiziente und qualitätsgerechte Planung, und Durchführung von Instandhaltungs- und Sanierungsmaßnahmen sicher zu stellen.

Die gemeinsam durch VDEI, VSVI Bayern und die Bayerische Ingenieurkammer Bau initiierte Fachtagung stellt genau diese Thematik in den Mittelpunkt. Die Vorträge geben Hilfestellung und Anregungen bei der Lösung anstehender Sanierungsprobleme im Netz der Eisenbahnen und der Straßenverwaltungen.

Neben den Fachvorträgen werden in der begleitenden Ausstellung Firmen ihr Knowhow präsentieren und weitere Lösungen aufzeigen.

### Auszüge aus unserem Programm: \*

- Instandsetzung Quo Vadis – Neue Methoden in der Bauwerksanalyse
- Neuerungen der Richtlinie 805
- Schallemission und Faseroptik – Monitoringverfahren für Bestandsbauwerke
- Nachträgliche Verankerung von Brückenkappen
- Sanierung von Anfahrschäden an Stahlbrücken
- Einsatz von SKB-Großhilfsbrücken (Grundsätze und Beispiele)
- Schneller Korrosionsschutz mit Zinklamellenbeschichtung

\* Änderungen vorbehalten

Mitarbeiter der Deutschen Bahn AG können sich direkt bei DB Training unter der Produktnummer Hk5013 anmelden.

Weitere Informationen zu allen Veranstaltungen und die Anmeldeunterlagen finden Sie unter:

> [www.vdei-akademie.de](http://www.vdei-akademie.de)

### 20. Fachtagung Konstruktiver Ingenieurbau am 26. September 2024

**Ort:** Langenbeck Virchow Haus, Luisenstraße 58/59, 10117 Berlin

**Inhalt:** Die jährlich stattfindende Fachtagung Konstruktiver Ingenieurbau wird in Kooperation mit dem vpi-EBA veranstaltet. Sie ist der Treffpunkt von Expertinnen und Experten aus Planung, Forschung, Praxis und Behörden und widmet sich mit Fachvorträgen hochkarätiger Referentinnen und Referenten dem Thema Konstruktiver Ingenieurbau mit Schwerpunkt Eisenbahnbrücken. Das Programm der diesjährigen 20. Fachtagung Konstruktiver Ingenieurbau wird wieder eine Reihe anspruchsvoller, wissenschaftlicher und baupraktischer Themen enthalten. Auf der Veranstaltung präsentieren sich Fachfirmen mit ihren Produkten und technischen Lösungen aus dem Brückenbereich. Somit besteht die Möglichkeit der Kommunikation mit den Ausstellern, anderen Teilnehmern und den Referenten. Während der 20. Fachtagung Konstruktiver Ingenieurbau findet in Berlin die InnoTrans Messe statt. Jeder Teilnehmer erhält ein Tagesticket für die InnoTrans 2024.

---

### ONLINE - Seminar: Leit- und Sicherungstechnik (LST) für Beginner am 08. Oktober 2024

**Ort:** Internet (MS TEAMS)

**Inhalt:** Bei der Eisenbahn ist es wichtig, auch Bereiche außerhalb des Kerngeschäftes zu kennen und dort ein Grundverständnis zu haben. Mit dieser Schulung kann jeder im LST-Bereich einen Grundüberblick gewinnen und mitreden. Im Seminar erhalten Sie einen ausführlichen Grundüberblick über das Gewerk Leit- und Sicherungstechnik (LST). Sie wissen das Gewerk im Gesamtsystem Eisenbahn einzuordnen und kennen die vorgeschriebenen Ausprägungen der LST-Einrichtungen je nach betrieblichem Anwendungsfall. Neben den grundlegenden Begrifflichkeiten und Zusammenhängen des Systems lernen Sie alle Generationen der LST kennen und erhalten einen Überblick über künftige Entwicklungen. Außerdem erhalten Sie Einblicke in die Planungstätigkeit von LST-Anlagen. Welche Pläne gibt es und wie sehen sie aus? Was muss im Planungsprozess gemacht werden? Wie funktionieren Genehmigung und Freigabe? Schlussendlich profitieren Sie über ein breites Grundlagenwissen auf dem Gebiet der LST und können bereits einige Dinge einordnen und haben eine solide Basis.

---

### Erstellung/Änderung von Bahnanlagen nach EIGV, VV IBG Infrastruktur, VV BAU, VV BAU STE im Bereich DB InfraGO AG GB Fahrweg vom 09. bis 10. Oktober 2024

**Ort:** Mercure Hotel Berlin City, Invalidenstraße 38, 10115 Berlin

**Inhalt:** Mit diesem Seminar informieren wir Sie ausführlich über die EIGV, VV IBG Infrastruktur, VV BAU, VV BAU STE und deren Anwendung im Bereich der DB InfraGO AG, Geschäftsbereich Fahrweg. Die aktuelle Rechtslage und Berichte über die praktische Erfahrung sind ebenso Inhalt der Fachvorträge wie projektbezogene Unterlagenerstellung und fachtechnische Besonderheiten. Die Seminarpausen bieten Möglichkeit zum angeregten Austausch aller Teilnehmenden und Referenten.

---

## ONLINE - Seminar Erdung: eine Gewerke-übergreifende Verantwortung am 15. Oktober 2024

**Ort:** Internet (MS TEAMS)

**Inhalt:** Gewerke-übergreifende kompakte praxisnahe Darstellung zum Thema Erdung im Bahnbereich  
Langjährige Erfahrung zeigt, dass im Tagesgeschäft häufig allem, was mit Erdung zu tun hat, kaum die erforderliche Aufmerksamkeit beigemessen wird. Dies ist nicht nur bei elektrofremden Gewerken festzustellen, sondern auch bei Elektrofachkräften selbst. Die Funktionalität der Systeme steht meist im Vordergrund und verdeckt oft die Anforderungen an die elektrische Sicherheit. So werden leicht Mängel bei Schutzmaßnahmen übersehen. Die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen ist u. a. von der Eignung der hierfür erforderlichen Erdungsanlagen abhängig. Im Fehlerfall (Personenschaden, Brand usw.) sehen sich dann die jeweiligen Verantwortungsträger unerwartet auch mit (persönlichen) Haftungsfragen konfrontiert. Sie werden sensibilisiert, Sinn und Zweck anforderungsgerechter und Schutzziel orientierter Planung, Errichtung und Prüfung von Erdungsmaßnahmen (erneut) zu erkennen und fachgerecht umzusetzen.  
**Zielsetzung:** Sie erhalten einen Überblick über ausgewählte Erdungs-affine Themen. Praxisgerechte Beispiele vermitteln Ihnen normenkonforme Anwendungssicherheit.

---

## Erstellung von Bahnanlagen nach Vorgaben der EIGV, VV IBG Infrastruktur, VV BAU und VV BAU STE im Bereich DB InfraGo AG Geschäftsfeld Personenbahnhöfe (Bahnsystem) vom 16. bis 17. Oktober 2024

**Ort:** Hotel Zumnorde, Anger 50 – 51, 99084 Erfurt

**vom 30. bis 31. Oktober 2024**

**Ort:** Hotel Mondial am Dom, Kurt-Hackenbergl-Platz 1, 50667 Köln

**Inhalt:** Ziel ist es, den Teilnehmer anhand praxisorientierter Beispiele fachlich optimal zu qualifizieren, damit durch dessen Anwendungskennntnis aktuell geltender Regelwerke und Richtlinien, Normen und Vorschriften eine effiziente und qualitätsorientierte Planung und Durchführung von Neubaumaßnahmen durchgeführt werden kann.

---

## ONLINE - Seminar Rechtliche Grundlagen des Eisenbahnwesens am 23. Oktober 2024

**Ort:** Internet (MS TEAMS)

**Inhalt:** Das heutige Eisenbahnrecht ist komplex und unübersichtlich. Seit der Bahnreform im Jahre 1994 hat sich das Eisenbahnrecht schnell entwickelt und ausgeweitet. Die Staatsbahnen wurden in Wirtschaftsunternehmen umgewandelt, der Wettbewerb durch privatrechtlich organisierte Eisenbahnunternehmen begann. Im Seminar erhalten Sie einen umfassenden und grundlegenden Überblick über die aktuellen Gesetze und Verordnungen des Eisenbahnrechts und Sie können mit unserem Experten die Rechtsgrundlagen und Ihre Fragen diskutieren.  
**Zielsetzung:** Sie erhalten einen Überblick zu den wichtigsten eisenbahnrechtlichen nationalen und europäischen Regelungen, die auch mit praktischen Beispielfällen erläutert werden, wie das Allgemeine Eisenbahngesetz, das Eisenbahnregulierungsgesetz, die Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung, die Eisenbahnbetriebsleitungsverordnung, die Eisenbahn- Inbetriebnahmegenehmigungsverordnung u. v. m.

---

Weitere Informationen zu allen Veranstaltungen  
und die Anmeldeunterlagen finden Sie unter:

> [www.vdei-akademie.de](http://www.vdei-akademie.de)



# VDEI Nachrichten

VERBAND DEUTSCHER EISENBAHN-INGENIEURE E. V.

AUF EIN WORT

## Haben wir in Deutschland die Digitalisierung verschlafen?



**Dr.-Ing. Joachim Warlitz**

VDEI-Vizepräsident und Special Adviser Business Line Main Line Systems, Ground Transportation Systems, Thales

Jeden Tag werden wir von den Medien, vor allem von den Online-Medien, geradezu mit Informationen überhäuft. Bei diesem quasi Bombardement kann man es gar nicht glauben, dass Deutschland zu den Schlusslichtern in Europa gehört, was den Ausbstand des Breitband- bzw. Glasfasernetzes angeht. Im internationalen Ranking belegte Deutschland im Juni 2024 mit einer durchschnittlichen Downloadgeschwindigkeit von 90,4 Mbit/s sogar nur den Platz 63! (Quelle: Statista)

Abhängt wird Deutschland u.a. von Ländern wie Luxemburg (Platz 32), Panama (Platz 25), Spanien (Platz 12) oder den USA (Platz 8). Laut Ookla (weltweit verfügbare App für Windows, Apple und Android zum providerunabhängigen Messen der Internetgeschwindigkeit) ist Singapur mit einer durchschnittlichen Downloadgeschwindigkeit von 270,62 Mbit/s Spitzenreiter beim Breitbandausbau. Beim mobilen Internet sieht es etwas besser aus. Hier rangiert Deutschland mit einer durchschnittlichen Downloadgeschwindigkeit von

57,41 Mbit/s auf Platz 45. Warum sind diese Zahlen wichtig? Wer heute als Unternehmen auf konsequente Digitalisierung setzt, benötigt Industriepartner, aber auch Kunden, die u.a. über einen schnellen Internetzugang verfügen. Damit hat allein die Ausbaugeschwindigkeit eines Breitbandnetzes in einem Land maßgeblichen Einfluss auf dessen zukünftige Wettbewerbsfähigkeit im globalen Wettstreit. Zu den Hauptproblemen der Digitalisierung in Deutschland zählen der langsame Infrastruktur- und Breitbandausbau, eine hohe Bürokratie und strenge Regulierungen, noch zu meisternde Herausforderungen im Bildungssystem, ein Fachkräftemangel sowie Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes und der Datensicherheit. (Quelle: Transcript Verlag)

Digitalisierung ändert die Geschäftsmodelle. Eine deutliche Mehrheit von 57 % erlebt bereits eine Änderung ihrer Geschäftsmodelle durch konsequente Digitalisierung im Unternehmen. Allerdings empfindet fast die Hälfte aller Unternehmen die Entwicklung digitaler Produkte und Dienstleistungen als Herausforderung! Für 24 % ist sie eher schwierig und für weitere 24 % eher sehr schwierig. (Quelle: [www.ingenieur.de](http://www.ingenieur.de))

Die überwältigende Mehrheit der Bevölkerung hält es für zukunftsentscheidend, dass es bei der Digitalisierung rasche Fortschritte gibt. Auch sehen die Menschen eine klare Korrelation zwischen der künftigen Entwicklung des Wohlstandes und der digitalen Transformation in einem Land.

2024 erschien zum fünften Mal der Digitalreport des European Center for Digital Competitiveness der ESCP Business School und des Instituts für Demoskopie Allensbach. Er beruht auf einer aktuellen repräsentativen Bevölkerungsumfrage sowie auf Ergebnissen einer Umfrage unter rund 500 Top-Führungskräften aus Wirtschaft und Politik. Laut diesem Digitalreport kommt Deutschland viel zu langsam voran, und die Hoffnungen auf Besserung sind begrenzt. In diesem Report wird auch erwähnt, dass 65 % der Bevölkerung glauben, der Rück-

stand bei der Digitalisierung ist auf das Fehlen einer klaren Strategie der Bundesregierung zurückzuführen, 62 % auf die Zersplitterung der Zuständigkeiten auf Bund, Länder und Kommunen und 55 % auf zu geringe Investitionen.

### Welche Erkenntnisse ziehen wir daraus als Berufsverband der Eisenbahningenieure?

Unsere Branche strotzt aktuell nicht gerade vor einer Vielzahl an Anwendungen moderner Verfahren, die alle die digitale Transformation brauchen. Es gibt einzelne Bereiche bei der Bahn, wo erste, zarte Ansätze (z. B. DIANA) bestehen. Es existiert jedoch allein bezüglich der Anbindung von IoT-Elementen (IoT – Internet of Things) eine Vielzahl von neuen Einsatzfeldern und Möglichkeiten, die in Verbindung mit KI-basierten Verfahren und Analysen völlig neue Verfahren ermöglichen, z. B. in der sogenannten zustandsbasierten Wartung („predictive maintenance“). Gern denke ich dabei u. a. an das Treffen mit einer Geschäftsführerin eines Start-up-Unternehmens aus Weimar während der VDEI Eisenbahntage in Chemnitz im Juni dieses Jahrs zurück. Diese Firma ermöglicht auf Basis eigenentwickelter LWL-Sensoren und modernster softwarebasierter Verfahren die statische und dynamische Überwachung von Ingenieurbauwerken. Um mit ihren Sensoren (IoT) jedoch stets „online“ zu sein, benötigt sie neben einer Stromversorgung (heute auch durch dezentrale PV-Anlage mit Batterie quasi überall möglich!) eine entsprechende 4G/5G-Datenübertragung der verbauten „intelligenten“ Sensoren. Und hier sind wir wieder bei unserem Thema Netzausbau. Wir als Verband sollten unsere Systemkompetenz noch besser in Foren und einschlägigen Workshops nutzen, um solch exzellenten, modernen und kostengünstigen Verfahren schneller in die Breite zu bringen, d. h. weitere Themenfelder zu erschließen, die einen konsequenten Breitbandausbau unseres Landes zum Wohle der ganzen Gesellschaft erforderlich machen. Ich wünsche Euch/Ihnen weiterhin viel Freude und Spaß bei der Arbeit in unserem Verband. ■

# Autonomes Fahren im Bahnbereich

## Veranstaltungsankündigung des Deutsch-Französischen Netzwerks

Zur Zeit beschäftigen wir uns sehr intensiv mit der Vorbereitung einer zweitägigen Veranstaltung zum autonomen Fahren im Bahnbereich. Die Veranstaltung ist für Ende März 2025 geplant.

Veranstaltungsort: Hochschule ENSAM in Metz, Campus Arts et Métiers de Metz, 4 rue Augustin Fresnel, F-57078 Metz

Einerseits geht es um eine Bestandsaufnahme zu den derzeit bereits realisierten Projekten im Bereich von geschlossenen Bahnsystemen wie z.B. Metro oder U-Bahnen. Andererseits sollen derzeit laufende Forschungsprojekte in Deutschland und Frankreich vorgestellt werden.

Vorträge zu folgenden Themen sind vorgesehen:

- Erwartungen und Herausforderungen an autonomen Bahnbetrieb
- Zielvorstellungen der Eisenbahninfrastrukturunternehmer
- Zielvorstellungen der Eisenbahnverkehrsunternehmen
- Cybersicherheit und Einsatz von KI
- Eisenbahnrechtliche Rahmenbedingungen zum autonomen Fahren

- Einbindung der nationale Eisenbahnaufsicht in die Entwicklungsarbeit
  - Eisenbahn-Bundesamt (EBA)
  - Établissement public de sécurité ferroviaire (ESPF)
  - Genehmigungs- und Zertifizierungsverfahren
- Bereitstellung und Einsatz von georeferenzierten Infrastrukturdaten wie z. B. Gleistrassendaten zur Verortung von Schienenfahrzeugen
- Systeme zur Erfassung der zu befahrenden Eisenbahninfrastruktur
- Erstellung eines digitalen Zwillings der zu befahrenden Strecken
- Systeme zur Gefahrenerkennung im Bereich der Strecke und im Fahrzeuginneren
- Verfahren zur sicheren Verortung von Eisenbahnfahrzeugen
- Entwicklungen im Bereich der erforderlichen Leit- und Sicherheitstechnik
- Anforderungen an Kommunikationssysteme
- Anforderung an die Fahrzeugtechnik
- Stand der Fahrzeugentwicklung
- Nachweis der Betriebssicherheit von autonomen Systemen

- Ansätze zur schrittweisen Integration autonomer Systeme.

Fall Sie sich bereits mit Themen des Autonomen Fahrens beschäftigen, sei es in der Forschung, Systementwicklung, als Fahrzeughersteller, Eisenbahnverkehrsunternehmen oder aufseiten der Eisenbahnaufsichtsbehörden, laden wir Sie ein, im Rahmen eines Kurzreferates von Ihren Projekten zu berichten. Ferner besteht auch die Möglichkeit, Ihre Projekte, Entwicklungen und Komponenten im Rahmen einer Ausstellung zu präsentieren.

Da diese Veranstaltung an einer Hochschule stattfindet, ist dies für Firmen und Organisationen eine hervorragende Möglichkeit, sich als potenzieller Arbeitgeber zu präsentieren und erste Kontakte zu den Studierenden zu knüpfen. So können Sie einem Fachkräftemangel in Ihrem Unternehmen entgegenwirken. Nutzen Sie die einmalige Gelegenheit, die diese Veranstaltung bietet.

Eine Simultanübersetzung der Vorträge ist vorgesehen. Sollten wir Ihr Interesse geweckt haben, zögern Sie nicht, mit uns in Verbindung zu treten. Weitere Auskünfte demnächst oder unter: [eisenbahningeniure@t-online.de](mailto:eisenbahningeniure@t-online.de) **G. Erbel**

### VDEI – AUF EINEN BLICK

#### Präsidium

Präsidentin	Prof. Dr.-Ing. Birgit Milius	<a href="mailto:birgit.milius@vdei.de">birgit.milius@vdei.de</a>
Vizepräsident	Dr.-Ing. Joachim Warlitz	<a href="mailto:joachim.warlitz@vdei.de">joachim.warlitz@vdei.de</a>
Vizepräsident	Dr. Jürgen Murach	<a href="mailto:juergen.murach@vdei.de">juergen.murach@vdei.de</a>
Bundesschatzmeister	Tobias Barthel	<a href="mailto:tobias.barthel@vdei.de">tobias.barthel@vdei.de</a>
Bundesschriftführer	Lothar Legler	<a href="mailto:lothar.legler@vdei.de">lothar.legler@vdei.de</a>
Sprecher FB Infrastruktur	Reiner Altmann	<a href="mailto:reiner.altmann@vdei.de">reiner.altmann@vdei.de</a>
Sprecher FB Technische Ausrüstung	Michael Wortmann (kommissarisch)	<a href="mailto:michael.wortmann@vdei.de">michael.wortmann@vdei.de</a>
Sprecher FB Bahnsystem	Andreas Mack	<a href="mailto:andreas.mack@vdei.de">andreas.mack@vdei.de</a>
Sprecher FB Fahrzeuge	Andreas Henschel	<a href="mailto:andreas.henschel@vdei.de">andreas.henschel@vdei.de</a>

#### Beirat

Sprecher	Dirk Flege	<a href="mailto:dirk.flege@allianz-pro-schiene.de">dirk.flege@allianz-pro-schiene.de</a>
stv. Sprecher	Stefan Orlinski	<a href="mailto:stefan.orklinski@urbanandmainlines.com">stefan.orklinski@urbanandmainlines.com</a>

#### Bezirksvorsitzende

Baden/Südpfalz	Alexander Schmackpfeffer	<a href="mailto:baden-suedpfalz@vdei.de">baden-suedpfalz@vdei.de</a>
Berlin/Brandenburg	Uwe Richter	<a href="mailto:berlin@vdei.de">berlin@vdei.de</a>
Essen	Franziska Cortés	<a href="mailto:franziska.cortes@vdei.de">franziska.cortes@vdei.de</a>
Hamburg	Michael Wortmann	<a href="mailto:hamburg@vdei.de">hamburg@vdei.de</a>
Hannover	Silke Buchholz	<a href="mailto:silke.buchholz@vdei.de">silke.buchholz@vdei.de</a>
Hessen/Rheinland-Pfalz	André Harrweg	<a href="mailto:hrrp@vdei.de">hrrp@vdei.de</a>
Köln	Ralph Bolte	<a href="mailto:koeln@vdei.de">koeln@vdei.de</a>
Mecklenburg-Vorpommern/Nordbrandenburg	Torsten Habicht	<a href="mailto:mecklenburg@vdei.de">mecklenburg@vdei.de</a>
Nordbayern	Thomas Silbermann	<a href="mailto:nordbayern@vdei.de">nordbayern@vdei.de</a>
Saarland/Rheinland-Pfalz	Gerhard Erbel	<a href="mailto:eisenbahningeniure@t-online.de">eisenbahningeniure@t-online.de</a>
Sachsen-Anhalt	Oliver Lange	<a href="mailto:oliver.lange@plabis.de">oliver.lange@plabis.de</a>
Sachsen	Thomas Schaller	<a href="mailto:sachsen@vdei.de">sachsen@vdei.de</a>
Stuttgart	Dr.-Ing. Christoph Bolay	<a href="mailto:christoph.bolay@vdei.de">christoph.bolay@vdei.de</a>
Südbayern	Prof. Dr.-Ing. Jia Liu	<a href="mailto:jia.liu@tu-darmstadt.de">jia.liu@tu-darmstadt.de</a>
Thüringen	Holger Klein	<a href="mailto:holgerklein3290@aol.com">holgerklein3290@aol.com</a>

#### Vorsitzende der Fachausschüsse

Fachbereich Bahnsystem		
FA Betrieb und Sicherheit	Dr.-Ing. Christoph Bolay	<a href="mailto:christoph.bolay@vdei.de">christoph.bolay@vdei.de</a>
FA Bauen und Betrieb	Reiner Konermann	<a href="mailto:reiner.konermann@vdei.de">reiner.konermann@vdei.de</a>
FA Integrierte Verkehrsplanung und Mobilitätsmanagement	Prof. Dr.-Ing. Christoph Menzel	<a href="mailto:christoph.menzel@vdei.de">christoph.menzel@vdei.de</a>

#### Fachbereich Fahrzeuge

FA Fahrzeuge – Neubau und Instandhaltung	Mihai Demian	<a href="mailto:mihai.demian@vdei.de">mihai.demian@vdei.de</a>
Fachbereich Infrastruktur		
FA Verkehrsweg und Umwelt	Reiner Altmann	<a href="mailto:reiner.altmann@vdei.de">reiner.altmann@vdei.de</a>
FA Geodäsie und Geoinformatik	Thomas Zeidler	<a href="mailto:geodaesie@vdei.de">geodaesie@vdei.de</a>
FA Geotechnik	Andreas Schemmel	<a href="mailto:geotechnik@vdei.de">geotechnik@vdei.de</a>
FA Architektur/Immobilien	Herbert Locklair	<a href="mailto:herbert.locklair@t-online.de">herbert.locklair@t-online.de</a>
FA Konstruktiver Ingenieurbau	Tristan Mölter	<a href="mailto:kib@vdei.de">kib@vdei.de</a>
FA Oberbau	Stephan Schulte	<a href="mailto:oberbau@vdei.de">oberbau@vdei.de</a>
Fachbereich Technische Ausrüstung		
FA Stromversorg. Bahnanlagen	Wladimir Tereschenko	<a href="mailto:vdei-tereschenko@mail.de">vdei-tereschenko@mail.de</a>
FA Sicherungstechnik, Informatik, Kommunikation	Carlos Cunha	<a href="mailto:sicherungstechnik@vdei.de">sicherungstechnik@vdei.de</a>
FA Vernetzte Systeme/ Niederspannungsanlagen	Waldemar Henschel	<a href="mailto:waldemar.henschel@vdei.de">waldemar.henschel@vdei.de</a>

#### Vorsitzende der Arbeitskreise

AK Ingenieure in Beruf und Gesellschaft	Prof. Dr.-Ing. Haldor Jochim	<a href="mailto:haldor.jochim@t-online.de">haldor.jochim@t-online.de</a>
AK Junges Netzwerk Bahn	Viviane Schlegel	<a href="mailto:viviane.schlegel@vdei.de">viviane.schlegel@vdei.de</a>
AK Sachverständige und Fachbeauftragte	Olaf Scholtz-Knobloch	<a href="mailto:sachverstaendige@vdei.de">sachverstaendige@vdei.de</a>
AK Verkehrspolitik	Sascha Behnsen	<a href="mailto:sascha.behnsen@vdei.de">sascha.behnsen@vdei.de</a>

#### Netzwerke

Frauenetzwerk	<a href="mailto:frauenetzwerk@vdei.de">frauenetzwerk@vdei.de</a>
Deutsch-Französisches Netzwerk	<a href="mailto:gerhard.erbel@t-online.de">gerhard.erbel@t-online.de</a>
Netzwerk Europäisierung der Eisenbahn	<a href="mailto:juergen.murach@vdei.de">juergen.murach@vdei.de</a>

#### VDEI-Geschäftsstelle

Kaiserstraße 61	069/236171
D-60329 Frankfurt (M)	<a href="mailto:gs@vdei.de">gs@vdei.de</a>

#### VDEI-Service GmbH

Invalidenstraße 90, D-10115 Berlin	Geschäftsführerin: Constanze Petzsch	030/22605790
	<a href="mailto:service.gmbh@vdei.de">service.gmbh@vdei.de</a>	

#### VDEI-Nationales Zertifizierungsbüro Deutschland

Kaiserstrasse 61	Leiter: Bernd Gruhn	0160/97428835
D-60329 Frankfurt (M)		

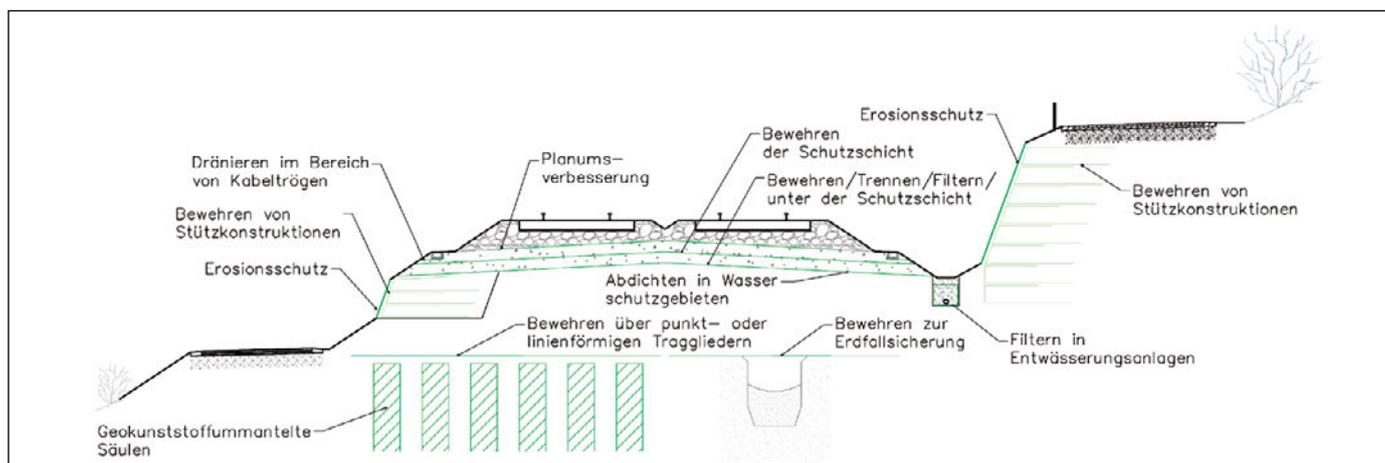
#### verantwortlich für VDEI-Nachrichten

Herrmann Schmidtdorf	<a href="mailto:vdeiredaktion@vdei.de">vdeiredaktion@vdei.de</a>
----------------------	--

# Was ist eigentlich...?

Ingenieure arbeiten in vielen Fachgebieten des spurgeführten Verkehrs. Unsere Reihe „Was ist eigentlich...?“ befasst sich mit Basisthemen aus verschiedensten Fachbereichen. Mit der Wissensreihe möchten wir Jungingenieuren, Quereinsteigern und Interessierten grundlegende Themen leicht verständlich erläutern.

## Was sind eigentlich Geokunststoffe im Bahnbau?



Unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten von Geokunststoffen im Bahnbau

Quelle: in Anlehnung an C. Haase (2013)

Technische Textilien, die in der Geotechnik zur Anwendung kommen und sich in Kontakt mit dem Boden bzw. mit Erdstoffen befinden, werden als Geokunststoffe (oder auch Geobaustoffe) bezeichnet. Unter der Bezeichnung Geokunststoffe werden in der DIN EN ISO 10318-1:2018-10 Produkte zusammengefasst, bei denen mindestens ein Bestandteil aus synthetischem oder natürlichem Polymerwerkstoff hergestellt wird.

Die Anwendung von Geokunststoffen im Bahnbau geht bis auf den Beginn der 1970er Jahre zurück. Heute kann bereits auf eine über 50-jährige Geokunststoffanwendung im Bahnbau mit überwiegend positiven Erfahrungen sowohl in technischer als auch in wirtschaftlicher Hinsicht zurückgeblendet werden.

Ziel der Anwendung von Geokunststoffen ist es dabei, die spezifischen Eigenschaften der verwendeten Böden langfristig zu erhalten, die Einwirkungen von Wasser und Frost zu mindern und dem Boden im Sinne einer „Bodenverbesserung“ zusätzliche Eigenschaften zu geben. Defizite von Böden können somit kompensiert werden. Die entstehenden Geokunststoff-Boden-Verbundkörper können sehr umfangreiche Funktionen

erfüllen. Die Abbildung zeigt zusammenfassend unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten.

Geokunststoffe werden grundsätzlich in Geotextilien, Geogitter oder gitterähnliche Produkte und Dichtungsbahnen unterteilt. Geotextilien sind Geovliesstoffe, Gewebe oder Maschenwaren. Geogitter können entsprechend ihrer Herstellung in gestreckte, gewebte/gewirkte oder gelegte Geogitter unterteilt werden. Gitterähnliche Produkte sind aus Bändern oder stabförmigen Elementen aufgebaut. Unter Dichtungsbahnen werden Kunststoffdichtungsbahnen und geosynthetische Tondichtungsbahnen verstanden. Diese Produkte werden im Bahnbau vorrangig als Abdichtung in Wasserschutzgebieten eingesetzt.

Mehrere Arten von Geokunststoffen können miteinander zu Geoverbundstoffen kombiniert werden.

Beim Einsatz von Geokunststoffen im Bereich des Bahnbaus stehen die Funktionen Trennen, Filtern, Stabilisieren, Bewehren, Dränen, Dichten und Schützen im Vordergrund, die oftmals in Kombination wirken. Für diese Funktionen sind im DBS 918 039 in Abhängigkeit von den An-

wendungsfällen Anforderungen formuliert, die über entsprechende Produkteigenschaften nachgewiesen werden. Die Auswahl des Produkts erfolgt über die geforderten Produkteigenschaften, die über eine Bemessung, z.B. im Rahmen der durchzuführenden erdbaustatischen Nachweise, oder über eine Klassifizierung mit Mindest- oder Höchstwerten festgelegt werden.

Der Einsatz von Geokunststoffen ist inzwischen eine Regellösung für ein sicheres, kosteneffizientes und ressourcenschonendes Bauen. Durch ihn können der Verbrauch und der Transport von mineralischen Materialien sowie die Menge von zu deponierenden Böden deutlich reduziert werden. Aufgrund der hohen Dauerhaftigkeit und Langlebigkeit der Produkte, die für die sichere Funktion in den Erdbauwerken der Bahnen entscheidend ist, und den im Vergleich zu konventionellen Bauweisen geringen Materialaufwendungen fallen die bisher bekannten Umweltbilanzen regelmäßig sehr positiv aus.

Darüber hinaus werden zukünftig die Rückbaubarkeit, Rückgewinnung und das mögliche Recycling von Geokunststoffen eine entscheidende Rolle spielen.

Dieser Beitrag wird präsentiert vom Fachbereich Geotechnik:



**Prof. Dr.-Ing. Ulrike Weisemann**  
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden  
Fakultät Bauingenieurwesen  
Professur Verkehrsbau / Bahnbau  
ulrike.weisemann@htw-dresden.de

Mit 13 Fachausschüssen, unterteilt in vier Fachbereiche, bietet der VDEI seinen Mitgliedern ein breites Angebot zum aktiven Fachaustausch. Sie möchten mehr erfahren oder haben Interesse, sich in einem Fachausschuss zu engagieren? Melden Sie sich unter: [fachbereiche@vdei.de](mailto:fachbereiche@vdei.de). Weiterhin steht den Mitgliedern offen, sich in den Netzwerken und Arbeitskreisen des Verbandes einzubringen. Nähere Informationen zu den Gremien finden Sie unter: [www.vdei.de](http://www.vdei.de)



# Wir schaffen Bahninfrastruktur.

*DB Bahnbau Gruppe*

Besuchen Sie uns auf der InnoTrans und erleben Sie unsere Highlights:

#### **Halle 25, Stand 440**

- Transparente Lärmschutzwand MetaWindow
- Batteriespeichersysteme von encore | DB
- Horizontalkraftlager
- Digitale Qualifizierung

#### **Freigelände 0/355**

- Brennstoffzellensystem EnerRail
- Smartes Ladeinfrastruktursystem

#### **Gleisfläche**

- 360° Multisensorplattform (T11/40)
- Hybrides Gleisarbeitsfahrzeug (T4/30)

Sie möchten mehr über uns oder unsere spannenden Einstiegsmöglichkeiten erfahren? Sprechen Sie uns gerne an oder besuchen Sie uns auf [www.bahnbaugruppe.com](http://www.bahnbaugruppe.com).

Wir bieten  
**Jobs!**  
Jetzt bei uns  
einsteigen.



## Yellow machines GO GREEN

E<sup>3</sup> steht bereits seit zehn Jahren für alternativ angetriebene Bahnbaumaschinen.

Ob Strom aus der Oberleitung, Batteriebetrieb oder Versorgung über Powerpacks, die mit Synfuels wie HVO 100 betrieben werden – **die Bahn der Zukunft braucht grüne Alternativen.** E<sup>3</sup> bietet die Symbiose aus Performance und Zukunftssicherheit für CO<sub>2</sub>-neutrales Fahren und Arbeiten.



MACHINE

plassertheurer.com    

„Plasser & Theurer“, „Plasser“ und „P&T“ sind international eingetragene Marken



Liebe Leserinnen, liebe Leser,

nach einer kleinen Pause finden Sie nun wieder unsere aktuellsten Titel übersichtlich im Verlagsprogramm 2024/25 inklusive einiger Vorankündigungen für Neuerscheinungen. **Mit unserem Schwerpunkt auf der Schiene – von ÖPNV bis Güterverkehr, von der Technik bis zur Betriebswirtschaft – hoffen wir, Ihrem Bedarf nach fundierter Fachliteratur gerecht zu werden.**

TrackoMedia als Plattform für die Wissens-Produkte der Global Rail Group wird in der kommenden Zeit deutlich ausgebaut – seien Sie gespannt!

Herzlichst,  
Ihr Detlev Suchanek  
(Geschäftsführer / Publisher)



Unsere Bücher finden Sie auf dem Eurailpress-Stand Nr. 115 in Halle 4.2

**NEU**



MIT E-BOOK INSIDE

## Handbuch Bremstechnik von Eisenbahnfahrzeugen

### Theorie, Konstruktion, Betriebseinsatz

Das Werk stellt neue **gesetzliche Regelwerke vor, die in den letzten Jahren zur Herstellung der Interoperabilität** im europäischen Eisenbahnverkehr entstanden und auch für die Bremstechnik bindend sind.

1. Auflage Dez. 2023, Hrsg. Dieter Jaenichen, 320 Seiten, Hardcover, ISBN 978-3-96245-259-9, Print mit E-Book Inside € 89,- [www.trackoedia.com/bremstechnik](http://www.trackoedia.com/bremstechnik)

## ! NEUERSCHEINUNGEN 2024



## Handbuch Entwerfen von Bahnanlagen

**Komplett überarbeitet und aktualisiert:** alle notwendigen Informationen zu **Linienführung, Oberbau, Eisenbahnbrückenbau, Erdbau, Bahnübergängen, Schall- und Erschütterungsschutz** und weiteren Themen.

4. Aufl. Dez. 2024, Autoren: Hartmut Freystein, Martin Muncke, Peter Schollmeier, ca. 820 Seiten, Hardcover, ISBN 978-3-96245-265-0, Print mit E-Book Inside € 118,-\*  
3. Auflage bis Erscheinen der Neuauflage als E-Book erhältlich, € 99,90\*  
[www.trackoedia.com/bahnanlagen](http://www.trackoedia.com/bahnanlagen)

## ETCS in Deutschland

Die aktualisierte und erweiterte 2. Auflage liefert einen **umfassenden Einblick in das European Train Control System** allgemein und seine **Realisierung in Deutschland**.

2. Auflage Aug. 2024, Hrsg. Jochen Trinckauf, Ulrich Maschek, Richard Kahl, ca. 450 Seiten, Hardcover, ISBN 978-3-96245-263-6, Print mit E-Book Inside € 89,-\*  
[www.trackoedia.com/etcsdeutschland](http://www.trackoedia.com/etcsdeutschland)

\* Preise inkl. MwSt, zzgl. Versand



# Handbuch Das System Bahn

Die 3. Auflage des „Handbuch Das System Bahn“ in der **grundlegenden Neufassung** informiert mit einer **ganzheitlichen Systembetrachtung** durch erfahrene Fachexperten. Zu den aktuellen Themen gehören **neue EU-Richtlinien** und Planungsabläufe, **Building Information Modeling**, **Schienerfahrzeuge**, **Fahrzeug-Instandhaltung**, **Sicherheit im Bahnbetrieb** und **HGV-Systeme**.

3. Auflage 2021, Hrsg. Eberhard Jänsch, Hans Peter Lang, Nils Nießen,  
800 Seiten, Hardcover, ISBN 978-3-96245-224-7, Print mit E-Book Inside € 99,-\*  
[www.trackomedia.com/systembahn](http://www.trackomedia.com/systembahn)



MIT  
E-BOOK  
INSIDE

HIER BESTELLEN:  
[www.trackomedia.com](http://www.trackomedia.com)



GRUND-  
LAGENWERK

MIT  
E-BOOK  
INSIDE

## Handbuch Erdbauwerke der Bahnen

Eine **ganzheitliche Betrachtung des Trag-systems Oberbau – Unterbau – Untergrund**. Für die Praxis und als Nachschlagewerk.

3. überarbeitete und erweiterte Auflage 2022,  
Hrsg. Claus Göbel, Klaus Lieberenz,  
Ulrike Weisemann, 750 Seiten, Hardcover,  
ISBN 978-3-96245-244-5,  
Print mit E-Book Inside € 89,-\*  
[www.trackomedia.com/erdbauwerke](http://www.trackomedia.com/erdbauwerke)



Neuerscheinung

MIT  
E-BOOK  
INSIDE

## Handbuch Eisenbahn-Sicherheitsmanagement

Das Buch verbindet das politisch formulierte Ziel und abstrakte Konzept der **Eisenbahn-sicherheit** mit der **praxistauglichen Implementierung und Anwendung sicherheitsbezogener Prozesse**.

1. Auflage Sept. 2024, Autor: Michael Rösch,  
ca. 750 Seiten, Hardcover,  
ISBN 978-3-96245-264-3,  
Print mit E-Book Inside € 99,-\*  
[www.trackomedia.com/bahnsicherheit](http://www.trackomedia.com/bahnsicherheit)



GRUND-  
LAGENWERK

Neuaufgabe erscheint  
ca. im Mai 2025

MIT  
E-BOOK  
INSIDE

## Handbuch Eisenbahnbrücken

Die wichtigsten Kriterien für die **Erarbeitung und Beurteilung eines Brückenentwurfs**. Besondere **Schwerpunkte: Oberbau und die Ausrüstung auf Brücken**.

2. Auflage 2017, Autoren: Tristan Mölter,  
Rolf H. Pfeifer, Michael Fiedler, 752 Seiten,  
Hardcover, ISBN 978-3-96245-154-7,  
Print mit E-Book Inside € 96,-\*  
[www.trackomedia.com/eisenbahnbruecken](http://www.trackomedia.com/eisenbahnbruecken)

Auch erhältlich als:

**E-Book only** **Einzelkapitel**

## Kurz – Prägnant – Praxisnah ABSTRACT: Die kompakte Buchreihe



MIT  
E-BOOK  
INSIDE

MIT  
E-BOOK  
INSIDE

MIT  
E-BOOK  
INSIDE

### Montageprozesse für Fahrleitungsanlagen

1. Auflage 2022, Autor: Manfred Irsigler, 217 Seiten, Paperback,  
ISBN 978-3-96245-240-7, Print mit E-Book Inside € 39,-\*  
[www.trackomedia.com/montagefahrleitung](http://www.trackomedia.com/montagefahrleitung)

### Systemtechnik von HGV-Oberleitungen

1. Auflage 2020, Autor: Manfred Irsigler, 114 Seiten,  
Paperback, ISBN 978-3-96245-223-0, Print mit E-Book Inside € 29,-\*  
[www.trackomedia.com/technikoberleitung](http://www.trackomedia.com/technikoberleitung)

### Kapazitätsschonender Gleisumbau

**Entscheidungswege zum wirtschaftlichen, umweltverträglichen und kundenfreundlichen Bahnbau**

1. Auflage 2022, Autoren: Axel-Björn Hüper, Hannes Tesch,  
Achim Uhlenhut, 112 Seiten, Paperback, ISBN 978-3-96245-251-3,  
Print mit E-Book Inside € 39,-\*  
[www.trackomedia.com/gleisumbau](http://www.trackomedia.com/gleisumbau)

Zum Teil auch erhältlich als: **E-Book only**

\* Preise inkl. MwSt, zzgl. Versand



MIT  
E-BOOK  
INSIDE

## Der Gleislage auf der Spur

**Grundlagen – Fehlerermittlung – Korrektur – Qualität:  
Ein vergleichender Überblick über die DACH-Staaten**

Dieses Standardwerk liefert einen **tiefen Einblick in den gesamten Stopfprozess unter Berücksichtigung der einschlägigen Regelwerke.**

1. Auflage 2019, Autoren: Fabian Hansmann, Wolfgang Nemetz, 208 Seiten, Hardcover, ISBN 978-3-96245-164-6, Print mit E-Book Inside € 59,-\*

[www.trackoedia.com/gleislage](http://www.trackoedia.com/gleislage)

Die **englischsprachige Ausgabe „Keeping Track of Track Geometry“** erhalten Sie ebenfalls für € 59,-\*

**Mehr Infos:** [www.trackoedia.com/trackgeometry](http://www.trackoedia.com/trackgeometry)

**Auch auf japanisch lieferbar!** Mehr Infos: [www.trackoedia.com/trackgeometryjap](http://www.trackoedia.com/trackgeometryjap)

Zum Teil auch erhältlich als: **E-Book only**



MIT  
E-BOOK  
INSIDE

## Grundwissen Personenverkehr und Mobilität

Prozesse der betrieblichen und **betriebswirtschaftlichen Leistungsplanung und Leistungserstellung** in Unternehmen des ÖPNV.

1. Auflage 2021, Hrsg. VDV Akademie, 432 Seiten, Hardcover, ISBN 978-3-96245-238-4, Print mit E-Book Inside € 79,-\*

[www.trackoedia.com/personenverkehr](http://www.trackoedia.com/personenverkehr)



GRUND-  
LAGENWERK

Jetzt mit  
50%  
RABATT!

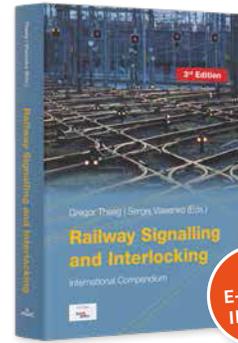
## Handbuch Schienenfahrzeuge

Das Buch liefert das **komplette Systemwissen über Schienenfahrzeuge.** Mit Grundlagen der Schienenfahrzeugtechnik, Fahrzeugkonzepten, Auslegungsrahmen für Fahrzeuge und vielem mehr.

1. Auflage 2014, Hrsg. Christian Schindler, 576 Seiten, Hardcover, ISBN 978-3-96245-052-6, Print UVP € 59,-\*  
[www.trackoedia.com/schienenfahrzeuge](http://www.trackoedia.com/schienenfahrzeuge)

Auch erhältlich als:

**E-Book only** **Einzelkapitel**



MIT  
E-BOOK  
INSIDE

## Railway Signalling and Interlocking International Compendium

**Grundlagen und heutige Situation der internationalen Eisenbahnsignaltechnik** und Zugsicherungssysteme.

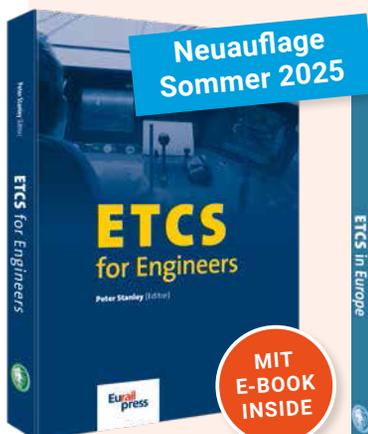
3. Auflage 2019, Hrsg. Gregor Theeg, Sergej Vlasenko, 552 Seiten, Hardcover, Sprache: Englisch, ISBN 978-3-96245-169-1, Print mit E-Book Inside € 79,-\*

[www.trackoedia.com/signalling](http://www.trackoedia.com/signalling)

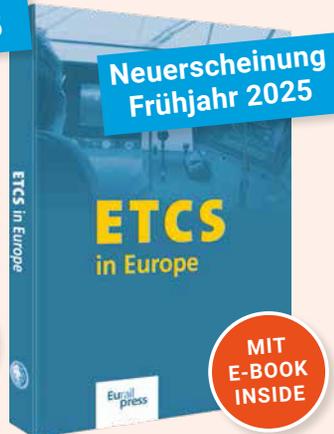
Auch erhältlich als:

**E-Book only**

## ! NEUERSCHEINUNGEN 2025



MIT  
E-BOOK  
INSIDE



MIT  
E-BOOK  
INSIDE

## ETCS for Engineers

Das anerkannte Nachschlagewerk erscheint im Sommer 2025 in der 2., überarbeiteten und aktualisierten Neuaufgabe.

2. Auflage 2025, Hrsg. Ian Mitchell (IRSE), ca. 350 Seiten, Hardcover, Sprache: Englisch, ISBN 978-3-96245-271-1, Print mit E-Book Inside. Bis zum Erscheinen weiterhin erhältlich: 1. Auflage, Print oder E-Book € 68,-\*

[www.trackoedia.com/etcs](http://www.trackoedia.com/etcs)

## ETCS in Europe

**Dieses neue Buch zum Thema ETCS wird die bestehende ETCS-Reihe ergänzen und Lücken auf europäischer Ebene schließen.**

1. Auflage 2025, Hrsg. Ulrich Maschek, Richard Kahl, ca. 450 Seiten, Hardcover, ISBN 978-3-96245-272-8, Print mit E-Book Inside.

\* Preise inkl. MwSt, zzgl. Versand



BESTELLUNGEN: Tel.: +49 7953 718-9092 . Fax: +49 40 228679-503 . E-Mail: [office@trackoedia.com](mailto:office@trackoedia.com) . Online: [www.trackoedia.com](http://www.trackoedia.com)

# Kommentar zur Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO)

Der Kommentar zur Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung ist das **wichtigste Regelwerk für die Sicherheit und Ordnung des Eisenbahnbetriebs**. Die durchgehend überarbeitete 7. Auflage enthält alle Änderungen seit Erscheinen der Voraufgabe.

7. Auflage 2023, Hrsg. Alexander von Lüpke, Frank Zwanziger, 624 Seiten, Hardcover, ISBN 978-3-96245-258-2, Print mit E-Book Inside € 98,-\* [www.trackomedia.com/ebokommentar](http://www.trackomedia.com/ebokommentar)



**NEU**

**MIT E-BOOK INSIDE**



**NEU**

## Die Zukunft der Mobilität – Digitale Schiene Deutschland

Vorgestellt werden **Maßnahmen zur Digitalisierung, die bei der Deutschen Bahn bereits umgesetzt** werden sowie neu entwickelte Technologien.

1. Auflage 2024, Hrsg. DB Netz AG, 145 Seiten, Hardcover, ISBN 978-3-96245-260-5, Print € 29,-\* [www.trackomedia.com/digischiene](http://www.trackomedia.com/digischiene)

Weitere Titel aus der Medienpartnerschaft zwischen TrackoMedia und der Deutschen Bahn finden Sie unter [www.trackomedia.com/dbbuch](http://www.trackomedia.com/dbbuch)



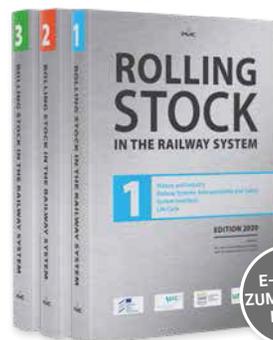
**MIT E-BOOK INSIDE**

## Optimisation of Mechanised Maintenance Management

**Optimierungsvorschläge für die Instandhaltung der Infrastruktur**

1. Auflage 2019, Autor: Leon Zaayman, 280 Seiten, Hardcover, Sprache: Englisch, ISBN 978-3-96245-165-3, Print mit E-Book Inside € 68,-\* [www.trackomedia.com/optimisation-maintenance](http://www.trackomedia.com/optimisation-maintenance)

Auch erhältlich als: **E-Book only**



**E-BOOK ZUM DOWN-LOAD**

## Rolling Stock in the Railway System

Die derzeit **umfassendste Beschreibung der gesamten Schienenfahrzeugtechnik**: vom Bau bis zum Betrieb, von der historischen Entwicklung bis zum aktuellen Stand der Technik.

1. Auflage 2020, Hrsg. Éric Fontanel, Reinhard Christeller, gesamt 1516 Seiten, Sprache: Englisch, Gesamtwerk in 3 Bänden, Einzelbände erhältlich als E-Books zu je € 69,-\* [www.trackomedia.com/rollingstock](http://www.trackomedia.com/rollingstock)

## Unsere E-Books

**TrackoMedia E-Books sind Bücher in digitaler Form. Sie liefern Nutzern eines Endgeräts mit PDF-Reader (PC, Tablet, Smartphone) die Inhalte des Werks auch elektronisch und mit Suchfunktion.**

**MIT E-BOOK INSIDE**

**E-BOOK ZUM DOWN-LOAD**

\* Preise inkl. MwSt, zzgl. Versand Solange der Vorrat reicht

**Alle unsere Bücher erhalten Sie auch über den Buchhandel.**

**HIER BESTELLEN:**  
[www.trackomedia.com](http://www.trackomedia.com)

### BESTELLSCHEIN

\_\_\_\_\_  
Firma/Name, Vorname

\_\_\_\_\_  
Straße/Nr./PLZ/Ort/Land

\_\_\_\_\_  
E-Mail-Adresse

\_\_\_\_\_  
Telefon/Fax

### Ich bestelle hiermit folgende Buchtitel:

Expl.	Buchtitel	ISBN	Preis*

\* Die Buchpreise gelten inkl. MwSt, zzgl. Versandkosten.

**Coupon einsenden oder faxen an:** +49 40 228679-503  
GRT Global Rail Academy and Media GmbH | TrackoMedia  
Kundenservice | D-74590 Blaufelden  
Telefon:+49 7953 718-9092 | E-Mail: [office@trackomedia.com](mailto:office@trackomedia.com)

\_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift

+++ ETCS +++ ATO/CBTC +++ FRMCS +++ CBM/PDM +++ KI +++

# RAILIMPACTS

— Digitale Technologien im Bahnbetrieb —

## Digitalisierung des Schienenverkehrs Automatisierung, die bewegt

**Rail Impacts** – der digitale Informationsdienst zum Thema Digitalisierung des Schienenverkehrs – bietet Ihnen stets aktuell und verlässlich einen Überblick über den Stand der relevanten Themen im zunehmend dynamischen Schienenverkehrsmarkt:



Jetzt  
4 Wochen  
testen!

- **ETCS:** Das künftige Leit- und Signalsystem für den Schienenverkehr steht vor dem flächendeckenden Rollout in ganz Europa
- **ATO:** Automatisierung des Bahnbetriebs bis hin zum vollautomatischen und fahrerlosen Betrieb
- **CBTC:** Automatisierter Bahnbetrieb vor allem in Nahverkehrsnetzen
- **FRMCS:** Künftiger europäischer Standard für Funk- und Datenkommunikation im Schienenverkehr
- **Marktumfeld:** Politische und industrielle Rahmenbedingungen
- **Technologien:** Überblick über aktuelle Produkte und Services zur Digitalisierung des Schienenverkehrs sowie Aktivitäten in Forschung und Wissenschaft



Jetzt 4 Wochen kostenlos testen:

[www.eurailpress.de/railimpacts-probe](http://www.eurailpress.de/railimpacts-probe)

**Eurail  
press**



DVV Media Group