



card_1

Präzise und flexibel – BIM Verkehrswege Bahn.

Bahnvermessung, VA-Transformation, Gleise aus Punktwolken, 3D-Bahnkörper, 3D-Bahnsteig, Lichtraum und Hüllkurve, Engstellen, Signalplanung mit ProSig®, BCF-Kommunikation

... mehr auf der InnoTrans in Berlin,
Halle 5.2, Stand 775

IB&T Software GmbH · www.card-1.com



DER **EI** EISENBAHN INGENIEUR

INTERNATIONALE FACHZEITSCHRIFT
FÜR SCHIENENVERKEHR & TECHNIK

Euro 32,60 | August 2024

8|24

Gleisbau –

Anreizsysteme als Treiber für mehr Nachhaltigkeit

Schallschutz –

Lärmbelastungen an der Quelle bekämpfen

Personenbahnhöfe –

BIM-Methodik als Grundlage der digitalen Brandschutzplanung

Fahrzeuge –

Simulationstechniken zur Nachweisführung im Brandschutz

Forschungsprojekt ARTE –

Neue Aufgaben und Rollen für Betriebspersonal

VDEI

**20. Fachtagung
Konstruktiver
Ingenieurbau**

26. September 2024
in Berlin

HERAUSGEBER
VERBAND DEUTSCHER
EISENBAHN-INGENIEURE E.V.

VDEI

20. Internationale Schienenfahrzeugtagung



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

Anmeldung Fachausstellung ab sofort bei: silke.haertel@dvvmedia.com

Veranstalter:



Offizielle Medienpartner:



» Eine unglaublich gute Lösung! «

Stefanie Brickwede, Managing Director bei Mobility goes Additive e.V. und Head of Additive Manufacturing, Deutsche Bahn AG



3D-Druck spart Zeit, Geld und Lagerplatz im Bahnwesen

2015 starteten wir bahnseitig mit dem Thema 3D-Druck. Damals gab es noch große Skepsis innerhalb der Bahnbranche gegenüber der Technologie, doch wir hatten immer wieder die Herausforderung, dass Ersatzteile nicht verfügbar waren oder wir sie uns über Dekaden auf Lager legen mussten. Für solche Teile wäre ein Print-on-Demand-Vorgehen gerade im Bahnsektor eine unglaublich gute Lösung – man druckt sich die Teile, wenn man sie braucht.

Erst einmal war viel Grundlagenarbeit zu leisten. In Roadshows in den Werken haben wir die Mitarbeitenden zusammengeholt, die beurteilen können, welche Teile knapp sind – und wir haben analysiert, für welche davon das additive Druckverfahren relevant werden könnte.

Wir legten bereits gedruckte Teile auf den Tisch, um zu verdeutlichen, dass es sogar schon metallgedruckte Teile gibt, wie z.B. eine Halterung aus Aluminium oder einen Kabelkasten an der Klimaanlage, der auch Schotterflug aushalten können muss. Bei der Meinungsbildung half uns der haptische Effekt, dass Teile, auch metallische, in die Hand genommen und begutachtet werden können. Die gemeinsam identifizierten Teile digitalisierten wir per Reverse Engineering und optimierten sie für den 3D-Druck. Um nachzuweisen, dass die additiv gefertigten Substitute den konventionellen Bauteilen in ihren Eigenschaften in nichts nachstanden, wurden vielfach intensive Prüfungen bis hin zu CT-Scans durchgeführt. Nach erfolgreichen Tests wurden die Teile durch die Bauartverantwortung für den Einbau freigegeben. Besonders überzeugt der 3D-Druck jedoch, wenn etwa Fahrzeugstillstände deutlich früher aufgelöst werden können.

Wir haben bei der Deutschen Bahn in den letzten Jahren über 120 000 Teile gedruckt. Dahinter liegen 500 verschiedene Anwendungen: Manche Teile werden in größerer Stückzahl gedruckt, manche nur in ganz kleinen Serien benötigt. Die Deutsche Bahn AG nutzt derzeit zwölf verschiedene 3D-Druck-Technologien – eine Bandbreite wie kaum ein anderer Konzern. Ganz wichtig

für uns ist das Technologie-Scouting, damit wir immer die neuesten Technologien, Materialien und Software im Blick haben, die uns helfen, weitere Teile umzusetzen. So ermöglichen wir 3D-Druck für immer mehr unterschiedliche Anwendungen, um Kosten zu sparen und Mindestabnahmemengen zu vermeiden. 3D-Druck hilft, Züge wieder pünktlich auf die Strecke zu bringen, weil schwer oder gar nicht mehr verfügbare Ersatzteile nun gedruckt werden können.

Die Herausforderungen meistern wir im engen Schulterschluss mit insgesamt 150 Unternehmen, die im eigens gegründeten Netzwerk Mobility goes Additive organisiert sind. Dort engagieren sich auch sieben europäische Bahnen, die natürlich alle sehr ähnliche Herausforderungen haben. Beispielsweise die Notwendigkeit, Teile sehr langfristig auf Lager legen zu müssen und damit viel Kapital zu binden, nicht wissend, ob sie jemals aus dem Lager wieder abgerufen werden.

Ebenso verfolgen wir die Strategie, in der Neubeschaffung von Fahrzeugen die Additive Fertigung von Anfang an zu verankern. Für die nächste Generation von Hochgeschwindigkeitszügen, die ab 2030 auf die Strecke gehen soll, streben wir einen Anteil von mindestens 10 % 3D-Druck-fähiger Bauteile an. Wo immer die Fahrzeugkonstruktion es zulässt, können Teile für den Kundenkomfort optimiert werden – etwa mit innovativen Halterungen für Taschen oder auch versenkbaren Leseleuchten. Denn der 3D-Druck bietet zahlreiche Freiheitsgrade im Design, womit weitere Mehrwerte für den Kunden entstehen oder der Fahrgastkomfort zusätzlich erhöht werden kann.

Auf Bahnbaustellen gibt es in Deutschland bislang noch wenig Anwendungsbereiche. Wir stellen aber schon Berührschutzabdeckungen und obsoletere Bauteile für Stellwerke im 3D-Druck her. Noch kann nicht jede Additive Fertigungstechnologie jedes Material verarbeiten. Daran arbeiten wir im Netzwerk und konnten bereits hochperformante Kunststoffpulver gemeinsam entwickeln, die nun Verwendung in Zügen finden werden.

EDITORIAL



Marcel Jelitto, Chefredakteur

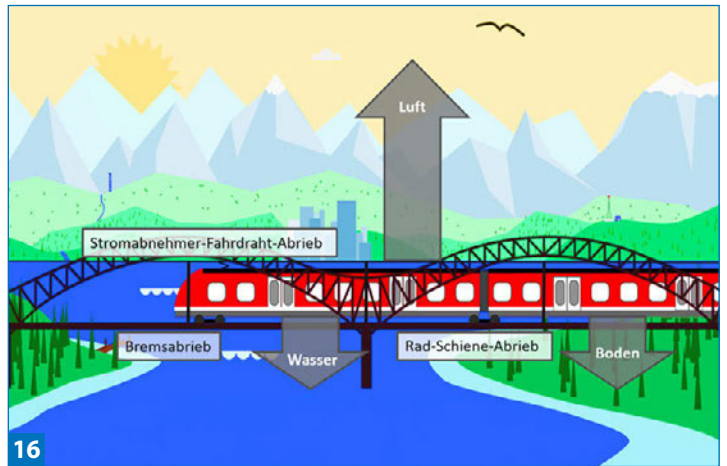
Liebe Leserinnen, liebe Leser,

Sommer, Sonne, Sanierung: Die erste Generalsanierung ist angelaufen. Seit Mitte Juli ist die Riedbahn – die Strecke zwischen Frankfurt/Main und Mannheim – voll gesperrt. Bis Mitte Dezember soll der Streckenabschnitt auf den neuesten Stand gebracht werden und damit einen Baustein für ein verlässliches Netz liefern. Auf dem Weg in den wohlverdienten Sommerurlaub kann es deshalb die ein- oder andere Behinderung geben, wenn Sie mit dem Zug Richtung Süden unterwegs sind. Auch wenn der Sommer geht – die Sanierungen werden uns auch die nächsten Monate und Jahre begleiten. Nach den Sommerferien starten im September auch wieder die Ausbildungsjahrgänge, und wir dürften viele neue, zukünftige Fachkräfte im System Bahn begrüßen. Diese Ausgabe befasst sich genau mit diesem Thema im Schwerpunkt Job, Karriere und Weiterbildung. Das System Bahn für (zukünftige) Fachkräfte attraktiv zu machen, ist dabei eine gemeinschaftliche Aufgabe. Es bietet viele, abwechslungsreiche Beschäftigungsmöglichkeiten und dabei die Möglichkeit, die Zukunft zu gestalten. Im Artikel „Finden und Entwickeln von Fachkräften“ beschreibt die DB Bahnbau Gruppe beispielsweise ihr Vorgehen. Ferner blicken wir in einem Artikel auf die Eisenbahnlehranlagen, die zur Aus- und Fortbildung praxisnah den Bahnbetrieb simulieren und so für Praxisnähe sorgen. Ihnen einen schönen Sommer, erholsame Urlaubstage und eine spannende Lektüre!

Ihr



12



16



21

Text zur Titelanzeige:

Mit card_1 lassen sich Schienenwege weltweit planen, denn alle international verwendeten Trassierungselemente stehen zur Verfügung, und die integrierte Weichenbibliothek lässt sich jederzeit um länderspezifische Bauformen ergänzen. Neu ist das Modul Bahnsteiggenerator, das die BIM-konforme Bahnsteigmodellierung in card_1 mit Dynamo Anbindung an AUTODESK Revit® ermöglicht.

Mehr unter www.card-1.com



STANDPUNKT

Stefanie Brickwede

- 03 3D-Druck spart Zeit, Geld und Lagerplatz im Bahnwesen**

FACHBEITRÄGE

Isabelle Armani | Florian Ott |
Alain Mardo | Renaud de Maignac

- 07 Infrastrukturplanung neu gedacht: nachhaltig und digital**

Thomas Dewael | Anina Bossi | Jonathan Hacker

- 12 Anreizsysteme für mehr Nachhaltigkeit im Gleisbau**

Gina Bode | Sabrina Michael | Daniel Fruhwirt

- 16 Abriebbedingte Emissionen aus dem Schienenverkehr**

Andreas Göschl | Carola Schwankner

- 21 Die nächste Generation Schallschutz**

Ute Alldieck | Claus Messauer

- 24 Warnanstöße erfolgen digital**

Mandy Heidemarie Schulz | Joshua Grzeskowiak

- 28 Digitale Brandschutzertüchtigung von Empfangsgebäuden**

Gerhard Murtinger

- 32 Brandsimulation und Brandversuche in der Bahnindustrie**

Andreas Böttger

- 38 Brandursachenermittlungen – Möglichkeiten des Wissenstransfers**

Anja Naumann | Justin Adam |
Martha Fritsch | Raphael Hofstädter

- 42 ARTE: Neue Aufgaben und Rollen für Betriebspersonal**

Moritz Cichos | Tobias Pretzsch

- 48 Anpassung von Eisenbahnlehranlagen an aktuelle Anforderungen**

Verena Lorenz | Roger Oetzel

- 51 Fachkräfte finden und entwickeln**

Sven Marburg

- 56 CCS+ Education Programme**

Manuel Jakob

- 58 Bildungsakademie für Bahnberufe**

RUBRIKEN

- 63 Veranstaltungen | Bahn-Nachrichten**

- 70 Personalia**

- 72 Impressum**

- 73 Rail-Web-Weiser**

- 76 Industrie-Report**

VDEI

- 76 VDEI-Veranstaltungen**

- 80 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/ dauerhaft hinterlegt. Finden Sie weitere Aufsätze der Autoren oder nutzen Sie die Volltextsuche für Ihren individuellen Informationsbedarf. Abonnenten steht dieses Angebot kostenlos zur Verfügung.

Individuelle Sonderdrucke Schaffen Sie Aufmerksamkeit!

Für mehr Informationen besuchen Sie

www.eurailpress.de/sonderdrucke-rail

Werben Sie
mit Ihrem
maßgeschneiderten
Sonderdruck!



Wir finden mit Ihnen die beste Ergänzung zu Ihrem Marketingmix,
sodass Sie Ihre Reichweite optimal ausnutzen können.

- ▼ Sowohl als Print-Sonderdrucke als auch in digitaler Form
- ▼ Individuelle Erweiterung durch zusätzliche Inhalte
- ▼ Profitieren Sie von der hohen Präsenz unserer Marken
- ▼ Zielgruppenspezifisches Werben durch einen nachhaltigen Kommunikationsverstärker
- ▼ Unterstützung Ihrer Kanäle durch hochwertige Fachbeiträge
- ▼ Für Online-Kongresse, Messen oder Symposien
- ▼ Kostengünstige und individuelle Content Marketing Inhalte

Ihre Vorteile:

Infrastrukturplanung neu gedacht: nachhaltig und digital

Gestaltung nachhaltigerer linearer Infrastrukturprojekte durch Einsatz moderner digitaler Technologien

ISABELLE ARMANI | FLORIAN OTT |
ALAIN MARDO | RENAUD DE MONTAIGNAC

Dieser Beitrag skizziert die Bedeutung der Optimierung der Materialien im linearen Infrastrukturbau, da diese einen erheblichen Anteil des Ressourcenverbrauchs und der CO₂-Emissionen ausmachen. Frühe Bewertungen sowie Folgenabschätzungen unter Einsatz fortschrittlicher digitaler Technologien während der Planung bieten Möglichkeiten für eine nachhaltigere Infrastruktur. Anhand der Fallstudie eines finnischen Eisenbahnprojekts wird aufgezeigt, wie eine digitale Modellierung des Materialeinsatzes, der Beschaffungswege und der Klimawirkung sowohl die Kosten als auch die Umweltauswirkungen erheblich senken können.

85 % der CO₂-Emissionen im Zusammenhang mit dem Materialmanagement

Beim Bau linearer Infrastruktur, wie Straßen und Schienen, stehen erfahrungsgemäß etwa 85 % der CO₂-Emissionen im Zusammenhang mit dem Materialmanagement. Das erklärt sich dadurch, dass alle Phasen des Lebenszyklus unmittelbar damit in Verbindung stehen. Es beginnt mit der Gewinnung der Rohstoffe, geht weiter über den Transport zur Baustelle, den Einbau an sich, die Nutzung inklusive der Instandhaltungsmaßnahmen und setzt sich

bis zur Verwertung oder Entsorgung fort. Ein besonders hohen CO₂-Fußabdruck haben dabei beispielsweise die Produktionsprozesse von Zement, Bitumen und Stahl. Der größte Hebel für Optimierungen hinsichtlich der Nachhaltigkeit liegt demnach bereits in der Entwurfsphase und hier insbesondere in einem verbesserten Materialmanagement. Die Planung hängt hier hauptsächlich von der Verkehrslast, Umgebungsfaktoren wie der lokalen Geologie und den vor Ort verfügbaren Materialien und indirekt über die Kosten auch vom Standort der lokalen Lieferanten ab. Die Berücksichtigung der Auswirkungen veränderter klimatischer Bedingungen sowie der Vergleich alternativer Entwurfsoptionen zur Reduzierung des CO₂-Fußabdrucks eines Projekts stehen in der Planungsphase bisher noch nicht im Fokus. Mit der zunehmenden Sensibilisierung von Nichtregierungsorganisationen, Bürgern, Unternehmern und Politikern für das Thema Klimawandel steigt der Handlungsdruck. Die Vertreter der Bauindustrie, und hier insbesondere die Produzenten von Zement und Stahl, geraten zunehmend unter Druck, aber auch der Ausbau der Verkehrsinfrastruktur wird zunehmend kritisch hinterfragt und mit Auflagen belegt. Das gilt auch für Schienenprojekte.

Ökobilanzierung von Infrastrukturprojekten

Um den CO₂-Fußabdruck eines Infrastrukturprojektes deutlich reduzieren zu können, ist es zunächst erforderlich die Auswirkungen eines Straßen- oder Schienenentwurfs zu messen.

Um später verschiedene Optionen direkt vergleichen zu können, ist es von entscheidender Bedeutung, einer systematischen Methode, wie sie die DIN EN 15804+A2 definiert, zu folgen und eine einheitliche Datenbasis zu verwenden. Fortschrittliche digitale Technologien können komplexe Berechnungsprozesse mit entsprechenden Algorithmen normkonform automatisieren.

Um die Auswirkungen zu messen, müssen bestimmte Parameter, wie Länge, Breite und Höhe eines Entwurfs bekannt sein. Außerdem müssen die Materialien bekannt sein, die in der Entwurfsphase verwendet werden (Tragschicht, Gleisschotter, Gleise, Schwellen usw.). Durch die Kombination dieser Materialien mit der Dimensionierung des Gleises erhält man die benötigten Mengen der verschiedenen Materialien. Die Berechnung der Ökobilanz eines Infrastrukturprojektes erfolgt nach dem Ansatz der Lebenszyklusanalyse (LCA). Sie beginnt mit der Berechnung des CO₂-Fußabdrucks der Produktion der Materialien, die im Projekt verwendet werden. Am Beispiel eines Zuschlagstofflieferanten würde die Produktion dieses Materials in die Gewinnung oder Rohstoffversorgung (Phase A1), den Transport von der Gewinnung zur Herstellung (Phase A2) und die Aufbereitung (Phase A3) unterteilt. Dieser Ansatz nennt sich „cradle-to-gate“, da die Betrachtung von der Materialförderung bis zur Verladung des Materials auf den Lkw am Werkstor reicht. Bei komplexeren Materialien wie Beton berücksichtigen die Produktionsphasen (A1-A3) die CO₂-Emissionen aller Komponenten der Re-

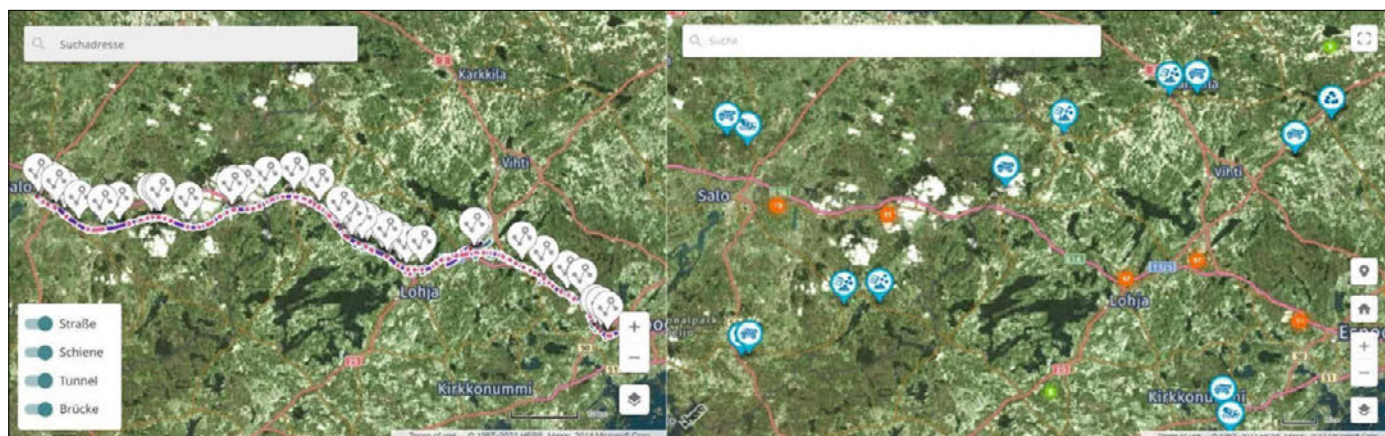


Abb. 1: Links: die Zugangspunkte zum Projekt; rechts: die Standorte für verschiedene Materialien im selben Gebiet. Die Zahlen geben die Anzahl der Standorte im Gebiet an.

Quelle aller Abb.: ORIS SAS

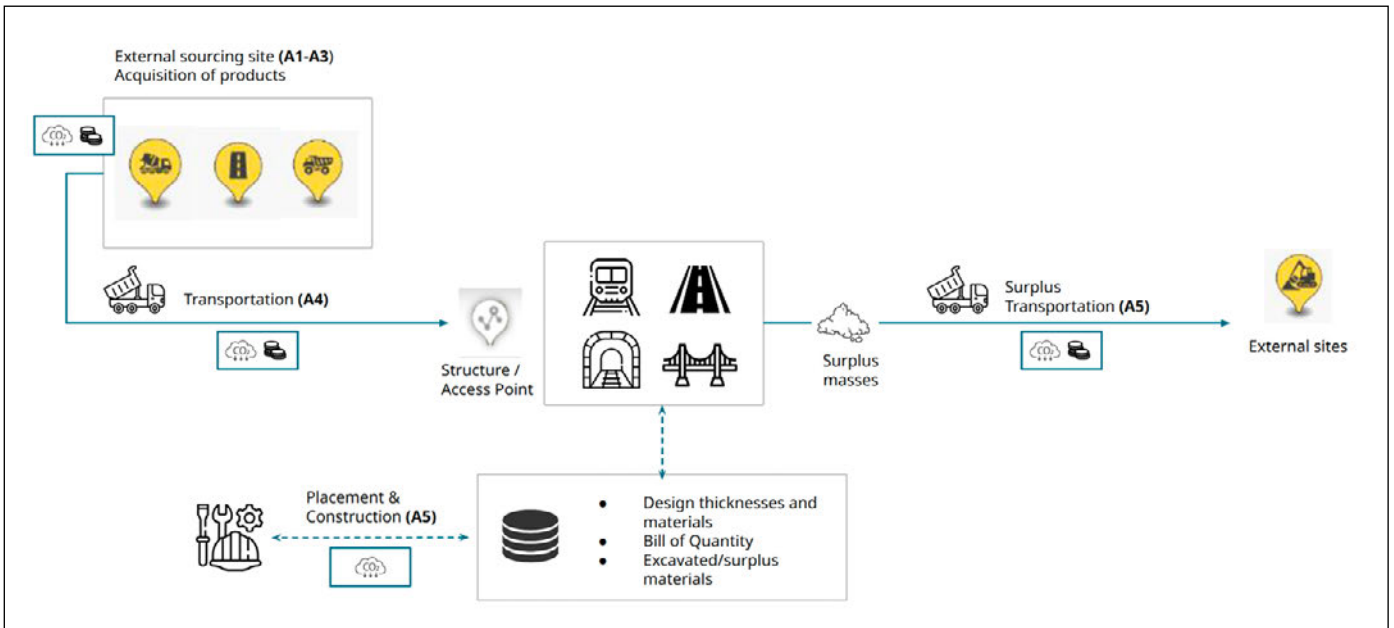


Abb. 2: Prozesse und Materialflüsse im Basisszenario

zeptur, darunter Zement, Zusatzstoffe, Sand, grobe Zuschlagstoffe, Flugasche und andere. Im nächsten Schritt gilt es die potenziellen Beschaffungsstandorte in der Region zu bewerten. Zu diesem Zweck hat Oris SAS (Oris) unter Einsatz von Maschinellem Lernen, einer Teildisziplin der Künstlichen Intelligenz, die Materiallieferanten auf einer digitalen Plattform kartiert. Die Transportentfernung von diesen Lieferanten zur Baustelle wird berechnet, sodass die mit dem Materialtransport verbundenen CO₂-Emissionen bewertet werden

können. Dieser Teil wird im LCA-Ansatz als Modul A4 bezeichnet und deckt die Umweltauswirkungen ab, die durch den Transport von der Produktion bis zur Baustelle entstehen. Der nächste Schritt bei der Ökobilanzierung ist das Modul A5, das die Bauphase abdeckt. In diesem Schritt wird der Energieverbrauch der während der Bauphase eingesetzten Fahrzeuge, wie etwa Radlader, Bagger oder Förderbänder, berücksichtigt. Die Lebenszyklusanalyse wird mit der Nutzungsphase (B) fortgesetzt und mit der End-of-Life-Phase abgeschlossen.

Fallstudie eines finnischen Eisenbahnprojektes

Die Länsirata ist eine teilweise zweigleisige Eisenbahnverbindung zwischen Helsinki und Turku, die sich derzeit in der Planungsphase befindet. Die neue Strecke von Espoo nach Salo umfasst den Bau verschiedener Streckentypen, darunter 100 neue Schienenkilometer, über 20 Tunnel, mehr als 110 Brücken und über 100 neue Straßen. Dieser Beitrag konzentriert sich auf eine der zentralen Fragestellungen, nämlich ob eine

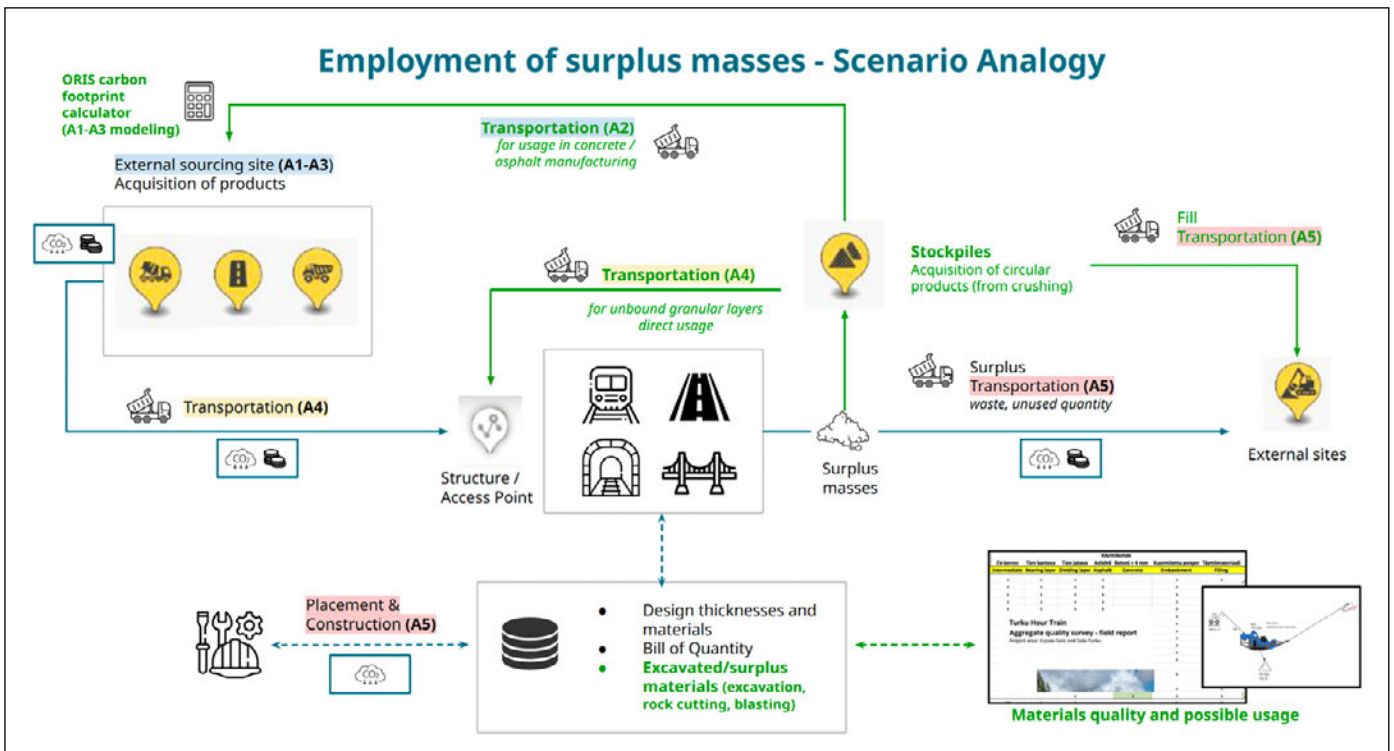


Abb. 3: Aushubmaterialien werden entweder aufbereitet und wiederverwendet oder zu einer Deponie transportiert.

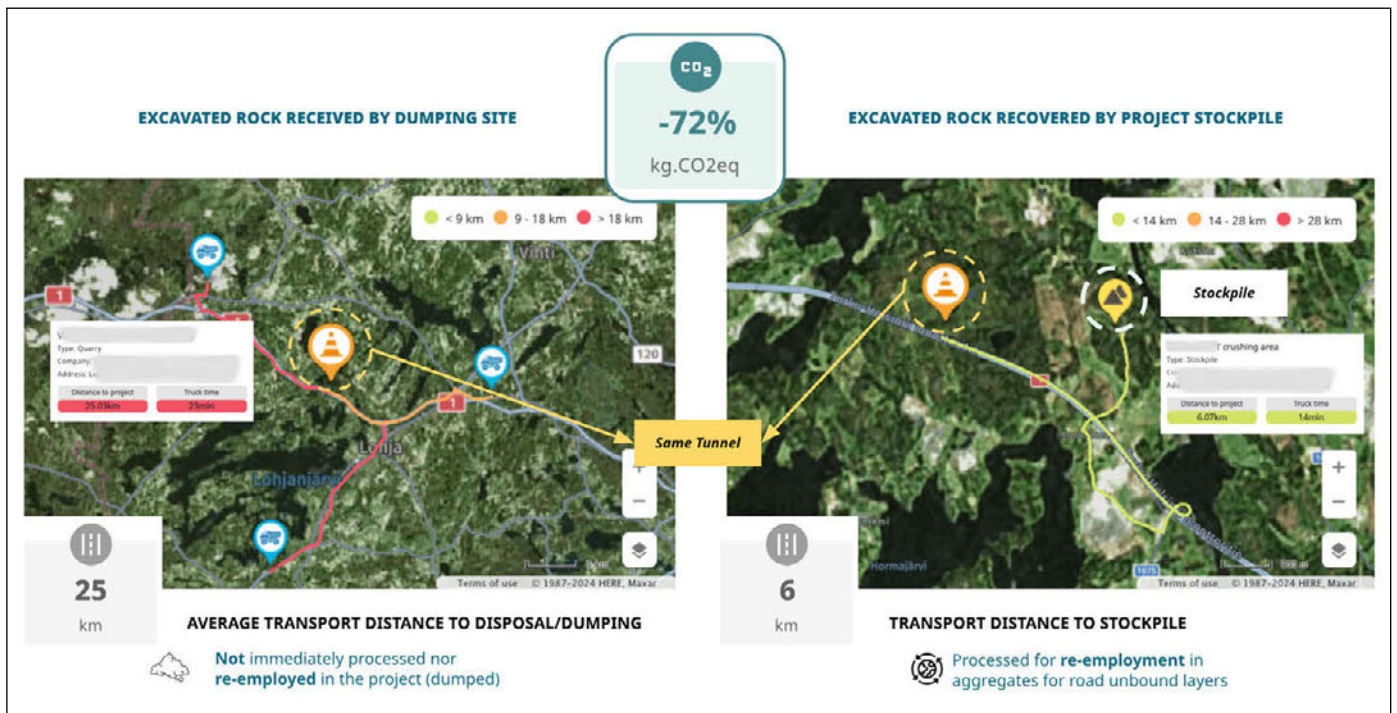


Abb. 4: Beispiel für den Transport des Aushubmaterials zu einer Deponie (linke Seite) im Vergleich zu einem Zwischenlager (rechte Seite) und die Auswirkungen auf den CO₂-Fußabdruck.

Verwendung der Aushubmaterialien aus dem Tunnelbau im Projekt selbst möglich ist und wie sich diese Vorgehensweise auf die Ökobilanz des Projekts, die zuvor in einem Basiszenario erstellt wurde, auswirkt. Auch auf die Bewertung der Widerstandsfähigkeit des Projekts gegenüber dem Klimawandel über einen Zeitraum von 40 Jahren, wozu auch die Ableitung frühzeitiger Anpassungen an erwar-

tete Klimaveränderungen gehört, geht dieser Beitrag ein. Um die Umweltauswirkungen zu begrenzen, berechnet die Oris-Software verschiedene Szenarien unter Berücksichtigung von Transportentfernungen, Zwischenlagerungen, Aufbereitungsschritten und anderen Faktoren. Als Vergleichskriterien wurden die Emissionen, der Ressourcenverbrauch und die Kosten gewählt.

Die Optimierung der Materialflüsse in fünf Schritten

Schritt 1: Projekteinrichtung im System

Lokale Bezugsquellen für Materialien in der Region werden identifiziert und die Zugangspunkte zum Projekt definiert. Wie in Abb. 1 zu sehen ist, stehen rund um das Projekt zahlreiche Materiallieferanten zur Verfügung. Ver-

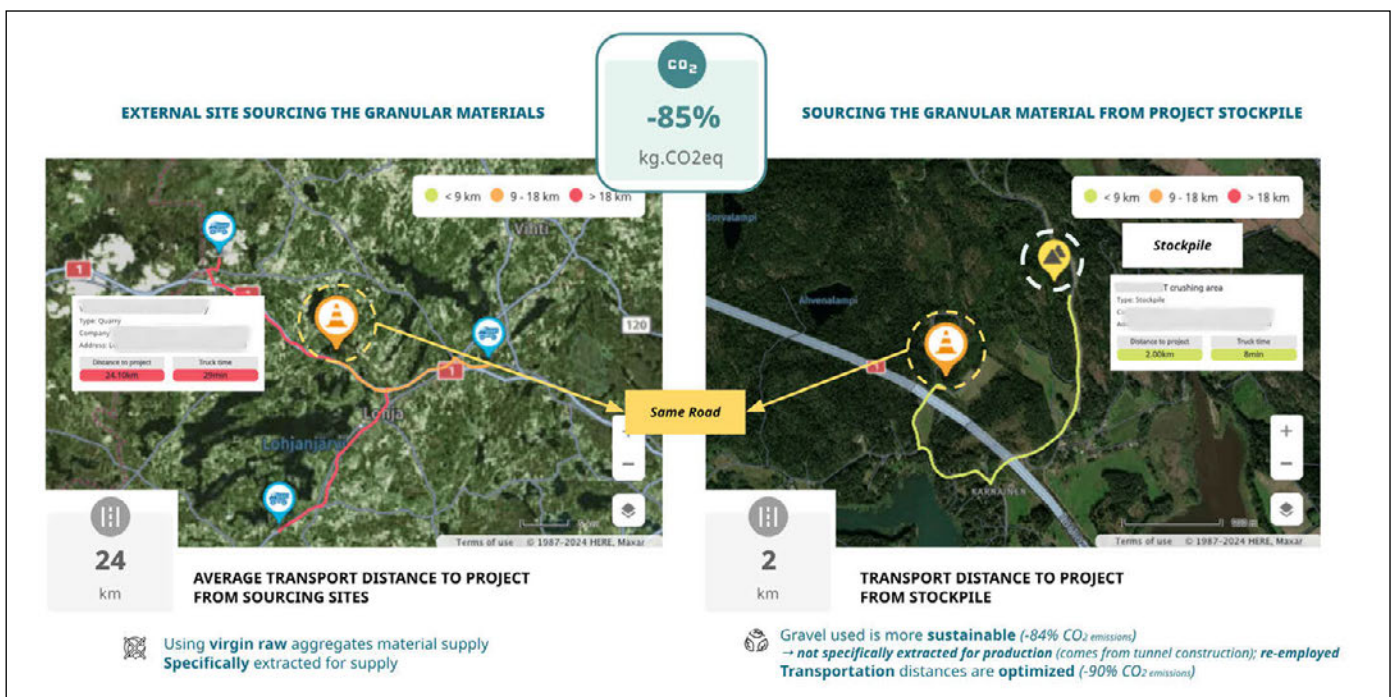


Abb. 5: Beispiel für die Verwendung von Neumaterial, das 24 km transportiert wird (links), und die Entnahme des Materials von der Halde (rechts) sowie die Auswirkungen auf den CO₂-Fußabdruck

schiedene Symbole weisen auf unterschiedliche Materialtypen hin. Der Muldenkipper symbolisiert beispielsweise Produktionsstätten von Gesteinskörnungen und der RMX-Lkw die Standorte für Transportbeton. Eine besondere Herausforderung beim Eisenbahnprojekt in Finnland ist die Zugänglichkeit des Projekts für die Lieferanten. Aus diesem Grund wurden von den Projektverantwortlichen rund 30 Zugangspunkte auf der gesamten Gleislänge definiert.

Schritt 2: Definition des Basisszenarios

Ein Basis- oder Referenzszenario ist für eine vergleichende Analyse unerlässlich, da es als Vergleichspunkt für die Bewertung anderer Szenarien dient und deren Grad der Verbesserung oder Verschlechterung bestimmt. Das Basisszenario beinhaltet in diesem Fall die Materialbeschaffung von externen Standorten und typischen Materiallieferanten, ohne dass Materialbestände im Projekt selbst in die Analyse einbezogen werden. Es wird weiterhin angenommen, dass die im Projekt geförderten Materialien zu den nächstgelegenen Deponien transportiert werden, ohne dass diese überschüssigen Massen im Projekt selbst verwendet werden.

Schritt 3: Optimierung der Materialflüsse

Da durch Tunnelbau und andere Verfahren große Mengen an Gesteinsmaterial abgebaut werden, ist die Verwendung dieser Materialien für das Projekt von großem Interesse. Es ergeben sich mehrere Vorteile, wie beispielsweise die Reduktion der Transportkilometer, was sowohl CO₂-Emissionen als auch Kosten reduziert.

Um das Aushubmaterial hinsichtlich einer möglichen Verwendung vor Ort validieren zu können, müssen zunächst verschiedene Faktoren analysiert werden. Zunächst ist es notwendig, die Geologie entlang der geplanten Bahnstrecke vollständig zu analysieren. Örtliche Geologen und der Geologische Dienst von Finnland erstell-

ten zu diesem Zweck eine genaue Kartierung der Geologie vor Ort. Entlang der geplanten Strecke wurden Proben entnommen, um in Laboren verschiedene Analysen durchzuführen. Das Ziel besteht darin, die mechanischen und chemischen Eigenschaften zu prüfen (z.B. Los-Angeles-Test und Micro-Deval-Test). Nach Abschluss dieser Analysen wird das Material entlang der Strecke je nach Verwendung in verschiedene Gruppen eingeteilt: Überhaupt nicht verwendbar, einsetzbar als Grundmaterial, als Gleisschotter, als Zuschlagstoff für Beton oder als Zuschlagstoff für Asphalt. Dann wird die Menge der verschiedenen Materialien quantifiziert und mit den benötigten Mengen verglichen. Die Massenbilanz zeigt, dass große Mengen des Aushubmaterials aufbereitet und während des Baus verwendet werden können.

Schritt 4: Bewertung der Aufbereitungsoptionen

Um die Auswirkungen der Wiederverwendung von Aushubmaterialien auf die Ökobilanz des Projekts zu bewerten, war es notwendig, die Aufbereitung vor Ort mit verschiedenen Geräten zu simulieren. In der Oris-Software wird also simuliert, welche mobilen Geräte (Brecher, Siebe und andere Geräte) wie viele Stunden verwendet werden müssten und wo die ideale Positionierung des Geräts wäre, um den internen Transport im Projekt und die damit verbundenen Emissionen zu minimieren.

Schritt 5: Vergleich mit dem Basisszenario

Dieses Alternativszenario beinhaltet die erneute Verwendung der Aushubmaterialien und wird mit dem Basisszenario verglichen. Ausgangspunkt dieser Iteration sind die überschüssigen Massen (Abb. 4). Sofern Qualität und Quantität es zulassen, wird das Aushubmaterial aus Tunneln oder Geländeinschnitten zur Aufbereitung auf eine Halde transportiert. Die aufbereiteten Materialien aus den Zwischenlagern werden

dann in verschiedenen Anwendungen verwendet, beispielsweise in ungebundenen Granulatschichten oder als Zuschlagstoff in Beton oder Asphalt, bevor sie je nach Bedarf den Bauwerken zugeführt wurden. Im ersten Fall werden die Transportkosten und CO₂-Emissionen in der A4-Stufe berücksichtigt, da es sich um einen Transport vom Beschaffungsstandort, hier das Zwischenlager, zum Zugangspunkt handelt. Im zweiten Fall hingegen wird der Transport zur Beton- oder Asphaltherstellung in der A2-Stufe bilanziert. Zur Herstellung von Beton oder Asphalt (A1–A3) werden geolokalisierte Mischstandorte verwendet, die mit der Beschaffungsumgebung der umliegenden Rohstoffe interagieren und so eine präzise Modellierung des Beton- oder Asphaltproduktionsprozesses ermöglichen. Der Standort der Mischstellen wurde ebenso wie die bestehenden externen Beton- und Asphaltwerken platziert.

Durch die beschriebene Vorgehensweise war es möglich, auch den CO₂-Fußabdruck des Transports erheblich zu reduzieren, was die Abb. 4 und 5 veranschaulichen.

Neben der Materialflussoptimierung beabsichtigt das Projekt auch den Einsatz von emissionsreduziertem Beton und Stahl im Straßen-, Gleis-, Tunnel- und Brückenbau. Durch den Einsatz kohlenstoffärmerer Materialien können die Emissionen auf Projektebene potenziell um einen niedrigen zweistelligen Prozentsatz gesenkt werden.

Durchführung einer Resilienzanalyse

Im Streben nach Nachhaltigkeit lässt dieses Projekt neben der Bewertung des CO₂-Fußabdrucks und der Kreislaufoptionen auch eine umfassende Resilienzanalyse durchführen. Diese zielt auf eine Milderung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Infrastruktur ab. Sie prognostiziert einen durchschnittlichen Anstieg der jährlichen Höchsttemperatur entlang des Projekts auf 23,15°C bis 2050, was zu minimalen strukturellen Auswirkungen führt und

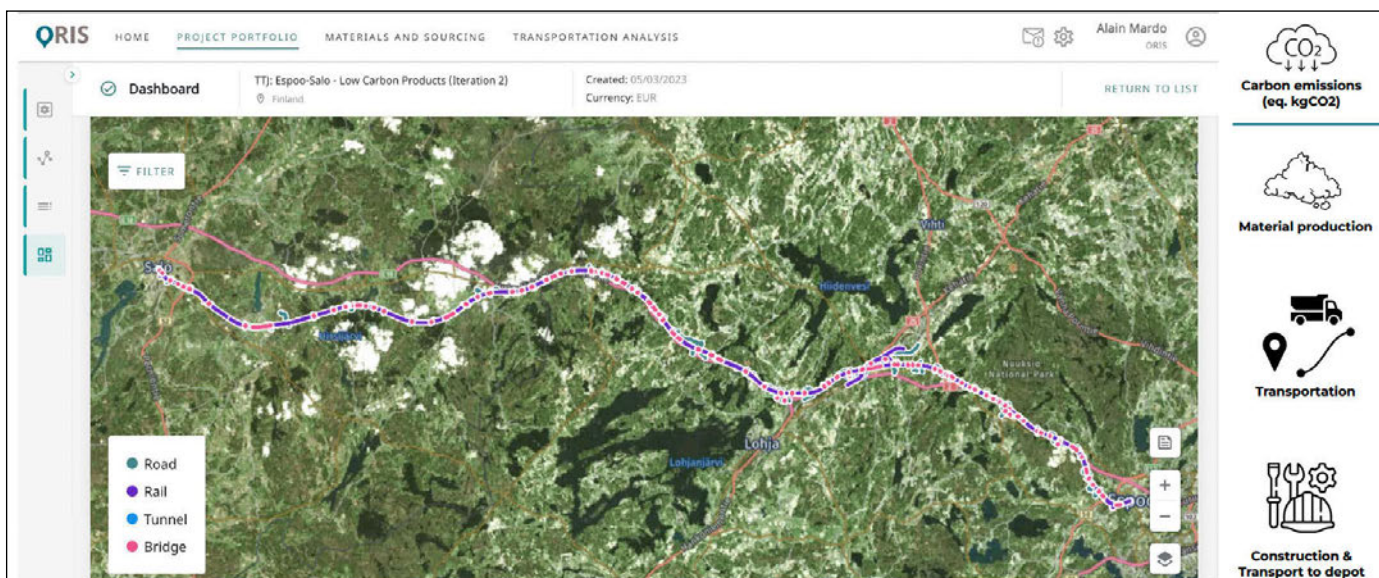


Abb. 6: Umfang der Abschnitte, auf die dieses Prinzip angewendet wird

keine Gegenmaßnahmen erfordert. Die Analyse prognostiziert jedoch auch einen besorgniserregenden Anstieg der Frost-Tau-Zyklen um 52 %, was 30 zusätzlichen Zyklen pro Jahr bis 2050 entspricht. Dieser erhebliche Anstieg wird voraussichtlich im Laufe der Zeit erhebliche Auswirkungen auf die strukturelle Integrität haben und Anpassungs- und Minderungsstrategien in der Entwurfsphase erforderlich machen, um erhöhten Wartungs- und Reparaturaufwand zu vermeiden. Ungebundene körnige Schichten und Betonstrukturen könnten aufgrund dieser Klimaveränderungen eine geringere Resilienz und Integrität aufweisen, was zu vermehrter Spurrillenbildung, Rissbildung und Verlust der Tragfähigkeit führen kann. Empfohlen werden daher die Verwendung widerstandsfähigerer Materialien und eine Verbesserung der Entwässerung als mögliche Anpassungsmaßnahmen. Darüber hinaus wird mit einem Anstieg der kumulierten jährlichen Niederschlagsmenge um 40 % gerechnet. Dies macht weitere Analysen erforderlich, um die Auswirkungen des Abflusspegels anhand von Geländemodellen und anderen Faktoren zu ermitteln und zu mildern. Dies unterstreicht, wie entscheidend es ist, die Klimaresilienz in die Planungsphasen des Projekts einzubeziehen. Um den zusätzlichen Aufwand für derartige Untersuchungen bei gleichzeitig

hoher Datenqualität zu gewährleisten, eignen sich digitale Tools wie die Oris-Plattform, auf der Klimamodelle basierend auf zahlreichen verschiedenen Quellen integriert sind.

Nachhaltige und effiziente Infrastrukturplanung durch digitale Technologien

Sobald digitale Systeme eingerichtet sind, bieten diese sofortige Einblicke in die wichtigsten Indikatoren für Nachhaltigkeit wie Emissionen, Ressourcenverbrauch und Kosten. Eine frühzeitige Prüfung und Optimierung des Entwurfs ist entscheidend, da in dieser Phase noch ein breiteres Spektrum an Alternativen untersucht und bewertet werden kann, um die Kreislaufwirtschaft zu fördern, die Emissionen zu minimieren und die Klimaresilienz zu verbessern. ■



Isabelle Armani, M.A.

Leiterin des deutschen Marktes
isabelle.armani@oris-connect.com



Florian Ott, M.Sc.

Leiter der Serviceabteilung
florian.ott@oris-connect.com



Alain Mardo, M.Sc. Eng.

Projektleiter
alain.mardo@oris-connect.com



Renaud de Montaignac

COO
renaud.demontaignac@oris-connect.com

Alle Autoren:
Oris SAS, FR-Paris



Dir ist wichtig, einen sicheren Betrieb zu gewährleisten?

Wir suchen dich als **erfahrene:n Planungsingenieur:in zur Weiterentwicklung als Prüfsachverständige:n**.

Begleite unsere Projekte im Infrastrukturbereich in den Gewerken:

- Leit- und Sicherungstechnik
- Elektrotechnik



Jetzt informieren und bewerben:
db.jobs/db-ec-abnahmepruefung

Was ist dir wichtig?

Besuche uns auf
der InnoTrans 2024,
24. – 27.09.2024,
City Cube, Halle B,
Stand 410

Anreizsysteme für mehr Nachhaltigkeit im Gleisbau

Wie die Schweizerische Bundesbahnen AG im Gleisbau mit den richtigen Anreizsystemen die Weichen in Richtung Nachhaltigkeit stellen möchte.



Abb. 1: Gleisarbeiten in Palézieux, Kanton Waadt

Quelle: SBB CFF FFS

THOMAS DEWAELE | ANINA BOSSI |
JONATHAN HACKER

Der Gleisbau ist eine Kernaufgabe eines Bahninfrastrukturbetreibers und macht einen wesentlichen Teil der Bautätigkeit auf dem Netz aus. Die Schweizerische Bundesbahnen AG (SBB) verfolgt seit einigen Jahren eine ambitionierte Nachhaltigkeitsstrategie, und aufgrund des hohen Materialeinsatzes ist der Gleisbau ein wichtiges Handlungsfeld für die Umsetzung der ökologischen Nachhaltigkeit: Bauleistungen sollen nachhaltig beschafft werden, das ausgebaute Material soll weitgehend wiederverwendet werden, neues Material soll ökologisch hergestellt sein, und Baumaschinen sollen möglichst emissionsarm sein.

Bahnfahren in der Schweiz ist nachhaltig: Um die gleiche Menge an Treibhausgasen auszustossen wie ein Zug zwischen Zürich und Bern (125 km), kann ein Flugzeug lediglich eine Distanz von knapp über 3 km zurücklegen [1]. Dies liegt daran, dass das Schienennetz in der Schweiz vollständig elektrifiziert ist und Personenzüge elektrisch verkehren. Bereits heute stammt 90 % des Stroms für den Bahnbetrieb aus erneuerbaren Quellen – größtenteils aus den Wasserkraftwerken der SBB.

Der Betrieb der Züge verursacht weniger als 10 % der Gesamtemissionen einer Bahnreise. Der Großteil der verbleibenden Emissionen entsteht beim Ausbau und Unterhalt des Netzes (65 %) sowie bei der Herstellung und dem Unterhalt der Fahrzeuge (25 %) [1]. Diese indirekten sogenannten Scope-3 Emissionen werden nicht durch die SBB selbst verursacht,

sondern entstehen bei der Herstellung, dem Transport, dem Einbau und der Entsorgung von Materialien. Mit dem Einkauf von Bauprodukten und Bauleistungen im Wert von knapp 2,5 Mrd. CHF jährlich verursacht die SBB rund 400 000 t an Treibhausgasen. Die SBB setzt sich die Ziele zur Reduktion ihrer CO₂-Emissionen gemäß Vorgaben der Science based targets Initiative. Bis 2030 sollen die CO₂-Emissionen halbiert (Basisjahr 2018) und bis 2040 um 92 % gesenkt werden.

Der wichtigste Hebelarm: Nachhaltig Beschaffen

Als größte Bauherrin und Auftraggeberin im Gleisbau in der Schweiz kommt der SBB eine entscheidende Rolle bei der Förderung der Nachhaltigkeit im Gleisbau zu. Jede Beschaffung bietet die Möglichkeit, diesen Aspekt

zu berücksichtigen und die richtigen Anreize zu setzen.

Mit dem revidierten öffentlichen Beschaffungsrecht, das 2021 in Kraft getreten ist, legt das Bundesgesetz über das öffentliche Beschaffungswesen (BöB) fest, dass neben Preis und Qualität einer Leistung insbesondere Kriterien wie Zweckmäßigkeit, technischer Wert und Nachhaltigkeit berücksichtigt werden müssen [2]. Als bundesnahes Unternehmen ist die SBB daher verpflichtet, nicht das kostengünstigste, sondern das unter Berücksichtigung aller Aspekte vorteilhafteste Angebot auszuwählen.

Früh im Projekt Einfluss nehmen durch eine nachhaltige Planung

Jedes Bauprojekt beginnt mit der Studien- und Projektierungsphase. In diesen Phasen wird das Projekt geformt, und es besteht die Möglichkeit, mit einer nachhaltigen Projektgestaltung die größte Wirkung auf die Nachhaltigkeit zu erzielen. Aspekte wie der Entwurf eines Bauwerks, die Auswahl der Baumaterialien oder die Baumethodik können später in der Ausführung nur noch schwierig beeinflusst werden und müssen in dieser frühen Phase bereits gut durchdacht sein. Die SBB Infrastruktur hat deshalb 2024 spezifisch für das Projektgeschäft ein eigenes Kompetenzzentrum für Nachhaltigkeit geschaffen, das Projektleitende und Planende in Belangen der Nachhaltigkeit berät.

Die richtige Auswahl des Planungsteams ist dabei ein wichtiger Hebel für ein nachhaltiges Projekt. Um diese zu steuern, werden mit der Ausschreibung von Planungsleistungen die Anbietenden aufgefordert, konkrete und wirkungsvolle Maßnahmen zur Förderung der ökologischen Nachhaltigkeit des Projekts aufzuzeigen. Diese fließen mit einer Gewichtung von 10 bis 15 % in die Bewertung der Angebote ein. Mit der Berücksichtigung solcher qualitativen Kriterien in Ergänzung des Preises bei der Vergabe von Planungsleistungen hat die SBB bisher positive Erfahrungen gemacht.

Mit dem richtigen Bauunternehmer in die Ausführung gehen

Auch bei der Ausschreibung von Bauleistungen wird Nachhaltigkeit berücksichtigt: seit 2022 finden sich in vielen Ausschreibungen der SBB-Infrastruktur Zuschlagskriterien zur Förderung der Nachhaltigkeit. Mit den Zuschlagskriterien haben Anbietende die Möglichkeit, sich in diesem Bereich positiv von den anderen Anbietenden abzuheben und mit einer höheren Punktzahl allfällige Preisunterschiede auszugleichen. Im Zuschlagskriterium Nachhaltigkeit wird ihnen die Möglichkeit gegeben zu zeigen, dass sie für das Thema sensibilisiert sind, die richtigen Hebel erkennen und einen klaren Plan zur Umsetzung der Maßnahmen haben. Bei der Bewertung wird berücksichtigt, wie konkret, umsetzbar und wirkungsvoll die vorgeschlagenen Maßnah-

men sind. Die Umsetzung dieser Maßnahmen wird anschließend über einen Prüfplan durch die SBB sichergestellt.

Der Einsatz von Zuschlagskriterien ist nicht die einzige Möglichkeit, um Nachhaltigkeit im Beschaffungsprozess zu berücksichtigen. Bei Bauaufträgen über 2 Mio. CHF und bei Projekten mit hohem Sozial- und/oder Umweltrisiko von Anbietenden wird eine EcoVadis [3] Zertifizierung und eine Offenlegung der Bewertung verlangt. EcoVadis ist eine unabhängige Bewertungsplattform, die Unternehmen dabei unterstützt, ihre eigene Nachhaltigkeitsleistung und diejenige ihrer Lieferanten zu bewerten und zu verbessern.

Neben der Zertifizierung bei EcoVadis bietet die Ausschreibungsdokumentation eine weitere Möglichkeit zur Förderung der Nachhaltigkeit: In den besonderen Bestimmungen werden klare Anforderungen an z. B. die Lärm- und Staubemissionen von Baumaschinen festgelegt, und im Projekt- und Leistungsbeschreibung können nachhaltige Produkte in den technischen Anforderungen beschrieben werden. So können beispielsweise zu verwendende Recycling-Materialien spezifiziert werden oder klimafreundliche Baupraktiken mit einem Anreizsystem belohnt werden.

Die Weichen richtig stellen – Nachhaltigkeit in Rahmenverträgen

Die SBB Infrastruktur beschafft im Wesentlichen auf zwei Arten: über Werkverträge für die Ausführung von individuellen Projekten oder über

Rahmenverträge für Materiallieferungen sowie Dienst- und Werkleistungen. Rahmenverträge eignen sich dann, wenn über mehrere Jahre hinweg ein konstant hoher Bedarf besteht, wie z. B. für Gleisbaumaterial oder Dienstleistungen im Gleisunterhalt, wie Stopfen, Schleifen oder Fräsen. Die Beschaffung der für den Gleisunterhalt benötigten Stopfmaschinen und Schleifzüge erfolgt beispielsweise ausschließlich über Rahmenverträge. Die richtigen Kriterien in Bezug auf Nachhaltigkeit zu setzen ist hier besonders wichtig, da Rahmenverträge erhebliche Auftragsvolumina umfassen und mehrere Jahre dauern. Werden die Weichen zu Beginn der Ausschreibung falsch gesetzt, wird der Markt im schlechtesten Falle in die falsche Richtung gelenkt. Insbesondere große Rahmenvertragsausschreibungen, wie beispielsweise die Rahmenverträge für Gleisbaumaschinen bei der SBB, spielen eine entscheidende Rolle bei der Gestaltung der technologischen Entwicklung in der Schweiz.

So hat die SBB im Jahr 2022 beispielsweise ihre Strategie in Bezug auf Wasserstoff als Kraftstoff für Schienenfahrzeuge und Gleisbaumaschinen kommuniziert, mit der die Richtung für zukünftige Maßnahmen festgelegt wurde. Nach intensiver und mehrjähriger Auseinandersetzung mit dieser Frage wurde entschieden, dass auf den Aufbau einer Tankinfrastruktur für Wasserstoff verzichtet und stattdessen die Elektrifizierung der Baumaschinen gefördert wird. Entsprechend gestalten sich jetzt die für Folgeausschreibungen vorgesehenen Kriterien und Anreizsysteme.



Abb. 2: Mitarbeiter auf einer ökologischen Fläche

Quelle: SBB CFF FFS

Ein Bonus-System für mehr wirtschaftlichen Anreiz

Die am häufigsten gestellte Frage in Bezug auf Nachhaltigkeit ist, wieviel es kosten darf. Hinter dieser Frage steckt der Vorwurf, dass strengere Nachhaltigkeitsanforderungen zu Mehrkosten führen. Dies muss jedoch nicht immer der Fall sein, wie beispielsweise die Anwendung von Recycling-Schotter im Gleisbau zeigt. Dennoch verbleiben Fälle, in denen die SBB klarmachen muss, wie viele Schweizer Franken sie bereit ist, in zusätzliche Nachhaltigkeitsmaßnahmen zu investieren, um beispielsweise eine Tonne an Treibhausgasen zu vermeiden. Um diese Frage zu klären, wird derzeit in einem Pilotprojekt im Rahmen der sog. „Neuen Kooperationsmodelle“ ein monetarisierter Ansatz zur Förderung der Nachhaltigkeit mit einem Bonussystem getestet. Die „neuen Kooperationsmodelle“ sind neuartige Vertragsmodelle zwischen SBB und Gleisbauunternehmen für die kooperative Realisierung von Bahnerneuerungsprojekten in mehrjährigen Programmen. In diesen Kooperationsprogrammen zwischen SBB und Privatwirtschaft wird besonders stark auf Innovation gesetzt.

Unternehmungen haben die Möglichkeit, für verschiedene konkrete Handlungen einen Bonus am Ende des Projekts ausbezahlt zu bekommen. Beim Tanken von HVO-Treibstoff an den von der SBB betriebenen Tankstellen für Gleisfahrzeuge erhalten die Unternehmungen 20 Rappen je Liter als Cashback zurück. Dies entspricht aktuell ungefähr der Preisdifferenz zu konventionellem Diesel und soll damit den falschen Anreiz entfernen, den billigeren, aber weniger nachhaltigen Treibstoff zu tanken. Gleichzeitig fördert dieser Anreiz, die Gleisbaumaschinen an den SBB-Tankstellen zu betanken und keine Feldbetankungen mehr vorzunehmen, die für die Umwelt ein Risiko darstellen.

Die SBB strebt auch die Förderung der Elektrifizierung von Baumaschinen an. In Zusammenarbeit mit Unternehmern wurde z.B. in Minusio ein Pilotprojekt zur Erprobung von Elektrobaggern durchgeführt. Zudem ist die hybride Stopfmaschine E³ seit mehreren Jahren erfolgreich für die SBB im operativen Einsatz. Diese Erfahrungen lassen darauf schließen, dass verschiedene Technologien nun marktreif oder zumindest nahe dran sind.

Die SBB möchte den Technologiewandel auch aktiv vorantreiben: In einem weiteren Pilotprojekt wird ein Bonus pro Einsatzstunde für den Einsatz von Fahrzeugen und Maschinen mit elektrischem Antrieb gezahlt, die eine nachhaltigere Alternative zu ihren fossilen Gegenstücken sind. Die Liste von geförderten Maschinen umfasst Elektrobagger, Elektrodumper und andere Baumaschinen mit elektrischem Antrieb. Die Einsatzstunden im elektrischen Betrieb müssen von der Bauunternehmung dokumentiert und nachgewiesen werden. Die Herausforderung besteht in der Festlegung der Höhe dieser Boni. Bei zu

hoch gewählten Ansätzen geht die SBB ein Mehrkostenrisiko ein, weswegen die Auszahlung aller Boni auf 10 % der Auftragssumme beschränkt wurde. Eine zu niedrige Schätzung würde dazu führen, dass die Unternehmer keinen Anreiz sehen, die entsprechenden Maschinen einzusetzen. Idealerweise wird die Höhe des Bonus so festgelegt, dass Mehrkosten in der Anschaffung oder im Betrieb der dekarbonisierten Maschine gegenüber älteren, fossil betriebenen Maschinen ausgeglichen werden. Im besten Fall setzt die SBB, darauf, dass Unternehmer Investitionsentscheidungen zugunsten noch nicht weit verbreiteter, aber nachhaltigerer Maschinenmodelle treffen und so indirekt dazu beitragen, dass der Technologiewandel schneller voranschreitet.

Lebenszyklusoptimierung versus Produktionsoptimierung im Gleisbau

Ein spezieller Fokus bei Projekten im Gleisbau liegt auf der Wahl der richtigen Baumethodik und Maschinen. Die Besonderheit in der Schweiz sind die kleinen Baulängen pro Projekt. Während in Nachbarländern Strecken über viele Kilometer hinweg durchgängig mit leistungsstarken Gleisbaumaschinen erneuert werden, ist die Zerstückelung der Baulängen in der Schweiz viel größer. Dies liegt einerseits an der Dichte an Bahnhöfen – das Netz der SBB ist größtenteils ein S-Bahn-Netz mit Haltestellen alle 2 bis 3 km und vielen Spurwechseln. Andererseits liegt dies am unterschiedlichen Alterungsverhalten der Fahrbahn je nach Lage, am unterschiedlichen Verschleiß in Kurven und Geraden und am Unterhalts- und Erneuerungszyklus. Will man die längst mögliche Lebensdauer der einzelnen Bauteile abwarten, führt dies zu einem extremen Verschnitt der Bauabschnitte; eine gewisse Glättung ist damit notwendig, auch wenn dadurch Restsubstanz verloren geht. Das durchschnittliche Bahnerneuerungsprojekt in der Schweiz ist rund 1000 m lang. Für diese kleinen Baulängen lohnt sich der Einsatz von großen Gleisbaumaschinen häufig nicht. Die Optimierung zwischen lebenszyklusoptimaler Erneuerung und produktionsoptimalem Verschnitt der Baulänge ist daher die große Herausforderung, wobei auch noch die möglichen Intervalle (temporäre Gleissperrungen) für die Bauarbeiten eine Rolle spielen. Durch das hohe Passagieraufkommen im Kernnetz sind Ersatzkonzepte mit Bussen tagsüber kaum mehr umsetzbar. Die Arbeit verlagert sich in die Nacht und in die Wochenenden. Umständlich einzufüßelnde Gleisbaumaschinen für Arbeitsschichten von unter acht Stunden einzusetzen, ist so kaum mehr wirtschaftlich machbar.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Analyse des Potenzials für elektrifizierte Arbeitsmethoden. Hauptarbeiten im Gleisbau finden meist unter ausgeschalteter Fahrleitung statt. Es sollte immer geprüft werden, ob bestimmte Arbeiten außerhalb der Hauptarbeiten wie beispielsweise Stopfarbeiten unter Strom

mit umweltfreundlicheren und emissionsarmen Lösungen mit Elektrizität vom Fahrdrat durchgeführt werden können.

Zuversichtlich und weiter ambitioniert in die Zukunft

Die Rückmeldungen der Branche zu den Nachhaltigkeitsbemühungen der SBB haben sich in den letzten Jahren spürbar verbessert. Wo zu Beginn Gegenwind entgegenschlug und breite Skepsis herrschte, ist mittlerweile Verständnis, Neugierde und ein Bedürfnis nach Miteinbezug da. Eine wichtige Erkenntnis für die SBB ist, dass sich mehr Nachhaltigkeit nicht allein über „Goodwill“ erreichen lässt. Für den Wandel müssen für Unternehmen auch monetäre Anreize geschaffen werden, zumal es in der aktuellen Anfangsphase auch große Investitionen zu tätigen gilt.

Es ist aber auch davon auszugehen, dass sich nachhaltiges Bauen mit zunehmender Dringlichkeit der Klimakrise von einem „Kann“ zu einem „Muss“ entwickeln wird. Sowohl gesetzliche als auch technische Anforderungen werden immer strenger werden und stellen für alle Beteiligten ein Risiko dar. Wer früher auf das Boot aufspringt, wird später bessere Karten haben. Die SBB bleibt daher bestrebt, ihre Nachhaltigkeitsziele weiter voranzutreiben. ■

QUELLEN

- [1] Mobitool (2023): mobitool-Faktoren v3.0 | Mobitool. <https://www.mobitool.ch/de/tools/mobitool-faktoren-v3-0-25.html>
- [2] Schweizerische Eidgenossenschaft (2020): Bundesgesetz über das öffentliche Beschaffungswesen (BöB), vom 17. Juni 1994 (Stand am 1. Januar 2021). Herausgegeben vom Bundesamt für Bauten und Logistik (BBL). Abgerufen am 17. April 2024, von <https://www.fedlex.admin.ch/eli/oc/2020/126/de>
- [3] EcoVadis (2024, 21. März): Globale, zuverlässige, umsetzbare Nachhaltigkeitslösungen für Unternehmen | EcoVadis. <https://ecovadis.com/de/>
- [4] <http://www.eurailpress.de/ei-archiv/number/092010-1.html>, 12.01.2012 um 13:30 Uhr



Thomas Dewael, M.Sc.

Teamleiter Produktionsmanagement
Region West
SBB Infrastruktur, CH-Renens
thomas.dewael@sbb.ch



Anina Bossi, M.Sc.

Fachspezialistin Umwelt, Umweltmanagementsysteme & Nachhaltigkeit
SBB Infrastruktur, CH-Bern
anina.bossi@sbb.ch



Jonathan Hacker, M.Sc.

Stv. Leiter
Kompetenzzentrum Nachhaltigkeit
SBB Infrastruktur, CH-Bern
jonathan.hacker@sbb.ch

Digitale Transformation der Bahninfrastruktur

Digitalisierung und KI gelten als Hoffnungsträger, um durch eine effizientere Instandhaltung die steigenden Anforderungen an die Bahninfrastruktur zu meistern und zukünftige Wartungsbedarfe präziser einzuschätzen.



Nur eine verfügbare Bahninfrastruktur wird den modalen Anteil der Schiene erhöhen.

Damit die angestrebte Verlagerung von mehr Verkehr auf die Schiene Realität wird, muss Bahninfrastruktur zuverlässig funktionieren und müssen unvorhergesehene technische Probleme vermieden werden. Ein wesentlicher Baustein zur Gewährleistung und Erhöhung der Verfügbarkeit ist die digitale Transformation der Bahninfrastruktur. Vossloh connect veranschaulicht in seiner Bandbreite, wie Vossloh als führender Anbieter integrierter Bahninfrastrukturlösungen die Möglichkeiten und Chancen dieses dynamischen Sektors bereichert und vorantreibt. Die nutzerfreundliche, cloudbasierte Plattform vereint verschiedene Lösungen – auch von Partnerunternehmen, um einzeln oder kombiniert die spezifischen Kundenanforderungen an ein intelligent vernetztes Asset, die Interpretation von Big Data in konkrete Handlungsempfehlungen sowie an eine größtmögliche IT-Sicherheit zu bedienen und zu einer verbesserten Gesamtleistung beizutragen.

Ganzheitliche Betrachtung des Fahrwegs Schiene

Eine wichtige Rolle übernehmen die kontinuierliche sensorische Erfassung von Zustand und Verhalten des Systems Fahrweg – ob wayside, train side oder im Gleis – sowie die daraus ableitbaren Erkenntnisse für die Instandhaltung. Diagnostisch lassen sich die Ursachen für frühere und aktuelle Probleme identifizieren; prognostisch können neben dem zukünftigen Anlagenzustand auch zukünftige Wartungsbedarfe präziser eingeschätzt werden. Darüber hinaus ergeben sich positive Effekte für die Entwicklung neuer Produkte und die Optimierung von Instandhaltungstechnologien. Nicht zuletzt sind es die hochentwickelten Algorithmen für die vorausschauende Instandhaltung, die den Kern von Vossloh connect bilden. Als Grundlage für eine fundierte Planung der Wartungsarbeiten machen sie die Instandhaltung zugleich

effizienter, weil zielgerichtet. Die Visualisierung des Zustands als maßgeschneiderte Handlungsempfehlungen macht die Daten intuitiv nutzbar und gewährleistet die Zugänglichkeit für Benutzer mit technischem und nicht-technischem Hintergrund. Gleichzeitig ist die benutzerfreundliche Oberfläche skalierbar und anpassungsfähig, wodurch sie für Schienennetzbetreiber jeder Größe und Art geeignet ist. Da bei Vossloh alle wesentlichen Komponenten des Fahrwegs Schiene unter einem Dach entwickelt und hergestellt werden, verstehen die Experten nicht nur die Physik jeder einzelnen Komponente, sondern auch deren systemisches Zusammenspiel im Gleis. Auf dieser Basis beziehen sie die Interaktion zwischen Fahrweg und rollendem Material, den Rad-Schiene-Kontakt, in ihre Analysen mit ein. Dank der weltweiten Präsenz kann Vossloh zudem Erfahrungen aus – auch technologisch – ganz unterschiedlichen Märkten in die Waagschale werfen. Somit sorgt der digitale Wandel nicht nur für neue Produkte und Dienste, sondern verlangt auch nach neuen Antworten und Lösungen, die Vossloh mit der connect-Plattform gibt.

i

Acht gute Gründe für Vossloh connect:

- Verbesserte Effizienz
- Verbesserte Sicherheit
- Kosteneinsparungen
- Datengesteuerte Entscheidungsfindung
- Langlebigkeit des Vermögens
- Benutzerfreundliche Oberfläche
- Umfassende Lösung

Weitere Informationen auf vossloh-connect.com



Abriebbedingte Emissionen aus dem Schienenverkehr

Im Betrieb entstehen abriebbedingte Emissionen, die in die Umwelt gelangen. Aktuell fehlen vertiefte Untersuchungen zur Entstehung, Zusammensetzung und zum Verbleib der Partikel.

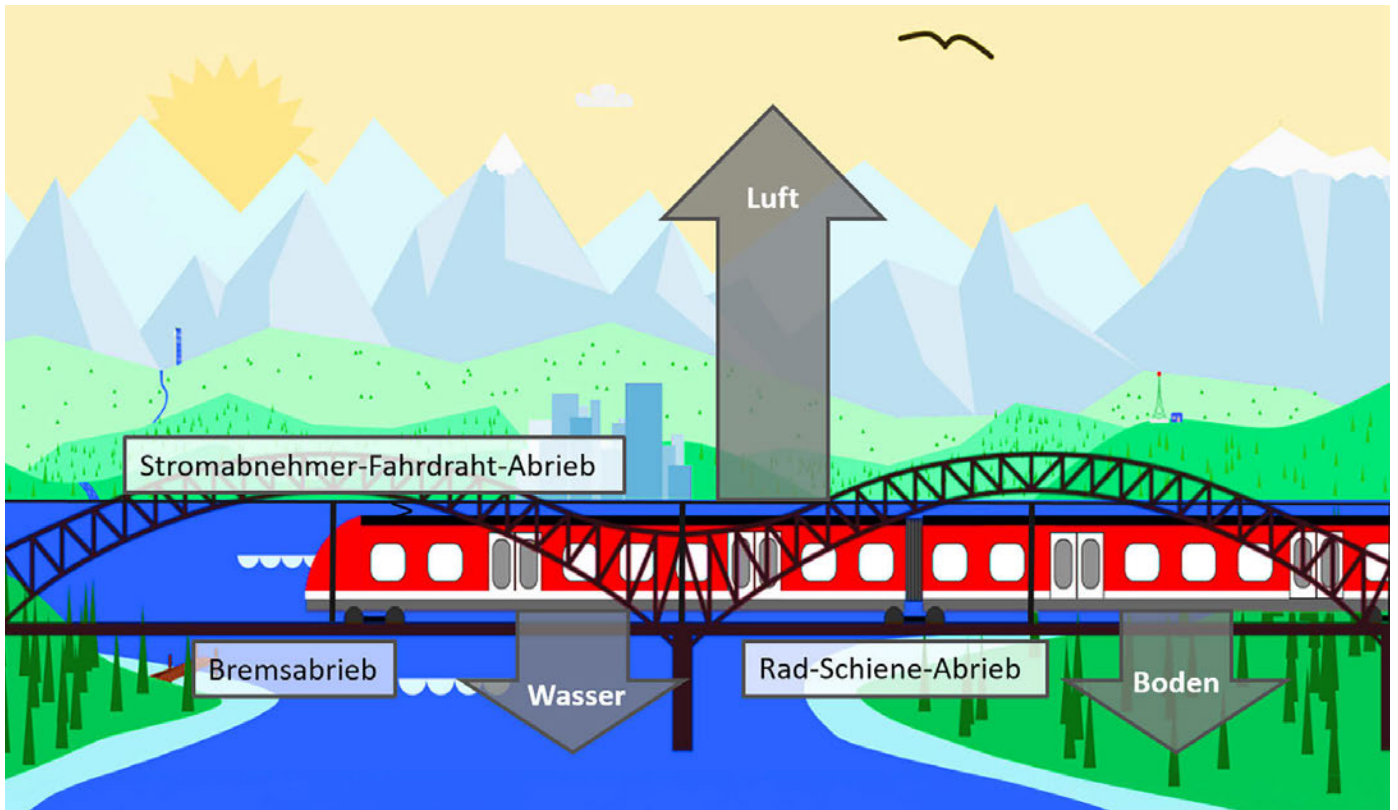


Abb. 1: Abriebbedingte Emissionen im Schienenverkehr und ihr Verbleib in der Umwelt

Quelle: G. Bode

GINA BODE | SABRINA MICHAEL | DANIEL FRUHWIRT

Durch die voranschreitende Elektrifizierung des Schienenverkehrs gewinnen nicht verbrennungsbedingte Emissionen durch Abrieb und Aufwirbelungen immer mehr an Bedeutung. Hauptquelle dieser Emissionen bilden betriebsbedingte Abriebe aus dem Rad-Schiene-, Stromabnehmer-Fahrdraht-Kontakt sowie den Bremsen (Abb. 1). Wissenslücken bestehen hinsichtlich der Partikelgrößenverteilung, der chemischen Zusammensetzung sowie des Verbleibs der verschiedenen Abriebemissionen. Aus diesem Grund initiierte das Deutsche Zentrum für Schienenverkehrsforschung beim Eisenbahn-Bundesamt (DZSF) ein Forschungsprojekt zur Charakterisierung verschiedener Abriebpartikel aus dem Schienenverkehr.

Abriebbedingte Emissionen

Der Schienenverkehr gehört zu den umweltfreundlicheren Verkehrsmitteln. Trotzdem entstehen durch den Betrieb partikuläre Emissionen, welche entsprechend ihrer chemisch-physikalischen Eigenschaften in die Umwelt gelangen können. Neben verbrennungsbedingten Emissionen steigt die Bedeutung an nicht-verbrennungsbedingten Emissionen, insbesondere in Form von Abrieben. Hauptquellen für abriebbedingte Emissionen aus dem Schienenverkehr stellen die Bremsen (73 %), der Rad-Schiene-Kontakt (Rad 5 %, Schiene 21 %) sowie der Stromabnehmer-Fahrdraht-Kontakt (1 %) dar [1]. Während die Abriebpartikel aus dem Stromabnehmer-Fahrdraht- sowie dem Rad-Schiene-Kontakt zu großen Teilen aus Schwermetallen (Eisen, Kupfer, Mangan) bestehen, ist der Bremsabrieb der verschiedenen Bremsbeläge (gesinterte Beläge, organische Beläge, Grauguss-Beläge) deutlich komplexer. Aktuell ist die Zusam-

mensetzung von Bremsbelägen nicht reguliert, sodass sich Bremsbeläge eines Typs in den enthaltenen Inhaltsstoffen unterscheiden können. Das Substanzspektrum von z. B. Verbundstoffbremsen kann neben einer großen Brandbreite an verschiedenen metallischen Verbindungen auch volatile organische Verbindungen enthalten [13]. Die Studien- und Datenlage zur Größenverteilung und Zusammensetzung von abriebbedingten Emissionen der verschiedenen Quellen ist aktuell noch begrenzt. Außerdem variieren die in der Literatur verfügbaren Emissionsfaktoren (EFA) aufgrund der verwendeten Methoden und eingesetzten Materialien stark.

Verbleib in der Umwelt

Der Verbleib der abriebbedingten Emissionen in der Umwelt gewinnt bei der ökotoxikologischen Bewertung und Einstufung eine immer größere Bedeutung. Feinstaubpartikel (Abriebe) können über die Luft transportiert sowie

in Böden und Gewässer eingetragen werden. Je nach ihrer chemischen Zusammensetzung und ihren Eigenschaften werden Partikel unterschiedlich stark an die Bodenmatrix gebunden. Leichter gebundene Partikel können ins Porenwasser desorbieren und somit in Pflanzen, Gewässer oder das Grundwasser gelangen.

Bahnrelevante Schwermetallemissionen wurden bereits in verschiedenen Umweltproben gefunden. So konnten beispielsweise in Polen Schwermetalle im Gleisschotter (Fe, Mn, Cu, Cr, Ni, Zn, Pb) sowie in Boden- und Pflanzenproben (As, Mn, Ni, Sn, Ti) an Bahngleisen nachgewiesen werden [2, 3]. Auch entlang deutscher Schienenwege wurden bahrelevante Schwermetalle in Boden (z.B. Fe, Cu, Ni, Cr, Zn) und Sickerwasser (As, Pb, Cd, Cr, Fe, Cu, Mn, Ni, Zn) identifiziert. Die Konzentration der Schwermetalle nahm mit zunehmender Entfernung (5 m) zur Gleisachse ab [4]. Weitere Einflussgrößen für die Schwermetallbelastung sind das Anlagenalter sowie die Nutzungsinintensität. Detaillierte Informationen zum Umweltverbleib abriebbedingter Emissionen, beispielsweise von Verbundstoffbremsen, sind jedoch bisher noch nicht bekannt.

Gesundheitsauswirkungen für den Menschen

Neben der oralen Aufnahme anthropogener Substanzen über die Nahrungskette erfolgt der primäre Expositionspfad über luftgetragene Partikel. Dabei dringen Staubpartikel abhängig von ihrer Größe unterschiedlich tief in das Atemwegssystem ein, wo sie deponieren und verschiedene Arten von Schäden verursachen. Insbesondere die kleineren Größenfraktionen ($\leq 2,5 \mu\text{m}$) sind in Bezug auf Gesundheitsauswirkungen, wie Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen, ein erhöhtes Thromboserisiko bis hin zu Veränderungen der Funktionen des vegetativen Nervensystems von großer Bedeutung. Partikel kleiner $2,5 \mu\text{m}$ können in die Bronchien und Lungenbläschen gelangen sowie ultrafeine Partikel die Blut-Luftschranke überwinden und so über den Blutkreislauf in Organe und das Gehirn transportiert werden [5, 6].

Prüfstanduntersuchungen

Im Rahmen des DZSF-Forschungsprojekts „Größenspezifische und räumliche Verteilung von verkehrsbedingten Abrieben und partikulären Emissionen“ wurden mittels umfangreicher Prüfstanduntersuchungen weiterführende Informationen zu der Partikelgrößenverteilung und chemischen Zusammensetzung von quellspezifischen Abriebemissionen ermittelt. Durchgeführt wurde die Studie am Institut für Thermodynamik und nachhaltige Antriebssysteme der Technischen Universität Graz (TU Graz). Die Untersuchungen erfolgten unter standardisierten Bedingungen mit definierten Prüfplänen für den Rad-Schiene- und Stromabnehmer-

Schleifleiste-Kontakt, verschiedene Bremsstypen sowie Konfigurationsvariationen für den Personen- und Güterverkehr. Die jeweiligen Testkonfigurationen variierten beispielsweise für die Bremsen hinsichtlich Fahrgeschwindigkeit, abzubremsender Masse und Bremskraft. Als Endpunkte wurden die Partikelmassenkonzentrationen unterschiedlicher Partikelfraktionen (PM10, PM2,5, PM1) sowie Partikelanzahlkonzentrationen ultrafeiner Partikel (UFP, 5,6–560 nm) mittels optischer Partikel-Aerosolspektrometer bestimmt. Ergänzend erfolgte eine Partikelprobenahme (PM10, PM2,5 und PM1) auf Quarzfaserfiltern für die chemische Abriebpartikelanalyse. Im Fokus standen hierbei die elementare Zusammensetzung (ICP-MS, ISO 30011-2020-10) sowie die Kohlenstoffanalyse durch ein thermo-optisches Verfahren gemäß EUSAAR 2 Protokoll [9]. Für die organischen Bremsbeläge wurden zudem noch Messungen der flüchtigen organischen Verbindungen mittels Aktivkohleröhrchen und Flammenionisationsdetektor [10] zur Charakterisierung möglicher temperaturabhängiger gasförmiger Substanzen durchgeführt [11, 12, 13]. Im Folgenden wird ein Überblick über die einzelnen Prüfstanduntersuchungen und die daraus abgeleiteten Ergebnisse gegeben.

Stromabnehmerprüfstand

Im Schienenverkehr werden anwendungsspezifisch unterschiedliche Schleifleisten und Fahrdrähte verwendet. Hierbei stellt in

der Regel Kohlenstoff die Grundmatrix für Schleifleisten dar, wobei zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften oftmals Imprägnierungen aus z.B. Kupfer zum Einsatz kommen. Für die aktuellen Untersuchungen wurde eine auf Kohlenstoffmatrix basierende Schleifleiste mit 25 %iger Kupfer-Imprägnierung mit einem Fahrdraht aus reinem Kupfer (Cu-ETP) ohne Legierungszusätze als Versuchsträger eingesetzt.

Die durchgeführte Testreihe bestand aus 13 Testkonfigurationen, welche sich in zuvor definierten Parametern (Fahrgeschwindigkeit, Anpresskraft der Schleifleiste auf den Fahrdraht sowie die Stromstärke) unterschieden [11]. Der Versuchsaufbau ist in Abb. 2 dargestellt.

Als Ergebnisse konnten aus den durchgeführten Messungen Emissionsfaktoren für die PM10-Fraktion zwischen 0,14–0,62 g PM10/km abgeleitet werden. Die höchsten Emissionen wurden bei niedrigen Geschwindigkeiten, geringer Anpresskraft und hoher Stromstärke gemessen. Den Haupteinflussfaktor auf die Emissionen stellt die mechanische Reibung dar. Zusätzlich führen zu Ablösungen zwischen Schleifleiste und Fahrdraht zu elektrischen Lichtbögen, welche Partikel aus der Kohlenstoffmatrix herausreißen. Zum anderen erhöhen sich die Partikelemissionen bei hohem Leistungsbedarf durch den sogenannten Joule-Effekt. Der Anteil kleiner Partikel an den PM10-Emissionen lag im Mittel bei 86,9 % (PM2,5) und 72,5 % (PM1).

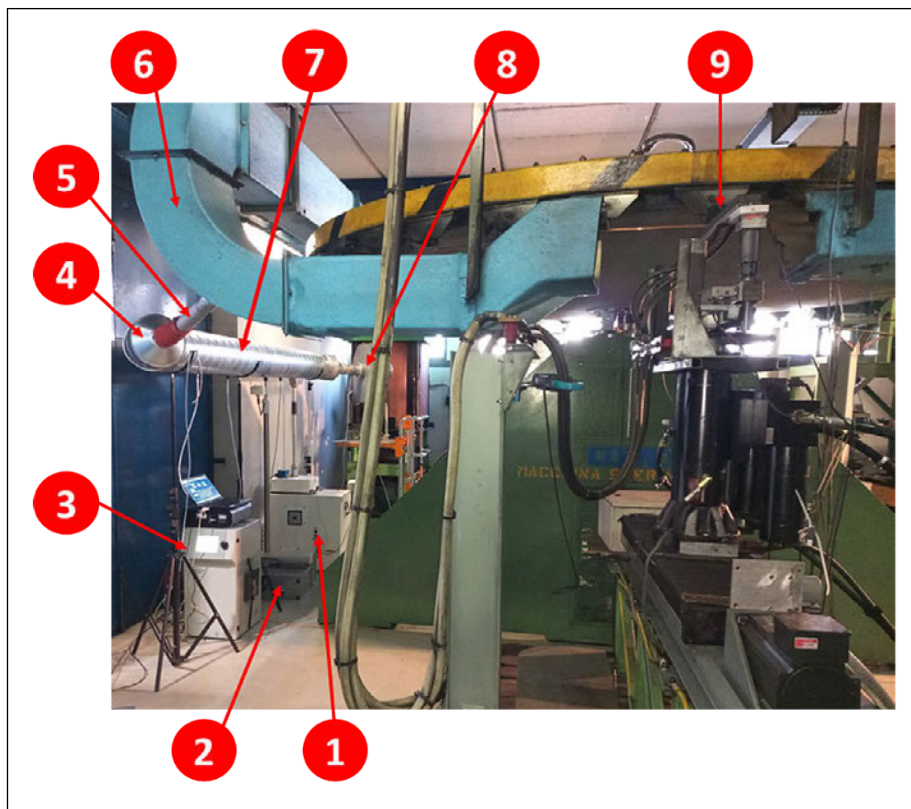


Abb. 2: Probenahmesystem am Stromabnehmerprüfstand des Politecnico di Milano (PoliMi); (1) Partisol Plus, (2) EDM180, (3) EEPS, (4) Querschnittserweiterung, (5) Probenahmerohr, (6) Abluftkanal, (7) horizontales Probenrohr, (8) Radialventilator, (9) Schleifkontakt *Quelle: D. Fruhwirt*

Maximaler Bestandteil [%]

Stahlgüte	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Mo	Ni	V	Cr+Mo+Ni
ER8	0,56	0,40	0,80	0,02	0,02	0,30	0,30	0,08	0,30	0,06	0,50

Tab. 1: Maximalgehalt der Legierungszusätze eines ER8 Radsatzes in Prozent

Quelle: [8]

Die exemplarischen chemischen Analysen der PM10-Fraktion ergaben für Kupfer massenbezogene Anteile von im Mittel 40,7 % und für Kohlenstoff von 59,3 %. Daraus resultiert für die verwendeten Prüfkörper ein Verhältnis der Reibpartner an den Gesamtemissionen von ca. 1/3 Fahrdrat zu 2/3 Schleifleiste. Je nach Testlauf konnte eine Variation der Massenverhältnisse von 64,1 % Kohlenstoff und 35,9 % Kupfer bis 48,8 % Kohlenstoff und 51,2 % Kupfer nachgewiesen werden.

Rad-Schiene-Prüfstand

Radsätze unterscheiden sich u.a. durch den Radradius und die chemische Zusammensetzung. In der vorliegenden Studie wurde ein gebrauchter, in Deutschland häufig eingesetzter ER8 Radsatz verwendet, der bezogen auf den Rundlauf und das Laufflächenprofil alle Kriterien erfüllt. Die vorgeschriebene chemische Zusammensetzung eines ER8 Radsatzes ist in der DIN e.V., 2020 definiert und in Tab. 1 aufgeführt.

Die Untersuchungen wurden mit dem Schienenmaterial T260 (Kohlenstoff – Mangan – Stahl) und dem Schienenprofil 60E2 durchgeführt. Das Probenahmesystem ist in Abb. 3 dargestellt. Das verwendete Prüfprogramm bestand aus zwölf Testkonfigurationen, welche Variationen der Einflussfaktoren der Zug-

geschwindigkeit, der Radaufstandskraft sowie des Kurvenradius umfassten. Der Kurvenradius wurde zwischen dem minimal zulässigen (300 m) und unendlichen Radius (Geradausfahrt) variiert [12].

Die Messungen ermittelten PM10-Emissionen für ein Einzelrad zwischen 2,2–12,0 mg PM10/km (Geradausfahrt). Bei Kurvenfahrten wurden Emissionen von 1,5–106,5 mg PM10/km erfasst. Dabei konnten Unterschiede in der Partikelanzahl und -größe zwischen Kurven- und Geradausfahrten festgestellt werden (Kurven > Geradaus). Bei Kurvenfahrten lagen die Anteile an den PM10-Emissionen bei 83,1–87,4 % (PM2,5) sowie 60,1–72,5 % (PM1). Der Anteil an den PM10-Emissionen lag für Geradausfahrten bei 89,3–90,2 % (PM2,5) und 67,8–73,4 % (PM1). Ein vergleichbarer Trend ist auch für die ultrafeinen Partikel zu beobachten.

Die Schwermetallanalyse der exemplarischen PM10-Filterproben identifizierte Eisen und Mangan als Hauptbestandteile sowie Kohlenstoff in allen Proben. Zudem wurden Spuren von Kupfer und Chrom bei Kurvenfahrten detektiert.

Bremsenprüfstand

Der Schienenverkehr setzt verschiedene Bremssysteme und Bremsbeläge ein: im Personenverkehr vorwiegend Scheibenbremsen,

im Güterverkehr hingegen Klotzbremsen. In der Vergangenheit dominierten bei Güterzügen vor allem Graugussbremsen (GG-Sohlen), welche in Deutschland seit Ende 2020 durch Verbundstoffbremsen (Komposit (K-Sohlen), low noise, low friction (LL-Sohlen)) ersetzt wurden. Allgemein bestehen diese aus einer Polymermatrix, Verstärkungsfasern, organischen Additiven sowie Schmier- und Füllstoffen. Die exakte Zusammensetzung ist in den wenigsten Fällen bekannt, da diese Betriebsgeheimnisse der Hersteller darstellen. Zur Charakterisierung der Bremsabriebemissionen wurden verschiedene Arten von Bremsbelägen, gesinterte und organische Bremsbeläge von Scheibenbremsen sowie GG-, K- und LL-Sohlen, an einem Bremsenprüfstand untersucht. Die Messkonzepte wurden in Anlehnung an den UIC-Kodex 541-3 (UIC 2023) (Scheibenbremsen) bzw. UIC-Kodex 541-4 (Klotzbremsen) erstellt, wobei die Einflussgrößen Ausgangsgeschwindigkeit, abzubremsende Masse sowie die Bremskraft in den verschiedenen Messreihen variiert wurden [13]. Der Messaufbau ist in Abb. 4 dargestellt.

Die Ergebnisse der Prüfstandmessungen (Scheibenbremsen) zeigten PM10-Emissionen von 0,1–1,0 g PM10/km für eine einzelne Brems Scheibe in Kombination mit Metallsinter-

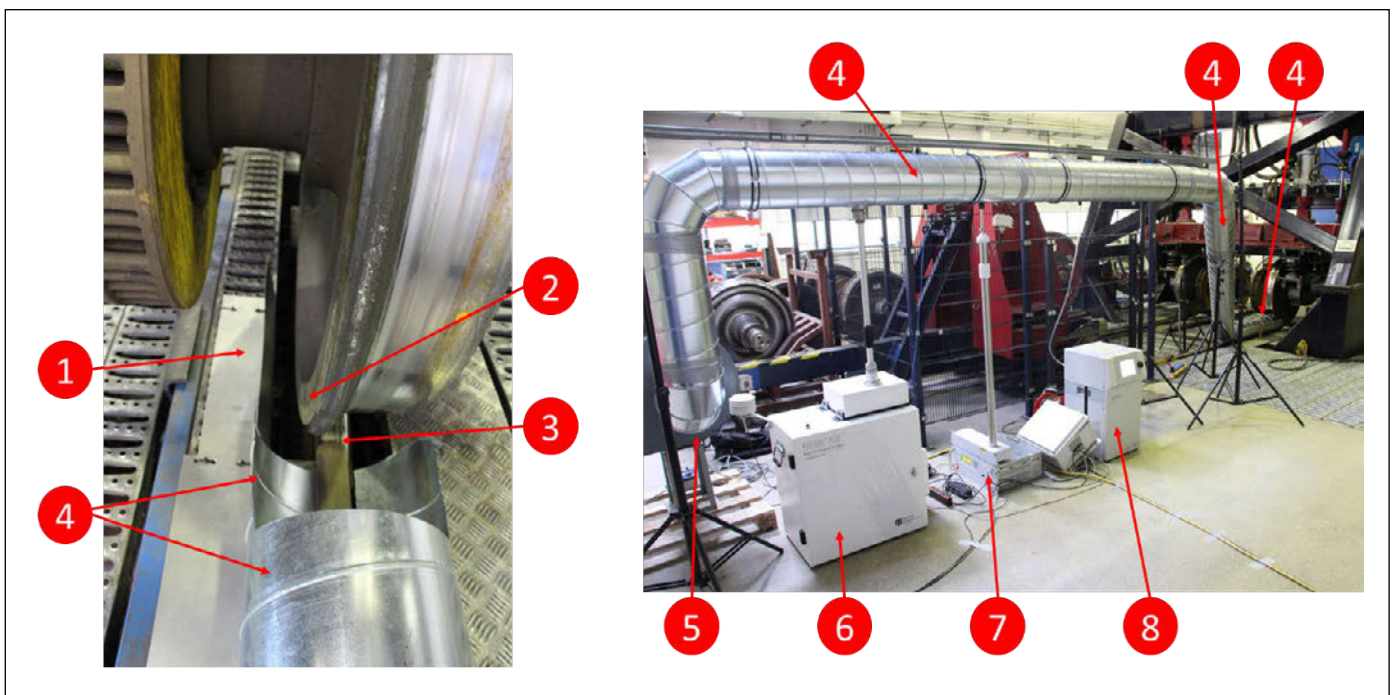


Abb. 3: Probenahmesystem am Rad-Schiene-Prüfstand der DB-Systemtechnik in Kirchmößer, (1) Leitbleche, (2) Spurkranz, (3) Schienenrolle, (4) Probenahmerohr, (5) Radialventilator, (6) Partisol Plus, (7) EDM180, (8) EEPS

Quelle: D. Fruhwirt

belägen. Ergebnisse vergleichbarer Untersuchungen in Kombination mit organischen Belägen lagen im Bereich von 0,3–4,2 g PM10/km. Die Anteile von PM2,5 und PM1 an der PM10-Fraktion umfassen für Metallsinterbeläge 70,5 % (PM2,5) und 50,8 % (PM1); für organische Beläge 56,5 % (PM2,5) und 44,9 % (PM1). Durch die Schwermetallanalyse der exemplarischen PM10-Filterproben wurden für die Metallsinterbeläge Eisen und Kupfer als Hauptbestandteile identifiziert, die organischen Beläge enthielten außerdem Barium. Darüber hinaus konnten ab 100 km/h (Ausgangsgeschwindigkeit) bei den organischen Bremsbelägen gasförmige Emissionen (VOC) wie 1-Butanol, Ethanol und Benzol aus Abdampfprozessen nachgewiesen werden.

Für Klotzbremsen konnten PM10-Emissionsfaktoren (Bremsungen) im Bereich von 0,4–25,7 g PM10/km (LL-Sohlen), 0,4–4,2 g PM10/km (K-Sohlen) sowie 2,7–28,7 g PM10/km (GG-Sohlen) ermittelt werden. Der direkte Partikelgrößenvergleich der getesteten Versuchsträger (Grauguss vs. Verbundstoff) zeigte einen höheren Anteil an größeren Partikeln (> PM2,5) beim Einsatz von Graugussklötzen. Die Anteile von PM2,5 und PM1 an der PM10-Emission umfassten für GG-Sohlen 19,1 % bzw. 14,6 % bzw. für LL-Sohlen 48,0 % und 35,9 % sowie bei K-Sohlen 44,2 % und 31,5 %. Bei allen getesteten Klotzbremsen stellte Eisen das am häufigsten vertretene Element der PM10-Emissionen dar. Der Kohlenstoffgehalt für GG-Sohlen und LL-Sohlen lag bei ca. 23,3 % und für K-Sohlen bei 14,6 %. Des Weiteren konnten geringere Anteile Mangan, Barium, Chrom, Kupfer, Nickel und Zink in den untersuchten Abriebproben identifiziert werden. Bei keiner der untersuchten Klotzbremsen konnten signifikante gasförmige Emissionen festgestellt werden.

Fazit

Durch die beschriebenen Prüfstanduntersuchungen konnten neue Erkenntnisse zu den Emissionen der verschiedenen Abriebquellen

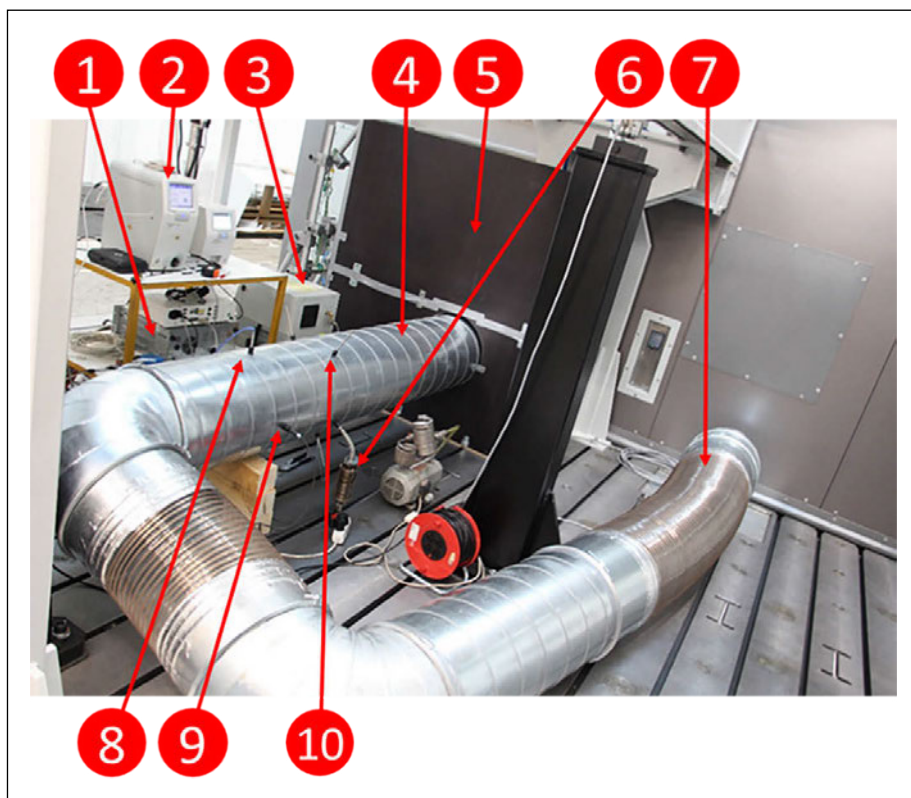


Abb. 4: Messaufbau am Bremsenprüfstand; (1) EDM180, (2) SMPS, (3) EEPS, (4) Probenahmerohr, (5) Einhausung, (6) Kaskadenimpaktor, (7) Abluftrohr, (8) Strömungssensor, (9) Temperatur- und Feuchtfühler, (10) Probenahmequerschnitt

Quelle: D. Fruhwirt

in Bezug auf die Größenverteilung, Partikelmassekonzentration und chemische Zusammensetzung ermittelt werden. Die erhobenen Ergebnisse unterstreichen die bisher in der Literatur zu findenden Kenntnisse zur mengenmäßigen Verteilung der Abriebemissionen auf die verschiedenen Partikelquellen [1], wobei der Bremsabrieb die größte Partikelquelle darstellt. Für den Rad-Schiene-Kontakt sowie den Bremsabrieb konnten Eisen als Hauptbestandteil sowie Kupfer und Mangan identifiziert werden. Somit können die abriebbeding-

ten Emissionen eine Eintragsquelle für die im Gleisbereich gemessenen Schwermetalle darstellen. Darüber hinaus gehört der Großteil der Abriebemissionen zur Partikelfraktion ≤ PM2,5 (lungengängige Fraktionen). Ergänzend zu den Prüfstanduntersuchungen erfolgten erste Feldmessungen zu Abriebemissionen an der freien Strecke sowie an einem Bahnhof (Bahnsteig), um das Ausbreitungspotenzial sowie den Verbleib in der Umwelt zu identifizieren. Aufbauend auf den Messergebnissen wurden zudem erste Ausbreitungsrech-

WEGE IN DIE ZUKUNFT.

Komplettlösungen für Verkehrswege von morgen

- Gleisbau
- Tief- und Spezialtiefbau
- Ingenieurbau
- Kommunikations- und Elektrotechnik
- Leit- und Sicherungstechnik
- Signalanlagen
- Stromschiene | Fahrleitung | Starkstrom
- Logistik & Gerätevermietung
- Sicherung & Vermessung
- Verkehrsleittechnik
- Eisenbahnhistorie



BUG-GRUPPE
#DeutschlandweitVernetzt

BUG-GRUPPE
t +49 30 818 700-0
www.bug-gruppe.de



nungen durchgeführt. Die erzielten Projektergebnisse leisten einen Beitrag zur Schließung bisheriger Wissenslücken und unterstützen so einen nachhaltigen Schienenverkehr. Weitere Informationen sowie weiterführende Ergebnisse des vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) finanzierten Projekts sind über die Projektseite des DZSF abrufbar [7].

QUELLEN

[1] Burkhardt, M.; Rossi, L.; Boller, M. (2007): Diffuse release of environmental hazards by railways. *Desalination* 226, 106–113; <https://doi.org/10.1016/j.desal.2007.02.102>
 [2] Samarska, A.; Kovrov, O.; Zelenko, Y. (2020): Investigation of Heavy Metal Sources on Railways: Ballast Layer and Herbicides. *J. Ecol. Eng.* 21, 32–46; <https://doi.org/10.12911/22998993/127393>
 [3] Staszewski, T.; Malawska, M.; Studnik-Wójcikowska, B.; Galera, H.; Wilkomirski, B. (2015): Soil and plants contamination with selected heavy

metals in the area of a railway junction / Zanieczyszczenie gleby i roślin wybranymi metalami ciężkimi na terenie węzła kolejowego. *Archives of Environmental Protection* 41, 35–42; <https://doi.org/10.1515/aep-2015-0005>
 [4] Zingelmann, M.; Karthe, M.; Pedrosa, L.; Scheytt T.; Hitzschold, S. (2022): Einstufung von Niederschlagswasser auf Streckengleisen – Quantifizierung und Charakterisierung der Abflussmenge und chemischen Zusammensetzung von Niederschlagswasser; <https://doi.org/10.48755/dzsf.220019.01>
 [5] Human respiratory tract model for radiological protection. A report of a Task Group of the International Commission on Radiological Protection, 1994. *Ann ICRP* 24, 1–482
 [6] Peters, A.; Hoffmann, B.; Brunekreef, B.; Künzli, N.; Joss, K.; Probst-Hensch, N.; Ritz, B.; Schulz, H.; Straif, K.; Wichmann, E. (2019): Die Rolle der Luftschadstoffe für die Gesundheit
 [7] Größenspezifische und räumliche Verteilung von verkehrsbedingten Abrieben und partikulären Emissionen; https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Standardartikel/DZSF/Projekte/Projekt_44_Abriebe_Emissionen.html
 [8] DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (2020): DIN EN 13262 Bahnanwendungen – Radsätze und Drehgestelle – Räder – Produktanforderungen; Deutsche Fassung EN 13262:202; URL <https://www.din.de/de/mitwirken/normenausschuesse/fsf/veroeffentlichungen/wdc-beuth:din21:319337822> (accessed 2.16.22)
 [9] Cavalli, F.; Viana, M.; Yttri, K.E.; Genberg, J.; Putaud, J.P. (2010): "Toward a standardised thermal-optical protocol for measuring atmospheric organic

and elemental carbon: The EUSAAR protocol," *Atmos. Meas. Tech.*, vol. 3, no. 1, pp. 79–89
 [10] ABB Asea Brown Boveri Ltd, 2023. AO 2000-Multi FID 14 Analyzer. URL <https://library.e.abb.com/public/dd8d0956ce53f94c1257a30003df3e9/41-24-105-04-EN.pdf>
 [11] Fruhwirt, D.; Sturm, P.; Bucca, G.; Bode, G.; Michael, S.; Rodler, J.: Emissions from railways: Results of tests on a pantograph-catenary test bench. *Transp. Res. Part D: Transp. Environ.* 117 (2023), 103867; <https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.103867>
 [12] Fruhwirt, D.; Sturm, P.; Nöst, T.; Leonhardt, P.; Bode, G.; Michael, S.; Rodler, J.: Pm Emissions from Railways, Results of Tests on a Wheel-Rail Test Bench. *Transp. Res. Part D: Transp. Environ.* 122 (2023), 103858; <https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.103858>
 [13] Fruhwirt, D.; Nöst, T.; Leonhardt, P.; Leitner, M.; Brunnhofer, P.; Bode, G.; Michael, S.; Rodler, J.: Characterization of emissions from axle-mounted rail discbrakes. *Transp. Res. Part D: Transp. Environ.* 130 (2024) 104181; <https://doi.org/10.1016/j.trd.2024.104181>



Gina Bode, M.Sc.

Wissenschaftliche Referentin für umweltverträglichen Verkehr Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung beim Eisenbahn-Bundesamt (DZSF), Bonn BodeG@dzsf.bund.de



Dr. rer. nat. Sabrina Michael

Wissenschaftliche Referentin für stoffliche Emissionen Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung beim Eisenbahn-Bundesamt (DZSF), Bonn michaels@dzsf.bund.de



Dipl.Ing. Dr. Daniel Fruhwirt

Postdoc Researcher Institut für Thermodynamik und nachhaltige Antriebssysteme, TU Graz, AT-Graz fruhwirt@ivt.tugraz.at



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 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.

Die nächste Generation Schallschutz

Bahnlärm an der Quelle und am Ausbreitungsweg bekämpfen

ANDREAS GÖSCHL | CAROLA SCHWANKNER

Mittlerweile prägen sie unser Landschaftsbild: meterhohe Lärmschutzwände entlang von Zugstrecken. Zwar erfüllen sie grundsätzlich ihre Aufgabe, stören aber als Sichtbehinderung sowohl Anwohner als auch Fahrgäste. Die effektivste Möglichkeit, um Lärmemissionen nachhaltig zu reduzieren, ist Lärm dort zu bekämpfen, wo er entsteht. Nämlich so nahe wie möglich an der Schiene. Das oberbayerische Unternehmen Kraiburg Strail aus Tittmoning hat dafür eine optimale Lösung entwickelt und bietet mit der Produktparte Strailastic ein breites Sortiment an Lärmschutzlösungen bei freier Sicht.

Prinzip

Lärm kann prinzipiell an der Quelle sowie am Ausbreitungsweg bekämpft werden. Eine Kombination aus beidem verspricht beim Schallschutz an Bahnstrecken nachhaltigen Erfolg. So gehen die modernen Schallschutzsysteme von Strailastic so nah wie nur möglich an die Schiene und an das Lichtraumprofil heran. Der große Vorteil daran: Schallschutzmaßnahmen, die möglichst nahe am Entstehungspunkt des Lärms ansetzen, kommen mit einer geringen Höhe aus.

Die kleinste Schallschutzwand im Portfolio ist sogar nur 55 cm hoch. Die geringe Höhe der Mini-Schallschutzwand ermöglicht es, sehr nahe an die Schallquelle heranzurücken. Die speziell geformte Wand wird an den Schwellenköpfen platziert und steht dann, schräg geneigt, ganz knapp außerhalb des Regellichtraumes.

Die Mini-Schallschutzwand wurde unter anderem im Ammertal in Baden-Württemberg entlang der Strecke Tübingen–Herrenberg im Siedlungsbereich erfolgreich verbaut. 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 (Abb. 1). Zusätzlich zur Mini-Schallschutzwand befinden sich Varianten mit 73 cm und 125 cm 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



Abb. 1: Die äußerst niedrigen Schallschutzelemente an der Bahnstrecke im Ammertal stören optisch kaum, fügen sich so optimal ins Landschaftsbild ein und sorgen für Ruhe im Wohngebiet.

Quelle aller Abb.: Kraiburg Strail

Kombination mit einer hochabsorbierenden Akustikoberfläche ausschlaggebend für den hohen Wirkungsgrad. 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 bietet Strailastic spezielle Schallschutzelemente an, die mit einer einvulkanisierten Befestigungsschiene direkt innen und außen an 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 (Abb. 2).

In Italien wurde entlang der zweigleisigen Küstengebirgsstrecke zwischen den Cinque Terre und Bonassola speziell nach einem Lärmschutz gesucht, der kompakt ist, sich schnell und einfach montieren lässt und sich optisch in die Umgebung einfügt. Da die Strecke hauptsächlich auf Brücken durch tieferliegende Küstenorte führt, gab es keine räumliche Abtrennung zwischen den Gleisen und den bewohnten Küstenabschnitten. Der Bahnlärm breitete sich besonders stark in jene Abschnitte der Küste aus, die trichterförmig verlaufen.

Mit der Geländerausfachung konnte hier in 2022 Abhilfe geschaffen werden (Abb. 3). Durch die einvulkanisierten Befestigungsschienen ließen sich die Geländerausfachungen einfach und zügig außen auf das bestehende Geländer montieren. Zudem wurden straßen- bzw. bebauungsseitig bedruckte Paneele in Betonoptik passend zu den Brücken angebracht. Somit fügen sich die Geländer

ausfachungen optimal ins Landschaftsbild ein und verringern den Bahnlärm in den Küstenabschnitten auf ein Minimum.

Schienenstegdämpfer an der Lärmquelle

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.

Individuell kombinierter Schallschutz

Da jede Bahnstrecke individuell ist, muss auch der Schallschutz immer an die Gegebenheiten angepasst werden. Kraiburg Strail setzt auf flexible Lösungen und kann unterschiedliche Schallschutzelemente nach dem Baukastenprinzip kombinieren. So lässt sich für jede Anforderung eine optimale Lösung finden.

Ein Beispiel für einen individuell kombinierten Schallschutz findet sich im westlichen Niedersachsen. Direkt an der Eisenbahnstrecke zwischen Bad Bentheim, Nordhorn und Neuenhaus wurde ein neues Baugebiet genehmigt. Dichter Baumbestand trennt das Baugebiet in Nordhorn zwar optisch von der Regionalstrecke, akustisch war jedoch keinerlei Barriere vorhanden. Ein eigens erstelltes Lärmgutachten ergab, dass für die notwendige Lärmreduzierung entweder eine mehrere Meter hohe Lärmschutzwand oder die Schallschutzprodukte von Strailastic in Frage kamen. Hinzu kam, dass die Bahnstrecke über eine



Abb. 2: Die Geländerausfachung wird senkrecht stehend an vorhandenen Regelgeländern längs der Strecke befestigt und kann z. B. die Optik einer Steinmauer aufgreifen.

Brücke führt, welche in die Schallschutzmaßnahmen einzubeziehen war.

Der Betreiber der Bahnstrecke entschied sich für die Produkte aus der Strailastic Serie, da ihn das Lösungskonzept eines möglichst gleichnamigen Schallschutzes überzeugte. Daraufhin wurde eine Kombination aus Schienenstegdämpfern, Mini-Schallschutzwänden mit 55 cm Höhe und Geländerausfachungen im Bereich der Brücke eingebaut (Abb. 4). Diese Lösung ist nun bereits einige Jahre im Einsatz und hat sich sehr gut bewährt.

Schneller zur Genehmigung

Alle Produkte kommen ohne klassische Fundamente aus und benötigen daher keinen langwierigen Baugenehmigungsprozess. Die Mini-Schallschutzwand wird z. B. lediglich mit wenigen Schrauben an einem Metallunterbau befestigt, der wiederum direkt an der Schiene fixiert wird. So ist auch eine schnelle Demontage zur Durcharbeitung möglich. Der Metallunterbau muss dafür nicht entfernt werden. Durch die wenigen Handgriffe lassen sich erfahrungsgemäß

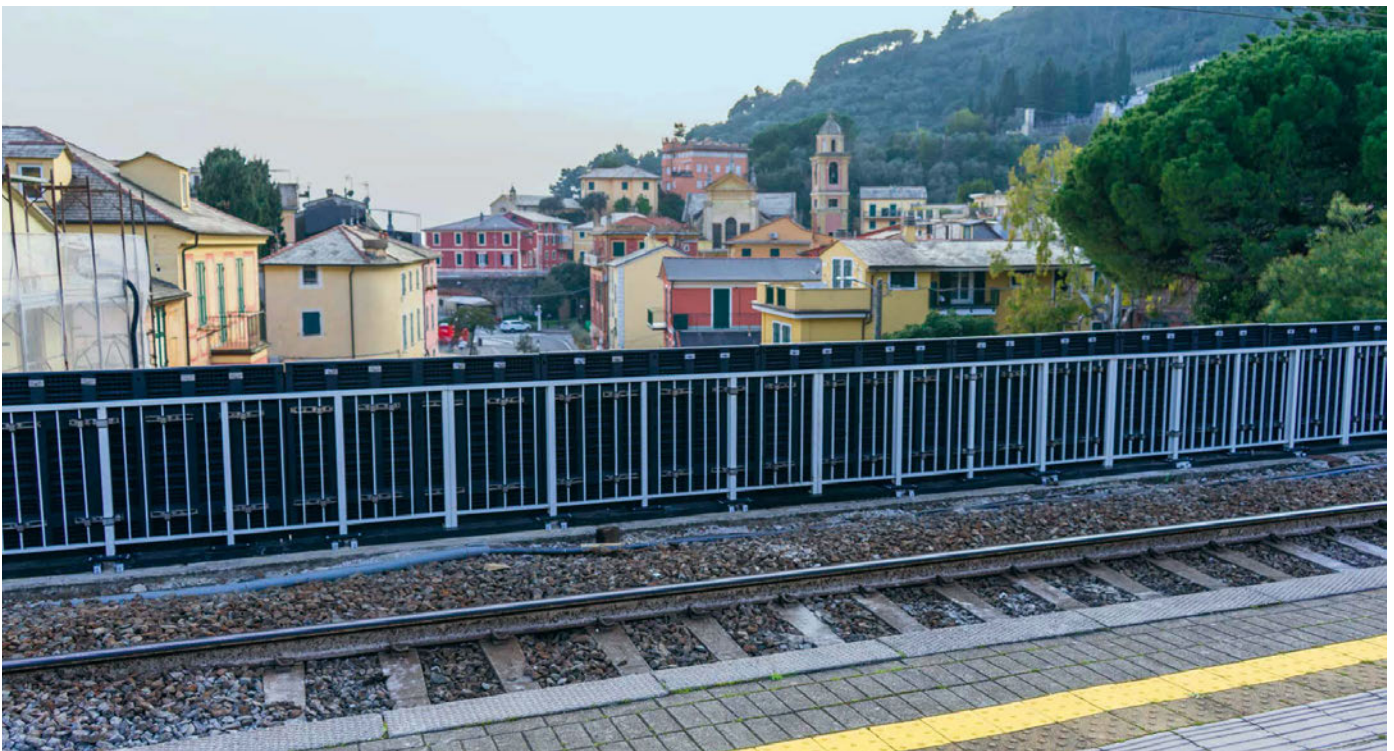


Abb. 3: Die Geländerausfachung dämmt den Bahnlärm entlang der zweigleisigen Küstengebirgsstrecke zwischen den Cinque Terre und Bonassola.



Abb. 4: Die Kombination aus Schienenstegdämpfern, Mini-Schallschutzwänden mit 55 cm Höhe und Geländerausfaltungen im Bereich einer Brücke sorgt in der Nähe eines Wohngebietes in Nordhorn (Niedersachsen) für Ruhe.

rund 30 bis 40 m der Mini-Lärmschutzwand pro Stunde anbringen.

Ein weiterer Vorteil der Produkte besteht darin, dass sie im Falle einer Beschädigung nicht komplett ausgetauscht werden müssen. Erleidet die hochabsorbierende Oberfläche einer Schallschutzwand z.B. durch Schotterflug einen Schaden, können einzelne Teile wie das Lochblech oder die Absorptionseinlage der Oberfläche ersetzt werden. Die Schallschutzwand selbst kann dabei an Ort und Stelle stehen bleiben.

Voll recycelbar

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



Andreas Göschl

Leiter der Abteilung Strailastic
andreas.goeschl@strail.de



Carola Schwankner

Unternehmensredakteurin
carola.schwankner@strail.de

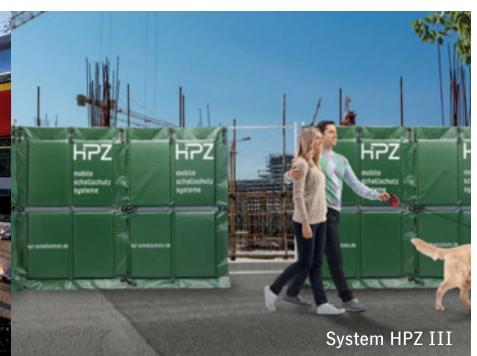
Beide Autoren:
Kraiburg Strail, Tittmoning



System HPZ I



System HPZ II



System HPZ III

Patentierte mobile Schallschutzlösungen – gut für Mensch und Umwelt

Unsere Schallschutz-Systeme reduzieren Lärmbelastungen nachweislich um bis zu 30 dB. Sie eignen sich für den Einsatz bei Gleis-, Straßen- und Industriebaustellen.
Weitere Infos: www.hpz-schallschutz.de

HPZ

HPZ GmbH · Allmend 23 · D-77723 Gengenbach
Tel. +49 (0)7803 9260-116 · info@hpz-schallschutz.de

Vertriebsbüros in Brehna (Deutschland)
und Gunskirchen (Österreich)

Warnanstöße erfolgen digital

Stellwerksgebundene Warnsysteme erhöhen die Sicherheit auf Gleisbaustellen.

UTE ALLDIECK | CLAUS MESSAUER

Begriffe wie Klimaschutz bzw. -neutralität, Mobilitätswende und starke Schiene finden sich aktuell in nahezu jeder Berichterstattung. Klar ist, dass die Anstrengungen zum Klimaschutz deutlich erhöht werden müssen. Und genauso klar ist, dass es dafür einer Mobilitätswende bedarf. Die Mobilitätswende kann nur durch eine deutliche Erhöhung der Attraktivität der Bahn erreicht werden. Nur mit einem attraktiven Schienennetz und großer Zuverlässigkeit wird es gelingen, den Individualverkehr deutlich zu reduzieren.

Um diese Ziele zu erreichen, benötigt es der Reaktivierung bzw. des Neubaus von Strecken, einer kleineren Taktung der Fahrten auf Bestandsstrecken und vor allem einer deutlichen Erhöhung der Pünktlichkeit. Verspätungen dürfen nicht der Regelfall sein, sondern müssen die absolute Ausnahme werden. Mit anderen Worten: Es bedarf einer starken Schiene.

In den vergangenen Jahrzehnten wurde mindestens in Deutschland die Schieneninfrastruktur eher stiefmütterlich behandelt, was zu einem „Renovierungsstau“ und damit zu einer stark eingeschränkten Verfügbarkeit und als Folge zu sinkender Attraktivität führte. Dies wurde erkannt: Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen werden derzeit mit großem Engagement betrieben.

Gleisbaustellen erfordern Warnsysteme

Gleisbaustellen werden vielfach unter „rollendem Rad“ durchgeführt. Dies bedeutet, dass

in der Regel – wenn überhaupt – nur das Arbeitsgleis gesperrt ist und der Verkehr auf dem Nachbargleis häufig mit größerer Dichte (da in beide Richtungen genutzt) rollt.

Mitarbeitende auf Gleisbaustellen müssen vor diesen Fahrten im Nachbargleis gewarnt werden, insbesondere, da sie in die Arbeit vertieft oder aufgrund von zu betrieblendem größerem Arbeitsgerät versehentlich in den Bereich des befahrenen Nachbargleises geraten könnten. Diese Warnung geschieht in der Regel durch automatische Warnsysteme, die über ein akustisches Warnsignal und optische Signalgeber eine anstehende Fahrt anzeigen. Der Warnstoß erfolgt dabei entweder manuell durch einen Sicherungsposten oder automatisch durch Überfahren eines Zugdetektors. Die Warmauslösung muss in einem definierten Abstand vom Anfang des Baustellenbereichs erfolgen. Dieser Abstand errechnet sich aus der notwendigen Reaktions- und Reaktionszeit, die die Mitarbeiter auf der Baustelle benötigen, und der erlaubten Maximalgeschwindigkeit des sich auf der Strecke befindlichen Triebfahrzeugs. Dies erfordert für jede einzelne Baustelle eine spezielle Projektierung der Positionen der Sicherungsposten am Gleis bzw. der Zugdetektoren im Gleis, die im Vieraugenprinzip verifiziert wird. Diese Projektierung wiederum ist die Vorlage für den Monteur des Warnsystems und gibt bei mobiler Warmauslösung den Standort des Sicherungspostens vor. Nach erfolgter Montage des Zugdetektors muss dessen richtige Position von einem sogenannten Abnehmer geprüft und freigegeben werden.

Bei diesem personalaufwendigen Prozess darf auch nicht vergessen werden, dass auch der Monteur der Einschaltstellen mindestens



Abb. 1: Das ZPW-G 2.0

Quelle: Zöllner

kurzzeitig den Gefahrenbereich – also das befahrene Nachbargleis – zur Ausführung seiner Arbeit betreten muss. Auch für diese Arbeit ist entweder eine kurzzeitige Sperrung der Strecke mit dem dazugehörigen Prozess oder eine andersgeartete Sicherung des Mitarbeiters erforderlich.

Risikobetrachtungen geben trotz dieses zusätzlichen Personalaufwandes der technischen Detektion aufgrund der deutlich höheren Sicherheit den Vorzug.

SCWS-S – stellwerksbezogene Warnung

In Österreich wurden in den vergangenen Jahren neue Vorgaben für die Arbeitsstellen-sicherung im Regelwerk 90.05 zusammengefasst. Darin wird u. a. der stellwerksbedingte Warnanstoß (SCWS-S – Signal controlled Warning System – Stopp) beschrieben. Anstelle des Warnanstoßes durch Zugdetektoren erfolgt dieser über Informationen aus dem Stellwerk. SCWS-S modernisiert das in

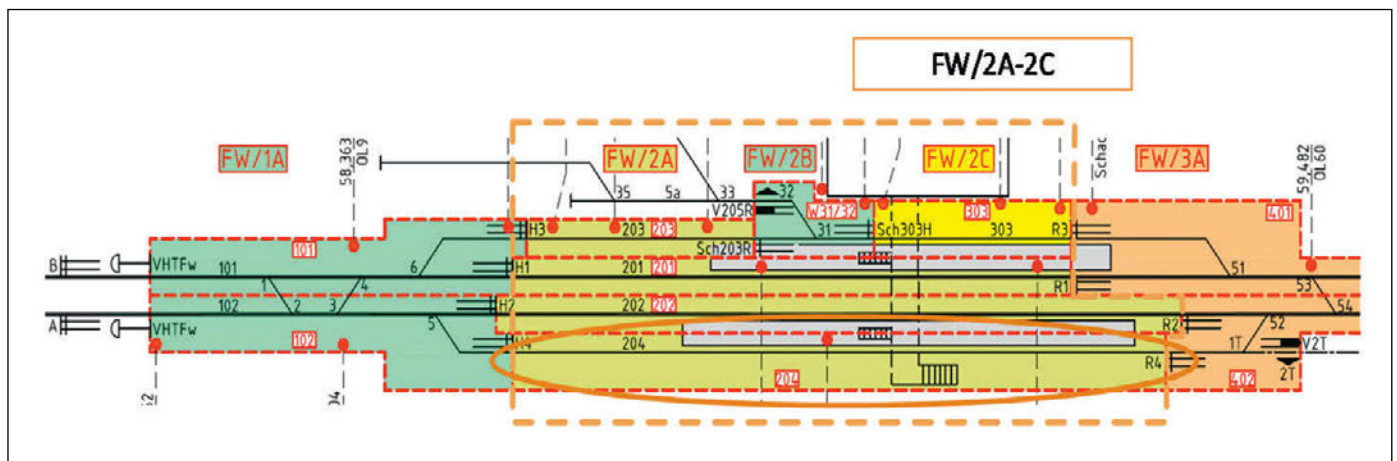


Abb. 2: Warnbereiche (durch rote gestrichelte Linien gekennzeichnet, Bsp. 201), Warnsektoren (farblich gekennzeichnet, Bsp. FW/2A) und Warnzonen (durch orange gestrichelte Linien gekennzeichnet, Bsp. FW/2A-2C)

Quelle: Hitachi

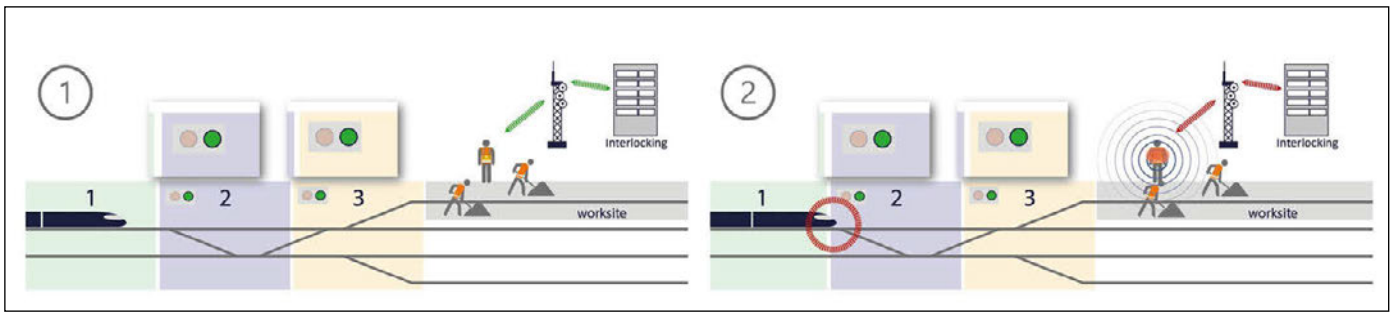


Abb. 3a: Betriebsmodus „Warnen“

Quelle: Zöllner

Österreich bereits bewährte System AWS, das ebenfalls schon Informationen aus dem Stellwerk für den Warnanstoß nutzt. Beim bereits vor ca. 15 Jahren in Österreich eingeführten Sicherungsverfahren AWS generiert die über eine Schnittstelle mit dem Stellwerk verbundene AWS-Innenanlage aus dem Hause Hitachi Rail anhand der Stellwerksinformationen den Warnanstoß [1] und übermittelt diesen via GSM-R an das speziell für diese Anwendung entwickelte Warngerät ZPW-G (Zöllner Personenwarngerät – GSM-R) aus dem Hause Zöllner (Abb. 1). Grundlage für die Generierung des Warnanstoßes ist die Einteilung der Gleisbereiche in Warnbereiche, Warnsektoren und Warnzonen. Der Warnbereich stellt die kleinste Einheit des zu sichernden Gleisbereichs anstelle der zu sichernden Warnbereiche. Mehrere Warnbereiche werden zu Warnsektoren zusammengefasst und ermöglichen dem Bautrupp auf der Gleisbaustelle eine gleichzeitige Anmeldung auf mehreren parallel liegenden Gleisen. Warnzonen fassen im Sinne einer besseren Übersicht auf den Monitoren der Fahrdienstleiter (FdI) betrieblich zusammengehörige Warnbereiche zusammen (vgl. Abb. 2).

Während die ursprüngliche Variante, das ZPW-G 1.0, die Information aus dem Stellwerk ausschließlich als Warnanstoß ver-

wendet, über die integrierte Akustik das Warnsignal ausgibt, mit den Leuchten an die anstehende Fahrt erinnert und bei Bedarf über eine zusätzliche Schnittstelle (ZIU – Zöllner Interface Unit) die Warninformation auf funkbasierte Warngeräte ZPW AT/2 (Zöllner Personenwarngerät Variante Österreich) bzw. kabelbasierte Warnsysteme weiterleitet, verfügt die neueste Variante über eine Reihe weiterer Funktionen.

Beim ZPW-G 1.0 wird die Ortung durch einen integrierten RFID-Reader generiert, der in definiertem Abstand an entlang der Strecke montierten RFID-Tags, die die Positionsinformationen beinhalten, gehalten wird. Die Montage der RFID-Tags ist zum einen sehr aufwendig und fordert zum anderen einen hohen Wartungsaufwand – die Tags sind vielen schädlichen Umwelteinflüssen ausgesetzt, und zudem muss stets sichergestellt sein, dass sie sich genau an dem Ort befinden, dessen Informationen sie gespeichert haben.

Diese RFID-Tags werden im System SCWS/SCWS-S in den allermeisten Fällen (Ausnahme beispielsweise Positionen im Tunnel) durch an das ZPW-G 2.0 via GPS/GNSS übermittelte Standortdaten ersetzt. Nach Einschalten dieses Warngeräts bietet dieser im Display alle der aktuellen Position nahen Warnzonen an.

Neue Generation ZPW-G erfüllt neue Anforderungen

Das ZPW-G erfüllt alle Anforderungen des von den ÖBB lancierten Lastenhefts. So muss seine Inbetriebnahme außerhalb des Gefahrenbereichs mit der Anmeldung an der SCWS-S Innenanlage über einen-SCWS-S Gateway-Rechner erfolgen. Der Bediener muss einen Betriebsmodus („Warnen“ oder „Sichern“) auswählen können und im Anschluss den betreffenden Warnsektor und danach die Warnbereiche, in denen gearbeitet wird.

Die Weiterleitung der Anmeldeinformationen erfolgt erst nach abschließender erfolgreicher Überprüfung an das Stellwerk. In der Betriebsführungszentrale erhält der FdI im Anschluss eine Aufforderung zur Freigabe der entsprechenden Warnzone.

Gemäß Lastenheft muss der GSM-R basierte Warngerät darüber hinaus zudem über weitere Schnittstellen verfügen. Dies sind u.a. ein integriertes 70cm-Funkmodem, über das weitere Funkwarngeräte ohne Einsatz der Bestands-Schnittstelle ZIU angesteuert werden können.

Weiterhin wird gefordert, dass das ZPW-G 2.0 als ERRI-Empfänger (Schnittstelle gemäß European Rail Research Institute) zur Ansteuerung von maschineneigenen Warnsystemen direkt auf der Gleisbaumaschine positioniert verwendet werden kann.

ZÖLLNER
signal system technologies

**SCWS – WARNEN
oder SICHERN
auswählbar!**

Sprechen Sie uns an!
scws@zoellner.de // zoellner.de

InnoTrans
Halle 25 // Stand 565
Schauen Sie vorbei!

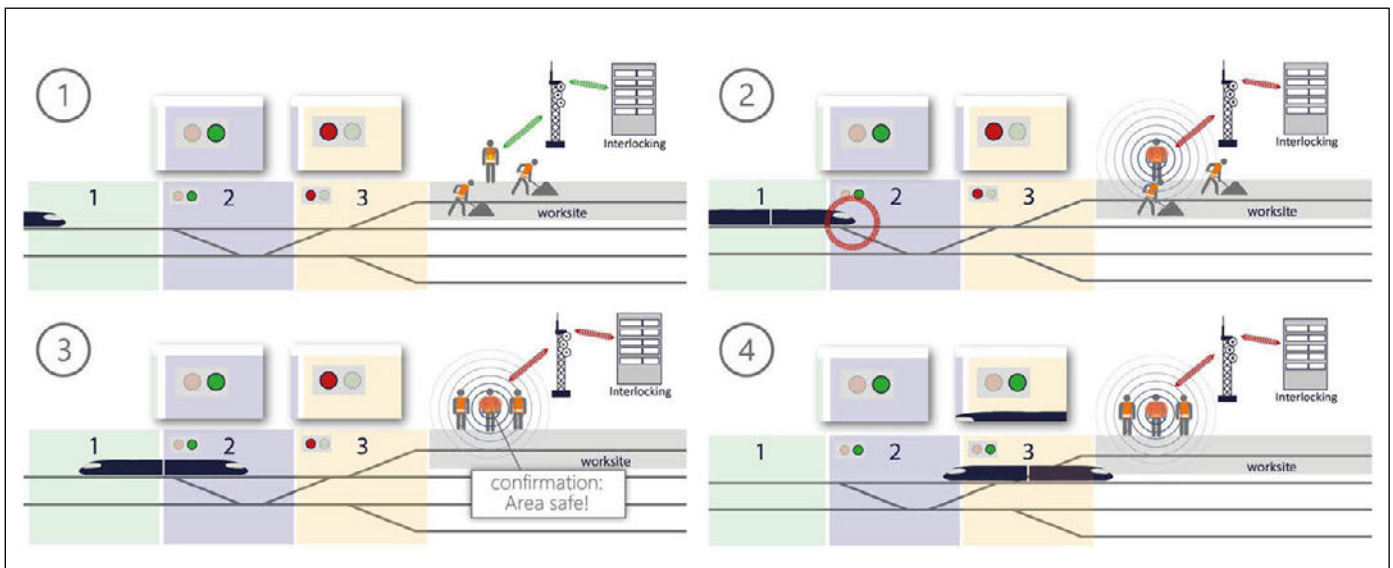


Abb. 3b: Betriebsmodus „Sichern“

Quelle: Zöllner

Ist eine vorzeitige Warnungsrücknahme erforderlich, beispielsweise wenn nur in einem kleinen Bereich am Anfang eines Warnbereichs gearbeitet wird, sodass die Zeit bis zur automatischen Rücknahme der Warnung unverhältnismäßig lang wäre, muss diese ebenfalls direkt über diesen Warngerät realisiert werden können. Dafür verfügt er über zwei Schnittstellen zu Zugdetektoren, die im Gleis im Bereich der Baustelle montiert eine vorzeitige Deaktivierung der Warnung realisieren können.

Betriebsmodi SCWS/SCWS-S

Mit den bereits erwähnten für Österreich geltenden und in 2022 überarbeiteten Anforderungen wird auch ein möglicher Fahrtrückhalt beschrieben, der in das stellwerksgebundene Warnsystem implementiert werden muss.

Um allen baustellenspezifischen Situationen gerecht zu werden, kann der Fahrtrückhalt (Modus „Sichern“) im Menü des Warngeräts ausgewählt werden. Schnelle Instandhaltungsarbeiten, die keinen Fahrtrückhalt benötigen, können weiterhin mit dem Modus „Warnen“ ohne Fahrtrückhalt durchgeführt werden (vgl. Abb. 3 a und b). Somit ist die wichtigste neue Funktion des ZPW-G 2.0 die Auswahlmöglichkeit, ob die Mitarbeiter auf der Gleisbaustelle gewarnt, also auf die anstehende Fahrt aufmerksam gemacht werden sollen, oder ob die Baustelle durch einen Fahrtrückhalt gesichert wird.

Im Modus „Warnen“ werden in definierter Zeit, bevor die Fahrt die Baustelle erreicht (Vorwarnzeit), die Warngeräte (ZPW-G 2.0 sowie vom ZPW-G 2.0 angesteuerte weitere Warngeräte) aktiviert. Es ertönt das akustische Warnsignal, und die optischen Signalgeber weisen durch „Blitzen“ so lange auf die Fahrt hin, bis diese den Baustellenbereich passiert hat. In die Vorwarnzeit eingerechnet ist die Reaktionszeit der Mitarbeiter sowie die Räumzeit, die die Mitarbeiter benötigen, um den Sicherheitsraum aufzusuchen.

Im Modus „Sichern“ erfolgt bei anstehender Fahrt ebenfalls zunächst eine Warnung über das akustische Warnsignal und die Aktivierung der optischen Signalgeber der eingebundenen Warngeräte. Die Fahrt selbst wird dabei aber durch den Fahrtrückhalt so lange verzögert (Signal „Halt“), bis alle Mitarbeiter auf der Baustelle den Sicherheitsraum aufgesucht haben und die Signalfreistellung durch Quittierung am ZPW-G 2.0 erfolgt ist.

Das ZPW-G 2.0 verfügt im Modus „Sichern“ über eine Freigabefunktion, über die der Innenanlage die vollständige Räumung mitgeteilt wird, sodass der Stellwerksrechner dann den Fahrtrückhalt umgehend aufhebt und die Fahrt freigibt. Auch im Modus „Sichern“ erfolgt die Deaktivierung der optischen Signalgeber erst nachdem die Fahrt die Baustelle passiert hat.

Der Modus „Sichern“ mit Fahrtrückhalt wird insbesondere dann ausgewählt, wenn mit schwererem Gerät gearbeitet wird, bei dem das versehentliche Betreten des Gefahrenbereiches möglich ist und eine Räumung des Baustellenbereiches mehr Zeit in Anspruch nehmen könnte.

Fazit

Für die Mobilitätswende bedarf es einer Erhöhung der Attraktivität der Bahn und damit eines Schienennetzes, das auf hohem technischem Stand ist. Um diesen Stand zu erreichen, bedarf es zunächst einer Vielzahl von Maßnahmen zur Instandsetzung und -haltung sowie zur Reaktivierung von Streckenabschnitten. Die Sicherung der Mitarbeiter auf Bahnbaustellen ist unerlässlich und muss maßnahmenbezogen geplant werden.

Stellwerksbezogene Warnanstöße haben zum einen den Vorteil, dass Projektierungen nur einmal erstellt, überprüft und realisiert werden müssen – danach kann sich jeder Bautrupps ohne weitere Vorarbeiten jederzeit an jedem Ort anmelden und seine Arbeiten verrichten. So werden die Personalaufwände bzgl. Projek-

tionierung und Montage von Zugdetektoren auf ein Minimum reduziert, Materialkosten gespart (auf Zugdetektoren kann verzichtet werden) und wird die Sicherheit um ein Vielfaches erhöht, da Projektierungsfehler ausgeschlossen sind und die Montage von Zugdetektoren im Gefahrenbereich nicht notwendig ist.

Zum anderen bietet die Auswahl der Betriebsmodi „Warnen“ oder „Sichern“ baustellenbezogene optimale Lösungen für die Sicherung der Mitarbeiter. Während es bei kleineren Baustellen in der Regel ausreichend ist, vor Fahrten im Nachbargleis zu warnen, können die zusätzlichen Risiken auf komplexeren Baustellen durch den Fahrtrückhalt reduziert werden. Die Fahrten werden erst freigegeben, wenn der Gefahrenbereich geräumt ist und alle Beschäftigten auf der Baustelle den Sicherheitsraum aufgesucht haben. ■

QUELLE

[1] Messauer, M.; Alldieck, U.: „Europas modernstes Bautruppswarnsystem“, SIGNAL+DRAHT 11/2023



Ute Alldieck

Bereichsverantwortung
deutschsprachiger Markt
Zöllner Signal GmbH, Kiel
ute.alldieck@zoellner.de



Claus Messauer

Head of Product Management
Hitachi Rail GTS Austria GmbH,
AT-Wien
claus.messauer
@urbanandmainlines.com

Eurail
press

Archiv

Ohne Umwege

zu Ihren Fachartikeln

Jetzt upgraden und Zugriff auf das **gesamte Eurailpress-Archiv + DER NAHVERKEHR** erhalten!

Abonnenten
erhalten bis zu
**50%
Rabatt**

 44.000 Beiträge

 laufende Aktualisierung

 individuelle Suchoptionen

 Volltextsuche

 Sofort-Download

DER
EISENBahn
INGENIEUR

ETR
ELEKTROTECHNISCHE
ZEITSCHRIFT

EIK
ELEKTROBAU-
UND
ELEKTROTECHNISCHE
KOMPENDIUM

RAIL
GROUP

Rail
BUSINESS

bahn
manager

GÜTERBAHNEN
Zeitschrift für den Güterverkehr

DER NAHVERKEHR
Zeitschrift für den Nahverkehr

Eurail
press

Archiv

www.eurailpress.de/upgrade-archiv

Digitale Brandschutzertüchtigung von Empfangsgebäuden

BIM-Methodik als Grundlage der digitalen Brandschutzplanung bei der DB InfraGO AG Geschäftsbereich Personenbahnhöfe – Einblick in aktuelle Lösungsansätze



Abb. 1: Visualisierung Hauptbahnhof Heidelberg und Vorplatz

Quelle: <https://bauprojekte.deutschebahn.com/p/heidelberg-hbf>

MANDY HEIDEMARIE SCHULZ |
JOSHUA GRZESKOWIAK

Der Geschäftsbereich Personenbahnhöfe der DB InfraGO AG (DB InfraGO) betreibt rund 5400 Personenbahnhöfe mit etwa 700 Empfangsgebäuden und rund 900 000 m² Mietfläche. 80 % der Empfangsgebäude haben die übliche Nutzungsdauer von 60 Jahren bereits überschritten. Es besteht daher der Bedarf, diese ganzheitlich zu erneuern und mit zukunftsfähiger Nutzung zu versehen, um das System Bahn für den Reisenden attraktiv, kapazitätsstark und nachhaltig zu gestalten.

Abriß und Neubau sind aufgrund der überwiegend historischen Bausubstanz nicht nachhaltig oder entsprechen nicht den städtebaulichen Anforderungen der Kommunen und des Denkmalschutzes. Deshalb ist die Sanierung bestehender Empfangsgebäude ein wichtiger Bestandteil der ganzheitlichen zukunftsorien-

tierten Entwicklung bestehender Bahnhöfe. Hierbei spielt der bauliche, anlagentechnische und organisatorische Brandschutz eine maßgebliche Rolle.

Die Empfangsgebäude der DB InfraGO – Bauen im Bestand

Die DB InfraGO ist als Eisenbahninfrastrukturunternehmen gemäß dem Allgemeinen Eisenbahngesetz (AEG) [1] verpflichtet, Infrastruktur sicher zu bauen und zu betreiben. Daher sind auch Maßnahmen gegen die Entstehung eines Brandes und die Ausbreitung von Feuer und Rauch vorzusehen sowie die Rettung von Menschen und Tieren und wirksame Löscharbeiten zu ermöglichen. Um die Einhaltung der vorgenannten Schutzziele ermöglichen zu können, ist die Erstellung eines ganzheitlichen Brandschutzkonzepts (gBSK) für Personenbahnhöfe erforderlich. Konkretisiert werden die Brandschutzanforderungen im Leitfaden des Eisenbahn-Bundesamtes [2], dem Planungs- und Bauregelwerk für Personenbahnhöfe (Ril 813) [3] und dem dazugehörigen Leitfaden

zur Erstellung von Brandschutzkonzepten. Zu berücksichtigen sind ebenfalls landes- oder kommunalspezifische Anforderungen. Ganzheitliche Brandschutzkonzepte in einem Personenbahnhof beziehen bauliche Anlagen, wie Zuwegungen, Unter- und Überführungen, Tunnelstationen, Bahnsteighallen und die Empfangsgebäude, in die Betrachtung ein.

Die Besonderheit von Empfangsgebäuden besteht darin, dass kein einheitliches Gebäudesystem für diese vorliegt. Die Art und Nutzung von Empfangsgebäuden reicht von eingeschossig mit einem Nutzungstyp bis hin zu mehrgeschossig mit mehreren Nutzungstypen.

Nicht selten liegt ein Sonderbautatbestand vor, welcher die Belange des Brandschutzes bestimmt. Hinzu kommt, dass die Empfangsgebäude überwiegend im Bestand vorhanden sind und oftmals dem Denkmalschutz unterliegen. Doch wie wird hiermit umgegangen, und was bedeutet Bestandsschutz?

Bauliche Anlagen, die auf Grundlage einer Baugenehmigung errichtet wurden, unterlie-



Abb. 2: Modellbasierte Kommunikation über Kollaborationsplattform (BIM-Collab)

Quelle: DB InfraGO I.IPM4

gen dem Bestandsschutz. Dies gilt auch für Gebäude, bei denen keine Baugenehmigung vorgelegt werden kann, wenn sie zum Zeitpunkt der Errichtung den gültigen Rechtsvorschriften entsprechen haben. Dieser Umstand ist gerade im Bereich der Gebäude der DB InfraGO des Geschäftsbereichs Personenbahnhöfe von höchster Bedeutung, da der überwiegende Teil an Gebäuden im Bestand vorhanden ist. Unterliegen die Gebäude zusätzlich noch dem Denkmalschutz, ist besondere Sorgfalt gefragt, da geplante Ertüchtigungen zum Herstellen des Brandschutzes oft nur mit der Zustimmung der Denkmalschutzbehörden möglich sind.

All diese Belange müssen in das gBSK einfließen, welches Bestandteil der Planung ist und in dieser Berücksichtigung finden muss. Damit wird sichergestellt, dass sowohl die Schutzziele als auch die Belange des Bestands- bzw. Denkmalschutzes erfüllt sind.

Die BIM-Methodik als Grundlage einer nachhaltigen Brandschutzplanung

2017 wurde die Methodik des Building Information Modeling (BIM) verbindlich für Maßnahmen an Personenbahnhöfen bei der DB InfraGO eingeführt und ist seitdem fester Bestandteil der Planungs- und Bauprojekte. Grundlage einer solchen Planung mittels BIM-Methodik sind Bestandsinformationen, die aus Punktwolken, modelliertem Bestand und Bestandsunterlagen erzeugt werden. Aus diesen Informationen entstehen BIM-Modelle bzw. sog. Grundlagenmodelle, welche die Geometrie des Bauwerks realitätsgetreu abbilden und als Planungsaufsatz dienen. Bestandsinforma-

tionen zu verwendeten Baustoffen und Materialien müssen im Rahmen der Bestandsaufnahme aus vorhandenen Bestandsunterlagen oder Untersuchungen in der Örtlichkeit ermittelt werden, denn diese sind für die Bewertung des baulichen und anlagentechnischen Brandschutzes unentbehrlich.

Im Planungsverlauf werden die Grundlagenmodelle sukzessive mit den nötigen Informationen durch die verschiedenen Fachplaner angereichert und zu sog. Fachmodellen fortgeschrieben. Diese werden anschließend in Koordinationsmodellen zusammengeführt und für BIM-Projektbesprechungen am Modell genutzt, um bspw. Abstimmungen mit dem Sachverständigen (SV) für Brandschutz zum geplanten Nutzungskonzept eines Empfangsgebäudes durchzuführen. Hierdurch werden die unterschiedlichen Anforderungen an den Brandschutz, wie z.B. die Ausbildung von Brandschutzabschnitten, in der frühen Planungsphase erkannt und in enger Zusammenarbeit mit dem SV für Brandschutz umgesetzt. Die Besonderheit bei der Brandschutzplanung besteht jedoch darin, dass i.d.R. ohne ein eigenständiges Fachmodell Brandschutz gearbeitet wird. Trotzdem müssen die Brandschutzanforderungen im weiteren Planungsverlauf sukzessive mit den nötigen Informationen durch den Fachplaner Brandschutz in den BIM-Modellen, vorrangig im Fachmodell Objektplanung, angereichert werden. Für diesen Prozess gibt es aktuell keinen standardisierten Workflow.

In Forschungs- und Pilotprojekten der DB InfraGO des Geschäftsbereichs Personenbahnhöfe wurden unterschiedliche Herangehensweisen

getestet und potenzielle Arbeitsabläufe entwickelt, um die Anwendung der BIM-Methodik im Brandschutz weiterzuentwickeln und bestehende Prozesse digital am BIM-Modell umzusetzen.

Modellbasierter Informationsaustausch der Brandschutzanforderungen im BIM-Modell

Eine wesentliche Schnittstelle, die es neu zu denken gilt, liegt in der Zusammenarbeit zwischen Objektplanern und den SV für Brandschutz. Die Brandschutzkonzepte für Personenbahnhöfe werden bei der DB InfraGO entweder durch interne SV für Brandschutz oder durch externe SV für Brandschutz erstellt. Die Grundlage jeder Brandschutzkonzepterstellung und der damit verbundenen Brandschutzpläne (Grundrisspläne von Gebäuden und Liegenschaften, die alle maßgeblichen Einrichtungen des Brandschutzes und die Fluchtwege darstellen) ist eine detaillierte Bestandserfassung aller brandschutzrelevanten Merkmale.

Hierbei gehen derzeit sowohl die internen als auch die externen SV weitestgehend den konventionellen Weg; sie verzichten auf den modellbasierten Informationsaustausch in der Bestandserfassung und in der Planung. Das bedeutet, die Brandschutzanforderungen werden in herkömmlichen oder aus BIM-Modellen abgeleiteten 2D-Bestandsunterlagen bzw. 2D-Brandschutzplänen eingetragen und zu einem späteren Zeitpunkt durch räumliche Zuordnung wieder manuell in die vorhandenen BIM-Modelle eingetragen. Diese Übertragung erfolgt i.d.R. durch den Objektplaner.

Zugeordnete Bauteilkategorie (IFC-Ebene)	Verantwortlicher	Lieferzeitpunkt	Modellstufen	Attributname	Pset	2D-Ableitung (Symbol, Beschriftung)	Attributart	Format	Einheit	Ausprägung
IfcSpace	SV	LPH4	Gesamtmodell Stufe 1	Brandabschnitt	Pset_Brandschutz	Schraffur, Farbcode, Beschriftung	innen	String	/	z.B.: BA01
IfcSpace, IfcDoor, IfcStair, IfcWindow	SV	LPH4	Gesamtmodell Stufe 1	Rettungsweglänge	Pset_Brandschutz	Bemaßung, Beschriftung	innen	Double	m	z.B.: 35
IfcSpace, IfcDoor, IfcStair, IfcWindow	SV	LPH4	Gesamtmodell Stufe 1	Rettungswegbreite	Pset_Brandschutz	Bemaßung, Beschriftung	innen	Double	m	z.B.: 1,20
IfcSpace, IfcDoor, IfcStair, IfcWindow	SV	LPH4	Gesamtmodell Stufe 1	Flucht_und_Rettungswegbestandteil	Pset_Brandschutz	Schraffur, Farbcode	innen	String	/	z.B.: - notwendiger Treppenraum - notwendiger Flur - Sicherheitstrepfenraum - Vorraum eines
IfcSpace	SV	LPH4	Gesamtmodell Stufe 1	Nutzungseinheit	Pset_Brandschutz	Schraffur, Farbcode	innen	String	/	z.B.: NE 1
IfcSpace	SV	LPH4	Gesamtmodell Stufe 1	Fläche_Nutzungseinheit	Pset_Brandschutz	Beschriftung (Raums/tempe)	innen	Double	m²	z.B.: 400
IfcWall, IfcDoor, IfcWindow	SV	LPH4	Gesamtmodell Stufe 1	Brandschutz_Feuerwiderstandsklasse	Pset_Brandschutz	Beschriftung	innen	String	/	feuerhemmend/ hochfeuerhemmend/ feuerbeständig/ Feuerwiderstandsfähigkeit 120 Min./ Brandwand

Abb. 3: Auszug aus LOIN-Tabelle für Brandschutzanforderungen

Quelle: DB InfraGO AG I.IPM4

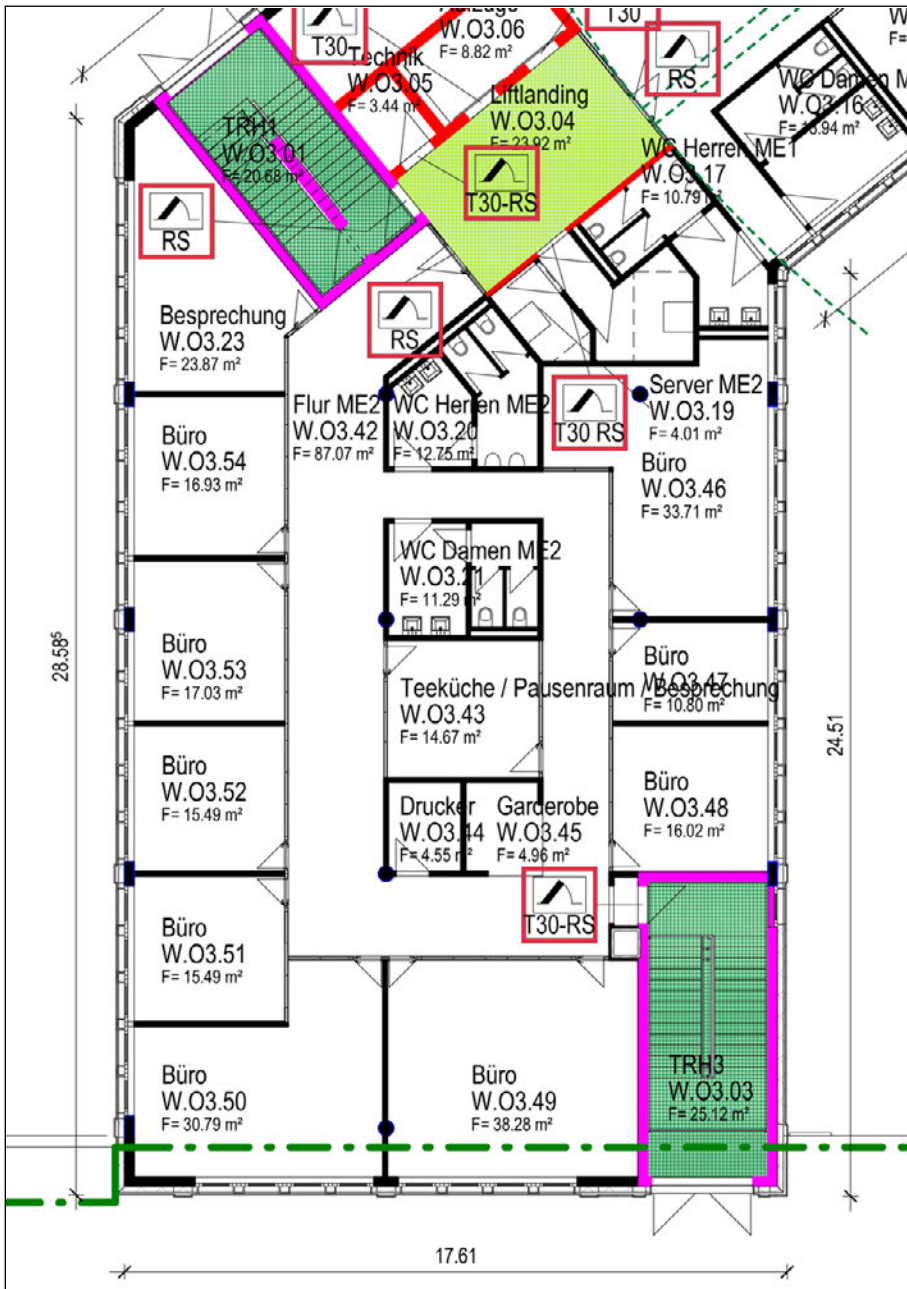


Abb. 4: Beispieldarstellung Brandschutzplan aus BIM-Modell (Hbf Heidelberg)

Quelle: DB InfraGO AG I.ISO 5

Diese Vorgehensweise ist zeitaufwendig und fehleranfällig. Das Potenzial der BIM-Methodik und insbesondere der bereits zahlreich vorhandenen Grundlagenmodelle aus den Planungsprojekten wird damit nicht oder nur teilweise ausgeschöpft. Viel effektiver wäre es, die notwendigen Brandschutzanforderungen direkt in das BIM-Modell einzugeben.

Deshalb startete im Jahr 2023 ein Forschungsprojekt der DB InfraGO Geschäftsbereich Personenbahnhöfe, welches u.a. das Ziel hatte, mögliche Workflows zum modellbasierten Informationsaustausch zu identifizieren und deren Machbarkeit zu analysieren. Eine wichtige Voraussetzung dabei war es, dass Prozesse und Workflows jeglicher Art softwareneutral

und möglichst einfach umgesetzt werden, sodass die Anwendung gegenüber internen und externen Dienstleistern, ohne Eingriff in den jeweiligen IT-Bürostandard, vorgegeben werden können. Darüber hinaus muss gewährleistet sein, dass die Revisionsicherheit und alle daraus resultierenden rechtlichen Belange für den SV gegeben sind.

Im Ergebnis des Projekts wurden drei verschiedene Varianten identifiziert, den modellbasierten Informationsaustausch im BIM-Modell zu ermöglichen. Eine Möglichkeit besteht darin, über eine Kollaborationsplattform modellbasiert zu kommunizieren. Hierbei können die Informationen in Form von intelligenten Ansichtspunkten, sog. BCF (BIM Collaboration Format), am BIM-Modell zwischen Brand-

schutzsachverständigen, Objektplanern und weiteren Projektbeteiligten ausgetauscht und nachverfolgt werden (Variante 1). Wie in Abb. 2 zu sehen ist, kann z.B. eine Tür im BIM-Modell markiert werden und die erforderliche Brandschutzklassifikation „T90“ über eine textliche Anmerkung mittels eines Ansichtspunkts an den Objektplaner zugewiesen werden. Die Übertragung der Informationen in das BIM-Modell durch den Objektplaner erfolgt anschließend nach wie vor manuell, was gleichzeitig auch den größten Nachteil dieser Variante darstellt.

In einer zweiten Variante wurde untersucht, wie die Informationen über mit dem Modell verknüpfte Bauteillisten ausgetauscht werden können. Hierbei erstellt der Brandschutzplaner ebenfalls kein eigenes Fachmodell Brandschutz, sondern nutzt eine vom Objektplaner bereitgestellte Kopie. Durch die Verknüpfung von zuvor durch den Objektplaner generierten Bauteillisten können nun brandschutzrelevante Informationen, wie z.B. die Feuerwiderstandsklassen, an diesen Bauteilen durch den SV ergänzt werden. Dabei hat jedes Bauteil eine einzigartige ID (GUID) und kann somit dem zugehörigen Eintrag in der Bauteilliste eindeutig zugeordnet werden. Eine automatisierte Synchronisation der vom Brandschutzplaner ausgefüllten Bauteilliste mit dem Fachmodell Objektplanung stellt die fehlerfreie Übernahme der Informationen sicher.

Diese Variante bietet den enormen Vorteil, dass insbesondere bei der Zusammenarbeit von internen und externen Projektbeteiligten Schnittstellen klar definiert sind und der Informationsaustausch softwareunabhängig realisiert werden kann. Es ist jedoch unklar, wie damit umgegangen wird, dass es bei zwischenzeitlichen Änderungen des Architekturmodells nicht zum Verlust bereits eingegebener Informationen des Brandschutzsachverständigen kommt. Zudem sind das parallele Hantieren mit BIM-Modellen und Bauteillisten sowie deren häufiger Ex- und Import fehleranfällig.

Die aufgezeigten Varianten ermöglichen auf verschiedene Weise die Integration der Brandschutzinformationen in das BIM-Modell, bergen jedoch auch einen höheren Aufwand für die SV. Einfacher ist es bislang, die Informationen in Brandschutzpläne einzutragen und dem Objektplaner dokumentiert zu übergeben, weshalb dieser klassische Weg weiterhin bevorzugt wird.

Abhilfe könnte hier eine Lösung schaffen, in der alle Projektbeteiligten Zugriff auf den aktuellen Datenstand haben und nur die für sie relevanten Informationen nutzergerecht am BIM-Modell ergänzen oder abrufen können (Variante 3). Die Revisionsicherheit und Aktualität der Daten müssen dabei gewährleistet werden. Gleichzeitig würde die Effizienz gesteigert, da die manuelle Eingabe von Informationen sowie Import und Export aus Autorensoftware durch eine direkte Anbindung entfielen. Ein weiterer Vorteil dieser Variante

wäre, dass nicht nur die Belange des Brandschutzes einfach und effizient in das BIM-Modell übertragen werden können, sondern auch weitere Projektbeteiligte, wie z.B. Feuerwehren oder Denkmalschutzbehörden, hierzu die Möglichkeit hätten. Darüber hinaus wäre auch die Anforderung an die Softwareneutralität gewährleistet.

Brandschutzvisualisierungen als Bestandteil des Brandschutzkonzeptes

Brandschutzpläne sind in Bezug auf die Qualität und den Inhalt eines Brandschutzkonzeptes ein wichtiger Bestandteil eines ganzheitlichen Brandschutzkonzeptes und werden durch den jeweiligen SV erstellt. Doch auch weitere brandschutztechnische Visualisierungen, wie z. B. Flucht- und Rettungswegpläne oder Feuerwehrpläne, können erforderlich sein.

Es ist somit naheliegend, auch für diese Anwendungsfälle BIM-Modelle zu nutzen, da die Geometrie des Gebäudes bereits in einem hohen Detaillierungsgrad durch das BIM-Modell abgebildet wird und Brandschutzvisualisierungen somit formgerecht aus diesem abgeleitet werden können.

Zur Umsetzung dieser Anwendungsfälle ist es, wie auch beim modellbasierten Informationsaustausch, notwendig, zunächst die relevanten Brandschutzmerkmale zu identifizieren. Hierfür wird der sog. LOIN-Ansatz (Level of Information Need, zu dt. Informationsbedarfstiefe) genutzt. Dieser Ansatz analysiert, welche Informationen zu welchem Zeitpunkt und für welchen Anwendungsfall benötigt werden. In Bezug auf die brandschutztechnischen Anforderungen wird bspw. die Feuerwiderstandsklasse mit möglichen Ausprägungen (feuerhemmend, hochfeuerhemmend, feuerbeständig) für entsprechende Bauteile (Wand, Tür, Fenster) definiert (Abb. 3).

Durch intelligente Projektvorlagen, die Nutzung vorgefertigter digitaler Bauteile (BIM-Content) und die Anreicherung von Informationen an Bauteile während des Planungsprozesses können bspw. modellbasierte Flucht- und Rettungsweganalysen durchgeführt und zugehörige Pläne (teil-)automatisiert abgeleitet werden. Letztere lassen sich nicht von konventionell erstellten Plänen unterscheiden, da bereits alle Vorgaben zu Strichstärken, Symbolen und Schraffuren in der Projektvorlage enthalten sind und eine händische Nachbearbeitung entfällt (Abb. 4).

Es können bereits heute ausgewählte Anwendungsfälle in der BIM-Methodik unterstützend in der Brandschutzplanung umgesetzt werden. So lassen sich problemlos Brandschutzpläne, aber auch Flucht- und Rettungswegpläne aus einem BIM-Modell ableiten. Die größere Herausforderung liegt jedoch weniger in der technischen Umsetzung zur Ausgabe und Visualisierung von BIM-Modellen, sondern vielmehr darin, wie die hierfür benötigten Informationen softwareneutral, reversionssicher und verlustfrei zwischen den Projektbeteiligten modellbasiert ausgetauscht

werden können. Somit könnten bspw. bereits während der Bestandsaufnahme mobil am Tablet die relevanten Informationen strukturiert an das BIM-Modell übergeben werden, um Zwischenschritte der späteren Übertragung einzusparen. Die aufgezeigten Lösungsansätze zeigen Wege auf, bedeuten aber teilweise noch einen erhöhten Aufwand in der Bearbeitung. Mit der Entwicklung einer intelligenten Lösung, der dritten vorgestellten Variante zum modellbasierten Informationsaustausch, könnte sich dies jedoch schlagartig ändern.

Die Brandschutzplanung erfolgt nach wie vor sehr individuell. So sind zwar Anforderungen zur Klassifizierung von Bauteilen und Baustoffen inzwischen zumindest europaweit harmonisiert, die objektspezifische Brandschutzplanung erfolgt jedoch auf Ebene der Bundesländer. Standardisierte Workflows innerhalb von Softwarelösungen werden dadurch erschwert.

Ein weiteres Themenfeld, das bei der künftigen Entwicklung der digitalen Brandschutzplanung Berücksichtigung finden muss, ist die Implementierung regelbasierter Modellprüfungen durch Prüfengeure und Genehmigungsbehörden. Denn zurzeit sind für das Baugenehmigungsverfahren die konventionellen Bauvorlagen erforderlich, wodurch eine Parallelität in Projekten vorherrscht und zwangsläufig Mehraufwand verursacht. Diese Fragestellungen gilt es in den nächsten Jahren gemeinschaftlich und mit einem hohen Grad an Innovationsbereitschaft zu lösen. Das textliche Brandschutzkonzept, welches für die objektspezifische Nachweisführung erforderlich ist, lässt sich bei allen Betrachtungen jedoch nicht gänzlich ersetzen. ■

QUELLEN

[1] https://www.gesetze-im-internet.de/aeg_1994/index.html, 22.05.24 13:43 Uhr

[2] https://www.eba.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Infrastruktur/Hochbau/21_LF_brandschutz.pdf?__blob=publicationFile&v=3
22.05.24 13:45 Uhr

[3] <https://infoplattform-personenbahnhoeft.deutschebahn.com/pbhf/Planungs-und-Bauregelwerk-10818616> 22.05.24 13:44 Uhr



Dipl.-Ing. Mandy Heidemarie Schulz

Sachverständige Brandschutz
I.PM 6 Grundsätze Bautechnik
DB InfraGO AG, Berlin
mandy-heidemarie.schulz@deutschebahn.com



Joshua Grzeskowiak, M.Sc.

BIM-Referent
I.PM4 Digitalisierung
und Standardisierung
DB InfraGO AG, Berlin
joshua.grzeskowiak@deutschebahn.com



Besuchen Sie uns auf der InnoTrans! 24. - 17. September 2024 City Cube A · Stand 610



Brandschutz in Schienenfahrzeugen? Sicher. Mit TÜV NORD.

Entdecken Sie unsere umfassenden Dienstleistungen für Zertifizierung und Prüfung von Infrastruktur, Fahrzeugen und Signaltechnik!

tuev-nord.de/bahn

TÜV®

TÜVNORDGROUP

Brandsimulation und Brandversuche in der Bahnindustrie

Bei der Nachweisführung im Brandschutz von Schienenfahrzeugen bilden Simulationstechniken eine unverzichtbare Ergänzung zu herkömmlichen Ingenieursmethoden.

GERHARD MURTINGER

Brandschutz ist ein wichtiges Thema im Entwicklungsprozess eines Schienenfahrzeuges (Sfz). Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Brandverhütung, Verhinderung der Brandausbreitung und Erarbeitung von Rettungskonzepten für einen Brandfall. Neben den in der Normenreihe für Brandschutz in Schienenfahrzeugen (EN 45545) vorgeschriebenen Brandprüfungen gewinnen in jüngster Zeit auch Simulationstechniken bei der Untersuchung möglicher Brandszenarien immer mehr an Bedeutung. Dies wirft die Frage nach der Zuverlässigkeit solcher Methoden auf. In einem breit angelegten Forschungsvorhaben bei Siemens Mobility (SMO) wurden zunächst die theoretischen Grundlagen der Simulationstechniken eingehend untersucht und diese dann in zahlreichen Brandversuchen, sowohl mit einzelnen Komponenten als auch in einer Serie von Großbrandversuchen, überprüft.

Einleitung

Waren Ingenieursmethoden und Simulationstechniken im Brandschutz in der Vergangenheit von empirischen und halbanalytischen Ansätzen geprägt (Zonenmodelle), so sind moderne Simulationstechniken im Bereich anspruchsvoller numerischer Verfahren an-

gesiedelt, wie sie auf anderen Gebieten der Ingenieurwissenschaften schon länger Anwendung finden (Finite Elemente). Brandsimulation ist heute ein Spezialgebiet der Computational Fluid Dynamics (CFD). Das bedeutet, abgesehen von der thermischen Zersetzung der Materialien wird die Strömung der heißen Gase, die von einer Brandquelle ausgehen, simuliert. Dabei kommt der Wärmeübertragung eine zentrale Bedeutung zu.

Simulationstechniken kommen im Brandschutz für Sfz bei einer Vielzahl von Themen zum Einsatz, manche resultieren aus normativen Anforderungen, manche aus individuellen Kundenforderungen. Von den zahlreichen Fragestellungen aus Kundenprojekten von SMO, bei denen Brandsimulation eine Rolle spielt, seien drei beispielhaft herausgegriffen:

1. Fahrfähigkeit nach EN 50553: Bei vorgegebenem Zündinitial (z. B. EN 45545 [2], Zündmodell 5) sind die Temperaturverläufe in für die Fahrfähigkeit kritischen Bauteilen zu untersuchen.
2. Bemessungsbrand Gesamtfahrzeug: Bei vorgegebenem Zündinitial ist die Ausbreitung eines Brandes im Fahrgastinnenraum zu untersuchen.
3. Rauchausbreitung: Bei vorgegebenem Zündinitial sind die Gaskonzentrationen von O_2 , CO_2 und CO im Fahrgastinnenraum zu untersuchen.

Für die Fragestellung „Bemessungsbrand Gesamtfahrzeug“ ist die Modellierung des

Brandverhaltens der Materialien im Fahrgastinnenraum von entscheidender Bedeutung. Für dieses Thema existiert zwar keine normative Regelung, aber es gibt immer wieder individuelle Kundenforderungen, die sich in zwei Gruppen einteilen lassen:

- Lokale Brände: Der Kunde fordert, unter Vorgabe eines konkreten Zündinitials, jedweder Brand lokal beschränkt bleibt, d. h. der Brand darf sich nicht ausbreiten. Darüber hinaus gibt es eine Grenze für die Gesamtwärmefreisetzungsrate HRR (Heat Release Rate) des Brandes, die nicht überschritten werden darf. Typischerweise wird HRR_{max} im Bereich 250–350 kW gefordert.

- Vollbrände: Der Kunde fordert ohne Angabe eines Zündinitials eine Grenze für die Gesamtwärmefreisetzungsrate eines wie auch immer gearteten Brandes, und es gilt typischerweise HRR_{max} im Bereich 10–20 MW.

Insbesondere bei Turnkey Metroprojekten, wo die (teilweise unterirdische) Strecke erst noch gebaut werden muss, ist die Frage nach dem Verhalten des Fahrzeuges (Fz) im Vollbrand von großer Wichtigkeit für die brandschutztechnische Auslegung (Rauchabzugsanlagen) und die Gewährleistung der statischen Integrität der Infrastruktur (Bahnhöfe, Stationen, Tunnels).

Während für Vollbrandszenarien analytische Schätzverfahren existieren (Methode nach Gary Duggan [3]) und manche Kunden ausdrücklich die Anwendung eines solchen



Abb. 1: Großbrandversuche mit einem Metrofahrzeug

Quelle aller Abb.: SMO

Verfahrens verlangen, kann der Nachweis der Kundenforderung im Falle eines lokalen Brandes nur mit Simulationsmethoden geführt werden. Simulationsmethoden sind im Brandschutzwesen mittlerweile fest etabliert und bilden eine unverzichtbare Ergänzung zu analytischen Ingenieurmethoden.

In einem mehrjährigen Forschungsprojekt wurde bei SMO der Frage der Zuverlässigkeit dieser Methoden nachgegangen. Zu diesem Zweck wurden ausgewählte Brandversuche mit Komponenten des Schienenfahrzeugbaus (Fahrgaststühle etc.) durchgeführt und parallel simuliert, anschließend wurden die Testdaten mit den Ergebnissen der Simulationen verglichen. Vorläufiger Höhepunkt dieses Projektes war eine Serie von Großbrandversuchen mit einem teilausgebauten Metrofahrzeug.

Grundzüge der Brandsimulation und Pyrolysemodellierung

Jede Brandsimulation ist eine spezielle CFD-Simulation, also eine Strömungssimulation. D.h., auf einem benutzerdefinierten Raumgitter werden die bekannten Transportgleichungen der Strömung, die sogenannten Navier-Stokes-Gleichungen numerisch gelöst. Eine Brandsimulation ist eine CFD-Simulation mit maximaler Komplexität, sie ist immer transient, kompressibel, turbulent und mit Wärmeübertragung, wobei nicht nur konvektive Wärmeübertragung und Wärmeleitung, sondern auch Wärmestrahlung, insbesondere Gasstrahlung zu berücksichtigen sind [4].

Für die Simulation der Verbrennung wird ein einfacher phänomenologischer Ansatz gewählt, der unter der Annahme von unendlich schneller Chemie unter dem Schlagwort „gemischt ist verbrannt“ bekannt ist. Bei diesem Ansatz wird nur der turbulente Mischvorgang von Brenngas mit dem Sauerstoff der Luft unter Freisetzung von Wärme simuliert. Bei Simulationen im Brandschutz ist ein weiterer physikalischer Vorgang zu berücksichtigen: Bei der Ausbreitung eines Brandes entsteht das Brenngas durch „Ausgasen“ der Oberflächen brennbarer Materialien infolge thermischer

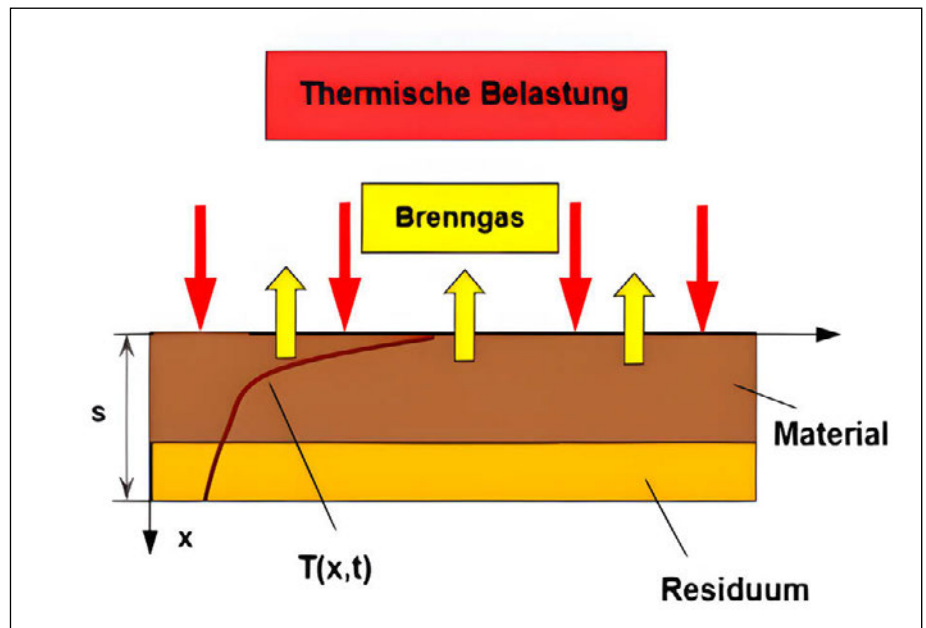


Abb. 2: Pyrolysemodell schematisch

Einwirkung. Dieser Vorgang des Ausgasens, eine Art Vorstufe zur eigentlichen Verbrennung, wird als Pyrolyse bezeichnet und ist entsprechend zu modellieren.

Der Grundgedanke der Pyrolysemodellierung ist, eine temperaturabhängige Materialumwandlung zu beschreiben, die mit der Abnahme der Dichte des Ausgangsmaterials und einer Zunahme der Dichte eines Residuums einhergeht. Durch Integration der Dichterate des Ausgangsmaterials über die Dicke des Festkörpers wird der Massenstrom an Brenngas, der von der Oberfläche des Festkörpers freigesetzt wird, ermittelt [5] (Abb. 2).

Der Nachteil dieser komplexen Pyrolysemodellierung ist, dass sie eine Vielzahl von Parametern beinhaltet, die schwer zu bestimmen ist. Deshalb hat sich im heutigen Brandingenieurwesen ein empirisches Verfahren etabliert, das den Pyrolyseprozess stark vereinfacht und als simple Pyrolyse bekannt ist [6].

Man bedient sich dazu des genormten Kleinbrandversuches entsprechend ISO 5660, kurz Cone-Versuch [7]. Dieser Versuch ist in theoretischer und praktischer Hinsicht einer der wichtigsten Versuche des Brandingenieurwesens. Beim Cone-Versuch wird ein Prüfmuster mit Abmessungen 10 cm x 10 cm von einem kegelförmigen Strahler (Cone) erhitzt. Es kommt zur Ausgasung an der Oberfläche der Probe. Die Gase werden durch einen Funken gezündet, und die beim Brand entstehenden Rauchgase werden abgesaugt. Basierend auf dem Sauerstoffgehalt in den Rauchgasen wird die sogenannte Wärmefreisetzungsrate des Brandes pro Fläche (Heat Release Rate per Unit Area, HRRPUA) in kW/m^2 ermittelt. Es sind beliebige Bestrahlungsintensitäten möglich. Normativ vorgeschrieben für die meisten Materialien ist die Strahlungsintensität $q = 50 \text{ kW/m}^2$ (EN 45545). Diese ist auch in der Pyrolysemodellierung üblich.

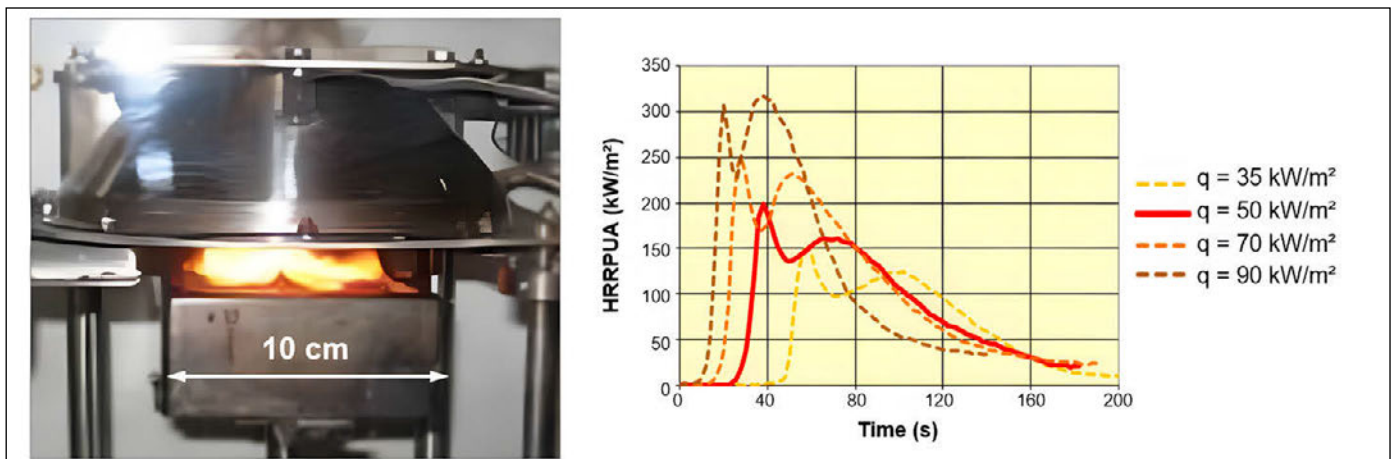


Abb. 3: Cone-Versuch ISO 5660

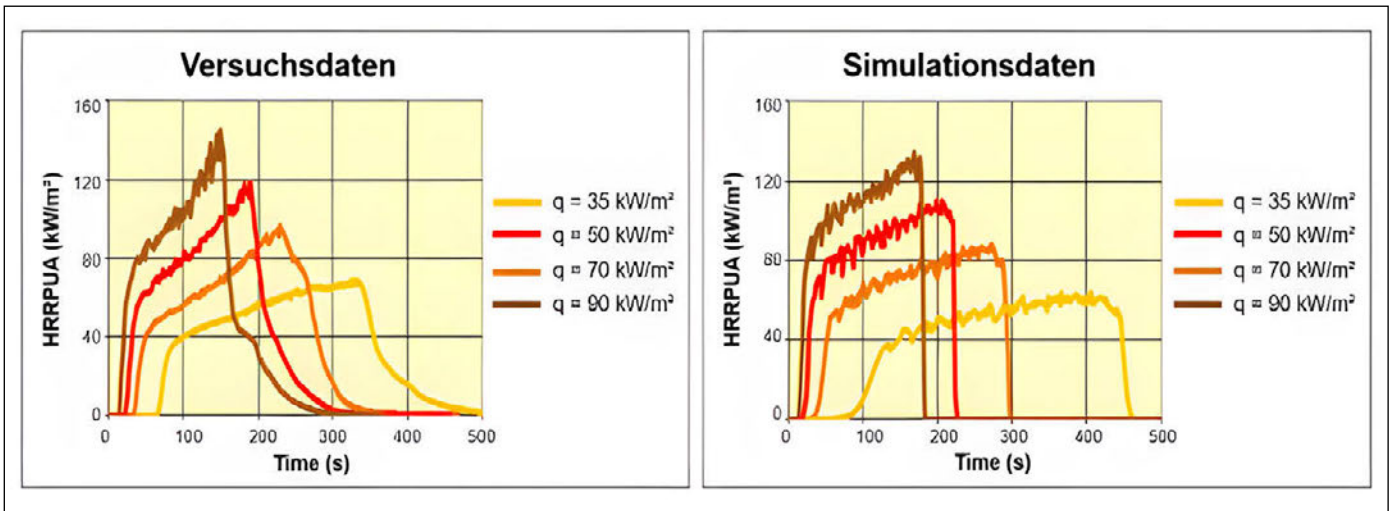


Abb. 4: Cone-Versuche für ein einfaches Kunststoffmaterial

Material	Bemerkung	Bauteil	Zündinitialie
GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff, 3 mm	Seitenwandverkleidung	Gasbrenner
Verbund	1 mm HPL + 10 mm Holz + 1 mm HPL	Fahrgastsitz (Holzsitz)	Holzkrippe
			Brandwanne
Verbund	4 mm Stoff + 25 mm Schaum + 7 mm Holz (Holz beidseitig mit feuerfestem Anstrich)	Sitzbank vertikal	Gasbrenner
		Fahrgastsitz (Polstersitz)	Holzkrippe
			Brandwanne

Tab. 1: In Brandversuchen untersuchte Materialien und verwendete Zündinitialie

Abb. 3 zeigt einen Cone-Versuch für ein bestimmtes Kunststoffmaterial und die gemessenen Wärmefreisetzungsraten für verschiedene Bestrahlungsintensitäten. Die jeweilige Wärmefreisetzungsrate hängt in aller Regel von der Bestrahlungsintensität ab.

In der simplen Pyrolyse wird der gesuchte Massenstrom an Brenngas nicht wie bei der komplexen Pyrolyse mithilfe eines Modelles berechnet, sondern vom Benutzer vorgegeben. Der Massenstrom wird gleich der bei $q = 50 \text{ kW/m}^2$ gemessenen Wärmefreiset-

zungsrates dividiert durch den Heizwert des Brenngases gesetzt. Der Massenstrom wird freigesetzt, wenn an der Oberfläche des Festkörpers die Zündtemperatur des jeweiligen Materials erreicht wird. Es liegt auf der Hand, dass die simple Pyrolyse die Abhängigkeit



Abb. 5: Brandversuch mit Polstersitz. Versuchsaufbau und Brand nach 600 s

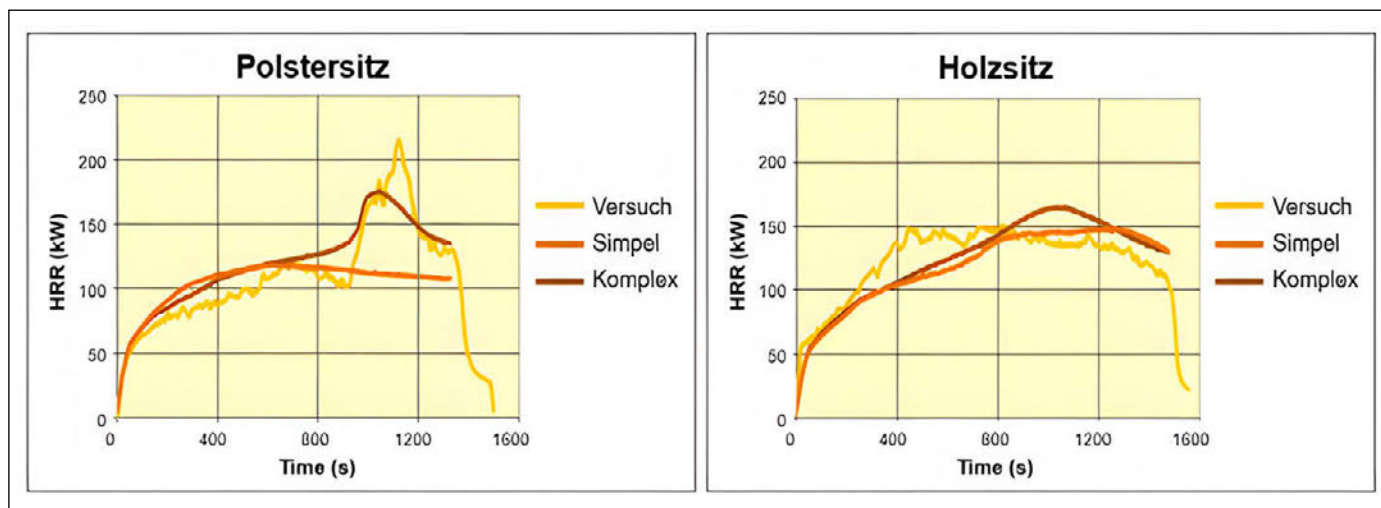


Abb. 6: Sitzbrandversuche mit Brandwanne. Versuchsdaten und Simulation

der Wärmefreisetzungsrate von der Bestrahlungsintensität nicht wiedergeben kann, deshalb muss dieses Verfahren mit Bedacht verwendet werden. Nichtsdestotrotz ist die Simple Pyrolyse sehr etabliert und hat sich auch bei SMO bewährt, soll aber für zukünftige Simulationen nicht mehr zum Einsatz kommen.

Die komplexe Pyrolyse hingegen gibt die Abhängigkeit der Wärmefreisetzungsrate von der Bestrahlungsintensität korrekt wieder. Abb. 4 zeigt Versuchs- und Simulationsdaten von Cone-Versuchen mit einem sehr einfachen Kunststoffmaterial. Das Pyrolysemodell dieses Materials enthält nur sechs Parameter, die auf einfache Weise manuell bestimmt werden können. Die meisten im Schienenfahrzeugbau gängigen, komplexen Verbundmaterialien benötigen jedoch eine Vielzahl von Pyrolyseparametern, die mithilfe von Optimierungsläufen ermittelt werden müssen.

Brandversuche und Validierung der Simulationen

Ziel der Forschungsarbeiten bei SMO war es unter anderem, komplexe Pyrolysemodelle für ausgewählte Materialien des Schienenfahrzeugbaus zu erarbeiten, diese mit den entsprechenden simplen Modellen zu vergleichen und die Simulationen anhand von Realbrandversuchen zu überprüfen.

Die Brandversuche wurden zu einem Großteil in einem nach DIN EN 13823 [8] genormten Prüfraum durchgeführt. Dieser Prüfraum besteht aus einem gemauerten Raum mit den

Abmessungen 3 m x 3 m x 2,4 m und einer Abzugshaube, mit der die Rauchgase abgesaugt werden. Analog zum Cone-Versuch wird die Wärmefreisetzungsrate des Brandes mit der Sauerstoff-Verbrauchs-Methode gemessen. Es wurden zahlreiche Brandversuche mit unterschiedlichen Materialien und Bauteilen und mit unterschiedlichen Zündinitialen durchgeführt und simuliert. Die Simulationen wurden mit der im Brandschutzwesen verbreiteten open source Software FDS (Fire Dynamics Simulator) durchgeführt [1].

Tab. 1 zeigt eine Liste ausgewählter Brandversuche mit den in den Versuchen verwendeten Materialien und Bauteilen sowie der verschiedenen Zündinitialen.

Die Gestalt der Holzkruppe wurde in einer separaten Serie von Brandversuchen dahingehend optimiert, dass sie mit einer Wärmefreisetzungsrate brennt, die in guter Näherung einem mittleren Gepäckstück entspricht. Die Brandwannen wurden mit Isopropanol gefüllt, wobei Brandwannen unterschiedlicher Größe verwendet wurden.

Zwei Brandversuche sollen näher vorgestellt werden:

Abb. 5 zeigt den Versuchsaufbau sowie den Brand nach zehn Minuten für einen Brandversuch mit einem Polstersitz. Der Sitz ist auf einem Träger befestigt, der wiederum an einem Hilfsrahmen angeschraubt ist, um die reale Einbausituation im Wagenkasten möglichst gut nachzubilden. Zündinitial ist eine Brandwanne mit einem Durchmesser von 35 cm, die mit 5 l Isopropanol gefüllt und direkt un-

ter dem Sitz platziert wird. Diese Brandwanne brennt mit einer Wärmefreisetzungsrate von rund 100 kW.

Mit derselben Versuchsanordnung wurde auch ein Brandversuch mit dem Holzstuhl durchgeführt. Abb. 6 zeigt die gemessenen sowie die simulierten Wärmefreisetzungsrate jeweils mit simpler und mit komplexer Pyrolyse für die beiden Sitzbrandversuche. Beim Versuch mit dem Polstersitz brennt bis etwa 500 s fast nur die Brandwanne allein. Das liegt daran, dass die Holzplatte auf der Unterseite der Sitzfläche und der Rückseite der Sitzlehne mit einem feuerfesten Anstrich versehen ist. Erst nach 900 s beginnt der Stoff auf der Oberseite der Sitzfläche und der Vorderseite der Sitzlehne zu brennen. Dieses Verhalten wird von der komplexen Pyrolyse gut wiedergegeben. Bei der simplen Pyrolyse hingegen brennt der Stoff gar nicht, weil die Zündtemperatur nicht erreicht wird.

Beim Versuch mit dem Holzstuhl zündet die Ober- und Vorderseite des Sitzes bei der simplen Pyrolyse ebenfalls nicht, aber das fällt kaum ins Gewicht, weil der Brand im Wesentlichen von der Unter- und Rückseite des Sitzes dominiert wird. Die Ergebnisse von simpler und komplexer Pyrolyse sind dann nahezu identisch.

Bisheriger Höhepunkt der Brandversuche war eine Serie von Großbrandversuchen mit einem teilausgebauten Metrofahrzeug, die im Herbst 2021 bei MPA Dresden durchgeführt wurde. Bei diesen Versuchen wurden drei Ziele verfolgt:

Szenario	Zündinitial	HRR _{max}	Decke	Ventilation	Türen
1	Holzkruppe	140 kW	Aluminiumpaneele	Abzug	Geschlossen
2	Brandwanne klein	500 kW	Aluminiumpaneele	Abzug	Geschlossen
3	Holzkruppe	140 kW	GFK-Paneele	Zufuhr	Geschlossen
4	Brandwanne groß	1000 kW	GFK-Paneele	Zufuhr	Offen

Tab. 2: Szenarien für die Großbrandversuche

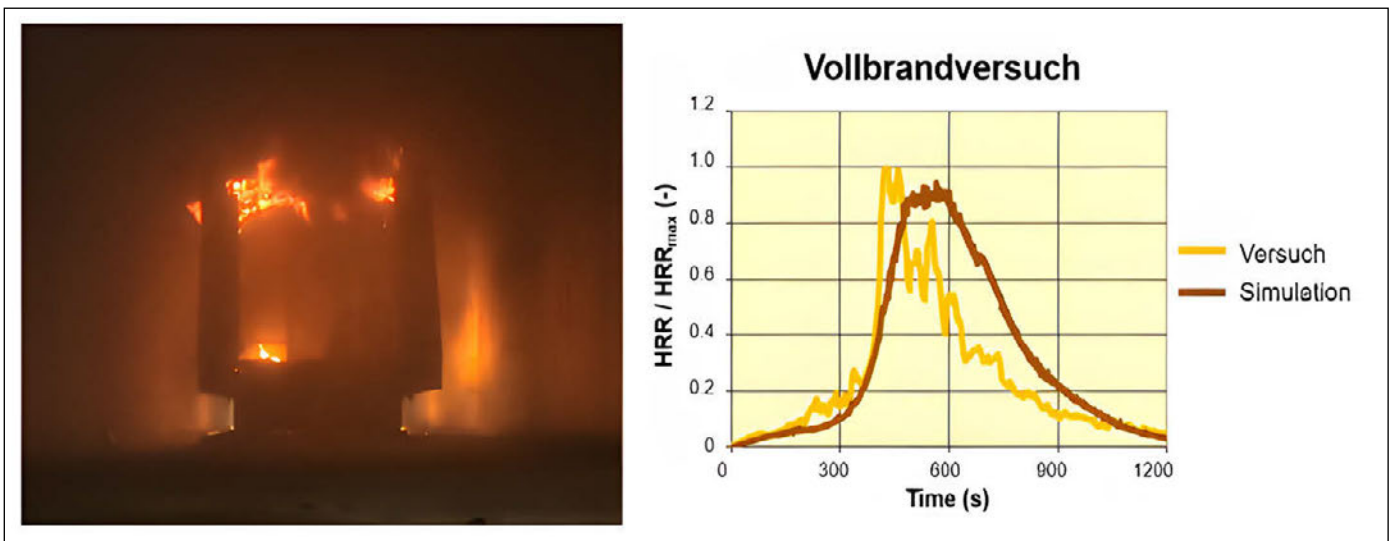


Abb. 7: Vollbrandversuch. Wagen nach 900 s, Versuchsdaten und Simulation

- Die Validierung der Simulationen.
- Das Verhalten eines Metrofahrzeuges bei einem (in Normen und Fachliteratur definierten) Gepäckbrand.
- Die Untersuchung eines Vollbrandszenarios eines Metrofahrzeuges.

Es wurden insgesamt vier Versuche mit unterschiedlichen Zündinitialen durchgeführt (Tab. 2).

Dabei bedeutet HRR_{max} die maximale Heat Release Rate (Wärmefreisetzungsrate) des jeweiligen Zündinitials. Die Holzkrippe repräsentiert den Gepäckbrand, die Brandwannen Brandstiftung. Bei den Szenarien 1 und 2 war die Decke mit Aluminiumpaneelen verkleidet, wie bei modernen Metrofahrzeugen üblich, bei Szenarien 3 und 4 mit GFK-Paneelen, um eine relevante Brandlast in der Decke zu erreichen.

Das Fz wurde für die Versuche in einen Tunnel mit den Abmessungen 40 m x 5 m x 5 m gestellt (Abb. 1). Bei Szenarien 1 und 2 wurde im Fz durch Schottwände ein Abteil abgetrennt, mithilfe eines Ventilators die Rauchgase abgesaugt und der Sauerstoffverbrauch bestimmt. Für Szenario 4 wurde ein Vollbrand erwartet, daher wurden bei diesem Szenario die Türen offen gelassen, damit die Rauchgase aus dem Fz in den Tunnel entweichen können. Durch einen vor dem Tunnel platzierten Ventilator (Abb. 1) wurden die Rauchgase durch den gesamten Tunnel geblasen und – am Ende des Tunnels – die Sauerstoffkonzentration gemessen. Aus dem Sauerstoffverbrauch wurde analog zu den Kleinbrandversuchen die Wärmefreisetzungsrate der Brände ermittelt.

Abb. 7 zeigt die Ergebnisse des Vollbrandversuchs.

Der Brand breitete sich über das gesamte Fz aus, sämtliche Fenster gingen zu Bruch, die allermeisten Sitze und die GFK-Paneele in der Decke verbrannten vollständig. Es konnte eine sehr gute Übereinstimmung zwischen

Versuchsdaten und Simulation erzielt werden, wobei für manche Materialien simple, für andere komplexe Pyrolysemodelle verwendet wurden. Abb. 7 zeigt die mit HRR_{max} des Versuches normierte Wärmefreisetzungsrate.

Zu den oben formulierten Zielen kann Folgendes festgehalten werden:

1. Validierung der Simulationen

Das Ziel konnte vorab nur teilweise erreicht werden. Für die Szenarien 2 und 4 konnte eine sehr gute Übereinstimmung zwischen Versuchsdaten und Simulation erzielt werden, wobei die Übereinstimmung für das Vollbrandszenario in dieser Form überraschend war. Für die Szenarien 1 und 3 nicht. Der Grund war, dass sich bei diesen Szenarien einige Sitzlehnen aus der Verankerung lösten und dem Feuer entzogen, ein Phänomen, das in der Simulation nicht erfasst werden kann. Dadurch wurde die Wärmefreisetzungsrate dieser Szenarien in der Simulation deutlich überschätzt. Die Tatsache, dass ein derartiger Brandverlauf in der Simulation kaum abgebildet werden kann, zeigt eine der großen Herausforderungen bei der Weiterentwicklung der Brandsimulation auf.

2. Ein Metrofahrzeug bei einem Gepäckbrand

Das entspricht den Szenarien 1 und 3. In beiden Fällen – auch bei brennbarer Decke (Szenario 3, GFK) – war der Brand lokal begrenzt, es kam nicht zur Brandausbreitung im Innenraum des Fz, und der Maximalwert der Wärmefreisetzungsrate betrug rund 400 kW.

3. Vollbrandszenario

Erst durch ein extrem starkes Zündinitial von 1000 kW, einer brennbaren Decke (GFK) und unter externer Sauerstoffzufuhr war es möglich, das Fz in den Vollbrand zu bringen. Solch ein Szenario ist im normalen Passagierbetrieb auszuschließen. Es bestätigt die von Brand-

schutzexperten getroffene Aussage, dass moderne, nach der derzeit gültigen Brandschutznorm ausgelegte Fz nicht in den Vollbrand übergehen.

Fazit

Aus den bisherigen Untersuchungen lässt sich folgende, vorläufige Schlussfolgerung ziehen: Mit den gegenwärtigen Simulationstechniken ist es möglich, viele Brandszenarien mit ausreichender Genauigkeit zu simulieren, es gibt aber auch Einschränkungen. Daher müssen Simulationstechniken beim Brandschutznachweis für Sffz mit Bedacht eingesetzt werden. ■

QUELLEN

- [1] FDS. Fire Dynamics Simulator. National Institute of Standards and Technology, <https://pages.nist.gov/fds-smv/>. Accessed 1 June 2020
- [2] EN 45545 Railway applications – Fire protection on railway vehicles, parts 1 – 7, 2013
- [3] Duggan, G. J.: Usage of ISO 5660 Data in UK Railway Standards and Fire Safety cases. Fire Hazards, Testing, Material and Products, In: Proceedings of a One Day Conference 13 March 1997, Rapra Technology Ltd., Shawbury, Shropshire, UK
- [4] Poinot, T.; Veynante, D.: Theoretical and Numerical Combustion, Second Edition, R. T. Edwards, Inc., Philadelphia, 2005
- [5] Stoliarov S. I.; Crowley S.; Lyon R. E.; Linteris G. T.: Prediction of the Burning Rates of Non-Charring Polymers, Combustion and Flame, vol. 156, 2009, pp. 1068-1083
- [6] Chiam, B. H.: Numerical Simulation of a Metro Train Fire, Fire Engineering Research Report 05/1 June 2005
- [7] ISO 5660-1: Reaction-to-fire tests – Heat release, smoke production and mass loss rate. Part 1: Heat release rate (cone calorimeter method), ISO 2002
- [8] DIN EN 13823: Reaction to fire tests for building products, 2002



Dr. Gerhard Murtinger

Fachexperte für Brandsimulation
Siemens Mobility Austria GmbH,
AT-Wien
gerhard.murtinger@siemens.com

Brandursachenermittlungen – Möglichkeiten des Wissenstransfers

Wege des Informationserhalts und der Zugriffsmöglichkeiten von Brandursachen zur künftigen Vorbeugung aus Halter- bzw. ECM-Sicht



Abb. 1: Ausschließlicher, jedoch enormer Sachschaden infolge eines Fahrzeugbrandes mit technischer Ursache

Quelle aller Abb.: A. Böttger

ANDREAS BÖTTGER

Brände in Schienenfahrzeugen bergen grundsätzlich Risiken für Fahrgäste und das Zugpersonal, aber stets auch für den Sachwert des betroffenen Fahrzeuges. Während die Risiken hinsichtlich der Schutzzielgefährdungen bei der Personensicherheit durch spezifizierte Regelwerksvorgaben beträchtlich gemindert werden konnten, sind die Sachschadensfolgen und -kosten für Fahrzeughalter und Verkehrsdienstleister beträchtlich (Abb. 1). Abhängig vom Schadensumfang werden Sanierungsaufwände erforderlich, und es entstehen beachtliche Ausfallzeiten der betroffenen Schienenfahrzeuge.

Beschreibung des Prozessablaufes einer Brandschadensbearbeitung

Brände in und an Schienenfahrzeugen haben nicht nur für das betroffene Fahrzeug unmittelbare und signifikante Folgen, sondern auch für die betroffene Infrastruktur und damit für den allgemeinen Eisenbahnbetrieb. Je nach Schadensgröße ist dies mindestens mit einer zeitweiligen Streckensperrung zwecks Abstellung des Schadensereignisses und dem anschließenden Abtransport des

betroffenen Fahrzeuges verbunden. Dieser Abtransport bedingt entsprechende Sicherungsmaßnahmen, um weiteren Gefährdungen durch Abfallen von Teilen etc. vorzubeugen. Solche Sicherungsmaßnahmen am Fahrzeug können Veränderungen an den Spurenbildern bewirken und sind deshalb möglichst gering zu halten. Mit dem Wissen der Bedeutung einer zeitnahen Spurensicherung erfolgt idealerweise die kurzfristige Beauftragung einschlägiger Brandursachenermittler zur Klärung erster Schritte. Dem vorangegangen ist die verpflichtende Erstmeldung des Brandereignisses an die Untersuchungsbehörde [1]. In Abhängigkeit vom Grad des Brandereignisses und den tatsächlichen oder möglichen Auswirkungen auf Fahrgäste und / oder Personal wird dabei bereits frühzeitig festgelegt, ob bei der Brandschadensbearbeitung anerkannte Sachverständige für Brandschadensuntersuchungen [2] einbezogen werden.

Um diese Erstbegehung anschließend effizient und zielgerichtet durchzuführen, sind folgende Schritte erforderlich:

- Bestimmung der beteiligten Organisationen und Personen
- Beachtung behördlicher Auflagen für die Erstbegehung, z.B. bei einer Sicherstellung des Fahrzeuges durch die Bundespolizei

- Abstimmungen bzgl. Zeitraum und Abstellort des Schadensfahrzeuges hinsichtlich dessen Zugänglichkeit, des Umfeldes und möglicher untersuchungserleichternder Infrastruktur
- Klärung einer vorherigen Schadstoffbeprobung an potentiell kontaminierten Oberflächen des Fahrzeuges
- Zusammentragung aller vorliegenden Erstinformationen zum Schadensereignis (erste Aussagen von Zugpersonal, Diagnose-Daten, Bilder und Videos vom Schadensort und -ereignis)
- Verfügbarkeit eines baugleichen Referenzfahrzeuges am Abstellort oder in der Nähe des Schadensfahrzeuges – dies kann beispielsweise bei Triebzuggeneinheiten auch ein baugleicher, nichtgeschädigter Wagen sein. Eine schnellstmögliche Erstbegehung verlangt von den Beteiligten entsprechende persönliche Flexibilität, aber auch Routine in den Abläufen. Versierte Brandursachenermittler haben deshalb Checklisten parat, mit welchen sowohl die Erstbegehung als auch die weiteren Untersuchungsschritte bestmöglich und frühzeitig vorbereitet und durchgeführt werden können. Nicht zuletzt gehört auch die griffbereite Ausrüstung für Brandschadensbegehungen in Form persönlicher Schutzausrüstung, Beleuchtungs- und Mess-/Dokumentationsmittel, geeigneten



Abb. 2: Einsatztasche der Brandursachenermittler der DB Systemtechnik GmbH



Abb. 3: Ausrüstung für Brandschadensbegehungen

Werkzeugs und Verpackungen für Entnahmen aus dem Schadensbereich zu einer effektiven Durchführung der Erstbegehung (Abb. 2, Abb. 3). Die Erstbegehung beinhaltet folgende Befundungsschritte:

Äußerer Zustand des Schadensfahrzeuges

Rußablagerungen, thermische Schädigungen oder Verfärbungen sowie durch Flammenbrand geschädigte Bauteile bzw. Fahrzeugbereiche lassen erste Rückschlüsse auf das Schadensausmaß und die Eingrenzung des Brandschadensbereiches zu. Insbesondere bei Brandereignissen in technischen Bereichen ohne direkte Zugänglichkeit vom Fahrzeuginnenraum her können die äußeren Spurenbilder bei der Erstbegehung wichtige Informationsquellen sein.

Umfeldzustand des eingegrenzten Schadensbereiches

Der Schädigungsgrad von unmittelbar am flammend involvierten Schadensbereich angrenzenden Bauteilen, aber auch etwas weiter entfernten Komponenten ermöglicht eine Einschätzung hinsichtlich der freigesetzten thermischen Energie, aber auch der Einwirkzeitdauer bis zur Aufnahme und dem Abschluss der Brandbekämpfung. Es lassen sich zudem Rückschlüsse ziehen auf das etwaige Mitwirken besonders energieleistungsintensiver Brandstoffe, so z. B. brennbarer Flüssigkeiten oder flüssig werdender Brandstoffe, selbst wenn diese nach dem Ereignis nicht mehr oder nur noch in Spuren auffindbar sind.

Globaler Zustand des Schadensbereiches

Hier geht es um die Zustandsbefundung des vom Flammenereignis direkt betroffenen Bereiches. Es ist zu untersuchen, welche Komponenten in welchem Schädigungsgrad vorliegen, ob und welche Lageveränderungen diese Komponenten infolge des Brandes selbst oder durch Löschmaßnahmen erfahren haben. Eine vollständige und sorgfältige Fotodokumentation hierzu ist für die weitere Brandursachenermittlung besonders wichtig.

Spuren der Brandausbreitung und Eingrenzung der voraussichtlichen Brandausbruchsstelle

Die zunehmenden Schädigungsgrade an brennbaren, teilweise aber auch an nichtbrennbaren Komponenten lassen oftmals die Zuordnung eines oder mehrerer Hotspots zu (Brandkegel). Hier spielte sich das Hauptbrandgeschehen ab und kann – muss aber nicht – die Brandausbruchsstelle darstellen. Bei besonders großen Schädigungsgraden, wie sie bei entwickelten Brandphasen oftmals vorliegen, ist eine parallele Inaugenscheinnahme eines Referenzfahrzeuges bereits bei der Erstbegehung sehr hilfreich. Damit kann der hauptbrandgeschädigte Fahrzeugbereich hinsichtlich der dort verbauten Komponenten bzw. Brandlasten evaluiert werden und können so bereits erste Schlüsse hinsichtlich potenzieller Zündstellen und -quellen gezogen werden. Aber auch die Plausibilität bzw. Nichtplausibilität hinsichtlich der Brandausbreitung ausgehend von infrage kommenden Zündquellen kann hergestellt werden.

Abschlussgespräch und Dokumentation

Hier werden die Erkenntnisse der Erstbegehung zusammengetragen und die weiteren Untersuchungsschritte abgestimmt. Wenn bei der Erstbegehung bereits Komponenten aus dem Fahrzeug entnommen wurden, erfolgt hierbei deren Zuordnung hinsichtlich der erforderlichen Detailuntersuchungen.

Im Nachgang der Erstbegehung schließen sich weitere systematische Untersuchungsschritte an. Hier spielt der Eingang der vorab übermittelten Dokumentationsabrufe die bestimmende Rolle. Dazu gehören Informationen zur Fahrzeughistorie (etwaige Umbauten, auffällige Fehlverläufe in Werkstattberichten), zum Betriebszustand und -ablauf vor dem Ereigniseintritt, der Sichtung und Bewertung der Diagnoseprotokolle unmittelbar vor dem Ereignis und auch weiter zurückliegender Zeiträume, die Befragungsprotokolle des Zugpersonals, Einsatzberichte der Feuerwehr sowie Wetter- und Umfeldbedingungen vor der Feststellung des Brandereignisses.

Falls Folgebegehungen als erforderlich angesehen werden, sollten hier bereits deren Untersuchungsziele definiert werden. Diese dienen in aller Regel der Verifizierung von aufgestellten Brandverlaufshypothesen durch gezielte Spurensuche am Ereignisort. Im Vorfeld sind die Randbedingungen zu definieren, um so die dafür erforderliche Infrastruktur (Gleisgrube, Dachgerüst, schweres Gerät etc.) verfügbar zu machen.

Bei den Folgebegehungen bzw. für Detailbefundungen entnommene Schadens- und Referenz-

For your safety
we go the extra mile.



renzkomponenten werden oft weitere Fachexperten eingebunden. Als Beispiel seien hierbei Fachexperten für elektrische Antriebstechnik und Bordnetze oder Fachexperten für mechanische Antriebstechnik bei Bränden mit Beteiligung von Dieselaggregaten genannt. Vorteilhaft im Sinne einer effektiven Schadensuntersuchung ist in jedem Fall, wenn diese Fachexperten bereits fundierte Kenntnisse zur Bauart des Schadensfahrzeuges aufweisen, dessen Betriebs- und Umbauhistorie kennen, direkt auf entsprechende Dokumentation zugreifen und damit Relationen zum Brandereignis herstellen können. Unerlässlich ist die Zusammenarbeit mit Werkstätten und Laboren, die über geeignete Ausrüstung zur detaillierten Untersuchung und Dokumentation entnommener Schadens- und Referenzkomponenten verfügen. Hierbei spielt die technische Fotografie im Makro- und Mikromaßstab unter Einbeziehung von Fachexperten für zerstörende Werkstoffuntersuchungen eine besondere Rolle, um beispielsweise bei elektrischen Schadenskomponenten mittels Bruchflächenbefundung Aussagen zu treffen, ob vorgefundene Litzenbeschädigungen brandursächlich oder Brandfolge sind. Falls erforderlich, können auch werkstofftechnische Untersuchungen und anschließende Bewertungen zum Brandverhalten von Schadens- und Referenzkomponenten durchgeführt werden. Hier lassen sich Rückschlüsse zum spezifischen Entzündungs-, aber auch zum Brandausbrei-

tungsverhalten im Kontext des zu untersuchenden Schadensereignisses generieren. Diese Rückschlüsse sind besonders relevant, wenn es um Eintrittswahrscheinlichkeiten von Fremdeinwirkungen, d. h. fahrlässige oder vorsätzliche Brandstiftung, geht (Abb. 4).

Sobald ein gesicherter Kenntnisstand zur wahrscheinlichen Brandursache vorliegt, erfolgt die Information darüber an den Fahrzeughalter, oftmals in Form eines Zwischenberichtes. Dies ist für den Fahrzeughalter aus mehreren Gründen von Relevanz und befähigt ihn wiederum zu

- Auskunftsbescheiden gegenüber der eisenbahntechnischen Aufsichts- oder/und den Untersuchungsbehörden
- ggf. Ausschluss spezifischer Ursachen, beispielsweise Fremdeinwirkung und damit Entfall der (weiteren) Beteiligung polizeilicher Untersuchungsbehörden.

Nach Abschluss der Brandschadensuntersuchung erfolgt die Übergabe des mithilfe der beteiligten Fachexperten erstellten Abschlussberichts an den Auftraggeber, d. h. in der Regel an den Fahrzeughalter.

Erkenntnisse aus Brandursachenermittlungen

Neben der vollständigen Beschreibung des Schadensverlaufes und seiner Ursache weist ein Abschlussbericht in der Regel entsprechende Empfehlungen zur Vermeidung künftiger gleichartiger Brandereignisse auf.

Oftmals enthalten diese Empfehlungen mehrere Abstimmungshinweise, die auf die Verringerung künftiger Eintrittswahrscheinlichkeiten und auch auf Begrenzungen der Schadensauswirkungen zielen. Nachfolgend werden die häufigsten Fehlerquellen vorgestellt.

Konstruktions- und Auslegungsmängel

Trotz entsprechender vielschichtiger Regelwerksvorgaben besteht ein grundsätzliches Potenzial für Konstruktionsmängel. Deren Auswirkungen müssen im fahrzeugspezifischen Brandschutzkonzept mittels einer Risikoanalyse entsprechend bewertet und mit Konstruktionsänderungen oder technischen Kompensationsmaßnahmen auf das erforderliche Sicherheitsniveau hin ausgerichtet werden. Falls die der Fahrzeugkonstruktion originär zugrundeliegende Risikoanalyse aufgrund von Erkenntnissen aus Brandschadensfällen Mängel aufzeigt, muss eine entsprechende Neubewertung angestoßen und müssen geeignete Abststellungsmaßnahmen in Form von Umkonstruktionen, Nachrüstungen oder Substitutionen vorgenommen werden.

Werkstoffmängel

Vor allem in Bereichen mit potenziellen technischen Zündquellen kann es vorkommen, dass dort verbaute Komponenten ungenügende werkstofftechnische Eignung bezüglich der Widerstandsfähigkeit gegen Entzündung und Brandausbreitung aufweisen. Wenn Zündquellen in den Einbaubereichen dieser Komponenten weiterhin nicht auszuschließen sind, müssen entsprechende Austauschmaßnahmen durch Bauteile mit geeigneten und nachgewiesenen Eigenschaften vorgenommen werden oder konstruktive Maßnahmen zur Vermeidung einer Brandausbreitung oder Personengefährdung umgesetzt werden.

Instandhaltungsmängel

Hierunter fallen sowohl fehlende als auch unvollständige Instandhaltungsvorgaben in Form entsprechender Anweisungen oder Mängel in den Instandhaltungsvorgaben der Fahrzeug-/Komponentenhersteller. Besonders Einfluss haben sich etwaig verändernde brandschutztechnische Eigenschaften der Werkstoffe und Bauteile während der Nutzungszeit. Hier müssen prädiktiv sämtliche betrieblichen Einflussbedingungen Berücksichtigung finden. Dieser Anforderung wird bei der Festlegung von Instandhaltungsintervallen hinsichtlich Zustandsbefundungen und präventiver Austauschmaßnahmen häufig zu wenig Rechnung getragen.

Aus dem Erkenntnisgewinn durch untersuchte Brandschadensfälle heraus werden die Regelwerksvorgaben hinsichtlich etwaiger Änderungs- bzw. Erweiterungsschritte überprüft und fortgeschrieben. Die Initiativen dazu gehen grundsätzlich von behördlicher und damit aufsichtspflichtiger Seite, von produktsicherheitshaftenden Fahrzeugh Herstellern, den



Abb. 4: Nachstellung einer Zündattacke zwecks Befundung einer möglichen vorsätzlichen Brandstiftung im WC-Bereich

zustandsverpflichteten Fahrzeughaltern und auch von Prüf- und Sachverständigenorganisationen aus. Beispielhaft wird auf erkenntnisbasierte Fortschreibung der Normenreihe EN 45545 [3] für den Brandschutz in Schienenfahrzeugen, die EN 50553 [4] für die Fahrfähigkeit im Brandfall sowie auf die ARGE-Richtlinien [5] zur Branderkennung, Brandbekämpfung und deren Systemfunktionalität verwiesen. Die Anpassung von solchen Regelwerken ist allerdings ein meist mehrjähriger Prozess. Deutlich schneller und auch konkret fall- bzw. risikobasierter können beispielsweise durch Fahrzeughalter entsprechende interne Schritte durch Anpassungen bei Beschaffungs- und Konstruktionsvorgaben erfolgen.

Informationsquellen zu Brandereignissen und deren Ursachen

Es existieren auf nationaler, europäischer und globaler Ebene verschiedene öffentlich zugängliche Informationsquellen, die Brandergebnisse in Schienenfahrzeugen sowohl statistisch als auch fallbasiert abbilden.

Die statistische Häufigkeit von Fahrzeugbränden im Kontext mit allen Unfallarten und auch deren Schadensauswirkungen können den jährlichen Sicherheitsberichten der nationalen Sicherheitsbehörden entnommen werden, wie sie beispielsweise das Eisenbahn-Bundesamt abrufbar veröffentlicht [6]. Durch die UIC werden ähnliche Jahresberichte veröffentlicht [7], welche dann das globale Unfallgeschehen inklusive Schienenfahrzeugbränden abbilden und auch Trendentwicklungen über mehrere Jahre enthalten.

Sowohl statistisch als auch fallbasiert werden die Jahresberichte der nationalen Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstellen erstellt, die im europäischen Rechtsraum auf Grundlage der EU-Richtlinie 2016/798 [8] arbeiten. In den Jahresberichten der Bundestelle für Eisenbahnunfalluntersuchung (BEU) [9] werden sämtliche untersuchten gefährlichen Ereignisse und damit auch Fahrzeugbrände aufgeführt, deren Untersuchungsstände und auf Untersuchungserkenntnissen basierende Sicherheitsempfehlungen bekanntgegeben. Die konkreten untersuchten Ereignisse finden sich in den Untersuchungsberichten wieder. In diesen Untersuchungsberichten werden die Fahrzeugbrände detailliert hinsichtlich der Rand- und Betriebsbedingungen, Ereignisabläufe, Einflussfaktoren und natürlich auch der Brandursachen beschrieben. Sie enthalten

dem jeweiligen Brandereignis zugrundeliegende Sicherheitsempfehlungen, welche der künftigen Verhinderung dieser Fahrzeugbrände dienen, der jeweiligen Sicherheitsbehörde gemeldet werden und an Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU), Fahrzeughalter und die für die Instandhaltung zuständigen Stellen gerichtet sind. Diese öffentlich abrufbaren Untersuchungsberichte [10] stellen somit eine sehr gute Informationsgrundlage auch für diejenigen EVU dar, die von den jeweiligen Ereignissen selbst nicht betroffen waren.

Ebenfalls öffentlich nutzbar bieten einschlägige Internetseiten meist sehr aktuell erste Meldungen zu Brandereignissen [11, 12]. Hierbei sind jedoch naturgemäß noch keine belastbaren Informationen zu tatsächlichen Brandursachen enthalten. Ein regelmäßiges Sichten dieser Internetseiten ist dennoch informativ und gibt einen guten, wenn auch ohne Anspruch auf Vollständigkeit, Überblick über Fahrzeugbrände und deren betriebliche Auswirkungen. Die mit fahrzeugseitigem Brandschutz beschäftigten Personen haben auch in der Fachpresse und bei öffentlichen Fachveranstaltungen die Möglichkeiten der Informationsgewinnung und des fachlichen Austausches zu Fahrzeugbränden und deren Ursachen. Entsprechende Veröffentlichungen und Vorträge fallen meist anschaulich aus und werden von Verlagen und Veranstaltern gern aufgenommen. Gleichwohl muss hier aus vertragsvertraulichen Gründen mit Einschränkungen hinsichtlich des Detaillierungsgrades der öffentlichen Informationsausgabe gerechnet werden. Diese Einschränkungen können zumindest anteilig entfallen, wenn hausinterne Fachveranstaltungen in Form von Schulungen, Workshops etc. durchgeführt werden. Sie bieten die Möglichkeit, zurückliegende eigene Schadensfälle hinsichtlich ihrer Ursachen und daraus resultierender Maßnahmen den jeweiligen Personenkreisen vorzustellen. Dies bedingt jedoch eine systematische fachliche Erarbeitung der vielschichtigen Fehlerquellen durch eine zentrale Stelle des EVU.

Fazit

Die Erkenntnisse zu den eigentlichen Zündursachen und Schadensverläufen, aber auch zu möglicherweise vermeidbaren Fehlerketten sind nicht nur für den vom Brand betroffenen jeweiligen Fahrzeughalter zur Vermeidung gleichartiger künftiger Schadensereignisse wertvoll. Es liegt im Interesse aller im Schie-

nenfahrzeugsektor mit dem Brandschutz beteiligten Parteien, möglichst viele Erkenntnisse resultierend aus zurückliegenden Brandschadensereignissen in den Bau, den Betrieb und die Instandhaltung der Schienenfahrzeuge einfließen zu lassen.

Es sei somit auf den großen Mehrwert einer unternehmensübergreifenden Erkenntnisteilung bei Fachexperten hingewiesen. Hierbei spielen Hemmnisse des gegenseitigen Austausches bei sicherheitsrelevanten Vorfällen, wie sie Fahrzeugbrände darstellen, eine nicht zu unterschätzende Rolle. Es soll somit eine Diskussion angestoßen werden, wie eine breitere Streuung des Wissenstransfers von festgestellten Brandursachen in Schienenfahrzeugen erfolgen kann, um somit zukünftig noch besser die zugrundeliegenden Fehlerquellen und -verkettungen unternehmensübergreifend zu erfassen und abzustellen. ■


QUELLEN

- [1] https://www.eisenbahn-unfalluntersuchung.de/BEU/DE/Ereignismeldung/ereignismeldung__node.html, 05.06.2024 um 13:00 Uhr
- [2] https://www.eba.bund.de/DE/Themen/Fahrzeuge/Sachverstaendige/Listen/listen__node.html, 03.06.2024 um 15:00 Uhr
- [3] Normenreihe DIN EN 45545 Teile 1 bis 7 „Bahnanwendungen – Brandschutz in Schienenfahrzeugen“
- [4] DIN EN 50553 „Bahnanwendungen – Anforderungen an die Fahrfähigkeit im Brandfall an Bord von Bahnfahrzeugen“
- [5] ARGE-Richtlinien Teile 1 bis 3, Arbeitsgemeinschaft Detektionstechnik
- [6] https://www.eba.bund.de/DE/Veroeffentlichungen/Sicherheitsberichte/sicherheitsberichte__node.html, 05.06.2024 um 16:00 Uhr
- [7] <https://safetydb.uic.org/>, 05.06.2024 um 16:05 Uhr
- [8] RICHTLINIE (EU) 2016/798 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 11. Mai 2016 über Eisenbahnsicherheit
- [9] https://www.eisenbahn-unfalluntersuchung.de/BEU/DE/Publikationen/Jahresberichte/jahresberichte__node.html, 05.06.2024 um 16:05 Uhr
- [10] https://www.eisenbahn-unfalluntersuchung.de/SiteGlobals/Forms/Suche/Untersuchungsberichtesuche/Untersuchungsberichtesuche_Formular.html?gts=dateOfIssue_dt+desc&documentType_=Publication&sortOrder=dateOfIssue_dt+desc&cl2Categories_Suchpfad=1558656, 05.06.2024 um 16:05 Uhr
- [11] <https://bahnblogstelle.com/>, 05.06.2024 um 16:10 Uhr
- [12] <https://www.lok-report.de/>, 05.06.2024 um 16:10 Uhr



Andreas Böttger, M.Sc.

Brandschutz, Brandprüfungen
DB Systemtechnik GmbH,
Brandenburg-Kirchmöser
andreas.boettger@deutschebahn.com



Visit us at the InnoTrans 2024

Hall 5.2 | Booth 630



ARTE: Neue Aufgaben und Rollen für Betriebspersonal

Das Forschungsprojekt ARTE untersucht mit Bahnmitarbeitenden neue Aufgaben und Berufsbilder für den zukünftigen automatisierten Bahnbetrieb.

**ANJA NAUMANN | JUSTIN ADAM |
MARTHA FRITSCH | RAPHAEL HOFSTÄDTER**

Im Projekt „Automatisiert fahrende Regionalzüge in Niedersachsen (ARTE)“ erforschen die Projektpartner Alstom (Alstom Transport Deutschland GmbH und Alstom Signal GmbH), das Deutsche Zentrum für Luft und Raumfahrt e.V. (DLR) und die Technische Universität Berlin (TUB) den hochautomatisierten Fahrbetrieb. Forschungsgegenstand ist dabei auch, wie sich Aufgaben und Tätigkeitsabläufe von Betriebspersonal verändern und welche neuen Rollen und Berufsbilder potenziell entstehen. Der vorliegende Beitrag beschreibt, wie Betriebspersonal in diese Forschung eingebunden wird, und zeigt erste Ergebnisse auf.

Das Projekt ARTE erforscht den hochautomatisierten Fahrbetrieb (Grade of Automation 3 und 4, GoA 3/4) im heutigen Streckennetz an einem Alstom Coradia LINT41. Der Zug nutzt verschiedene Sensoren, um Hindernisse zu erkennen und streckenseitige Signale zu interpretieren. Specht et. al. [1] geben einen Überblick über das Projekt.

Die Automatisierung des Fahrbetriebes (ATO) verändert die Arbeitsplätze im Bahnbetrieb. Auch im hochautomatisierten Bahnbetrieb übernimmt der Mensch weiterhin verantwor-

tungsvolle Aufgaben. Allerdings werden sich Tätigkeiten verändern. Das Projekt ARTE liefert dabei Beiträge zu den Fragen: Wie verändern sich bisherige Aufgaben und Tätigkeitsabläufe des Betriebspersonals in GoA 3/4, wenn kein Triebfahrzeugführer (Tf) den Zug fährt? Welche neuen Rollen entstehen? Wie sehen die dazugehörigen Berufsbilder aus? Diese Arbeit berücksichtigt den Remote Operator (RO), den Zugbegleiter Plus (Zub+) und nicht automatisierbare Tf-Tätigkeiten. Der RO steuert Züge im Fall einer Störung fern und sitzt beispielsweise in einer Leitstelle. Der Zub+ übernimmt im Störfall ausgewählte betriebliche Aufgaben. Zusätzliches vor- und nachbereitendes Personal führt Tf-Tätigkeiten aus, die heute nicht (wirtschaftlich) automatisierbar sind.

Betriebspersonal wird in ARTE direkt in die Erstellung der Beschreibung der neuen Rollen und Berufsbilder einbezogen. Dazu haben die Projektpartner gemeinsam mit Mitarbeitenden der Start Regionalverkehre GmbH einen eintägigen Workshop durchgeführt.

Workshop mit Mitarbeitenden von Start

Ziel des durchgeführten Workshops war es, aktuelle Tätigkeitsabläufe und Kommunikationsprozesse zu erfassen (Tf und Zub), veränderte Aufgaben und Prozesse für die neuen Rollen RO und Zub+ zu erarbeiten und die resultierenden neuen Berufsbilder zu betrachten. Am Workshop nahmen elf Mitarbeitende der Start

Regionalverkehre GmbH teil: ein Disponent, fünf Tf, vier Fahrgastbetreuer (Fb, d.h. Zub ohne betriebliche Aufgaben) und ein Betriebsplaner.

Im ersten Teil des Workshops stellten zwei nach Berufsfeldern gemischte Gruppen die jetzigen Tätigkeiten von Tf und Zub unter Anleitung je eines Moderators von DLR und TUB zusammen. Im zweiten Abschnitt erarbeiteten zwei nach Berufsfeldern (Tf und Zub) getrennte Gruppen in vorgegebenen Szenarien potenzielle Aufgaben und Tätigkeiten für die beiden neuen Rollen RO und Zub+.

Im dritten Workshopteil diskutierten die Teilnehmenden Aspekte der aus den neuen Rollen resultierenden Berufsbilder (notwendige Qualifikationen und Kenntnisse, berufliche Entwicklung und Außenwirkung). Graphisch vorbereitete Flip-Charts (Abb. 1) halfen bei der Erarbeitung der Workshopergebnisse und dienten der Dokumentation. Bedeutsame Aussagen der Teilnehmenden wurden schriftlich protokolliert.

Neue Aufgaben und Rollen

Im zweiten Workshopteil wurden in verschiedenen vorgegebenen Szenarien Aufgaben, Kommunikations- und Interaktionsprozesse, Informationsbedarfe und Wünsche und Voraussetzungen für die beiden neuen Rollen RO und Zub+ erarbeitet. Die Szenarien lauteten: Übernahme der Situation aus der Automation, Hindernis auf dem Gleis, Türstörung

Übernahmeanforderung an Remote Operator			
Aufgaben	Kommunikation / Interaktion	Informationsbedarf	Wünsche und Voraussetzungen
<ul style="list-style-type: none"> ■ Bestätigung der Übernahmeanforderung ■ Informationsbeschaffung/ Situationsbewusstsein schaffen ■ Entscheidung, manuell zu fahren ■ Versuch der Störungsbehebung ■ ggf. Auftrag an Bereitschaftsdienst ■ Rückgabe an ATO nach Entstörung/ Auflösung der kritischen Situation 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kommunikation mit Fahrdienstleiter (Fdl) ■ wenn Störung vorliegt ■ wenn manuell gefahren werden soll 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Welches Fahrzeug? ■ Baureihe? Elektro/Verbrenner/Wasserstoff-Traktion? ■ Ziel der (Rangier-)Fahrt? ■ Welche Störung? ■ Sicherung gegen Wegrollen vorhanden? ■ Standort? ■ Fahrtrichtung? ■ Umgebungsinformationen: Gleis, Signal, Hindernis? ■ Informationen über den technischen Zustand: elektrisch, mechanisch, hydraulisch? 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Interaktion Fdl-ATO noch unklar (wie wird gemeldet, dass die Vorbereitung abgeschlossen ist?)

Tab. 1: Ergebnisse für die neue Rolle Remote Operator im Szenario Übernahmeanforderung aus der Automation

Quelle: ARTE

Übernahmeanforderung an Zugbegleiter Plus			
Aufgaben	Kommunikation / Interaktion	Informationsbedarf	Wünsche und Voraussetzungen
<ul style="list-style-type: none"> Störungsdiagnose Beseitigung kleinerer Störungen Fahren bis zum nächsten Bahnhof (eventuell mit einer langsamen Geschwindigkeit) Fahrgastbetreuung → eventuell zeitlicher Konflikt 	<ul style="list-style-type: none"> Fahrgastinformation Kommunikation mit dem FdL Kommunikation mit der Leitstelle EVU Kommunikation mit dem Technikerservice (Strecke und Bahnhof) 	<ul style="list-style-type: none"> Welches Problem liegt vor (technische Störung oder Störung in der Umgebung)? Was ist zu tun? Wo befinde ich mich gerade? Sind die Bahnübergänge gesichert? Ist die Notbremse gezogen? Wie schnell darf ich fahren? Ab wann kann wieder ATO übernehmen / erwartete Störungsdauer? Umgebungswitterung? 	<ul style="list-style-type: none"> Leitfaden für die Störungsdiagnose, -behebung und für das Fahren von Zügen Regelmäßige Schulung der Störungsbearbeitung Betriebsdiensttauglichkeit Klare Regelung der Verantwortlichkeiten, wer das Fahrzeug nach einer Störung freigeben darf

Tab. 2: Ergebnisse für die neue Rolle Zugbegleiter Plus im Szenario Übernahmeanforderung aus der Automation

Quelle: ARTE

und Zusammenarbeit RO und Zub+. Tab. 1 und 2 zeigen die Ergebnisse beispielhaft für das Szenario einer Übernahme des Zuges aus dem automatischen Fahrbetrieb und die sich anschließende manuelle Steuerung des Zuges, beispielsweise über einen Tabletcomputer (siehe [2, 3]).

Weiterhin wurden für das Szenario Zusammenarbeit von RO und Zub+ die jeweiligen Rollen in der Zusammenarbeit, der Ablauf und die Voraussetzungen für die Zusammenarbeit identifiziert. Die Gruppe der Zub+ diskutierte zusätzlich jeweilige Vor- und Nachteile bestimmter Standorte im Zug (im Führerstand, in einem Dienstabteil, im Fahrgastraum) für die Steuerung mit einem Tabletcomputer. Anschließend wurden Anforderungen an ein Tablet zur Bedienung (Fernsteuerung) erhoben. Das Tablet soll beispielsweise leichtgewichtig und handlich sein, wenn der Zub+ es mitführt, oder in einem Dienstabteil bereit liegen. Im letzteren Fall wäre vorstellbar, dass eine Meldung auf dem Diensttelefon erscheint und der Zub+ dann das Dienstabteil aufsucht. Die Tf-Gruppe stellte fest, dass die meisten Tf es begrüßen würden, wenn sie Vor- und Nachbereitungstätigkeiten abgeben könnten. Die Gruppe diskutierte daher zusätzlich: Welche Vor- und Nachbereitungstätigkeiten können automatisiert werden (z. B. Ladespannungsprüfung)? Welche Tätigkeiten kann ein RO übernehmen (z. B. Störmeldungen auf Tablet ansehen) und welche verbleiben bei Personal vor Ort (z. B. Sichtprüfung der Bauteile)? In einem nächsten Schritt sollen die Ergebnisse mit den Teilnehmenden des Workshops noch einmal gespiegelt werden, ob alles Gesagte korrekt zusammengefasst wurde. Die erhobenen Aufgaben und Tätigkeitsabläufe fließen dann in konkrete Beschreibungen für die potenziellen neuen Rollen RO und Zub+ ein, die im weiteren Verlauf des Projektes ARTE erstellt werden.

Berufsbilder

Berufsbilder beschreiben die wichtigsten Merkmale eines Berufs. Dies sind Aufgaben und Prozesse und Schnittstellen zu Kollegen und Kunden, notwendige Ausbildung und Fertigkeiten sowie Entwicklungsmöglichkeiten im Beruf. Diese Informationen sind für Unternehmen, Bewerber und Mitarbeiter besonders wichtig, wenn sich durch Automation Aufgaben und Prozesse verändern [4].

Berufsbild Zugbegleiter Plus

Zukünftige Zub+ sind wie bisher die ersten Ansprechpartner für Fahrgäste. Für heutige Zub wurden drei Aufgabenfelder identifiziert:

1. Fahrzeug (Vorbereitung, Sauberkeit)
 2. Kundenkontakt (Präsenz im Zug / am Bahnsteig, Hilfe beim Ein-/Ausstieg, Fahrscheinkontrolle, Ansagen / Informationen)
 3. Sicherheit (Deeskalation, Notfallmaßnahmen).
- Daneben nehmen Zub heute vereinzelt betriebliche Aufgaben wahr oder unterstützen den Tf bei technischen Problemen. Diese betrieblichen und technischen Aspekte werden zukünftig umfangreicher, wenn Zub+ als einzige Mitarbeiter vor Ort sind. Sie können den Zug bis zum nächsten Bahnhof fahren oder technische Störungen am Fahrzeug beheben. Allerdings können sich Zub+ und RO nicht wie bisher vor Ort unterstützen und sind auf den telefonischen Kontakt angewiesen. Dafür sollten technisches Wissen zur Behebung von Störungen und die produktive Zusammenarbeit via Telefon geschult und geübt werden. Das gemeinsame Training von Zub+ und RO kann deren bestehenden Erfahrungsschatz fortschreiben.

Zur eigenständigen Bewältigung von Konfliktsituationen wünschten sich die Teilnehmenden ein Sicherheitstraining mit Erwerb des Gewerbesicherheits Scheins und regelmäßige Trainings zur Deeskalation. Im Regelfall wird der Zug in GoA 3/4 voll automatisch fahren. Bei einer Störung an der ATO übernimmt der

Zub+ die Steuerung und fährt in den nächsten Bahnhof. Dafür muss der Zub+ die ATO-Störung und die betriebliche Lage richtig erkennen, betriebliche Kommunikation führen und mit einer vereinfachten Steuerung den Zug fahren können. Voraussetzung dafür ist mindestens eine Grundlagenausbildung in betrieblichen Regeln, Signalkunde und Fahrzeugkenntnis. Hier sahen die Teilnehmenden neben dem erforderlichen Wissen vor allem einen Bedarf an regelmäßigem Training, um Störungen korrekt zu verstehen und trotz seltener praktischer Anwendung Züge im Störungsfall sicher zu fahren.

Berufsbild Remote Operator

Tf übernehmen heute primär betriebliche Aufgaben beim Führen des Zuges und technische Aufgaben im Vor- und Nachbereitungsdienst. Durch die Ansiedlung des RO in einer Leitstelle wandelt sich das Berufsbild vom aktiv steuernden Tf im Zug zu einer überwachenden Tätigkeit. Die Überwachung mehrerer Zugfahrten, die wechselnde Steuerung an verschiedenen Orten, die Kommunikation mit Zub+ vor Ort und die Distanz zum Geschehen erfordern hohe Vigilanz und rasches situatives Auffassungsvermögen. Neben der Ausbildung für ATO und Remote Train Operation (RTO)-Systeme und deren Überwachung müssen RO die zuvor beschriebene, aus der Ferne überwachende und steuernde Arbeit in Leitstellen erlernen. Dazu kommen die Unterstützung von Zub+ bei Störungen durch effektive Kommunikation und dispositive Fertigkeiten. Da ferngesteuertes Fahren von Zügen seltener stattfinden wird, muss auch dieses für eine sichere Beherrschung regelmäßig geübt werden (vgl. Abb. 1).

Kontakt halten für Verstehen und Wissen – Mitarbeitende, Kunden, Bahnbetrieb
In der Diskussion der Berufsbilder kristallisierten sich Bedenken bei den folgenden Punkten heraus:



Abb. 1: Workshopergebnis zu Aufgaben und Kompetenzen für das Berufsbild Remote Operator
Quelle: ARTE

- Mitarbeiterkontakt – der regelmäßige Austausch und die Zusammenarbeit zwischen Tf und Zub wurde als unerlässlich beurteilt. Durch die räumliche Trennung auf Zug und Leitstelle wird ein fehlender fachlicher Austausch zwischen den Mitarbeitern befürchtet.
- Arbeitsbelastung – führen Mitarbeiter im Störfall automatisierte Funktionen manuell aus, so kann dies in Konflikt mit weiteren Regelaufgaben stehen. Hier wird die Notwendigkeit gesehen, Aufgaben klar zu strukturieren und zu priorisieren, um eine Überlastung in Störfällen zu vermeiden.
- Kundenkontakt – manche Zub sehen durch zusätzliche betriebliche und technische Aufgaben den (effektiv durch Automation ausgedehnten) Kundenkontakt gefährdet.
- Kontakt zum Bahnbetrieb – spezifisch Tf fürchten als RO durch die Arbeit in einer Leitstelle den fachlichen Kontakt zum Bahnbetrieb („draußen“) zu verlieren. Trotz der zuvor geäußerten Bedenken und des erwarteten Aufwands zur Umstellung auf Automation erwarten die Teilnehmenden eine überwiegend positive Veränderung der Berufsbilder. Sie sahen dies vor allem für zukünftige Bewerber und bei einer schrittweisen Einführung der Automation mit kontinuierlichem Wandel. Sie hoben für RO den Entfall der Vor- und Nachbereitungsdienste hervor und die damit einhergehende Möglichkeit von sozial verträglicheren Arbeitszeiten. Die Fernsteuerung kann Wartezeiten, Gast- und Taxifahrten vermeiden. Die Veränderung vom Tf auf einem Zug hin zum

Leitstellenbediener mit größerem Überblick und dispositiver Kompetenz betrachten sie als Aufwertung. Das neue Berufsbild des RO spricht damit besonders technikaffine Bewerber an, die operative Herausforderungen mögen und die Vorzüge einer Bürotätigkeit schätzen.

Für Zub+ sahen die Teilnehmenden eine Aufwertung des Berufsbildes („Chef im Zug“) mit betrieblicher und technischer Kompetenz und mehr Verantwortung. Da diese zwangsläufig einen Teil der bisherigen Arbeitsleistung erfordert, wünschen sich die Teilnehmenden eine weitreichende Automation der Fahrscheinkontrolle, um das Konfliktpotenzial zu senken. Darin sehen sie die Möglichkeit, mehr Zeit zur individuellen Beratung der Fahrgäste zu nutzen.

Begleitung von Innovation und Forschung durch ein EVU

Die Beteiligung an dem Forschungsprojekt erweist sich für die Start Regionalverkehre GmbH als essenziell für die Stärkung ihrer langfristigen Strategie und Wettbewerbsfähigkeit. Durch die Integration von Tf und Fb in den Workshop wird nicht nur wertvolles Zusatzwissen erlangt, sondern werden auch deren Perspektiven und Anliegen besser verstanden. Die Freiwilligen wurden sorgfältig ausgewählt, um eine vielfältige und engagierte Beteiligung sicherzustellen. Das positiv aufgenommene Feedback der Mitarbeitenden verdeutlicht ihre Anerkennung für die aktive Einbeziehung in die Diskussion über die Zukunft des Schienenverkehrs. Diese Bereitschaft zur Teilhabe signalisiert ihr tiefgreifendes Engagement und ihre Mitwirkungs-bereitschaft an der Gestaltung des zukünftigen Zugverkehrs. Insgesamt betont die Teilnahme das Bestreben der Start Regionalverkehre GmbH nach Innovationsförderung und kontinuierlicher Verbesserung in der gemeinsamen Gestaltung der zukünftigen Ausrichtung des Schienenverkehrs.

Auswirkungen für den Schienenfahrzeughersteller

Bei den Aufgaben und Tätigkeiten des Betriebspersonals zeigten sich unterschiedliche Präferenzen der Teilnehmenden. Einige Tätigkeiten erfreuten sich allgemeiner Beliebtheit, bei anderen Tätigkeiten waren die Präferenzen unterschiedlich. So empfanden einige Teilnehmende bestimmte Tätigkeiten als körperlich oder psychisch kräftezehrend, und andere Teilnehmende schätzen diese Tätigkeiten aufgrund dieser Tatsache. Eine dritte Kategorie an Tätigkeiten war allgemein nicht so beliebt. Deren potenzielle Automatisierung wurde zur Kenntnis genommen oder sogar begrüßt (z. B. Vor- und Nachbereitungstätigkeiten). Die Reihenfolge der Umsetzung von automatisierten Lösungen in der weiteren Entwicklung des hochautomatisierten Fahrbetriebes sollte diese Präferenzen berücksichtigen.

Fazit und Ausblick

Der hochautomatisierte Fahrbetrieb verändert die Aufgaben und Rollen des Betriebspersonals. Durch Neugestaltung der Berufsbilder und angepasste Rollen im Bahnbetrieb bietet der zukünftig automatisierte Schienenverkehr weiterhin attraktive Berufe. Die positiven Aspekte dieser Transformation treten in den Vordergrund, wenn die Beteiligten die neuen Aufgaben definieren und die veränderten Rollen mitgestalten. Wie das ARTE Projekt mit der direkten Einbindung von Betriebspersonal eines Eisenbahnverkehrsunternehmens in die Forschung zeigt, lassen sich unbestimmte Sorgen vor der Veränderung so effektiv zerstreuen und lässt sich der Wandel gestalten.

Im weiteren Verlauf des Projektes sollen die Tätigkeiten der neuen Rollen RO und Zub+ in mehreren Feldtests evaluiert werden. Dieser beinhaltet die Steuerung eines Alstom Coradia LINT41 durch einen Tabletcomputer in der ATO-Rückfallebene. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse werden dann die Beschreibungen der Rollen und zugehörigen Berufsbilder mit den jeweiligen Ausbildungsbedarfen finalisiert. ■

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) fördert im Fachprogramm „Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien“ die hier vorgestellten Arbeiten. Diese vorliegenden Inhalte sind im Rahmen des Projektes „ARTE – Automatisiert fahrende Regionalzüge in Niedersachsen“ entstanden.

QUELLEN

[1] Specht, F.; Michels, A.; Adebahr, F.-A.; Meirich, C.; Hofstädter, R.; Milius, B.; Naumann, A.: Automatisiertes Fahren in Niedersachsen - ARTE. Automated driving in Lower Saxony – ARTE, SIGNAL + DRAHT (114) 09/22, S. 10–16

[2] Adebahr, F.-A.; Milius, B.; Naumann, A.: Flexible Arbeitsumgebungen für die ATO-Rückfallebene, EI – DER EISENBAHNINGENIEUR 01/2023, S. 39–41, Tetzlaff Verlag, ISSN 0013-2810

[3] Naumann, A.; Arslan, B.; Herholz, H.; Schöne, S.: Evaluation einer Zugfernsteuerung mit Tablet im Modellbahnaufbau, EI – DER EISENBAHNINGENIEUR, 12/2023, S. 10–15, Tetzlaff Verlag, ISSN 0013-2810

[4] Dorsch, Lexikon der Psychologie, <https://dorsch.hogrefe.com/stichwort/berufsbild>, abgerufen am 20.03.2024



Justin Adam, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
TU Berlin, Institut für Land- und
Seeverkehr, Fachgebiet Bahnbetrieb
und Infrastruktur, Berlin
justin.adam@tu-berlin.de



Dr. Martha Fritsch

Innovation Manager
Start Regionalverkehre GmbH,
Frankfurt
martha.fritsch@startgmbh.de



Dr. Anja Naumann

Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt (DLR) e.V., Institut für
Verkehrssystemtechnik, Berlin
anja.naumann@dlr.de



Dr. techn. Raphael N. Hofstädter

Innovation Champion DACH
Alstom Transport Deutschland GmbH,
Salzgitter
raphael.hofstaedter@alstomgroup.com

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 m² Hallenfläche, 6.000 m² Freigelände und 3 km Gleise
- > Seminare und Workshops im iaf Salon
- > Jobbörse und Karrieretag

Weitere Informationen unter: www.iaf-messe.com





24. SIGNAL+DRAHT-Kongress

 7. – 8. November 2024,
Maritim Hotel, Fulda

**Jetzt
anmelden**

Das Schlagwort der Komplexitätsreduktion rückt in den Debatten um die Digitalisierung des Schienenverkehrs immer mehr in den Vordergrund. Doch was bedeutet Vereinfachung tatsächlich, an welchen Stellen kann angesetzt werden und wie gelingt sie in der praktischen Umsetzung?

Der 24. Signal+Draht-Kongress greift diese Fragen auf. Konkrete Erfahrungen aus der Sanierung der Hochleistungskorridore und dem Digitalen Knoten Stuttgart sowie aus den Niederlanden und Österreich zeigen Möglichkeiten und Grenzen. Neben der Infrastruktur wird auch die ETCS-Fahrzeugausrüstung mit der Perspektive hin zu automatisiertem Betrieb beleuchtet. Inwieweit Ansätze Künstlicher Intelligenz bei der Bewältigung der Komplexität helfen können, wird in einem eigenen Themenblock behandelt.

Cyber Security, das künftige Bahnfunksystem FRMCS, Funktionalitäten des Traffic Management Systems und Aspekte von Bahnübergängen unter ETCS sind weitere Themenfelder des diesjährigen Kongressprogramms, das damit einen umfassenden Überblick über aktuelle Entwicklungen im Bereich der Leit- und Sicherungstechnik bietet.

Zum Kongress gehört erneut die Verleihung des Signal+Draht-Lebenswerkpreises an eine herausragende Persönlichkeit der LST-Branche. Neben der Präsenzteilnahme vor Ort in Fulda mit der Gelegenheit zum Austausch und persönlichen Gesprächen mit den rund 300 Teilnehmenden ist alternativ auch die digitale Teilnahme am Livestream möglich.

Jetzt anmelden unter: www.eurailpress.de/sdk2024

Organisation

Laura Budziszewski
Tel.: +49/(0)40/237 14 - 261
E-Mail: laura.budziszewski@dvvmedia.com

Ausstellung

Silvia Sander
Tel.: +49/(0)40/237 14 - 171
E-Mail: silvia.sander@dvvmedia.com

Veranstalter

**Eurail
press**

24. SIGNAL+DRAHT-Kongress Vereinfachung als Erfolgsfaktor der Digitalisierung

Donnerstag, 07. November 2024		Referent
10:30	Begrüßung	Manuel Bosch, DWV Media Group GmbH
10:35	Einleitung	Reinhold Hundt / August Zierl, SIGNAL+DRAHT
10:40	Komplexitätsreduktion als Schlüssel zum Erfolg	Philipp Nagl, DB InfraGO
11:00	Komplexitätsreduktion konkret: Das Beispiel Riedbahn und die Hochleistungskorridore	Gerd-Dietrich Bolte, DB InfraGO / Matthias Hauptmann, Siemens
11:30	Neue Erkenntnisse aus der Realisierung des Digitalen Knoten Stuttgart	Christian Lammerskitten, DB PSU / Bernd Lück, GTS
12:00	Anpassung von Gleislaysouts als Grundlage der ETCS-Projektierung	Klaas Hofstra, ProRail
12:30	Mittagessen	
13:50	Erfahrungen aus der Inbetriebnahme der Koralmbahn mit ETCS only	Jürgen Egger, ÖBB Infrastruktur
14:20	Ansatz und Status des Sofortprogramms ETCS-Fahrzeugausrüstung	Thomas Bayrhopf, DB Systemtechnik
14:50	Remote Train Operation	Benjamin Wyss, SBB / Thorsten Bomke, Alstom
15:20	Diskussion: Wie schaffen wir Komplexitätsreduktion wirklich?	
15:40	Kaffeepause	
16:20	Anwendung Künstlicher Intelligenz in der Betriebsführung	Gerald Schinagl, ÖBB Infrastruktur
16:40	Anwendung Künstlicher Intelligenz in der Projektdurchführung	Dr. Volkmar Bachmann, DB InfraGO / Maik Roggisch, Siemens Mobility
17:00	Diskussion: Sind wir bereit für den Einsatz von KI bei der Bahn?	
17:20	SIGNAL+DRAHT-Lifetime Achievement Award 2024	Bosch / Hundt / Zierl, SIGNAL+DRAHT
18:30	Abend der Kommunikation	
Freitag, 08. November 2024		Referent
9:00	Ansatz und Umsetzung des Partnerschaftsmodells	Michael Pradel, DB PSU
9:30	System Pillar Security: Status der TSI-Standardisierung	Markus Wischy, Siemens
10:00	FRMCS - Stand und Perspektive der Spezifikation	n.n. (angefragt)
10:30	Kaffeepause	
11:00	Bahnübergänge unter ETCS: Herausforderungen und Möglichkeiten	Klaus Finken, Scheidt & Bachmann
11:25	Optimierung von Betriebsabläufen mittels des Traffic Management Systems	Marc Reber, SBB
11:55	DSD-Rolloutstrategie für Baden-Württemberg	Philipp Bührs, DB InfraGO – DSD / Thomas Vogel, VM BW
12:20	Abschluss	Reinhold Hundt / August Zierl, SIGNAL+DRAHT
12:30	Ende der Veranstaltung	

Anpassung von Eisenbahnlehranlagen an aktuelle Anforderungen

Im November 2023 wurde das dritte Treffen des Arbeitskreises Akademischer Eisenbahnlehranlagen erfolgreich durchgeführt.

MORITZ CICHOS | TOBIAS PRETZSCH

Eisenbahnlehranlagen sind für eine praxis- und handlungsorientierte Aus- und Weiterbildung von Fach- und Führungskräften im Eisenbahnsektor nicht mehr wegzudenken. Durch den vermehrten Einsatz von Elektronischen Stellwerken (ESTW), Digitalen Stellwerken (DSTW) und European Train Control System (ETCS) im Zuge der Modernisierung und Digitalisierung des Schienennetzes ergeben sich für die Eisenbahnlehranlagen neue Anforderungen, die es in den nächsten Jahren umzusetzen gilt.

Eisenbahnlehranlagen sind Laboranlagen, in denen die Grundprinzipien des Bahnbetriebes und die damit einhergehenden sicherungstechnischen Zusammenhänge vermittelt werden können. Aber auch sicheres und regelkonformes Handeln kann in Eisenbahnlehranlagen praxisnah trainiert werden. Daher werden die Anlagen in der beruflichen sowie der akademischen Aus- und Weiterbildung sowohl von betrieblich tätigem Personal als auch zur Schulung von Führungskräften, Entwicklern, Planern und Instandhaltern für den Bahnsektor genutzt. Zunehmend bedeutsamer werden Eisenbahnlehranlagen zur Qualifizierung von Quereinsteigern. Diese müssen in besonders kurzer Ausbildungszeit sowohl die Grundprinzipien des Bahnbetriebs als auch ein sicheres und regelkonformes Bedienen der Stellwerkstechnik erlernen. Es ist aus der beruflichen Pädagogik bekannt, „dass der größtmögliche Lernerfolg durch das eigenständige Handeln erreicht wird.“ [1] Diesem Anspruch genügen Eisenbahnlehranlagen je nach Ausstattungsgrad der Lehranlage voll und ganz. Sie stellen daher ein elementares Bindeglied zwischen Theorie und Praxis dar, denn hier können die künftigen Anwender Szenarien und Situationen in einem geschützten Raum proben, um so ihre Handlungssicherheit zu erhöhen. Die Herausforderungen in der Ausbildung, die sich aufgrund der geänderten technischen und betrieblichen Rahmenbedingungen ergeben, stehen somit unmittelbar im Zusammenhang mit den Anforderungen an Eisenbahnlehranlagen.

Die klassischen Eisenbahnlehranlagen zeichnen sich durch die Ansteuerung einer Modellbahn mit originaler Stellwerkstechnik aus. Aus

Kosten- und anderen praktischen Gründen wird jedoch häufiger auf die Abbildung der Außenanlagen durch eine Modellbahn verzichtet und durch Lichtbänder oder simulierte Gleisbilder ersetzt. Ebenso gibt es zunehmend mehr Bildungseinrichtungen, die auf eine reine Simulation, auch für die Stellwerkstechnik, zurückgreifen. Hier kommen vereinzelt Virtual-Reality (VR)-Simulationsräume als Ersatz für haptische Eisenbahnlehranlagen zum Einsatz.

Bestand und Ausstattung von Eisenbahnlehranlagen

Im deutschsprachigen Raum gibt es nach obiger klassischer Definition (originaler Stellwerkstechnik und bestenfalls Modellbahn als Abbildung der Außenanlage) eine Vielzahl von Eisenbahnlehranlagen, die sich hinsichtlich ihrer Größe und der grundlegenden Ausstattung nach unterschiedlichen Kriterien einordnen lassen. Die modellierten Netze reichen hier von ca. 30 km bis hin zu ca. 135 km. Die Abb. 1 zeigt eine Übersicht über die Standorte bedeutsamer Eisenbahnlehranlagen im deutschsprachigen Raum.

Die Träger der Anlagen reichen hierbei von staatlichen Bildungseinrichtungen (Hochschulen, Fachschulen, berufsbildende Schulen) über private Bildungsanbieter bis hin zu gemeinnützigen Vereinen. Die meisten Anlagen eint, dass sie über die konventionellen Stellwerkstechniken (Mechanik, Elektromechanik oder Relais) verfügen. Ein Großteil der Anlagen wurde durch Einbindung in die Eisenbahnlehranlage oder durch separate Simulationsanlagen mit ESTW ergänzt. Die Tab. 1 stellt wesentliche Ausstattungsmerkmale ausgewählter Anlagen dar.

Arbeitskreis Akademischer Eisenbahnlehranlagen

Mit der Entwicklung und Implementierung von DSTW und ETCS in das deutsche Schienennetz ist es nun erforderlich, auch diese Themen in die Eisenbahnlehranlagen zu integrieren. Grund genug, sich mit der Frage zu beschäftigen, welche Rollen die Eisenbahnlehranlagen in der zukünftigen Digitalisierung haben werden. Im Rahmen des dritten Arbeitstreffens des Arbeitskreises Akademischer Eisenbahn-

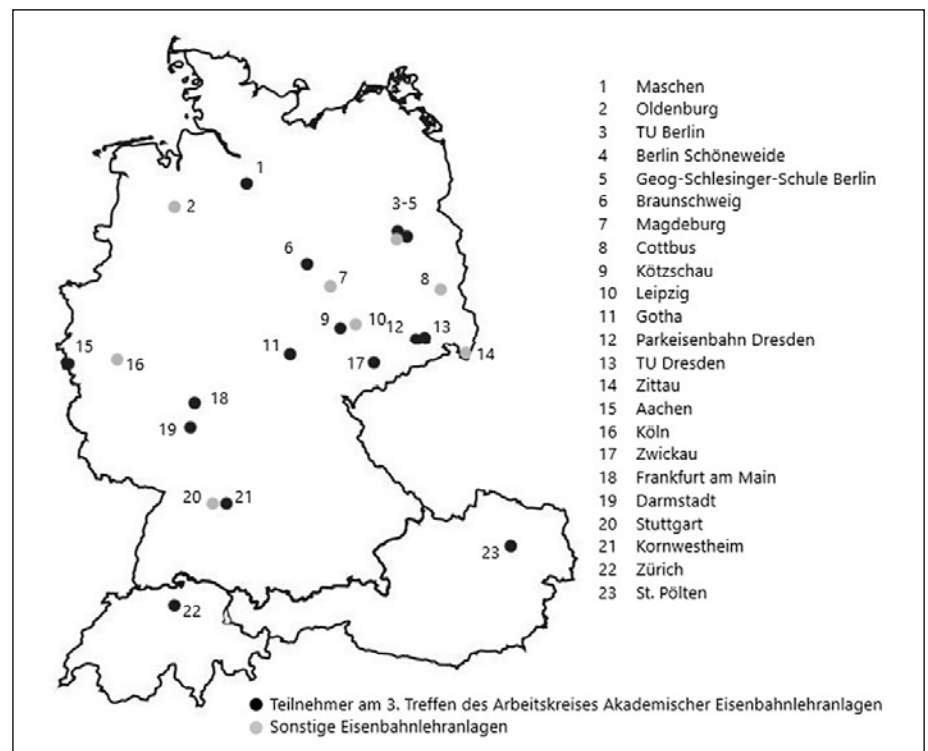


Abb. 1: Eisenbahnlehranlagen im deutschsprachigen Raum*

*kein Anspruch auf Vollständigkeit

Eisenbahnlehranlage	Netzgröße	Stellwerkstechnik
Aachen	100 km	Mechanisches Stellwerk, Elektromechanisches Stellwerk, Relaisstellwerk, ESTW
Berlin Schöneweide	40 km	Mechanisches Stellwerk, Elektromechanisches Stellwerk, Relaisstellwerk, Schlüsselwerk
TU Berlin	29 km	Mechanisches Stellwerk, Elektromechanisches Stellwerk Relaisstellwerk, ESTW
Darmstadt	135 km	Mechanisches Stellwerk, Elektromechanisches Stellwerk, Relaisstellwerk, ESTW
Parkeisenbahn Dresden	k. A.	Elektromechanisches Stellwerk, Relaisstellwerk
TU Dresden	101 km	Mechanisches Stellwerk, Elektromechanisches Stellwerk, Relaisstellwerk, Schlüsselwerk, ESTW
Gotha	80 km	Mechanisches Stellwerk, Elektromechanisches Stellwerk, Relaisstellwerk, Schlüsselwerk, ESTW
Kornwestheim	70 km	Mechanisches Stellwerk, Elektromechanisches Stellwerk, Relaisstellwerk, ESTW, Schlüsselwerk
Maschen	40 km	Mechanisches Stellwerk, Elektromechanisches Stellwerk, Relaisstellwerk
St. Pölten / Wien	60 km	Mechanisches Stellwerk, Relaisstellwerk, ESTW

Tab. 1: Auswahl an Eisenbahnlehranlagen mit ihrer Stellwerkstechnik

lehranlagen mit ca. 35 Teilnehmern (Abb. 2) gab es hierüber nun einen intensiven Austausch dazu. Der Arbeitskreis Akademischer Eisenbahnlehranlagen ist ein Zusammenschluss der Betreiber von Eisenbahnlehranlagen, welcher 2015 durch die damaligen Leiter der Eisenbahnlehranlagen an der TU Dresden (Dr. Eric Schöne) und der Fachschule Gotha (Rolf Zeranski) initiiert wurde. Die Eingrenzung auf akademische Eisenbahnlehranlagen hat sich hierbei als nicht zielführend herausgestellt, sodass der Kreis auch für sonstige Eisenbahnlehranlagen erweitert wurde. Er dient vor allem dem Austausch über aktuelle technische Entwicklungen rund um die Laboreinrichtungen und der punktuellen Zusammenarbeit bei der Entwicklung von Eisenbahnlehranlagen. Schwerpunkt des dritten Treffens war der Austausch über die Zukunft von Eisenbahnbetriebsfeldern im Zuge der Digitalisierung, welche im Bahnbetrieb über DSTW und ETCS hinausgeht.

Die vorhandenen Eisenbahnlehranlagen gehen mit dieser Thematik unterschiedlich um. Anhand von fünf Beispielen soll die Einbindung von ETCS bzw. DSTW in die Eisenbahnlehranlage im folgenden Abschnitt dargestellt werden.

Ausstattung ausgewählter Eisenbahnlehranlagen mit ETCS und DSTW

Die TU Dresden hat im Eisenbahnbetriebslabor eine ETCS-Demonstrationsstrecke mit ETCS Level 2 mit (L2mS) bzw. ohne Signale (L2oS) eingerichtet. Für den Betrachter sind die dafür notwendigen Anlagenanpassungen infrastrukturseitig in der Blockkennzeichnung mit Ne 14-Tafeln auf der Anlage sowie im ESTW in der Bedienoberfläche sichtbar [2]. Fahrzeugseitig wurden die ETCS-Überwachungskurven visualisiert, sodass man alle „relevanten Parameter zu Geschwindigkeit und Entfernung sowie fahrzeugspezifische Informationen während der Zugfahrt“ [2] mit ETCS sehen kann und die „Eingabe verschiedener Zugdaten vor der Zugfahrt und das Aufrüsten des Fahrzeuges für eine Zugfahrt unter ETCS“ [2] vorgeführt werden kann. Detaillierte Informationen sind hierzu im EI 7/2023 dargestellt. Zukünftig soll ebenfalls das Aufrüsten und Steuern der Fahrzeuge

über Tablet mit PZB, LZB oder ETCS ermöglicht werden.

Im Eisenbahnbetriebsfeld der TU Darmstadt wurde ein Driver Machine Interface (DMI) nachgebildet. Da werden die ETCS-Bremskurven sowie die Fahrdynamik des Zuges berechnet. Die Fahrerlaubnis kann von einer kleinen Radio Block Centre (RBC)-Simulation erzeugt werden. Die ETCS-Simulation kann alternativ zur normalen Simulation des PZB-Betriebs genutzt werden. Darüber hinaus gibt es mehrere Testfahrzeuge mit verschiedenen Ortungssensoren. Damit soll eine hinreichend genaue Ortung der Züge erreicht werden.

Die Staatliche Fachschule für Bau, Wirtschaft und Verkehr in Gotha hat bisher ETCS nur im Triebfahrzeugsimulator implementiert. ETCS-Training ist daher nur aus Sicht Triebfahrzeugführer (Tf) möglich. Perspektivisch soll über die Schnittstelle zur ESTW-Simulation auch aus Sicht Fahrdienstleiter (Fdl) ETCS-Training ermöglicht werden.

Auch auf dem Bildungscampus der Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) in St. Pölten

wird das Thema ETCS primär im Triebfahrzeugsimulator realisiert. Die Eisenbahnlehranlage wurde durch ETCS-Stop-Marker ergänzt. Die TU Berlin hat sich der Problematik des DSTW gewidmet und eine Schnittstelle mit LocoNet-EULYNX-Adapter zur Simulation des DSTW des Bf Pörsten entwickelt.

Aktuelle und zukünftige Anforderungen an Eisenbahnlehranlagen aus Sicht eines Eisenbahninfrastrukturbetreibers

Eine klare Positionierung zu den Anforderungen an Eisenbahnbetriebsfelder wurde im Rahmen des dritten Arbeitstreffens durch Vertreter der DB InfraGO AG formuliert.

Durch die in Deutschland in den nächsten Jahren flächendeckende Ausrüstung mit ETCS ergibt sich die Anforderung, die verschiedenen Ausprägungen von ETCS abzubilden:

- Level 1 LS/FS
- Level 2 oS/mS
- Level 2 mit Zugintegrität.

Weiterhin ist dringend zu empfehlen, die Übergangsbereiche bzw. Transitionen zwischen



Abb 2: Drittes Treffen des Arbeitskreises Akademischer Eisenbahnlehranlagen

den ETCS-Level, aber auch zwischen nationalen Zugbeeinflussungssystemen (PZB/LZB) und ETCS darzustellen.

Ein Grund dafür, warum es in den meisten Eisenbahnlehranlagen noch mechanische Stw gibt, ist die Möglichkeit der anschaulichen Darstellung der sicherheitlichen Grundprinzipien des Bahnbetriebs in der Mechanik im Gegensatz zur Rechnertechnik (ESTW). Das gleiche Prinzip lässt sich auch auf die Komponenten von ETCS anwenden: Die Prozesse beispielsweise im RBC laufen im Hintergrund ab – ohne jegliche Transparenz für den Anwender. Für das Systemverständnis ist somit wichtig, nicht nur die Infrastruktur der Eisenbahnlehranlage entsprechend auszustatten, sondern auch die technischen Komponenten wie das RBC und das DMI inklusive deren Schnittstellen und Informationsflüssen in Eisenbahnlehranlagen darzustellen.

Um der verkürzten Ausbildungszeit und der Anforderung nach einem ausgeprägteren Systemverständnis gerecht zu werden, ist dringend zu empfehlen, Eisenbahnlehranlagen integriert zu gestalten. Die Anwender sollen dabei die verschiedenen Rollen im Bahnbetrieb (Fdl, Tf, Disponent, Instandhalter etc.) einnehmen und miteinander interagieren können. Beispielsweise setzt das Eisenbahnbetriebsfeld in Gotha auf die Kopplung von Triebfahrzeugsimulator (Zusi), Stellwerkssimulation (Presim) und Dispositionssimulation (Travis). Hinsichtlich der Simulation des Fdl-Arbeitsplatzes lässt sich die Anforderung weiter konkretisieren: Durch die voranschreitende Digitalisierung sollte der Fokus bei der Ausgestaltung der Eisenbahnlehranlagen auf den Stellwerkstechniken ESTW/DSTW liegen. Des Weiteren werden künftig mehr Bedienplätze mit dem integrierten Leit- und Bediensystem (iLBS) ausgestattet. Diese Neuerung sollte ebenfalls in moderne Eisenbahnlehranlagen Einzug halten, um die Zukunftsfähigkeit sicherzustellen.

Die aktuellen Anforderungen an Eisenbahnlehranlagen finden sich zusammenfassend in Tab. 2 wieder.

Die künftigen Anforderungen an Eisenbahnlehranlagen werden maßgeblich bestimmt durch die (sicherungs-)technischen Entwicklungen und betrieblichen Innovationen.

Hinsichtlich der technischen Seite sind insbesondere hervorzuheben

- Neue Stellwerkstechniken (Advanced Protection System (APS))
- automatisches Fahren (ATO) in den unterschiedlichen Automatisierungsgraden
- neues Kapazitäts- und Verkehrsmanagementsystem (Capacity and Traffic Management System (CTMS)).

Diese Entwicklungen haben unmittelbare Auswirkungen auf die am Bahnbetrieb beteiligten Rollen. Die voranschreitende Automatisierung führt dazu, dass die Sicherheitsverantwortung im Regelbetrieb immer mehr auf die technischen Systeme verlagert wird. Der Mensch wird

Darstellung von ETCS	Integrierte Eisenbahnlehranlagen
<ul style="list-style-type: none"> ■ Darstellung der verschiedenen Ausprägungen von ETCS <ul style="list-style-type: none"> – Level 1 LS/FS – Level 2 oS/mS – Level 2 mit Zugintegrität ■ Darstellung der Transitionen innerhalb von ETCS ■ Darstellung der Übergangsbereiche zwischen PZB/LZB und ETCS ■ Simulation der Bedienung, Schnittstellen und Hintergrundprozesse von ETCS-Komponenten wie RBC und DMI 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Simulation von Systemen verschiedener Rollen im Bahnbetrieb (Fdl, Tf, Disponent, Instandhalter etc.) ■ Kopplung der Systeme/Rollen, um Interaktion zu ermöglichen ■ Stellwerke: Fokus auf ESTW/DSTW ■ Bedienplatz: integriertes Leit- und Bediensystem (iLBS)

Tab. 2: Aktuelle Anforderungen an Eisenbahnlehranlagen

hingegen mehr überwachende Tätigkeiten ausüben und nur im Störfall aktiv in das Geschehen eingreifen. Die Herausforderung, die sich daraus in Bezug auf Eisenbahnlehranlagen ergibt, ist, die aktuellen technischen Entwicklungen rechtzeitig zu implementieren, um die Anwender entsprechend ihrer neuen Rollen ausbilden zu können.

Nicht nur technische Neuerungen reformieren das System Eisenbahn, sondern auch betriebliche Innovationen – wie die Fahrdienstvorschrift für den digitalen Bahnbetrieb [3]. Die neuen Ansätze des Regelwerks hinsichtlich der Schutzziel- und Prozessorientierung sowie unterschiedlicher Darstellungsformen verdeutlichen wesentliche Unterschiede zum Status quo.

In Bezug auf die betrieblichen Prozesse sind weitere Innovationen hervorzuheben, die künftige Anforderungen an Eisenbahnlehranlagen mit sich bringen: Mittelfristig wird der Digitale Befehl [4] eingesetzt, um das Verfahren der Befehlsübermittlung zu vereinfachen und zu beschleunigen. Die Anwendung des neuen Verfahrens in Lehranlagen erfordert (mobile) Endgeräte – sowohl auf Fdl- als auch auf Tf-Seite. Entsprechende Endgeräte werden ebenfalls für die Arbeit mit der neuen Fahrdienstvorschrift für den digitalen Bahnbetrieb benötigt, da sie ausschließlich in einem digitalen und interaktiven Format vorliegen wird. Im Zusammenhang mit der Weiterentwicklung des iLBS werden darüber hinaus neue Dokumentationsprinzipien umgesetzt, die eine schriftliche Dokumentation betrieblicher Meldungen und Handlungen in Papierform weitestgehend auflösen. Schlussendlich muss auch diese Transformation Eingang in die Weiterentwicklung der Eisenbahnlehranlagen finden, um den Anwendern ein realistisches Abbild des künftigen Bahnbetriebs vermitteln zu können.

Fazit

Um den hier aufgeführten Anforderungen gerecht zu werden, bedarf es neben den Investitionen in das Schienennetz auch Investitionen in die Eisenbahnlehranlagen, um eine Aus- und Weiterbildung nach aktuellen und zukünftigen technischen Standards zu ermöglichen, ohne dabei die Bedeutung der konventionellen Technik als wichtiges didaktisches

Instrument zu vernachlässigen. Daher sind alle am Aus- und Weiterbildungsprozess Beteiligten aufgefordert, gemeinsam nach nachhaltigen Lösungen für die Eisenbahnlehranlagen zu suchen, damit auch zukünftig ein sicherer, pünktlicher und klimafreundlicher Bahnbetrieb angeboten werden kann. ■

QUELLEN

- [1] Feuer, P.-T.: Anforderungen an die Weiterentwicklung modellbahngestützter Lehranlagen für den Eisenbahnbetrieb, Masterarbeit TU Dresden, 2021
- [2] Lux, B.; Nesterenko, W.: Wie kann ETCS in einem Eisenbahnbetriebslabor demonstriert werden? EI – DER EISENBAHNINGENIEUR 7/2023
- [3] Altmann, S.; Cichos, M.; Kopitzki, M.; Pacht, J.: Ein neues Betriebsverfahren für den digitalen Bahnbetrieb, EI – DER EISENBAHNINGENIEUR 08/2023
- [4] Deutsche Bahn AG: Digitaler Befehl im Pilotbetrieb, <https://www.dbinfrago.com/web/schienennetz/netzzugang-und-regulierung/technischer-netzzugang/digitaler-befehl-pilotbetrieb-12592966>, zuletzt abgerufen am 05.05.2024



Moritz Cichos, M.Sc.

Doktorand
Professur für Verkehrssicherungstechnik
Technische Universität Dresden
Referent digitale Prozesse
im Bahnbetrieb
DB InfraGO AG, Frankfurt a. M.
moritz.cichos@deutschebahn.com



Dipl.-Ing. Tobias Pretzsch

Leiter Fachrichtung Verkehrstechnik
Staatliche Fachschule für Bau,
Wirtschaft und Verkehr, Gotha
tobias.pretzsch@schule.thueringen.de

Fachkräfte finden und entwickeln

Was sind Auswirkungen und Gegenmaßnahmen des Fachkräftemangels?
Wie können Fachkräfte gefunden, entwickelt und gebunden werden?

VERENA LORENZ | ROGER OETZEL

Der Fachkräftemangel stellt für alle Branchen eine erhebliche Herausforderung der Zukunft dar. Die Gründe dafür sind vielfältig. Aufgrund des demographischen Wandels rücken immer weniger Berufseinsteiger nach. Die Bedürfnisse und Ansprüche der jüngeren Generationen haben sich verändert. So ist das Finden von Fachkräften ein Dauerthema und die Entwicklung dieser muss sich systematisch anpassen.

Die Folgen des Fachkräftemangels: Die Zahl der unbesetzten Stellen in deutschen Unternehmen und in der Baubranche ist sehr hoch. Laut des DIHK liegen die Zahlen in der Baubranche derzeit bei über 50 % (Abb. 1). Das ist grundsätzlich

auch in der Baubranche spürbar. Als größte Auswirkung dieser Problematik wird die Mehrbelastung bestehender Mitarbeitenden beschrieben (Abb. 2). Zudem steigen die Arbeitskosten, und zum Teil ist nur noch ein eingeschränktes Angebot verfügbar.

Fachkräfte finden

Vor dem Hintergrund der angespannten Arbeitsmarktsituation ist es erforderlich, alle Arbeitsmarktpotenziale und verschiedene Kanäle für die Personalgewinnung zu nutzen. Die DB hat sich hier bereits breit aufgestellt und zielgruppenorientierte Anspracheformate festgelegt und entwickelt.

Nachwuchskräfte

Bei der Gewinnung von Nachwuchskräften erfolgt die Ansprache vorrangig über digitale Me-

dien in Form von kurzen Werbeclips mit dem Fokus auf eine starke Visualisierung der Arbeit. Im zweiten Kanal erfolgt eine direkte Ansprache über Schulen, Berufsberatungen und Eltern. Die Inhalte leiten die Zielgruppen zu direkten Kontaktmöglichkeiten mit dem Unternehmen. Insbesondere für die Zielgruppe der Schüler zeigt sich ein Bedarf, aber auch echtes Interesse, an einem direkten Kontakt mit dem Berufsbild. Der darauf aufsetzende Kanal bietet einen Mix aus betrieblichen Praktika und Praxistagen im Unternehmen. Da sich interessante Baustellen leider oftmals nicht als Praktikumsort eignen, setzt die DB Bahnbaugruppe hier auf einen praxisnahen Eindruck durch Exkursionen und darauf aufbauenden praktischen Aufgaben in einem ihrer Qualifizierungszentren. Der „Mitmachfaktor“ sowie der direkte Kontakt zu Mitarbeitenden erzeugt hier ein echtes Interesse und eine erste Bindung.

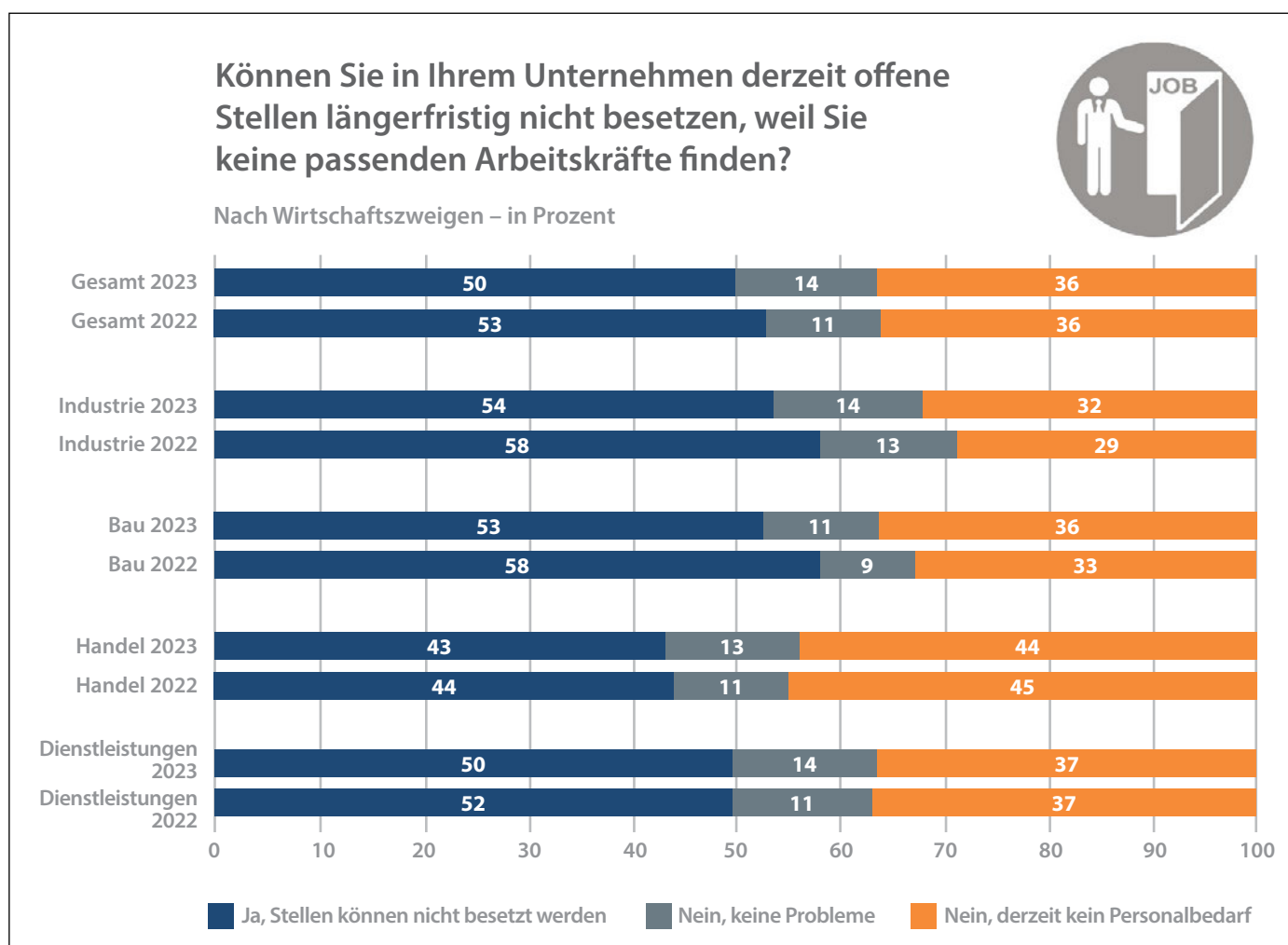


Abb. 1: Nichtbesetzung offener Stellen durch fehlende Fachkräfte

Quelle: [2]

Welche Folgen erwarten Sie künftig durch Arbeits- und Fachkräftemangel für Ihr Unternehmen?

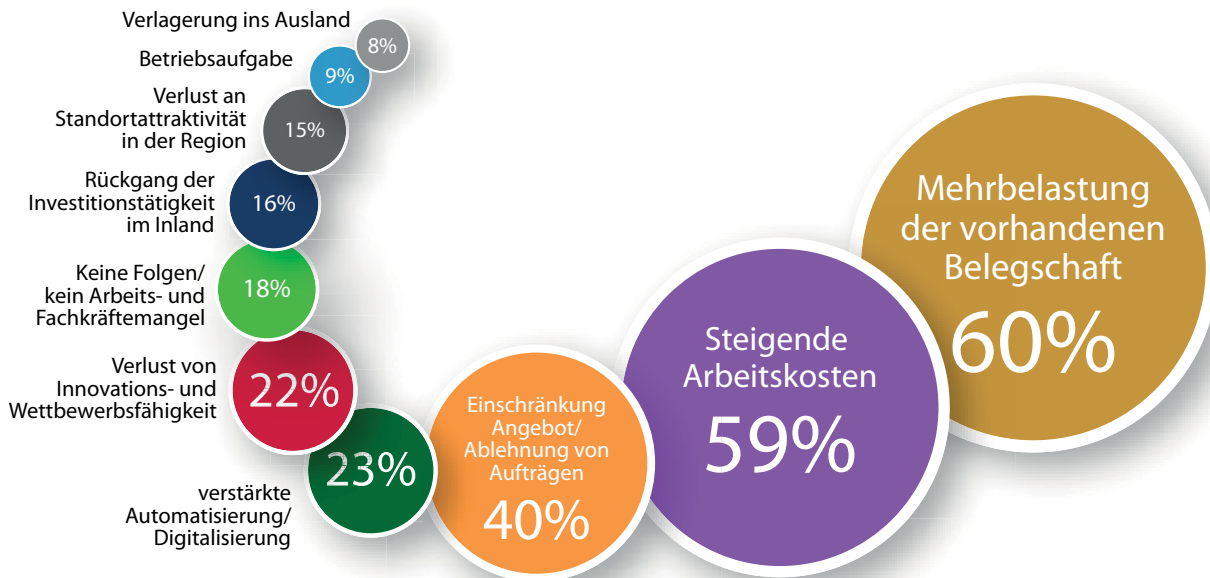


Abb. 2: Folgen des Arbeits- und Fachkräftemangels für Unternehmen

Quelle: [3]

Absolventen

Die Gewinnung von Absolventen aus technischen Studiengängen ist inzwischen fast unmöglich geworden. Fast alle haben sich bereits während des Studiums für ein Unternehmen entschieden. Als erfolgsversprechend zeigen sich hier deshalb Förderungen bereits zum Start des Studiums, eine direkte Einstellung bereits zum Studienbeginn oder die Bindung von potenziellen Nachwuchskräften im Rahmen von Pflichtpraktika oder einer Werkstudententätigkeit. Leider fehlt es zumindest für den Bahnsektor aktuell an ausreichenden, fachspezifischen Studiengängen im (Bau-)Ingenieurwesen. Eine Fachhochschule an einem Standort mit attraktivem Umfeld, guter Anbindung und fachlicher Expertise könnte hier einen erheblichen Beitrag für die Ausbildung und den Wissenstransfer leisten.

Quereinsteiger

Bei der Zielgruppe der Quereinsteiger lassen sich zunehmend die gleichen Vorgehensweisen wie bei den Nachwuchskräften einsetzen. Da Praktika hier nur eine untergeordnete Rolle spielen, sollte, neben der digitalen Ansprache, ein möglichst niederschwelliger Anlass für eine Kontaktaufnahme angeboten werden. Hier bieten sich Formate wie Baustellenbesichtigungen für Anwohner und Familien, das Auftreten des Unternehmens bei regionalen Veranstaltungen oder die Printwerbung an Haltestellen, Bauzäunen und Fahrzeugen an. Nicht zu unterschätzen sind weiterhin klas-

sische Formate wie der „Tag der offenen Tür“ oder ein „Freundetag“. Hier haben Auszubildende oder Mitarbeitende die Möglichkeit, ihrem privaten Umfeld einen Einblick in die eigene Arbeit zu geben.

Messen

Noch ein Hinweis zu Messen und ähnlichen Terminen: Diese sind weiterhin unverzichtbar, wenn das Format einen direkten, ungezwungenen Kontakt mit dem Publikum zulässt und die eigene Messecrew ihr Handwerk versteht. Dazu zählen, neben der direkten Ansprache vor Ort, ein solides fachliches Wissen, direkte Gespräche und verbindliche Folgetermine. Ob dann ein gutes Bild oder ein Exponat die Blicke anzieht, ist fast nebensächlich. Das Verteilen von Werbeartikeln allein ist wenig hilfreich, ebenso wenn man sofortige messbare Ergebnisse erwartet. Das mag bei einer Last-Minute-Ausbildungsmesse machbar sein, Messbarkeit ist hier jedoch nicht der Regelfall. Vielmehr geht es bei Messeteilnahmen um die grundsätzliche Aufmerksamkeit der Standbesucher auf die angebotenen Stellen des Unternehmens.

International Mitarbeitende

Mitarbeitende aus einem internationalen Umfeld (Cross Border Recruiting) sind inzwischen unverzichtbar und fester Bestandteil der DB Bahnbaugruppe. Die Ansprache und Gewinnung dieser Zielgruppe ist unkomplizierter als erwartet. Ein großer Teil ist digital erreichbar, flexibel und lernbereit. Zudem kommen

immer mehr Bewerber über Empfehlungen der bereits im Unternehmen arbeitenden internationalen Community.

Komplex wird es bei der Bewertung von Abschlüssen und den erforderlichen Sprachniveaus. Unsere Erfahrungswerte zeigen ein differenziertes Bild. Während der allgemeine Spracherwerb zwar zeitaufwendig ist, jedoch mit den angebotenen Sprachkursen realisiert werden kann, sind das Fachvokabular sowie die Anerkennung weiterhin ein großes Thema. Der Prozess der Anerkennung sollte langfristig einfacher gestaltet werden, die Erfahrungen mit den Ergebnissen der jetzigen Anerkennungsverfahren sind jedoch durchweg positiv. Die eventuell noch erforderlichen Qualifikationen zur vollen beruflichen Anerkennung sind gut zu händeln.

Nochmals komplexer wird es bei Zuwanderern, die sich noch nicht in der EU befinden. Neben der Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben, die dann eine Beschäftigungserlaubnis ermöglichen, sind Behördengänge und die Wohnungssuche die mit Abstand größten Herausforderungen. Hierbei unterstützt uns ebenfalls die vorhandene internationale Community im eigenen Haus auch mit ihrer Erfahrung (Abb. 3).

Fachkräfte entwickeln

Für die zielgerichtete Sicherstellung der Einsetzbarkeit der neuen Mitarbeitenden kann der Kreislauf des Kompetenzmanagements helfen. Dieser beschreibt den zielgerichteten



Abb. 3: Teilnehmende aus dem Cross-Border-Recruiting-Projekt mit der Türkei

Quelle: DB Bahnbau Gruppe GmbH / A. Steudel

und bewussten Umgang mit bestehenden und benötigten Kompetenzen in einem Unternehmen. Dazu wird zuerst eine Tätigkeitsanalyse benötigt. Es wird detailliert beschrieben, welche Aufgaben diese Funktion ausübt. In einem Kompetenzprofil werden die dafür benötigten Kompetenzen aufgeführt. Diese werden i. d. R. in Fach-, Methoden-, Sozial- und personelle Kompetenzen unterteilt. Zusätzlich werden die einzelnen Kompetenzen mit Kompetenzstufen hinterlegt. Die DB Bahnbau Gruppe hat sich auf ein 4-stufiges Modell vom Einsteiger zum Kenner und über den Könnler zum Profi festgelegt. Mithilfe von Verhaltensankern, die die Kompetenz beschreiben, wird eine Abgrenzung zwischen den Stufen ermöglicht. Wenn dieses Profil für die Tätigkeit beschrieben ist, muss der Kompetenzbestand, also die aktuell vorhandenen Kompetenzen der neuen oder bestehenden Fachkraft, definiert werden. Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten. Zu den klassischen Verfahren gehören Abschlüsse bzw. Zertifikate und schriftliche, mündliche oder praktische Prüfungen. Darüber hinaus können Beurteilungen, Arbeitsproben, Beobachtungen, Assessment Center und Ähnliches bei der Einschätzung helfen. Durch diesen Soll-

Ist-Abgleich wird deutlich, welche Kompetenzen die Fachkraft entwickeln muss. Hilfreich ist es, die entsprechend notwendigen Schulungen im Kompetenzprofil der Funktion zu hinterlegen, um daraus einen Qualifizierungsplan ableiten zu können. Beim Kompetenzaufbau sind außerdem Hospitationen oder Coachings empfehlenswert [1]. Im Allgemeinen lassen sich fachliche und methodische Kompetenzen leichter aufbauen als soziale und personelle Kompetenzen, da diese stark mit den Persönlichkeitsmerkmalen und Charaktereigenschaften einer Person zusammenhängen.

Neue Herausforderungen für Trainer

Die jüngeren Generationen sind sog. Digital Natives. Die Fachkräfte aus anderen Ländern verfügen noch nicht über ausreichend Sprachkenntnisse. Erfahrenere und ältere Mitarbeitende haben wiederum andere Stärken und Schwächen. Die Trainer stehen somit tagtäglich vor neuen Herausforderungen, alle Bedürfnisse der Teilnehmenden eines Kurses zu bedienen, um die Lernziele zu erreichen. Für den zielgerichteten Umgang mit diesen unterschiedlichen Bedürfnissen wird eine hohe Methodenkompetenz bei den Trainern benö-

tigt. Das bedeutet, dass die Teilnehmenden gemäß ihres Leistungsstandards und Lerntyps unterschiedliche Möglichkeiten zur Wissenserwerbungsangeboten bekommen. Je diverser eine Gruppe ist, desto größer ist diese Herausforderung. Dabei bietet es sich an, die Gruppe entsprechend der Lernstände zu teilen, digitale Unterstützungsmöglichkeiten zu nutzen oder durch den Einsatz verschiedener Lehr- und Lernmethoden das Wissen der Gruppe zu nutzen bzw. anzuregen, sodass die Teilnehmenden voneinander lernen können (Abb. 4). Diese Thematik geht ebenfalls mit den pädagogischen Entwicklungen hin zur Lernbegleitung und Teilnehmendenzentrierung einher.

Fachkräfte binden

Bei sämtlichen Kanälen der Personalgewinnung und Kompetenzentwicklung ist eine kontinuierliche Umsetzung über einen längeren Zeitraum erforderlich. Quereinsteigende willkommen zu heißen, bedeutet für jedes Team jedoch einen erheblichen Mehraufwand. Hier ist, wie oben beschrieben, die Methodenkompetenz der Führungskräfte und Trainer der Schlüssel zum Erfolg. Ebenso wichtig ist es, bestehende Teams auf neue und/oder internationale Kol-

Im Schulungszentrum Stade bei Hamburg:

Neue Kurse

Softskills für Fach- & Führungskräfte von morgen

BAHNDIENSTLEISTUNGEN

SEBASTIAN SCHLEMMER

+49 (0) 41 44 / 60 48 68-0 | info@svd-stade.de

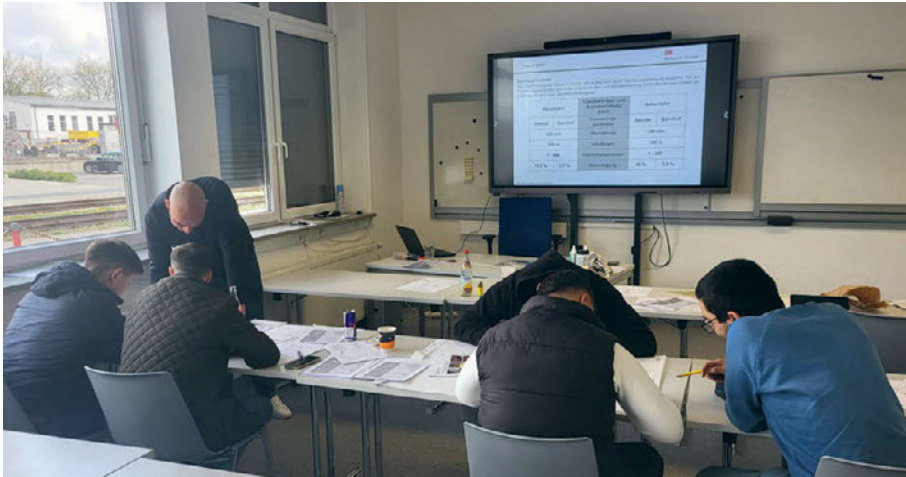


Abb. 4: Trainer mit Teilnehmenden

Quelle: DB Bahnbau Gruppe GmbH / V. Lorenz

legen einzustimmen. Kulturell gibt es selten Schwierigkeiten, jedoch ist die Veränderung für alle Beteiligten eine Herausforderung. Neuen Mitarbeitenden muss ausreichend Zeit eingeräumt werden, noch fehlende Kompetenzen zu entwickeln. Entwicklungsmöglichkeiten und Schulungsangebote im eigenen Unternehmen sollten daher auch für diese Zielgruppe transparent sein.

Das Wichtigste zum Schluss: Es ist empfehlenswert, genau so viel Zeit in die Bindung und Entwicklung bestehender und neuer Mitarbeiter zu investieren wie in die Personalgewinnung. Werden die Bindung und Entwicklung vernachlässigt, werden noch mehr Recruiting-Investitionen nötig sein, um offene Stellen zu besetzen. ■

QUELLEN

[1] North, K.; Reinhardt, K.; Sieber-Suter, B.: (Kompetenzmanagement, 2018): Kompetenzmanagement in der Praxis, Mitarbeiterkompetenzen systematisch identifizieren, nutzen und entwickeln. Mit vielen Praxisbeispielen, 3. Aufl., Wiesbaden: Springer, 2018
 [2] Deutsche Industrie- und Handelskammer (2023): Fachkräfteengpässe gefährden Transformation und Innovation. DIHK-Report Fachkräfte 2023/2024. Berlin, Brüssel: Deutsche Industrie- und Handelskammer (DIHK) <https://www.dihk.de/resource/blob/107882/f8e2f248f04aaf10e622d5a0f-cb38df9/dihk-fachkraeftereport-2023-data.pdf>, 24.04.2024 um 11:13 Uhr
 [3] Deutsche Industrie- und Handelskammer (2023): Fachkräfteengpässe gefährden Transformation und Innovation. DIHK-Report Fachkräfte 2023/2024. Berlin, Brüssel: Deutsche Industrie- und Handelskammer (DIHK) <https://www.dihk.de/resource/blob/107882/f8e2f248f04aaf10e622d5a0f-cb38df9/dihk-fachkraeftereport-2023-data.pdf>, 24.04.2024 um 11:13 Uhr



Verena Lorenz

Leiterin
 Qualifizierungszentrum Augsburg
 DB Bahnbau Grupp GmbH, Augsburg
 verena.lorenz@deutschebahn.com



Roger Oetzel

Experte Grundsätze Qualifizierung und Personalgewinnung
 DB Bahnbau Gruppe GmbH, Berlin
 roger.oetzel@deutschebahn.com

Wir sind dort, wo Ihre Kunden sind.

SEPTEMBER
Heft 9

18.09. – 20.09.2024
20. Internationale Schienenfahrzeugtagung, Dresden

24.9. – 27.09.2024
InnoTrans, Berlin

OKTOBER
Heft 10

06.11.24
10. Fachtagung Sanierung von Ingenieurbauwerken, Nürnberg

07.11. – 08.11.24
24. Internationaler SIGNAL+DRAHT-Kongress, Fulda

Weitere Infos: Silke Härtel • Telefon: 040/237 14-227 • silke.haertel@dvvmedia.com

Änderungen vorbehalten.

DIGITALE FACHMEDIEN

KOSTENLOS FÜR STUDENTEN

Unverzichtbar
im Studium

In wenigen Schritten zur erstklassigen Fachliteratur:

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

Jetzt kostenlos anfordern:

www.eurailpress.de/studentenangebot

CCS+ Education Programme

Ein innovatives Bildungsprogramm im Bereich der Leit- und Sicherungstechnik (Command, Control and Signaling) zur Vorbereitung auf eine digitale Zukunft Europas

SVEN MARBURG

Der europäische Bahnsektor steht vor der Herausforderung der Entwicklung eines leistungsstarken Bahnsystems, das insbesondere auch eine europäische Perspektive bietet, um grenzüberschreitende Verkehre zu fördern und damit die Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern. Das internationale CCS+ Education Programme reagiert auf diese Anforderungen, indem es die länderübergreifende Ausbildung im Bahnsektor unterstützt und individuelle Bildungsangebote für verschiedene Zielgruppen bietet. „One European mindset“ ist bei dem Aufbau von Netzwerken ein wichtiger Aspekt. Mit der CCS+ Summer School, dem geplanten Masterprogramm und weiteren Angeboten trägt das Programm dazu bei, die Zusammenarbeit im europäischen Bahnsektor zu stärken und auf eine digitale Zukunft vorzubereiten.

Die CCS+ Summer School als erster Baustein des Programms

Das CCS+ Education Programme entstand im Jahr 2023 aus einer gemeinsamen Idee der DB InfraGO AG (DB) und der ProRail B.V. (ProRail), dem Eisenbahninfrastrukturbetreiber der Niederlande. Das Konzept einer Bildungsveranstaltung aus Theorie und Praxis wurde gemeinsam entwickelt, um den Bedarf an europaweiter Zusammenarbeit in einem zunehmend digitalisierten Bahnsektor zu adressieren und ein Netzwerk aufzubauen, das

insbesondere Berufseinsteiger und young professionals des Bahnsektors europaweit zusammenbringt. Die im vergangenen Jahr erstmalig durchgeführte CCS+ Summer School konnte 30 Teilnehmer aus sieben verschiedenen Ländern (Deutschland, Niederlande, Dänemark, Schweden, Tschechische Republik, Slowenien und Ungarn) mit Fachexperten aus unterschiedlichen Fachbereichen zusammenbringen und dabei ein breites Fachwissen aus dem Bereich der Signaltechnik vermitteln. Der Kern des fachlichen Programms fokussierte auf die aktuellen Entwicklungen im Bereich der digitalen Leit- und Sicherungstechnik (LST) bzw. European Rail Traffic Management System (ERTMS), wobei Gemeinsamkeiten, aber auch unterschiedliche Herangehensweisen in verschiedenen europäischen Ländern herausgearbeitet und diskutiert wurden. Neben Ingenieuren aus den Entwicklungsbereichen nahmen auch Projektsteuerer und Kaufleute an der Veranstaltung teil. Dieser breite Erfahrungsschatz aus verschiedenen Disziplinen führte zu einer gesamthaften Betrachtung des Themas auf europäischer Ebene.

Das zweiwöchige Programm mit Vorlesungen, Workshops und Exkursionen wurde durch Kamingespräche und Abendveranstaltungen mit Vertretern aus dem Management von ProRail bzw. der Deutschen Bahn AG (DB) sowie Vertretern aus dem europäischen Projekt „Europe's Rail“ abgerundet. Begonnen wurde in der ersten Woche mit Theorie und Praxisbeispielen von Lehrenden der niederländischen Universitäten Eindhoven, Delft und Twente. Neben den technischen Grundlagen der Bahntechnik

und ERTMS wurden in der ersten Woche übergreifende Themen, wie MBSE (Model Based System Engineering) und Risiko Management – bildhaft vorgetragen an dem Beispiel, was vor und während der Durchführung jenes Workshops alles hätte passieren können – vermittelt und anhand von Praxisbeispielen vertieft. Als Veranstaltungsort war mit dem Ausbildungs- und Trainingszentrum der Niederlande, dem RailCenter in Amersfoort, ein idealer Ort gewählt, um die gelernten theoretischen Inhalte vor Ort praxisnah zu erproben.

Nach Abschluss der ersten Woche wechselten die Teilnehmer ihren Standort von Amersfoort nach Frankfurt und nutzten eine Führung bei der DB System und eine Sightseeing-Tour in Frankfurt, um persönliche Netzwerke aufzubauen.

In der zweiten Woche wurden Fachthemen u.a. zur Netzwerktechnik und zu digitalen Stellwerken sowie neueste Entwicklungen im Bereich der Instandhaltung durch Referenten der DB vertieft. Auch Zukunftsthemen, wie z.B. Automated Train Operation (ATO) und Advanced Protection System (APS) wurden behandelt. Es folgte eine Exkursion in das Erzgebirge, wo aktuelle Entwicklungen im Bereich der Bahntechnik auf internationalen Veranstaltungen diskutiert und vorgestellt wurden. Bei diesen Veranstaltungen waren die CCS+-Teilnehmer als Gastredner beteiligt. Ein weiteres Highlight im Erzgebirge war der Besuch des digitalen Testfeldes der DB, das für die Erprobung von Systemen und Komponenten der Eisenbahninfrastruktur entwickelt wird.



Abb. 1: Gruppenfoto der Teilnehmer der CCS+ Summer School 2023

Quelle aller Abb.: DB InfraGO AG

Zusätzlich zu den täglichen Lernabschnitten wurden den Teilnehmern Aufgaben gestellt, die sie in Kleingruppen bearbeiten und ihre Lösungen im Auditorium mit Fachexperten vorstellen und diskutieren konnten. Die intensive Arbeit in den Kleingruppen ist ein wesentliches Element des Konzeptes, um fachliche Themen zu durchdringen, die länderübergreifende Zusammenarbeit zu fördern und ein eigenes Netzwerk aufzubauen.

Den Abschluss der Veranstaltung bildete die Übergabe der Teilnahmezertifikate in der DB InfraGO-Zentrale „Netzwerk“ in Frankfurt am Main. Das CCS+ Education Programme arbeitet mit dem europäischen STAFFER-Projekt (Skill Training Alliance For the Future European Rail system) zusammen, das u. a. Qualifizierungsprogramme im Eisenbahnsektor entwickelt und an Lösungen gegen den aktuellen Fachkräftemangel arbeitet. Die CCS+ Summer School wurde als Referenzprojekt in STAFFER-Projekt aufgenommen und stellt die gewonnenen Erkenntnisse zur Verfügung.

Begleitet wurde dieses Pilotprojekt von einem Kamerateam, das die zwei Wochen eindrucksvoll dokumentiert hat (Abb. 1). Zu sehen ist dieses Image-Video auf der Homepage des Programms: www.ccs-education.com.

Weitere Bausteine des CCS+ Education Programme

Die verschiedenen Bausteine des CCS+ Education Programme tragen dazu bei, young professionals, Experten und Führungskräfte auf die bevorstehenden Veränderungen und Chancen in der Entwicklung und dem Ausbau der Europäischen Bahninfrastruktur vorzubereiten. Dabei sollen Bahner gezielt unterstützt werden, ihr Wissen und ihre Fähigkeiten in Schlüsselbereichen wie Digitalisierung, Innovation und ERTMS zu vertiefen.

Expert Meetings

Um Netzwerke auf europäischer Ebene zu unterstützen, wurde im Rahmen des CCS+ Education Programme ein Expert Network aufgebaut. Neben den Absolventen der CCS+ Summer School soll dieses Netzwerk auch anderen Experten aus dem Bahnsektor offenstehen, um gemeinsam Lösungen für die Zukunft der Bahn zu diskutieren und sich über die Grenzen hinaus auszutauschen. Angedacht sind drei bis vier Treffen pro Jahr, wovon ein Meeting in Präsenz stattfinden soll.

Zielgruppen des CCS+ Education Programme



Zielgruppen

- Studierende an Universitäten/ Fachhochschulen
- Rail Newcomers/ Young professionals
- Management/Behörden
- Allgemein



Programmteil

- Masterprogramm
- CCS+ Summer School
- Executive Master Classes
- Expert Meetings



Abb. 2: Zielgruppen des CCS+ Education Programme

Masterprogramm

Perspektivisch ist vorgesehen, ein internationales Masterprogramm mit verschiedenen Universitäten aufzusetzen, um die Ausbildung in wichtigen Schlüsselbereichen attraktiv zu gestalten und letztlich mehr junge Menschen für den Bahnsektor zu gewinnen. Für die Gestaltung internationaler Masterstudiengänge werden aktuell bestehende Konzepte analysiert und mögliche Partner im universitären Bereich gesucht. Angedacht sind zudem Kooperationen mit Industriepartnern für Praktika und Projektarbeiten, um den Studierenden praxisnahe Einblicke zu bieten und wertvolle Kontakte für ihre zukünftige Karriere zu knüpfen.

Executive Master Classes

Des Weiteren sind Executive Master Classes für Quereinsteiger und Führungskräfte aus dem Bereich der LST geplant, um diesen einen schnelleren Einstieg in das Thema zu ermöglichen. Der Umfang dieser Kurse soll mit zwei bis fünf Tagen angesetzt werden. Eine internationale Ausrichtung solcher Programme ist ein wichtiges Argument, um die Attraktivität des Bahnsektors insgesamt zu erhöhen (Abb. 2).

Struktur des CCS+ Education Programme

Die unterschiedlichen Bausteine des CCS+ Education Programme werden von verschiedenen Projektteams in den jeweiligen Arbeitsgruppen betreut und ausgebaut. Eine gemeinsame Pro-

grammleitung und zentralisierte Aufgaben wie Finanzen, Marketing und Stakeholder Management runden das Projektteam ab.

Das Team des CCS+ Education Programme besteht aktuell aus young professionals und Experten aus Deutschland, den Niederlanden, Dänemark und Ungarn. Das Programm agiert als Non-Profit Zusammenschluss und basiert auf der freiwilligen Mitarbeit aller Beteiligten.

Ausblick in die Zukunft des Programms

Durch den großen Erfolg der CCS+ Summer School 2023 und die Nachfrage nach einer Plattform zum internationalen Austausch animiert, wird auch im Jahr 2024 wieder eine CCS+ Summer School stattfinden. Neben den bisher bewährten Inhalten ist u. a. ein Besuch in Brüssel und ein Expertenaustausch auf der InnoTrans im Programm vorgesehen. Nähere Informationen zum Programm und der Teilnahme gibt es unter www.ccs-education.com. ■



Diplom-Wirtsch.-Ing. Sven Marburg

Hochschulkooperationen
CCS+ Education Programme
Steuerung und Lieferantenmanagement
DSTW (I.IDT 311)
DB InfraGO AG, Frankfurt a. M.
sven.marburg@deutschebahn.com



For your safety

we go the extra mile.



Bildungsakademie für Bahnberufe

Baubeginn für neues Bildungsgebäude am BTC Havelland



Abb. 1: Visualisierung der Planungen – die Bildungsakademie für Bahnberufe

Quelle: Planungswerk Näther

MANUEL JAKOB

Die Pläne für das neue Bildungsgebäude am BahnTechnologie Campus (BTC) Havelland sind fertig. Das Gebäude bietet vielfältige Möglichkeiten für zukunftsorientierte Lehr- und Lernmethoden. Große Gruppenräume und kleinere Räume für Arbeitsgruppen und Teambesprechungen ergänzen sich optimal. Zudem gibt es einen großen Raum als Experimentier- und Praxislabor. Baubeginn ist im dritten Quartal mit den ersten Arbeiten zur Vorbereitung des Baufeldes. Die Fertigstellung des Bildungsgebäudes wird für Herbst 2026 erwartet.

Mit dem Bau des Bildungsgebäudes geht ein lang gehegter Wunsch in Erfüllung. Denn künftig werden die vorhandenen Räumlichkeiten in den Bestandsgebäuden am Bahnhof Elstal, 25 Minuten vom Berliner Hauptbahnhof entfernt, durch moderne Räume für Seminare, Schulungen, Fortbildungen und Tagungen für zehn bis 200 Teilnehmer auf gut 800 m² ergänzt (Abb. 2). Für die Realisierung des Gebäudes und der Außenanlagen inklusive Weiche und Übungsfläche für den Gleisbau stehen Mittel in Höhe von 5 Mio. EUR aus dem Sondervermögen „Zukunftsinvestitionsfonds des Landes Brandenburg“ zur Verfügung.

Schon jetzt sind Lerngruppen der unterschiedlichsten Bildungsanbieter begeistert von der

Anschaulichkeit der Bahnthemen vor Ort. Der Standort eignet sich optimal für die anschauliche Vermittlung von Eisenbahnthemen. Schon vom breiten Bahnsteig des Regionalbahnhofs Elstal aus bieten sich vielfältige und auch de-

taillierte Einblicke in die komplexen Themen der Eisenbahninfrastruktur. Auf der einen Seite die Hochgeschwindigkeitstrecke Berlin–Hannover mit Fester Fahrbahn, auf der die ICE-Züge aller Bauarten vorbeiziehen. Auf der ande-

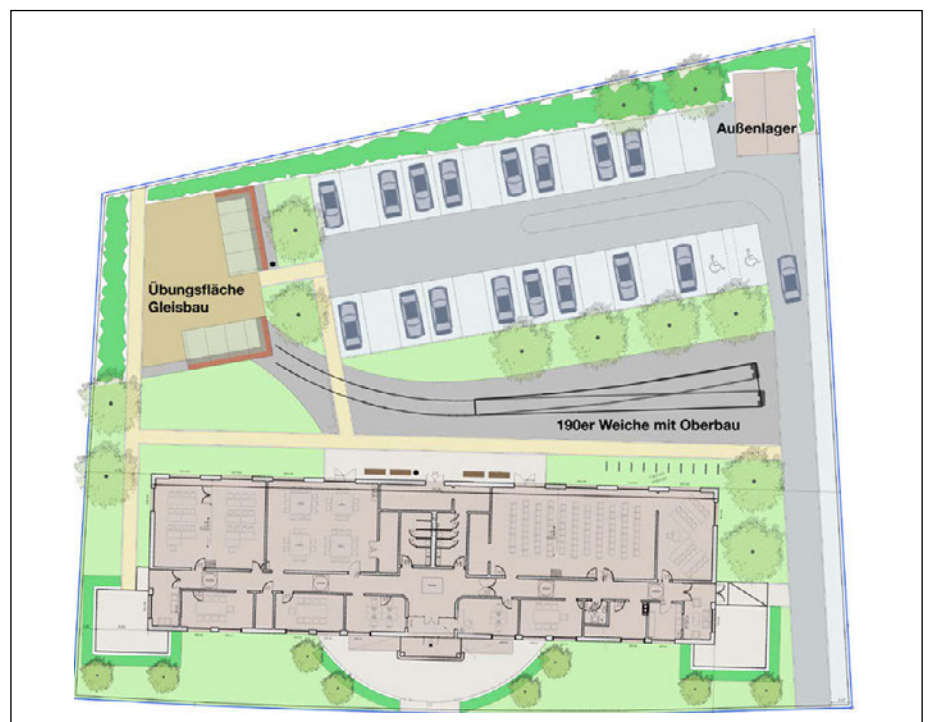


Abb. 2: Außenanlagen der Bildungsakademie, mit Übungsfläche für den Gleisbau und 190er Weiche mit originalgetreuem Oberbau

Quelle: Planungswerk Näther



Abb. 3: Abschlussfoto mit den Teilnehmern der Train-the-Trainer-Maßnahme vom TÜV Rheinland

Quelle: TÜV Rheinland

ren Seite der seinerzeit größte und modernste Rangierbahnhof Wustermark, der heute als größter privat betriebener Rangierbahnhof gilt. Dazwischen die Gleise des Regionalverkehrs mit der Anbindung in östlicher Richtung nach Berlin sowie in westlicher Richtung über den Eisenbahnaußenring nach Potsdam und durchs Havelland nach Rathenow.

Einen guten Überblick über das gesamte Areal kann man sich auf der rund 120 m langen Fußgängerbrücke verschaffen, die direkt vom Bahnsteig auf das Gelände führt. Auf dem Rangierbahnhof des RLC Wustermark findet sich, mit täglich wechselndem Bild, zumeist ein breites Spektrum von Schienenfahrzeugen aus dem gesamten Personen- und Güterverkehr. Nagelneue Fahrzeuge stehen bereit für die Inbetriebnahme. Lange Güterzüge warten auf die Einfahrt zum Berliner Westhafen, oder, in der Gegenrichtung, zur Fahrt Richtung Hannover bzw. zum Lehrter Hub. Dazwischen viel rollendes Material aus den unterschiedlichsten Jahrzehnten.

Trainspotter nutzen die Fußgängerbrücke gerne für ihre Schnappschüsse. Aber auch Lerngruppen können hier einen authentischen Eindruck bekommen von der heutigen vielfältigen und buchstäblich bunten Mobilität auf der Schiene.

Entwicklung des Standorts

Dass sich der BTC Havelland wegen der Vielfalt des Bahngeschehens vor Ort und vor

allem auch wegen seiner ausgezeichneten Erreichbarkeit mit dem ÖPNV bestens für die Eisenbahnausbildung eignet, war mit einer der Gründe dafür, die Entwicklung des Standortes voranzutreiben. Das zeigte sich auch bald durch die „Abstimmung mit den Füßen“: Lerngruppen aller relevanten Hochschulen und Bildungsträger aus der Hauptstadtregion kamen vorbei, um all das einmal aus direkter Anschauung live zu sehen und zu erleben, was im Seminar oder Fachunterricht zum Thema Eisenbahn theoretisch behandelt wurde.

In einem von der EU geförderten Modellprojekt wurde erprobt, wie die Möglichkeiten des Standorts optimal in die beruflichen und akademischen Ausbildungsgänge eingebunden werden können. Vor Ort wurden über 20 thematisch passende „Lernstationen“ identifiziert und didaktisch ausgearbeitet, an denen bestimmte Sachverhalte aus dem System Bahn schlüssig aufgezeigt und in ihrem funktionalen Zusammenhang erläutert werden können.


Beispiel Weiche: Auf dem Areal finden sich die unterschiedlichsten Bauformen und Steuerungstechniken, von der manuell ortsgestellten bis zur ferngestellten Weiche, die aus dem Stellwerk bedient wird. So haben die Lehrkräfte die Möglichkeit, je nach Unterrichtsthema genau das passende Stück Ei-

senbahnrealität vor Ort aufzusuchen und in den Lernprozess einzubinden. Die im Zuge des Baus der Akademie geplante Lehranlage für die Themen Schiene, Weiche und Oberbau wird diese Möglichkeiten noch zusätzlich erweitern.

Eisenbahn verstehen

Eine eigene Untersuchung zu den passenden Lernbausteinen aus der neuen Ausbildungsverordnung zum Eisenbahner im Betriebsdienst (EiB) hat ergeben, dass von den im IHK-Curriculum explizit aufgelisteten 164 Ausbildungsthemen insgesamt über 80 % eine passende Entsprechung vor Ort finden. Dabei lassen sich im Sinne bestmöglicher Lernprozesse 55 % aller EiB-Themen „gut“ und weitere 26 % sogar „sehr gut“ vor Ort veranschaulichen. Drei Beispiele:

- Bereich Fahrzeuge, Lernziel A 3 b: „den Aufbau der Fahrzeuge nach ihrem Verwendungszweck sowie die Energieversorgung und die Steuerung der Fahrzeuge unterscheiden“.
- Bereich Infrastruktur, Lernziel A 3 c: „den Aufbau der Gleisanlagen, insbesondere Fahrbahn mit Unterbau, Oberbau, Weichen und Kreuzungen, sowie Bauwerke mit Tunneln, Brücken und Einschnitten beschreiben“.
- Bereich LST, Lernziel B 4 d: „Signale und Geschwindigkeitsvorgaben bei Rangierfahrten beachten“.



Visit us at the InnoTrans 2024

Hall 5.2 | Booth 630





Abb. 4: Teilnehmer vor der sechsachsigen Hybridlokomotive der Havelländischen Eisenbahn AG

Quelle: BTC Havelland GmbH

Und nach der Anschauung vor Ort? Da wäre eine Vertiefung der Themen im Seminarraum sehr hilfreich. Das neue Bildungsgebäude wird über Glasfaseranbindung verfügen, sodass auch digitale Lehr- und Lernformate wirksam in die Unterrichtsgestaltungen eingebunden werden können. Ein schneller und hochverfügbarer Internetzugang ist vor allem deshalb wichtig, weil Bildungseinrichtungen bei Nutzung der Räume häufig ihr eigenes Lernmanagementsystem in sicherer Qualität nutzen wollen. Die Kombination aus verkehrlicher Erreichbarkeit, thematischer Anschaulichkeit und digitaler Einbindung macht den BTC Havelland zu einem prädestinierten Standort für

Eisenbahnausbildungen aller Art. Schon jetzt ist der Bahnhof „Elstal“ immer wieder Ziel bahnteressierter Lerngruppen. Das Spektrum reicht vom Einsteiger-Kompaktkurs zum System Bahn über fachspezifische Lehrgänge bis hin zu Forschungsprojekten. So hat beispielsweise die Ausbildungsoffensive des VDB zum Thema Oberleitungsanlagen erkannt, dass der Standort gerade auch zu diesem Thema sehr viel Anschauung und eben auch Möglichkeiten für den Betrieb von speziellen Ausbildungsanlagen eröffnet.

Auch international hat man sich bereits einen guten Ruf erworben. Zu Beginn des Jahres 2024 waren, organisiert von der TÜV Rheinland Aka-

demie, zwei Gruppen mit je 30 Teilnehmenden aus China zum „Train the Trainer“-Fachaustausch für jeweils zwei Tage ins Havelland gekommen. Die Teilnehmenden stammten aus mehreren chinesischen Provinzen und von unterschiedlichen Berufsschulen und Fachhochschulen, die im Schwerpunkt Bahnberufe ausbilden. Das Ziel der Reise nach Deutschland: Weiterbildung zum Thema Duale Berufsausbildung sowie fachlicher Austausch zu Fragen rund um die Eisenbahn-Ausbildung (Abb. 3 bis 5).

Mitmach-Lab

Die Tage am BTC Havelland waren für die chinesischen Lehrkräfte ebenso eindrucklich



Abb. 5: Teilnehmer nach dem Lerngang durch die neue Service- und Wartungshalle der RWS Railway Service GmbH

Quelle: BTC Havelland GmbH



Abb. 6: Eisenbahnbetrieb am Mitmach-Lab

Quelle: BTC Havelland GmbH

wie abwechslungsreich. Eines der Hauptziele für die Dozenten war die Verbesserung der berufspädagogischen und didaktischen Qualifikationen. Zu einem stand die reale Anschauung auf dem Lehrplan. Dazu wurde unter anderem die Instandhaltung in der neuen Service- und Wartungshalle der RWS Railway Service GmbH und die sechsachsige Hybridlokomotive der Havelländischen Eisenbahn AG in den Blick genommen. Zum anderen ging es um die Simulation von Netzbetrieb samt der Einrichtung von Bahnbaustellen und der Verfügbarmachung von Umleitungsstrecken. Hierfür steht am BTC Havelland das Mitmach-Lab zur Verfügung, ein inzwischen vielfach bewährtes Lernkonzept aus dem Bereich des Serious Gaming (Abb. 6).

Bei diesem Mitmach-Lab bauen die Teilnehmenden auf einer rund 10 m² großen Fläche eine Lego Duplo Eisenbahnanlage mit sechs bis acht Betriebsstellen auf. Dann verteilen sie sich auf die unterschiedlichen „Stellwerke“ und sind für ihre jeweiligen Bahnhöfe und Gleisanlagen verantwortlich.

Jetzt beginnt der Bahnbetrieb, zunächst mit Schwachlast, also nur einem Zug, der über die gesamte Anlage fährt. So klappt alles bestens. Aber dann wird die Auslastung gesteigert. Am Ende sind zehn Züge gleichzeitig unterwegs. Der Stresslevel steigt merklich. Unermüdlich werden Fahrstraßen eingestellt und gesichert.

Aber dann passiert es doch. Das, was in der Realität bitte niemals vorkommen soll: Zwei Züge sind versehentlich auf einer eingleisigen Strecke unterwegs. Und sie fahren direkt aufeinander zu. Großes Unheil droht. Aber, da greift die zuständige Fahrdienstleitung ein und hebt die Spielzeug-Lok in letzter Sekunde per Hand aus dem Gleis. Jetzt beginnt, wie im wahren Leben, die Ursachenforschung.

Aufmerksamer und zugleich in gelösterer Art kann das Thema Sicherheit im Bahnbetrieb kaum vermittelt werden. Natürlich gab es beim Besuch der chinesischen Ausbilder-Delegation eine Simultanübersetzung. Aber die Kernfragen von betrieblichen Zusammenhängen und Wechselwirkungen im Bahnsystem konnten durch die anschauliche Simulation im Serious Gaming geradezu intuitiv vermittelt und verstanden werden. Wo man denn eine solche Mitmach-Anlage kaufen könne, war daher die geradezu logische Nachfrage der chinesischen Berufsschullehrer.

Zum Tag der Schiene am 20. und 21. September 2024 werden sich am BTC Havelland, wie in den Vorjahren auch, zahlreiche Akteure aus der Bahnbranche auf einer Bildungsmeile gemeinsam präsentieren. Dies ist gerade auch für Schulklassen im Sinne der Berufs- und Studienorientierung eine ideale Gelegenheit, einmal in die (Berufs-)Welt der Eisenbahn einzutauchen, um zu sehen und

vor allem selbst zu erleben, welche modernen und zukunftssicheren Berufsfelder hier locken. Schienen trennen und schleifen mit der Fa. Spitzke SE oder ein Hackathon zum Thema Bahnbetrieb, organisiert von der Technischen Universität Berlin und dem Hasso-Plattner-Institut (HPI). Geboten wird wieder einiges, denn die Eisenbahn braucht nicht nur Lokführer und FdI, sondern Fachkräfte in vielen weiteren Berufen und Fachdisziplinen.

Früher war der Kontakt zur Eisenbahn für viele junge Nachwuchsfachkräfte schon über das eigene familiäre Umfeld gegeben. So wurden die Grundlagen des Bahnwesens schon im Kindes- und Jugendalter vermittelt. Heute braucht die Bahnbranche aber viele Fachkräfte aus noch nicht bahnaffinen Kreisen und Zusammenhängen. Die zielgerichtete und methodisch sehr wirkungsvolle Berufsorientierung am BTC Havelland ist hierfür ein wichtiger Baustein. ■



Manuel Jakob

Referent
BahnTechnologie Campus
Havelland GmbH, Wustermark
manuel.jakob@btc-havelland.de



InnoTrans 2024, 24. – 27. September 2024, Berlin

Internationale Fachmesse für Verkehrstechnik
Innovative Komponenten · Fahrzeuge · Systeme

+++ News +++ News +++ News +++ News +++

International und hochkarätig wie die Messe

Sie ist der Treffpunkt für das Who-is-Who der Mobilitätsbranche: die Eröffnungsveranstaltung der InnoTrans 2024 am Dienstagvormittag, den 24. September. Mehr als 1.000 nationale und internationale Spitzenvertreter:innen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik werden zur Eröffnung im palais.Berlin erwartet. Zu ihrer Begrüßung sprechen Verkehrsminister Dr. Volker Wissing und Dirk Hoffmann, COO der Messe Berlin GmbH. Eingeladen ist auch die EU-Kommissarin für Verkehr Adina VaLEAN. Über das Thema „From Hype to Reality - AI in the mobility sector“ diskutieren nach den Grußworten Dr. Volker Wissing, Dr. Richard Lutz, Chairman of the Board & CEO Deutsche Bahn AG, Mohamed Rabie Khlie, Director General Moroccan National Railways Office (ONCF), Henri Poupart-Lafarge Chairman of the Board of Directors & CEO Alstom Transport S.A., Michael Peter, CEO Siemens Mobility GmbH und Javier Martínez Ojinaga, CEO CAF Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles S.A. Im Anschluss folgt der gemeinsame Eröffnungsrundgang.



Verkehrsminister Dr. Volker Wissing begrüßt zur InnoTrans 2024 Foto: Messe Berlin

Schwerpunkt öffentlicher Nahverkehr

Die Segmente Public Transport & Interiors umfassen 55.000 m² Hallenfläche und das Bus Display mit dem Rundkurs für Testfahrten. Ergänzend finden bei der InnoTrans Convention statt: das International Bus Forum (DVF, „Fahrplan Zukunft ÖPNV: Strategie, Benchmark und Rollout“), das Public Transport Forum (ETC Solutions, „Finanzierung – Vernetzung – Personal: Unverzichtbar für den Öffentlichen Verkehr der Zukunft“) und das International Design Forum (IDZ, „Attraktive Reiseerlebnisse gestalten: Innovative Interiors für den ÖPNV von heute und morgen“).

InnoTrans im Überblick

Fachmesse: 24.- 27. September 2024

Veranstalter und Veranstaltungsort: Messe Berlin GmbH, ExpoCenter City, Messedamm 22, 14055 Berlin

Öffnungszeiten: Fachmesse 9:00 – 18:00 Uhr

Preise: Tagesticket Online: 60,00 EUR
Tagesticket Freitag (9:00 – 16:00 Uhr): 50,00 EUR
Dauerticket Online: 90,00 EUR
Tagesticket Studierende: 14,00 EUR
Dauerticket Studierende: 30,00 EUR
(nur Online-Tickets, keine Tageskasse vor Ort)

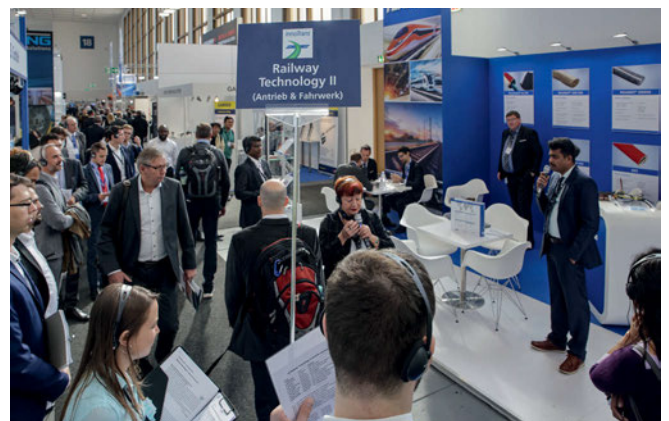
E-Mail: innotrans@messe-berlin.de · **Web:** www.innotrans.de



ist Medienpartner der InnoTrans 2024

World Innovation Tours: Weltpremierentdecken

Bahnbrechende Weltneuheiten erleben Fachbesuchende auf den geführten World Innovation Tours während der InnoTrans. Auf den Stationen der Rundgänge erhalten die Teilnehmenden Informationen zu den Weltpremierentdeckungen aus erster Hand von hochrangigen Mitarbeitenden der Unternehmen. Die Rundgänge dauern etwa 90 Minuten und finden mehrmals täglich auf Deutsch und Englisch statt. Anmeldungen sind per Mail und während der Messe täglich ab 9 Uhr am Counter in der Business Lounge im Marshall-Haus möglich. Mehr Infos und Online-Anmeldung auf www.innotrans.de.



Zehn Innovationen auf einer Tour

Foto: Messe Berlin

(C) 2024 DW Media Group GmbH. Nur zum persönlichen Gebrauch, eine Weitergabe ist ohne Genehmigung des Verlags strengstens untersagt.

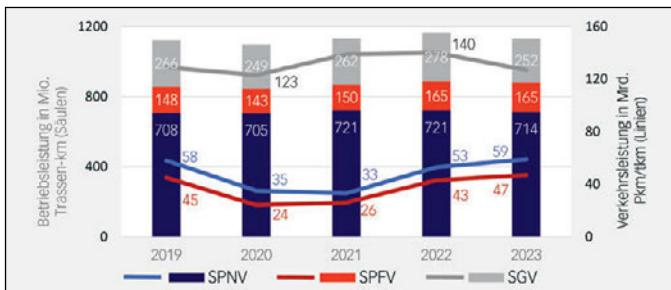
NE-Anteil steigt in SPNV und SGV weiter

BNetzA-Bericht | Die Bundesnetzagentur (BNetzA) hat in der „Kurzerhebung 2023“ der Marktuntersuchung Eisenbahnen bei den Verkehrsdiensten verschiedene Entwicklungen festgestellt. Die Erhebung setzt die während der Corona-Pandemie gestartete Sonderberichtsreihe mit Abfrage von Monatswerten fort. Befragt wurden 2023 knapp 100 Eisenbahnverkehrsunternehmen, die laut BNetzA 99 % des Verkehrs im Schienenpersonen- und 90 % im -güterverkehr abdecken.

Insgesamt sank die Betriebsleistung 2023 seit Jahren zum ersten Mal wieder, um insgesamt 2,8 %. Den größten Einbruch verzeichnete der Güterverkehr mit -9,4 %. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Verkehrsleistung. Im SPNV hat die BNetzA die Auswirkungen des D-Tickets gesondert analysiert. Während in den D-Ticket-losen ersten Monaten 2023 die Verkehrsleistung bis zu 16 % unter der im jeweiligen Vorjahresmonat (Februar 2023 zu 2022) zurückblieb, stieg sie in den Monaten ab Mai auf ein Niveau von bis zu 27 % über dem jeweiligen Vorjahresmonat (Juli, September, Oktober). Auch im Fernverkehr stieg die Verkehrsleistung – trotz oder wegen des D-Tickets? – nach Mai stark (bis zu 22 % über den 2022-Wert im Juli), allerdings begann die positive Entwicklung hier schon im April vor dem D-Ticket-Start.

Im Fernverkehr wuchsen 2023 vor allem die Wettbewerbsbahnen um 26 % gegenüber 10 % im Gesamtmarkt. Ihr Marktanteil stieg auf 5 %.

Treiber der Entwicklung sind vor allem Westbahn, Flixtrain und SNCF. Auch im Güterverkehr gewannen die Wettbewerber zwei Prozentpunkte auf 61 % Marktanteil. Ihr Verlust an Verkehrsleistung lag mit 7 % auch deutlich unter dem 13 % Leistungsverlust der bundeseigenen Güterbahnen. *jgf*



Betriebs- und Verkehrsleistung der Verkehrsdienste im Berichtsjahr 2023

Quelle: Bundesnetzagentur / Grafik: Rail Business

Schienenlärmschutz: Gesetz beschlossen

Bundestag | Der Bundestag hat am 27. Juni das „Gesetz zum Schienenlärmschutz“ beschlossen. Die Unionsfraktion und die AfD-Fraktion stimmten gegen die Vorlage. Im Schienenlärmschutzgesetz (SchlärmschG) wird das durch die europäische Vorgabe zur Reduzierung des Schienenlärms durch Güterwagen (TSI NOI) vorgegebene Konzept der „leiseren Strecken“ um ordnungsrechtliche Regelungen ergänzt. Aufgrund des Anwendungsvorrangs von EU-Recht entfaltet das Schienenlärmschutzgesetz von 2017 mit Wirksamwerden der TSI NOI keine Geltung mehr. Das neue Gesetz verbietet praktisch den Einsatz von Güterwagen mit Grauguss-Bremssohlen auf „leisen Strecken“ – das sind Strecken, auf denen nachts durchschnittlich mehr als zwölf Güterzüge verkehren. Das alte Schienenlärmschutzgesetz verbot laute Güterwagen auf allen Strecken. *cm*

VERANSTALTUNGEN

04.09.2024 – 05.09.2024
D-Giessen

Kongress Infrastruktur digital planen und bauen 4.0

Info: THM, 5D Institut, DB
<https://www.thm.de/bau/fachbereich/ueber-den-fachbereich/veranstaltungen/kongress-infrastruktur/start-2020>

05.09.2024

D-Köln

RailxChange

Info: Rail-Flow, RAILCUBE und kasasi
<https://railxchange.de>

10.09.2024

NL-Rotterdam

Hyperloop-Konferenz 2024

Info: Hypermotion & Mother Earth Ventures
<https://hyperloopconference.com>

18.09.2024 – 20.09.2024

D-Dresden

Eurailpress

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

VDEI AKADEMIE

20. Fachtagung Konstruktiver Ingenieurbau

Info: VDEI-Akademie
<https://www.vdei-akademie.de/details/id-20-fachtagung-konstruktiver-ingenieurbau>

Weitere Termine unter

www.eurailpress.de und www.vdei.de

Mittel entsperrt, Kontrolle durchgesetzt

Haushaltsausschuss | Der Haushaltsausschuss des Bundestags hat am 26. Juni 2024 zwei wichtige Entscheidungen getroffen: Er hat weitere Haushaltsmittel entsperrt, und er hat auf eigene Initiative gegen die Bundesregierung eine Kontrollmöglichkeit bei der Deutschen Bahn AG (DB) durchgesetzt. Die Entsperrung von 2,7 Mrd. EUR aus dem Haushalt 2024 ist Folge der Zustimmung des Verkehrs- und Haushaltsausschusses für das gesamte Vertragswerk zu Änderungen an der mehrjährigen Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung III (LuFV III). Dies hat für den Haushalt 2024 und kommende Haushalte einen Umfang von 4,3 Mrd. EUR. Gleichzeitig sieht der Haushaltsausschuss die Notwendigkeit einer wirkungsvolleren Kontrolle der DB AG. Der Bund kann nun erstmals verschuldens-

unabhängig bis zu 500 Mio. EUR pro Jahr von der DB InfraGO zurückfordern – bisher musste „vorsätzliches oder grob fahrlässiges“ Handeln nachgewiesen werden. Nun kann neu das Eisenbahn-Bundesamt stichprobenartig überprüfen, ob die DB die Mittel wirtschaftlich und sparsam einsetzt. Die Mittel dürften nicht „in den bekannten ineffizienten Strukturen der DB versickern“, sagte Paula Piechotta, Berichterstatterin der Grünen. Zudem erhöhen die Regierungsabgeordneten die Strafzahlungen, wenn die Sanierung der Riedbahn länger als geplant dauert oder zwischen 2025 und 2029 Streckensperrungen notwendig werden. Schließlich wurde vertraglich festgehalten, dass über die LuFV III keine zusätzlichen Steuermittel für das Projekt „Stuttgart 21“ eingesetzt werden dürfen. *cm*

DSD-Gutachten: deutliche Rollout-Verzögerungen

Digitale Schiene Deutschland | Deutschland hat noch keine optimalen Voraussetzungen für das Ausrollen der Digitalen Schiene (DSD) geschaffen. Das zeigt die neue DSD-Machbarkeitsstudie, die die DSD-Studie aus dem Jahr 2018 umfassend aktualisiert. Ein interner Entwurf des Papiers (Stand Juni 2024) des Bundesverkehrsministeriums (BMDV), das mit McKinsey, der Kanzlei Orth Kluth, Emch+Berger, ISB Rhein-Main und SMA erstellt wurde, liegt *Rail Business* vor. Grundsätzlich hält das Papier die geplante Rollout-Variante mit ETCS L2oS (nun Baseline 4) und Digitalen Stellwerken (DSTW), ergänzt um Technologien wie Automatic Train Operation (ATO) GoA 2, den Funkstandard FRMCS und die KI-basierte Kapazitäts- und Verkehrssteuerung CTMS, für richtig. Die Gesamtkosten nur für den ETCS/DSTW-Rollout bis 2040/50 werden auf 61 Mrd. EUR beziffert (2018 lag die Schätzung noch bei 31 Mrd. EUR). Die weiteren neuen Technologien im DSD-Gesamtpaket sollen zusätzlich 47 Mrd. EUR kosten.

werden. Für die zusätzlichen Technologien solle vorgerüstet werden, eine volle DSD-Ausrüstung inkl. GoA 2 und CTMS etwa sei nicht vor 2031 verbaubar. Bis 2028 empfiehlt die Studie eine Doppelausrüstung mit konventioneller LST. Für den FRMCS-Rollout wird ein gesondertes Projekt empfohlen.

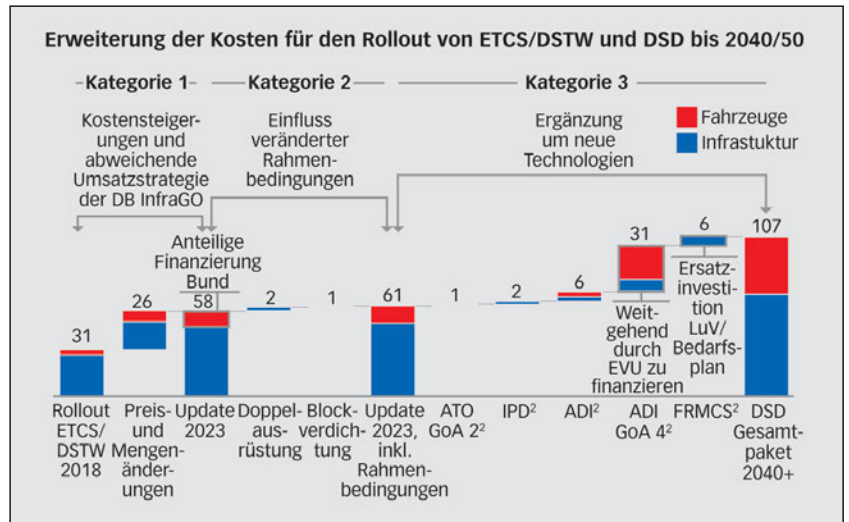
Bei der Fahrzeugausstattung geht das Papier von 12 600 Fahrzeugen in 200 Baureihen (First of Class) aus. Im eingeschwungenen Zustand seien bis zu 1500 Serienfahrzeuge pro Jahr machbar, mit zwei Wochen Umrüstzeit pro Projekt. Die Kosten für die Voll-Umrüstung (inkl. Vorrichtungen) werden mit 8,6 Mrd. EUR inkl. Nominalisierung und Risiko (ohne: 6,4 Mrd. EUR) beziffert.

Für die öffentliche Hand sei laut Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der organisierte DSD-Rollout sinnvoll: Kosten von 53,9 Mrd. EUR (ohne Diskontierung) stünden einem Nutzen von 102,5 Mrd. EUR gegenüber. *jgf*

Die zeitliche Planung der DSD – 2030 TEN-V-Kernnetz-Ausstattung (gemäß EU-Vorgabe), aktuell 2038/39 im Gesamtnetz – sei laut Gutachten indes nicht zu erreichen. DB InfraGO geht in der Hochlaufphase bis 2030 von jährlich 22 000 umgerüsteten Stalleinheiten (STE) aus, umsetzbar sind laut Papier im Bestfall 12 000 STE. So könnte das Kernnetz frühestens 2036, das Gesamtnetz erst 2043 mit ETCS/DSTW ausgestattet sein.

Unter anderem gebe es „fehlenden Fokus bei bisherigen Projekten“ aus dem Starterpaket, etwa durch das zwischenzeitlich aufgelegte DSD-Schnellläuferprogramm (SLP), das Ressourcen bindet. Die Umsetzung erprobter Prozessbeschleunigungen hakt. Vor allem fehle nach wie vor eine Gesamtsteuerung inkl. Fahrzeuge und ein Programm jenseits von Einzelprojektfinanzierung. Diese Steuerung sei durch das BMDV zu organisieren.

Auch technisch bestehe Rückstand, etwa könnten bis 2028 serienmäßig nur ESTW, keine DSTW, eingebaut



Quelle: Entwurf Machbarkeitsstudie DSD / Grafik: Rail Business

Planungsauftrag für Bayreuth – Schnabelwaid

Oberfranken | Bayerns Verkehrsminister Christian Bernreiter hat Anfang Juli die Deutsche Bahn AG (DB) mit den Planungen für Ausbau und Elektrifizierung der Strecke Schnabelwaid – Bayreuth beauftragt. Dafür investiert das Land freiwillig über 20 Mio. EUR. Die 18 km lange Strecke 5001 ist Teil der bayerischen Initiative „Mach2“, die weitere zweigleisige Abschnitte auf bisher eingleisigen Strecken schafft, und der Bayerischen Elektromobilitätsstrategie Schiene (BESS). Geplant werden ein teilweise

zweigleisiger Ausbau und der barrierefreie Ausbau von drei Stationen. Das Baurecht soll laut DB spätestens 2034 vorliegen. „Den vollen Nutzen kann unser Engagement aber nur entfalten, wenn endlich auch der Bund nachzieht und die Franken-Sachsen-Magistrale ausbaut und elektrifiziert“, so Bernreiter. Die Landesregierung ärgert sich hier über den Bund. Seit 2021 liege die Vorplanung vor, der Bund führe aber die Planungen nicht fort. *cm*

BAV: Verzicht auf PFAS-haltige Baustoffe

Schweiz | Das Bundesamt für Verkehr (BAV) will den Einsatz von Industriestoffen mit PFAS (per- und polyfluorierte Alkylverbindungen) zurückdrängen. Die äußerst langlebigen Stoffe würden der Gesundheit und der Umwelt schaden. Das BAV verlangt deshalb, dass bei Bauten auf dem Bahnnetz nur PFAS-freie Materialien zum Einsatz kommen. Das BAV hat dies von den SBB erstmals für die Instandsetzungsarbeiten in der Weströhre des Gotthard-Basistunnels verlangt.

PFAS können in Bauprodukten wie Beton, Betonzuschlagstoffen, Spritzbeton oder Erstarrungsbeschleuniger enthalten sein. Das BAV hat auch

mit Blick auf die Verschärfung der Grenzwerte für PFAS die Bahnunternehmen angeschrieben und fordert Folgendes:

- Bei den Ausschreibungen ist der Einsatz PFAS-freier Bauprodukte ausdrücklich vorzuschreiben.
- Bei bereits laufenden Bauten mit relevanten Mengen an Beton sind von den Herstellern und Lieferanten Bestätigungen der PFAS-Freiheit zu verlangen.

Das Monitoring des Baustellenabwassers ist auf PFAS zu erweitern. Sollte der Einsatz eines Baustoffs mit PFAS unverzichtbar sein, ist für deren Verwendung eine Ausnahmegenehmigung beim BAV einzuholen. *cm*

Neues Baustellenkonzept: „Bauen folgt dem Fahrplan“

DB InfraGO | Zu Mitte Juli hat die Deutsche Bahn bzw. die DB InfraGO ein „fundamental neues Baustellenkonzept“ eingeführt. Die Bauarbeiten erfolgen nun „nach Fahrplan und im festen Takt“. Mit dem neuen Prinzip „Bauen im Takt“ will der Konzern erreichen, dass sich bis zum Jahr 2026 die unterjährigen Fahrplanänderungen halbieren. Die Bündelung von mehreren Gewerken pro Zeitfenster soll für anschließend längere Baufreiheit sorgen. Philipp Nagl, Vorstandsvorsitzender der DB InfraGO: „Wir organisieren uns besser, werden effizienter und bauen künftig mehr in der gleichen Zeit.“ Ab Mitte Juli wird in einem ersten Schritt das Instandhaltungsmanagement umgestellt. Künftig sind Instandhaltungsteams auf definierten Streckenabschnitten unterwegs, um die notwendigen Inspektions- und Reparaturarbeiten zu erledigen. Dies soll schon die Störanfälligkeit reduzieren und das System stabilisieren. Die wiederkehrend erforderlichen Instandhaltungsarbeiten verlegt die DB konsequent in verkehrsarme Zeiten. Das neue Baustellenmanagement wird in den kommenden Jahren auch bei Bauarbeiten für größere Ausbau- und Modernisierungsprojekte umgesetzt. *cm*

Schleswig-Holstein gründet aus der Not Fahrzeugpool

Zug.SH | Mit der formellen Gründung am 5. Juli 2024 hat nun auch Schleswig-Holstein eine Gesellschaft für einen Fahrzeugpool – die „Landesanstalt Schienenfahrzeuge Schleswig-Holstein Zug.SH“. Erste Aufgabe ist die Finanzierung der 42 Coradia Max von Alstom. Die Gründung war notwendig, weil in dem Vergabeverfahren zur Suche eines Fahrzeugvorhalters, der die neuen Züge finanzieren soll, keine Angebote eingegangen sind. Verkehrsstaatssekretär Tobias von der Heide sieht hier die hohen Kreditzinsen als Grund. Das Unternehmen wird von Bernhard Wewers als Halbtagsvorstand geführt, zudem hat Zug.SH nur einen Angestellten. Ansonsten werden Kapazitäten der Nah.SH genutzt.

Zug.SH muss für die neuen Züge ein Finanzvolumen von rund 900 Mio. EUR bereitstellen – davon rund 500 Mio. EUR für die Züge. Laut Wewers werden die ersten Zahlungen an Alstom bereits Anfang 2025 fällig. Laut von der Heide rechnet das Land über einen Zeitraum von 30 Jahren mit Einsparungen zwischen 70 und 110 Mio. EUR, unter anderem wegen der günstigeren Kreditbedingungen und durch Tätigkeiten, die Inhouse erfolgen. *cm*

FINDEN & GEFUNDEN WERDEN

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

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

Jetzt Kontakt aufnehmen!

Ihre Ansprechpartnerin:
Silvia Sander
+49 40 237 14 171 • silvia.sander@dvvmedia.com

PKP Cargo im Sanierungsverfahren

Güterbahn | Die PKP Cargo ist in einer wirtschaftlichen Schieflage. So wurden bereits mit Polregio wie mit der PKP PLK Abkommen zur Übernahme von Personal getroffen. Und am 27. Juni 2024 fasste der Vorstand der PKP Cargo einen Beschluss zur Eröffnung eines Sanierungsverfahrens, das am selben Tag beim Bezirksgericht der Hauptstadt Warschau beantragt wurde. Die gerichtlich beaufsichtigte Restrukturierung soll, so ließ der Vorstand verlauten, PKP Cargo zur Weiterführung des Betriebes befähigen bei bestmöglichen Konditionen für Gläubiger, Mitarbeiter und Aktionäre. Der Staatsbetrieb PKP Cargo ist von Gesetz wegen nicht konkursfähig, könnte jedoch bei einer Verschlimmerung der Liquiditätssituation ganz oder teilweise den Betrieb einstellen, was es zu verhindern gelte. Mangels Einigung mit den Sozialpartnern gebe es keine Alternative zur Sanierung. Gibt das Gericht dem Antrag statt, wird ein Sachverwalter bestellt, der die Tätigkeit des Vorstands ab dem Zeitpunkt der Eröffnung des Verfahrens beaufsichtigt. Gewerkschaftskreise werfen dem Management

vor, keinen echten Sanierungsplan zu haben, sondern vor allem die Personalauslagen optimieren zu wollen. Das Management erhebt schwere Vorwürfe gegen die der früheren Regierung nahestehenden Vorgänger. Zuvor hat PKP Cargo bereits Vereinbarungen mit dem Regionalzugbetreiber Polregio als auch mit dem Infrastrukturbetreiber PKP PLK zur Übernahme von Personal abgeschlossen. So hat Polregio „bis zu 300“ Personen im Laufe des Juni übernommen. Sie waren bei PKP Cargo in Traktions- und Rangierteams, in der technischen Revision und im Bereich der Wartung und Instandhaltung von Rollmaterial beschäftigt. PKP PLK hat „bis zu 250“ Personen ab Juli übernommen.

Der Vorstand von PKP Cargo hatte bereits Ende Mai den Beschluss über die Umsetzung der sogenannten „nieświadczenia pracy“ (Nichtausführung von Arbeiten, Zwangsurlaub) gefasst, der bereits zum 1. Juni galt. Dieses sogenannte „Arbeitsverbot“ hatte PKP Cargo bereits in den Jahren 2008–2015 angewandt. *in/wkz/cm*

Rail Baltica: Verzögerung und mehr Kosten

Baltikum | Beim baltischen Normalspur-Schienenprojekt Rail Baltica (RB) gibt es Fortschritte, aber auch politischen Streit. Auf der einen Seite laufen die Trassenbauarbeiten abschnittsweise an. Zudem ergibt eine am 10. Juni 2024 präsentierte, aktualisierte Kosten-Nutzen-Analyse der Projektgesellschaft RB Rail AS, dass zu erwartende Mehrkosten aufgefangen werden können. So stehen nun inflationsbereinigte Gesamtkosten des Basisprojekts (Hauptlinie) in Höhe von 15,3 Mrd. EUR (2017: 5,8 Mrd. EUR) einem direkten Nutzen von 6,6 Mrd. EUR sowie indirektem Nutzen (BIP-Wachstum) von 0,5 bis 0,7 % oder 15,5 bis 23,5 Mrd. EUR pro Jahr gegenüber. Das Gesamtprojekt samt Anschlussprojekten könnte 23,8 Mrd. EUR kosten. Zugpferd der Amortisation ist der Personenverkehr, der zu rund 80 % des Nutzens beitrage, gefolgt von 14 % Einsparungen bei externen Umweltkosten. Der Güterverkehr trägt demnach nur 5 % zum Gesamtnutzen bei. Die Kosten für RB sollen bei 26 Mio. EUR/km liegen, was die Analyse als relativ nahe am Durchschnitt für solche Projekte erachtet. Auf der anderen Seite kommt eine am 12. Juni 2024 veröffentlichte Stellungnahme der Auditoren der Rechnungshöfe zu anderen Ergeb-

nissen: Das Projektmanagement lasse eine klare Vision für die künftige Nutzung und den Betrieb der RB vermissen. Je nach Ausbauar variante sei mit einem Fehlbetrag von 10 bis 19 Mrd. EUR zu rechnen, zuzüglich der Kosten für die Anschaffung und den Unterhalt des Rollmaterials. Demnach haben sich die Schätzwerte für Kosten und Nutzen der RB gegenüber der im April 2017 veröffentlichten Version erheblich verschoben.

Der ursprüngliche Plan, die RB 2025 zu eröffnen, sei auf 2030, also um fünf Jahre, verschoben worden. RB-Rail-Vize Kitija Gruškeviča sprach von der Gefahr, bereits erhaltene Fördermittel zurückerstatten zu müssen. Auch die Fertigstellung 2030 sei alles andere als gesichert. Daher sind als Ansatz eingleisige Abschnitte, vereinfachte Bahnhöfe oder Anschlüsse sowie die Querung Rigas auf einer Bestands- statt einer Neubautrasse im Gespräch.

Die Staaten einigten sich unterdessen auf eine veränderte Managementstruktur: Statt alle Prozesse bei der RB Rail AS zu bündeln, sollen dezentralisierte nationale Strukturen Abläufe beschleunigen helfen. *in/jgf*



Die Rail-Baltica-Hauptlinie mit den geplanten Anschlüssen (links) und die Verbindungen in Personen- und Güterverkehr, die das Projekt ermöglichen soll (rechts)

Quelle: RB Rail AS

Hamburg: DB beginnt Vorplanung für S6 West

Hamburger Bürgerschaft | Die Stadt Hamburg und die Deutsche Bahn wollen den Hamburger Westen besser an das S-Bahn-Netz anschließen. Am 10. Juli hat die Hamburgische Bürgerschaft beschlossen, die DB InfraGO AG mit der Vorplanung der S-Bahn-Linie 6 Hamburg-West zu beauftragen. Der Auftrag umfasst die ca. 8,85 km lange unterirdische Vorzugstrasse mit fünf Haltestellen von Holstenstraße über Lurup zum Osdorfer Born. Die Strecke wird damit den bevölkerungsreichen Stadtteil Bahrenfeld erschließen. Insgesamt investiert die Stadt Hamburg rund 120 Mio. EUR in die Vorplanung, die bis zum Jahr 2030 abgeschlossen sein soll. Der Anschluss an das Bestandsnetz soll nördlich des Bahnhofs Altona erfolgen, die S6 wäre dann direkt von der Verbindungsbahn kommend erreichbar. cm



Möglicher Verlauf der Linie S6 West in Hamburg

Quelle: DB AG

Hamburg – Flensburg ist 41. Sanierungskorridor

BSWAG-Vermittlung | Statt wie zu Beginn der Generalsanierungs-Strategie von Bund und DB geplanten 40 gibt es inzwischen 41 Sanierungskorridore. Mit dem Vermittlungsausschuss-Kompromiss zum Bundesschienenwegeausbaugesetz (BSWAG) ist Mitte Juni die Strecke Hamburg – Flensburg in die Liste der Korridore aufgenommen worden. Das novellierte BSWAG mit der neuen Strecke trat am 9. Juli 2024 in Kraft. Die Sanierung auf dem Korridor soll nach der Fertigstellung der Hinterlandanbindung der Fehmarnbeltquerung erfolgen. Offiziell ist diese noch für 2029 geplant. jgf

Captrain DE: Struktur vereinfacht

Güterbahn | Die Captrain Deutschland-Gruppe optimiert ihre Organisationsstruktur. Die Eisenacher Tochter Hörseltalbahnhof GmbH (HTB) wird mit der Regiobahn Bitterfeld Berlin GmbH (RBB) verschmolzen. Damit werden sowohl der administrative als auch der operative Aufwand reduziert. „RBB und HTB arbeiten schon seit vielen Jahren eng zusammen und ergänzen sich bei der Produktion und Marktbearbeitung in Mittel- und Ostdeutschland sehr gut“, so Henrik Würdemann, Geschäftsführer der Captrain Deutschland-Gruppe. Geführt werden wird die erweiterte RBB von ihren bisherigen Geschäftsführern Holger Harsch und Tobias Zug. Ende 2023 war völlig überraschend der langjährige HTB-Geschäftsführer Stefan Loehr im Alter von 52 Jahren verstorben (*Rail Business* vom 27.12.2023).

Weiter gehen sämtliche Gesellschaftsanteile der polnischen Tochter Captrain Polska z.o.o (CT-PL) an die Captrain Deutschland GmbH über. Damit wird die Geschäftsstruktur an die bestehende Management-Verantwortung angepasst, die bereits seit 2014 bei der Captrain Deutschland GmbH lag. Aus historischen Gründen war Captrain Polska bislang gesellschaftsrechtlich ein Tochterunternehmen der ebenfalls zur Captrain Deutschland-Gruppe gehörenden ITL Eisenbahngesellschaft mbH. cm

THEMENSCHWERPUNKTE:

Ausgabe Nr. 9/24

Offizielles Messeheft zur InnoTrans, Berlin
20. Schienenfahrzeugtagung
Rad/Schiene, Dresden
20. Fachtagung Konstruktiver
Ingenieurbau

- Steuerung Dynamischer Gleisstabilisatoren durch verbesserte Regelungsmechanismen
- Ground Penetrating Radar für die geotechnische Gleiserkundung
- Möglichkeiten bei der Bahnstreckenentwässerung
- Hochleistungsschienenfräszug Railmaster®
- Phasen des Stopfprozesses
- Zustandsbasierte Schieneninstandhaltung
- Modifizierter Asphalt im Gleis

Anzeigenschluss: 8.8.24

Erscheinungstermin: 10.9.24

Ausgabe Nr. 10/24

- Baulicher Brandschutz in Eisenbahntunneln
- DRUM – Inspektion mit Drohnen
- Untersuchungen zur ETCS- Aufrüstung von Schienenfahrzeugen
- Sichere Zugkommunikation – Cyber Security anhand von Interface-Karten
- FRMCS-Grundlagen
- 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

EU-Kommission: Über 7 Mrd. EUR CEF-Mittel

TEN-V | Aus 408 Anträgen hat die EU-Kommission 134 Verkehrsprojekte aus- gesucht, die mit über 7 Mrd. EUR aus dem Programm Connecting Europe Facility (CEF) gefördert werden. Im aktuellen CEF-Verkehrsprogramm stehen von 2021 bis 2027 insgesamt 25,8 Mrd. EUR zur Verfügung, um das transeuropäische Verkehrsnetz (TEN-V) auszubauen. Etwa 80 % der jetzt vergebenen Mittel gehen an Bahnprojekte. Die aktuelle Fördermittelausschreibung ist laut Kommission die größte im aktuellen CEF-Verkehrsprogramm.

Am meisten Geld wird für den Ausbau der Rail Baltica verwendet: 446,24 Mio. EUR für Bauarbeiten, 741,71 Mio. EUR für Landkauf und Elektrifizierung und 223,12 Mio. EUR für Arbeiten in Polen. Den Bau der Schnellfahrstrecke Lissabon–Porto fördert die EU mit 813,16 Mio. EUR, die Strecke Lyon–Turin mit 700 Mio. EUR, den Ausbau des südlichen Bahnringes um Budapest und des tschechischen Bahnknotens Ceska Trebova mit jeweils 290 Mio. EUR.

Für neun Projekte in Deutschland gibt es 447,33 Mio. EUR, so für die Rheintalbahn Karlsruhe–Basel insgesamt 179,41 Mio. EUR, für den Ausbau Angermünde–Stettin 132,92 Mio. EUR, für den Abschnitt zwischen Leer und der niederländischen Grenze mit der Emsbrücke 52 Mio. EUR und für die Anbindung der Fehmarnbeltquerung gen Lübeck 49,08 Mio. EUR. Für die Bahnquerung des Fehmarnbelt selbst sagt die EU in einem anderen Projekt 159,5 Mio. EUR zu. Auch gefördert wird der Bau eines Umschlagterminals im Donauhafen Straubing 7,73 Mio. EUR). Weiter erhält das Leasingunternehmen Railpool 1,27 Mio. EUR für die Ausrüstung von Güterzuglokomotiven mit dem europäischen Zugleitsystem ETCS Level 2 Baseline 3.

Österreich erhält 109,3 Mio. EUR, u. a. für die Strecke Graz–Maribor und für das Terminal Werndorf. *fh/cm*

Flixtrain will ab Ende 2025 nach Warschau fahren

UTK | Mitte Juni hat die Flixtrain GmbH bei der polnischen Behörde UTK einen Antrag auf einen Verkehr Warszawa Wschodnia–Berlin Hauptbahnhof gestellt. Das Amt hat den Antrag nach Änderungen Ende Juni angenommen. Der Antrag gilt für den Zeitraum vom 14. De-

zember 2025 bis zum 14. Dezember 2030, es sollen täglich zwei Zugpaare fahren, die aber nur für den internationalen Verkehr zugelassen sind. Der Zug soll auch in Warszawa Centralna, Warszawa Zachodnia und Poznan Główny halten. *cm*

S-Bahn Berlin: Hinderniserkennung

Projekt | Siemens Mobility testet zusammen mit der Deutschen Bahn AG (DB) bei der S-Bahn Berlin erstmalig im regulären Betrieb ein digitales Hinderniserkennungssystem. Ziel des Projektes ist es, die Leistungsfähigkeit des Hinderniserkennungssystems im täglichen Betrieb bei unterschiedlichen Witterungs- und Streckenbedingungen zu evaluieren und Erkenntnisse für die Weiterentwicklung des Systems sowie zur optimalen Positionierung der Sensoren zu gewinnen. Dafür zeichnet das System ohne Störung des Fahrbetriebs im Hintergrund Daten auf. Ende September 2023 wurde ein S-Bahn-Zug ausgerüstet. Dabei kommen als Sensoren u. a. leistungsfähige LiDAR-Radarsysteme für den Nah- und Fernbereich und verschiedene (Infrarot-)Kameras zum Einsatz. Die Erprobung erfolgt in Zusammenarbeit zwischen der Siemens Mobility (Einbauanleitung, Sensoren, Hardware, Software und digitale Karte), der S-Bahn Berlin (Fahrzeug, Einbau, Betrieb) und der Digitalen Schiene Deutschland/DB InfraGO (Digitale Karte, Offene Datenplattform). Die Ergebnisse werden gemeinsam mit dem Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg (VBB) ausgewertet. Perspektivisch ist die Ausstattung von bis zu zehn S-Bahnen im Rahmen des Feldversuches möglich. Die Algorithmen für die Auswertung der Sensordaten sind speziell für den Bahnbereich im Forschungsprojekt „Berlin Digitaler Bahnbetrieb – BerDiBa“ von Siemens in Berlin-Adlershof entwickelt und bereits mehrfach optimiert worden. Über eine digitale Karte wird die Position des Zuges mit der Position der erkannten Objekte permanent abgeglichen. Auf dieser Basis kann entschieden werden, ob gewarnt oder gebremst werden soll. Zum ersten Mal kommt dafür eine neu entwickelte Karte von DB InfraGO zum Einsatz, die die Realität zentimetergenau in 3D abbildet.

Nach einer einjährigen Testphase soll das Assistenzsystem anschließend auch bereit für den Einsatz als Notbrems-Assistenzsystem sein, das die Triebfahrzeugführer im Hintergrund unterstützt. Das System soll mit weiteren Automatisierungskomponenten das fahrerlose Fahren bei niedrigen Geschwindigkeiten ermöglichen, z. B. im Depot oder beim Ab- und Bereitstellen von Fahrzeugen. Nach Abschluss des Probetriebes ist ein Rückbau der Sensoren geplant. *cm*



S-Bahnzug mit den Kameras (im Führerstand) und den LiDAR (an der Front) *Quelle: Siemens*

Start der Generalsanierung

Korridor Riedbahn | Am Abend des 15. Juni gegen 23 Uhr hat in Deutschland ein neues Kapitel zur Sanierung von Bahnstrecken begonnen. Seitdem erfolgt auf der Riedbahn Frankfurt/M.–Mannheim die „Korridorsanierung“. Die rund 70 km lange Strecke gilt als eine der am stärksten befahrenen Korridore bundesweit und als besonders störanfällig. Innerhalb von fünf Monaten werden 117 km Gleise neu gebaut, auf 140 km die Oberleitung getauscht und über 15 km neue Lärmschutzwände erstellt. Gleichzeitig wird auch die gesamte Leit- und Sicherungstechnik erneuert. Weiter werden 20 Bahnhöfe

modernisiert. Die Gesamtkosten der Generalsanierung belaufen sich auf rund 1,3 Mrd. EUR.

Gemeinsam mit den im Nahverkehr zuständigen Aufgabenträgern und Eisenbahnverkehrsunternehmen hat die DB ein Verkehrskonzept mit einem umfassenden Schienenersatzverkehr entwickelt. Für die Umleitung der Fern- und Güterzüge werden die Strecken Mainz–Worms–Mannheim/Ludwigshafen sowie Frankfurt–Darmstadt–Heidelberg genutzt. Zudem wurde ein Konzept erarbeitet, wie trotz der Bauarbeiten Gleisanschließer der Riedbahn bedient werden können. cm



DB-Chef Richard Lutz und Bundesverkehrsminister Volker Wissing gaben den symbolischen Startschuss für die Bauarbeiten. Quelle: DB AG/O. Lang

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

Anzeigenschluss: 16.10.2024

Buchen Sie jetzt ➔ **Ihren Firmeneintrag** ➔ **Ihr Businessprofil** ➔ **Ihre Anzeige**



Ihr Ansprechpartner: Tim Feindt ▪ tim.feindt@dvvmedia.com ▪ Telefon +49 40 237 14 220



© 2024 DVV Media Group GmbH. Nur zum persönlichen Gebrauch, eine Weitergabe ist ohne Genehmigung des Verlags strengstens untersagt.

Neuer Geschäftsführer



Alexander Borchers *Quelle: SCI*

SCI Verkehr | Pünktlich zum 30-jährigen Geburtstag hat die SCI Verkehr einen neuen Geschäftsführer bekommen: **Alexander Borchers** (37). Borchers wechselte im Juli 2012 als Head of Berlin-Hamburg Office zur SCI. Davor war er Verkehrsplaner beim Kompetenzzentrum Integraler Taktfahrplan NRW tätig. Borchers hat Raumplanung studiert. Gemeinsam werde man in den kommenden Jahren die Weichen für einen Generationswechsel in der Geschäftsleitung stellen, teilte das Unternehmen mit.

Maria Leenen (63), geschäftsführende Gesellschafterin von SCI Verkehr, hat das Unternehmen mit Sitz in Hamburg 1994 gegründet. *cm*



Monti

GmbH

Eisenbahnbau · Kabelbau
Rohrleitungsbau · Tiefbau
www.monti-bau.de

Seit mehr als 100 Jahren beschäftigen wir uns mit den Bereichen Gleisbau, Tiefbau und Rohrleitungsbau.

Für unsere Abteilung **Stopftechnik** suchen wir

einen Einsatzleiter w/m/d

Das Aufgabengebiet umfasst die eigenständige Abwicklung und Bearbeitung der ihm (ihr) übertragenen Baustellen, Mitwirkung bei Angebotsbearbeitung Bereich Stopftechnik, Abwicklung und Betreuung der Baustellen. EDV-Kenntnisse sollten geläufig sein.

Wir bieten ein freundliches und aufgeschlossenes Betriebsklima mit flacher Hierarchie und direktem Zugang zu der Geschäftsleitung. Die Position ist entsprechend dotiert.

Aussagekräftige Bewerbungen mit Lichtbild und frühstmöglichem Eintrittsdatum richten Sie bitte an unseren Stammsitz in 66589 Merchweiler, Am Güterbahnhof, z. Hd. unserer Personalabteilung, Frau Schlachter, Tel. 06825 / 95 06-21 oder an schlachter@monti-bau.de

Dienstfahrzeug auch zur priv. Nutzung wird zur Verfügung gestellt.

Dienstwohnung kann in Absprache zur Verfügung gestellt werden.

Geschäftsführer verlässt Stadtbahn-Zweckverband



Frank von Meißner

Quelle: privat

Ludwigsburg | **Frank von Meißner** (49) hat Mitte Juli sein Amt als Geschäftsführer des Zweckverbands Stadtbahn im Landkreis Ludwigsburg niedergelegt. Darauf hatten sich von Meißner und der Verwaltungsrat des Zweckverbands – auch aufgrund unterschiedlicher strategischer Vorstellungen in personellen Themen – verständigt. Von Meißner wird in beratender Funktion das Projekt weiter begleiten. Frank von Meißner kam Mitte 2021 zum Zweckverband. Er wird nun seine Tätigkeiten als externer Berater und Interimsmanager für EIU und EVU ausbauen und hat hierzu die Firma

Die Regiobahnen GmbH gegründet, wo neben ihm noch **Pit Bretschneider** Geschäftsführer ist. Von Meißner ist seit mehreren Jahren zudem freiberuflich Eisenbahnbetriebsleiter für die beiden Infrastrukturunternehmen (EIU) Regionale Bahn der Stadt Pfullendorf und Ablachthalbahn. *cm*

Wechsel der Führung

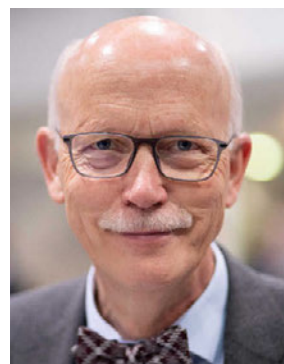


Marcel Haar *Quelle: Frequentis*

Frequentis | Zum 1. August 2024 übernahm **Marcel Haar** (39) die Geschäftsführung von Frequentis Deutschland. Er folgt auf **Reinhard Grimm**, der nun als Executive Vice President das globale ATM Civil-Business verantwortet. Haar startete 2016 bei Frequentis und hat dort u.a. als Director Group Communications & Marketing die Weichen für die digitale Transformation von Frequentis gestellt. Haar hat einen Bachelor und Master of Arts (Bank- und Finanzdienstleistungen) der Fachhochschule des BFI Wien. Neben seiner neuen Aufgabe als

Geschäftsführer Frequentis Deutschland wird Marcel Haar auch weiterhin für den Bereich Group Communications & Marketing verantwortlich sein. Frequentis ist ein globaler Anbieter von Kommunikations- und Informationssystemen für Kontrollzentralen mit sicherheitskritischen Aufgaben. *cm*

Wewers leitet Fahrzeugpool



Bernhard Wewers *Quelle: privat*

Zug.SH | Seit Juli 2024 ist **Bernhard Wewers** Halbtags-Vorstand bei der Zug.SH, dem neuen Fahrzeugpool des Landes Schleswig-Holstein. Wewers, seit Oktober 2020 Partner bei der RLC Partner, war unter anderem beim SPNV-Aufgabenträger Nahverkehrsverbund Schleswig-Holstein GmbH (Nah.SH) Geschäftsführer, bis er dort im September 2020 in den Ruhestand ging. Wewers war außerdem erster Präsident der Bundesarbeitsgemeinschaft der Aufgabenträger des Schienenpersonennahverkehrs (BAG SPNV). *dr*

Rubinstein neuer Geschäftsführer



Eugen Rubinstein (l.) und Stephan Naue (r.)
Quelle: DLB

Netinera / DLB | Seit dem 1. Juli ist **Eugen Rubinstein** (40) neuer Geschäftsführer bei Die Länderbahn GmbH (DLB). Er hat die Geschäftsführung der DLB sowie der Tochter Regentalbahn GmbH zusammen mit **Stephan Naue** übernommen. Naue wird die Bereiche Betrieb, Produktion und Technik verantworten, Rubinstein wird für Personal sowie Finanzen/Controlling zuständig sein. Beide

Geschäftsführer werden für den Bereich Markt verantwortlich sein. Rubinstein ist seit Oktober 2013 bei der Netinera-Gruppe beschäftigt, er verantwortet bei der Netinera Deutschland GmbH drei Jahre lang als Projektleiter verschiedene Ausschreibungen. 2016 wechselte er zur DLB, zunächst als Projektleiter, seit 2018 ist Rubinstein Bereichsleiter für den Bereich Markt. *cm*

EurailJobs Karrieremarkt der Bahnbranche

EXPERT*IN GESUCHT!



Suchen Sie mit uns Ihr
qualifiziertes Fachpersonal!



Eurail Jobs

Ihre Ansprechpartnerin:

Silvia Sander

Telefon: +49 40 237 14 171

Email: silvia.sander@dvmedia.com



Mit mehr als 300 elektrischen Triebwagen und 100 Bussen erbringen wir, mit über 2.500 Mitarbeitenden an fünf Standorten gemeinsam Nahverkehrsleistungen in Karlsruhe und Umgebung. Hierbei stellen wir als Gründer und Erfinder des „Karlsruher Modells“ den reibungslosen operativen Betrieb unserer Eisenbahn- und Stadtbahnleistungen in unserem rund 600 km großen Schienennetz sicher.

Für die **Projektentwicklung in Karlsruhe** suchen wir Sie **in Vollzeit** als

Bauingenieur*in / Techniker*in (m/w/d) als Projektleiter*in Infrastrukturanlagen

Unser Angebot

- Ein sicherer Arbeitsplatz in einem modernen Verkehrsunternehmen
- Eine verantwortungsvolle, abwechslungsreiche Herausforderung in einem engagierten Team mit netten Kolleginnen und Kollegen
- Umfassende, systematische Einarbeitung und ein gutes Betriebsklima mit offener Kommunikation und wertschätzender Führungskultur
- Möglichkeiten zur fachlichen und persönlichen Weiterentwicklung
- Gute Vereinbarkeit von Familie und Beruf
- Bezahlung nach Tarifvertrag der nichtbundeseigenen Eisenbahnen (ETV) und Leistungs- und Treueprämie (ab dem 2. Beschäftigungsjahr)
- Eine attraktive betriebliche Altersvorsorge (ZVK)
- Sehr gute Erreichbarkeit mit öffentlichen Verkehrsmitteln; interessante Vergünstigungen bei der Nutzung unserer Verkehrsmittel

Ihre Verantwortung

- Sie sind zuständig für die Projektleitung bei Neu- und Umbaumaßnahmen von Straßen-/ Eisenbahnanlagen in unserem Streckennetz.
- Als Projektleiter*in steuern und koordinieren Sie die Maßnahmen von der Ausführungsplanung über die Ausschreibung, einschließlich der Realisierung bis zur Inbetriebnahme der Anlagen.
- Sie sind verantwortlich für das Zusammenspiel zwischen Bauherr, Fachplanungsbüros und örtlicher Bauüberwachung. Sie vertreten gegenüber Dritten die Interessen der AVG bei der Umsetzung von Baumaßnahmen und übernehmen die Bauüberleitung.
- Sie führen Abstimmungen u.a. mit Behörden und Ämtern herbei und koordinieren die einzelnen Fachgewerke (Bauherrenvertretung).
- Sie sorgen für projektbegleitende Abrechnung und Budgetkontrolle und führen Nachtragsverhandlungen durch.

Ihr Profil

- Sie besitzen ein abgeschlossenes Hochschulstudium des Bauingenieurwesens oder sind (Bau)-Techniker und haben mehrjährige Berufserfahrung als Projekt- oder Bauleiter im Bereich Infrastrukturanlagen.
- Großes Interesse in der Zukunftsbranche Straßen-/Eisenbahn und Freude beim Ausbau einer nachhaltigen Mobilität.
- Sie haben gute Kenntnisse im Vergabe-/Vertragsrecht (VOB, HOAI).
- Sie zeichnen sich durch hohe Motivation, Verantwortungsbewusstsein und Teamfähigkeit aus, arbeiten eigenverantwortlich, sind belastbar, haben Durchsetzungsvermögen und Kostenbewusstsein.
- Sie verfügen über sehr gute Kenntnisse der Office-Programme und sind im Besitz eines Kfz-Führerscheins (Klasse B). Kenntnisse in gängigen Ausschreibungs- und Kalkulationsprogrammen sind von Vorteil.
- Sehr gute Deutschkenntnisse in Wort und Schrift.

Finden Sie sich in diesem Anforderungsprofil wieder, freuen wir uns auf Ihre Bewerbung unter Ref.nr. 2024_86 an: bewerbung@avg.karlsruhe.de.

Weitere Infos über unser Unternehmen finden Sie auf www.avg.info. Für weitere Auskünfte steht Ihnen Herr Ziegler unter **0721 6107-6100** oder Herr Czerny unter **0721 6107-6102** gerne zur Verfügung.

AVG. Bewegt alle.



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

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

Anzeigenteknik:
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 Abonentenservice
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

Redaktionsleiter

Dr. Gunnar Baumann, Leiter Fahrwegmessung, DB Netz AG, Minden | **Dr. Jörg Boromet**, 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 Bahnbau Gruppe GmbH, Berlin | **Andreas Freese**, Product Owner Digital Infrastructure, DB Systel 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 Klem-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, Großbeeren | **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 Bahndindustrie 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 Staffelbach**, 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

INSERENTENVERZEICHNIS

39, 41, 57, 59	Aero-X AG, Baden
71	Albtal-Verkehrs-Gesellschaft mbH, Karlsruhe
53	Bahndienstleistungen Sebastian Schlemmer GmbH, Hammah
19	BUG Verkehrswegebau SE, Berlin
11	DB Engineering & Consulting GmbH, Berlin
U2, 6, 27, 37, 46/47, 54, 55, 65, 67, 69, 71	DVV Media Group GmbH, Hamburg
23	HPZ GmbH, Gengenbach
U1	IBT GmbH, Norderstedt
70	Monti GmbH, Merchweiler
U4	Plasser & Theurer GmbH, Wien
31	TÜV Nord AG, Hamburg

U3, 20, 45, 76ff.	VDEI-Service GmbH, Berlin
15	Vossloh AG, Werdohl
25	Zöllner Signal GmbH, Kiel

In dieser Ausgabe finden Sie Beilagen der Bauakademie Biberach, Biberach, 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.

Branchenguide Rail-Web-Weiser – Finden und gefunden werden

Präsentieren Sie hier Ihr Unternehmen!

Bahnübergänge	 <p>Internet: www.eurailpress.de/ei E-Mail: silvia.sander@dvvmedia.com</p>	Dübel/ Befestigungstechnik	GFK-Konstruktionen
 <p>www.weco-gmbh.com · info@weco-gmbh.com</p>	 <p>Internet: www.eurailpress.de E-Mail: tim.feindt@dvvmedia.com</p>		 <p>GLEISÜBERGÄNGE EINSTIEGSHILFEN BÖSCHUNGSTREPPEN PODESTE Mit HPQ nach DBS 918 010 www.arthur-krueger.de · info@arthur-krueger.de</p>
Bahnübergangssysteme	 <p>Internet: www.eurailpress.de/etr E-Mail: tim.feindt@dvvmedia.com</p>	Fahrleitungsbau/ -planung	Gleisbau
 <p>GMUNDNER FERTIGTEILE LEVEL • CROSSING • SYSTEMS E-Mail: gf.bodan@gmundner-ft.at www.gmundner-ft.at · www.bodan.at</p>	 <p>www.eurailpress.de E-Mail: silvia.sander@dvvmedia.com</p>	 <p>furrerfrey.ch</p>	 <p>www.agtgmbh.de</p>
Baumaschinen	 <p>Internet: www.nana-online.de E-Mail: andrea.koett@dvvmedia.com</p>	 <p>info@rail-ps.com www.rail-ps.com</p>	
 <p>BAUMASCHINEN + FAHRZEUGBAU info@atlas-hannover.de www.atlas-hannover.de</p>	 <p>Internet: www.railbusiness.de E-Mail: ilkay.witthuhn@dvvmedia.com</p>	Feste Fahrbahn	
Dienstleistungen	 <p>Internet: www.eurailpress.de/sd E-Mail: silvia.sander@dvvmedia.com</p>	 <p>info@joerger-bau.de www.joerger-bau.de</p>	Infrastruktur Bahnbau/ Fahrwegtechnik
 <p>2-Wege-Arbeitsbühnen Vermietung mit und ohne Bediener Tel.: 05424 39633-0 www.meykratec.de</p>	Dienstwege/ Fluchtwege	Fort- und Weiterbildung/ Fernstudium	 <p>Die Zungenrollvorrichtung- innovativ und wartungsfrei! www.austoroll.at</p>
 <p>Internet: www.eurailpress.de/bahn-manager E-Mail: tim.feindt@dvvmedia.com</p>	 <p>www.weco-gmbh.com · info@weco-gmbh.com</p>	 <p>www.wb-fernstudium.de</p>	 <p>Zuverlässigkeit Kompetenz Qualität www.bbl-gmbh.de</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+Berger
 »Mit Blick fürs Ganze«
 www.emchundberger.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 200-2 R · 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.t-e-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.de

wsp
 Bahninfrastruktur
 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
 des Landbaus
 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



SEKISUI
FFU seit 1980
www.sekisui-rail.com

Lufttechnik



· Belüftung
· Entstaubung
www.cft-gmbh.de
mail@cft-gmbh.de

Schienenschweiß-
technik


GASTHAUS
GLEIS- UND TIEFBAU | SEIT 1920

Verbände und
Organisationen


Internet: www.vdei.de
E-Mail: gs@vdei.de

Lärmschutz



Lärmschutzwände
www.lswand.de

Prellböcke



E-Mail: info@klosegmbh.de
Web: www.klosegmbh.de

Schweißen



www.fronius.de
sales.germany@fronius.com

Vermessung



intermetric
Das richtige Maß
info@intermetric.de | www.intermetric.de

Leit- und
Sicherungstechnik


e-mail: prellbockbau@rawie.de
Internet: www.rawie.de

Signal- und
Leittechnik


RIEMENSCHNEIDER
Die Welt-Vermesser
VERMESSUNG/GNSS_BIM_GIS/LASERSCHANNING
3D_MODELIERUNG/TRASSIERUNG
WWW.RIEMENSCHNEIDER.NET


PINTSCH
Safety for Rail

www.pintsch.net

Schienenfräsen



LINSINGER
#trusttheinventor
www.linsinger.com



FRIEDRICH HIPPE
www.friedrich-hippe.de
info@friedrich-hippe.de

Weichenheizungs-
systeme


W&S
TECHNIK
CONSULTING
SERVICES
www.wus-technik.com

Stellenmarkt



E-Mail: info@esa-grimma.de
Internet: www.esa-grimma.de

Lokabstellplätze



WECO
Bahnüberwege- und
Aufgangwannebau
GmbH
www.weco-gmbh.com · info@weco-gmbh.com

Schienenschleif-
technik


GASTHAUS
GLEIS- UND TIEFBAU | SEIT 1920

E-Mail: silvia.sander@dvvmedia.com

Eurail JobsWerkstätten
Schienenfahrzeuge

Ihre Rubrik ist nicht dabei?
Dann sprechen Sie mich an.
Tel.: 040 – 237 14 171
E-Mail: silvia.sander@dvvmedia.com



Internet: www.l-und-s.de
E-mail: info@l-und-s.de
Dienstleistung,
Beratung und Verkauf
LLODNET UND SCHERF KEMER



WECO
Bahnüberwege- und
Aufgangwannebau
GmbH
www.weco-gmbh.com · info@weco-gmbh.com

Beheizbare
Übergänge


**BENTHEIMER
EISENBAHN AG**
info@bentheimer-eisenbahn.de
www.bentheimer-eisenbahn.de
Otto-Hahn-Straße 1 · 48529 Nordhorn



WECO
Bahnüberwege- und
Aufgangwannebau
GmbH
www.weco-gmbh.com · info@weco-gmbh.com



LSW
mobile Triebfahrzeug-Instandhaltung
incl. PZB, LZB, ETCS, Funk, EbuLa
kontakt@lokservicewolf.de
www.lokservicewolf.de

20. Fachtagung Konstruktiver Ingenieurbau

26. September 2024

Ort: Langenbeck Virchow Haus
Luisenstraße 58/59, 10117 Berlin

Mit dem 20-jährigen Jubiläum der Fachtagung Konstruktiver Ingenieurbau wird in Kooperation mit dem vpi-EBA erneut ein hochinteressantes Programm zum Thema Brückenbau zusammenkommen. Die Tagung ist Treffpunkt von Expertinnen und Experten aus Planung, Forschung, Praxis und Behörden und widmet sich mit Fachvorträgen hochkarätiger Referentinnen und Referenten dem Thema 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 dort eine hervorragende Möglichkeit der Kommunikation mit den Ausstellern, anderen Teilnehmenden und den Referenten.

Am 25.09.2024 gibt es ein gemeinsames Abendessen mit Ausstellern und Referenten zum Selbstkostenpreis.

Während der 20. Fachtagung Konstruktiver Ingenieurbau findet in Berlin die InnoTrans statt. Ein Ticket zur Inno-Trans ist im Teilnahmepreis enthalten.

Auszüge aus unserem Programm: *

- Neues von der Bauaufsicht
- Neuerungen im Technischen Regelwerk der DB AG
- Das deutschlandweite Sanierungskonzept „Hochleistungskorridore“ mit Beispiel Hamburg-Berlin
- Zur Bemessung relevanter Kerbdetails in stählernen Fachwerkbrücken – Beispiele aus der Praxis
- Shifting Values – Neue Maßstäbe für die Entscheidung zwischen Rückbau und Ertüchtigung von stählernen Eisenbahnbrücken
- Die Elstertalbrücke – Generalinstandsetzung einer bedeutenden Eisenbahnbrücke
- Künstliche Intelligenz für die Vorhersage der Eigenfrequenz von Eisenbahnbrücken
- Ein neues Dach für den Berliner Ostbahnhof – Sanierung unter rollendem Rad

*Änderungen vorbehalten

Mitarbeiter der Deutschen Bahn AG können sich direkt bei DB Training unter der Produktnummer Hk5034 anmelden.

Weitere Informationen zu allen Veranstaltungen und die Anmeldeunterlagen finden Sie unter:

> www.vdei-akademie.de

INDUSTRIE-REPORT

Neuer Werkstoff zur Schwingungsisolierung



Regufoam FR als Plattenware

Quelle: SVT Products

SVT Products/Regupol | Die zwei Unternehmen SVT Products und Regupol haben erstmals zusammen einen Werkstoff zur Schwingungsisolierung entwickelt, der die erhöhten Brandschutz- und Schallschutzanforderungen im Schienenfahrzeugbau erfüllt. Regufoam FR ist primär als Werkstoff für die elastische Lagerung in Schienenfahrzeugen einzusetzen und nach EN 45545-2 R10 HL3 zertifiziert. Er dient dazu, den Wagenboden vom Wagenkasten zu entkoppeln. Der Einsatz dieser Schwingungsisolierung ist auch in anderen Bereichen des Transportwesens möglich. Die neu konzipierten Polyurethanschäume erfüllen höchste Anforderungen an die Schwingungsisolierung. Regufoam FR wird in vier Produkttypen als Bahnen- oder Plattenware in einer Breite von 1,50 m und in zwei Standarddicken gefertigt, kundenindividuelle Zuschnitte sind erhältlich. cm

www.svt-global.com/de
www.regupol.de

Verlängerung der EBA-Zulassungen

Nord-Lock | Das Eisenbahn-Bundesamt (EBA) hat die Zulassungen für die Nord-Lock Keilsicherungsscheiben und Keilsicherungsfederscheiben erneut um weitere fünf Jahre verlängert. Der Geltungsbereich erstreckt sich über alle gängigen Schraubenverbindungen im Oberbau und Konstruktiven Ingenieurbau. Unabhängig davon, ob es sich um eine vorgespannte oder nicht vorgespannte Schraubenverbindung, HV-Garnitur oder SB-Garnitur, Durchgangs- oder Sacklochbohrung oder eine Gewindestange mit Mutter handelt. cm

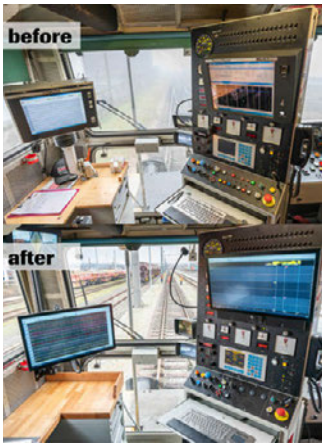
www.nord-lock.com

S410 Laptops für Wartung und Instandhaltung

Getac/DB AG | Die Deutsche Bahn AG (DB) setzt für ihre Aufgaben jetzt robuste Getac S410 Laptops ein. Die IT-Haus GmbH hat die entsprechende Ausschreibung mit Getac gewonnen und beliefert die DB. Speziell eingesetzt werden S410 Laptops für Revision und Hauptuntersuchung sowie für Wartung und Reparaturen. Dabei dienen die Laptops auch der automatisierten Berichterstattung und Dokumentation, der regelmäßigen Überwachung sicherheitsrelevanter Einrichtungen sowie der Durchführung komplexer Prüfleistungen, Revisionen und Hauptuntersuchungen. Die robusten Getac S410 Laptops haben gut lesbare Displays, beleuchtete Tastaturen und unterschiedliche Anschlüsse (wie RS232 oder RJ45). Sie sind für Arbeiten in Werkstätten wie im Freien und bei jeder Witterung ausgelegt. Im Falle von unerwarteten Störungen und Ausfällen sorgen der Hot Swap Service von IT-Haus und das Getac Self-Maintainer Programm für reduzierte Ausfallzeiten. cm

www.getac.com

Retrofit für Unimat 09-32/4S Dynamic



Frontkabine vor und nach dem Umbau: Austausch von DRP, SmartALC und Rückspiegelkameras mit Monitoren

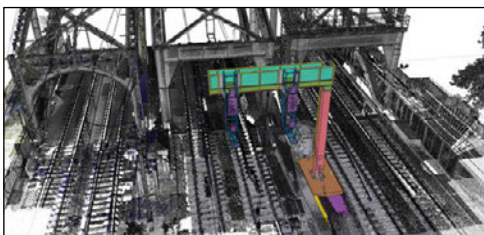
Quelle: Plasser & Theurer

Plasser & Theurer | Retrofits von Bestandsmaschinen binnen kurzer Zeit abzuwickeln, ist eine große Herausforderung. Gut ist das Plasser & Theurer beim Retrofit des Unimat 09-32/4S Dynamic der Strabag AG gelungen. Nach weniger als vier Monaten verließ die Maschine das Life Cycle Service Competence Centre in Linz und stand unmittelbar danach wieder im Einsatz. Die Maschine war 13 Jahre im Einsatz. Nun stand eine Hauptuntersuchung mit Retrofit an. Der wesentliche Punkt bei Retrofit-Projekten ist, dass man eine standardmäßige Überholung nutzt, um eine Maschine auch technisch aufzuwerten. Beim Unimat 09-32/4S Dynamic ergab sich ein Projektumfang mit folgenden Schwerpunkten: Austausch des

Stopfaggregats gegen ein aufgearbeitetes Aggregat mit Drehzahlregelung, Austausch des digitalen Messwert-Aufzeichnungsgeräts (DRP) auf die neueste Version sowie Einbau des Automatischen Leitcomputers SmartALC. Darüber hinaus wurden auch die Rückspiegel gegen Rückfahrkameras ausgetauscht und neue Bediensitze eingebaut, deren Armlehnen mit neuen Funktionsschaltern ausgestattet sind. *cm*

www.plassertheurer.com

Ausführungsplanungen für Netzausbaumaßnahmen



Die Hohenzollernbrücke in Köln – BIM-Planungsmodell eines Signalauslegers *Quelle: DB InfraGO/EDL*

EDL | Die DB InfraGO AG der Deutschen Bahn AG setzt bei ihren Modernisierungsmaßnahmen auf verschiedene Partner. In diesem Rahmen führt das Anlagenbauunternehmen EDL,

Teil der österreichischen Pörner Gruppe, die Ausführungsplanung der Umbaumaßnahmen im Rahmen der Objekt- und der Tragwerksplanung an den betroffenen Brückenbauwerken und Kabelführungssystemen durch. Es geht dabei um die Bauvorhaben „ESTW Duisburg“ sowie um Umbaumaßnahmen an 77 Brückenbauwerken im Ruhrgebiet. Parallel dazu wird im Rahmen des Projekts „ESTW Köln“ der Verkehrsknoten Köln ausgebaut und ein neues elektronisches Stellwerk (ESTW) im Bereich Köln Hauptbahnhof errichtet. Die EDL ist maßgeblich an der Planung dieses Schlüsselprojekts beteiligt. Ihr Aufgabenbereich umfasst die bautechnische Objekt- und Tragwerksplanung in den Leistungsphasen 1 bis 5 nach HOAI. Die EDL übernimmt dabei nicht nur die Planung von den einzelnen Verkehrsanlagen des Schienenverkehrs, sondern auch die bautechnische Beratung. *cm*

www.edl.poerner.de

VDEI AKADEMIE

INGENIEURKOMPETENZ IM BAHNSYSTEM

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 Vorträge zu Techniken für die 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: *

07. Oktober 2024

- Digital Security / IT Sicherheitsgesetz / Die digitale Transformation
- bbIP der DB - bahnbetriebliches IP-Netz (bbIP) im Vorserienprojekt DSTW Donauwörth (Meitingen/Mertingen)
- Road to FRMCS
- Interdisziplinärer Branchendialog

08. Oktober 2024

- Projekt KMU-Innovativ / BMBF genannt AZUBIG (Automatisierter Güterwagen / Kopplung)
- Einbindung moderner Überwachungstechnik auf Bahnhöfen, Bahnsteigen und Zügen dank IP basierter Telekommunikationstechnik
- Digitale Schiene Deutschland - ETCS/DSTW

* 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

Symposium BahnBasic plus vom 09. bis 10. September 2024

Ort: Augustinerkloster zu Erfurt, Augustinerstraße 10, 99084 Erfurt

Inhalt: BahnBasic plus verbindet die Vermittlung von Wissen zu Grundlagen aus verschiedenen Teilbereichen des Eisenbahnsystems mit der Möglichkeit, neue Kontakte zu knüpfen. Die Wissensvermittlung erfolgt in vier Slots von je 2,5 Stunden Dauer, wobei man je Slot ein Modul wählen kann. Die Pausen bieten die Möglichkeit zum interdisziplinären Austausch und zum Knüpfen neuer Kontakte. Am Ende des ersten Tages gibt es die Möglichkeit an einem Get-together teilzunehmen.

Folgende fachspezifische Module bieten wir an:

Modulgruppen für Tag 1:

FAHREN UND BAUEN

BAHNENERGIEVERSORGUNG UND BAHNLEITUNGEN

GEOTECHNIK

KAUFMÄNNISCHE UND RECHTLICHE ABWICKLUNG VON INFRASTRUKTURPROJEKTEN

Modulgruppen für Tag 2:

LEIT- UND SICHERUNGSTECHNIK

BAHNBETRIEB

OBERBAU

FAHRZEUGE

ONLINE - Änderungen und Auswirkungen der HOAI 2021 am 11. September 2024

Ort: Internet (MS TEAMS)

Inhalt: 2021 ist die neue HOAI in Kraft getreten. Die Verordnung sieht vor, dass die Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen frei vereinbart werden können. Das Seminar zeigt die Neuerungen HOAI und die neuen Spielräume bei der Honorargestaltung auf. Ebenso werden im Hinblick auf Altfälle die praxisrelevanten Auswirkungen der EuGH-Entscheidung zur Europarechtswidrigkeit der Mindest- und Höchstsätze in der HOAI 2013 besprochen. Nach dem Seminar wissen Sie, was Sie bei der Gestaltung von Architekten- und Ingenieurverträge beachten müssen.

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 11. bis 12. September 2024

Ort: IntercityHotel Darmstadt, Poststraße 12, 64293 Darmstadt

vom 16. bis 17. Oktober 2024

Ort: Hotel Zumnorde, Anger 50 – 51, 99084 Erfurt

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 Neubmaßnahmen durchgeführt werden kann.

ONLINE - Seminar: Leit- und Sicherungstechnik (LST) für Beginner am 08. Oktober 2024

Ort: Internet (MS TEAMS)

Inhalt: Bei der Eisenbahn ist es so wichtig wie in fast keinem anderen Fachbereich auch Bereiche außerhalb seines 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.

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

Einführung ins Thema

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.

Im Vorfeld des Online-Seminars haben Sie die Möglichkeit, aus Ihrem eigenen Arbeitsumfeld spezielle Fragestellungen zum Thema Erdung an den Referenten zu stellen: info@vdei-akademie.de Bei allgemeinem Interesse können diese Praxisfragen in das Seminar eingebunden, gemeinsam diskutiert und mit Lösungsansätzen versehen werden.

Weitere Informationen zu allen Veranstaltungen
und die Anmeldeunterlagen finden Sie unter:

> www.vdei-akademie.de



VDEI Nachrichten

VERBAND DEUTSCHER EISENBAHN-INGENIEURE E. V.

AUF EIN WORT

Europa hat gewählt: Die nächsten Aufgaben des VDEI in der Europa-Arbeit



Dr. Jürgen Murach
VDEI-Vizepräsident

Mit der Wahl des Europaparlaments am 9. Juni 2024 kommt es in den nächsten Monaten zu einer Neubesetzung des Verkehrsausschusses und der Leitungskräfte der EU-Kommissionen. Der VDEI ist dabei, diesen Prozess zu begleiten.

Die Leitlinien der Europäischen Union sind schienenfreundlich, fachlich gut durchdacht und bieten eine Grundlage für eine Kooperation des VDEI mit der EU-Kommission. Die Klimaschutzstrategie (Green Deal) und Kriterien

der Nachhaltigkeitsstrategie spielen eine große Rolle bei allen Förderinstrumenten. Trotz des Zuwachses im nationalistischen Lager verfügen die europafreundlichen Parteien über eine Mehrheit. Der Fairness halber muss bemerkt werden, dass auch einige der europaskeptisch orientierten Regierungen und Fraktionen (z.B. in Polen und Ungarn) immer eine eisenbahnfreundliche Politik mit verstärkten Investitionen in das Schienennetz unterstützt haben.

Die EU nutzt ihre Möglichkeiten, die Schiene zu unterstützen. Es gibt aber auch Grenzen: Über die Priorität der Schiene und über die Investitionen in das Schienennetz entscheiden die nationalen Regierungen. Die EU kann über Förderinstrumente bzw. Anreize etwas Einfluss auf die nationale Bahnpolitik ausüben. Der Einfluss auf die osteuropäischen Beitrittsstaaten ist dabei größer, da die Fördersätze höher sind (bis zu 80 % gegenüber 20–50 % in Deutschland). Die wichtigsten Förderinstrumente sind die Trans-europäischen Verkehrsnetze (TEN-V) und das damit verbundene Finanzierungsprogramm CEF („Connecting Europe Facilities“). Geld gibt es von der EU nur für Investitionen, die Bestandteil des TEN-Netzes sind. Weitere Infos im anschließenden Abschnitt „Was ist eigentlich...“.

Die Terminalschiene nach den Wahlen

Im Europaparlament standen im Juli die Bildung der Fraktionen und die konstituierende Sitzung an. Es beginnen die Verhandlungen über die Be-

setzung der Ausschüsse. Dies kann längere Zeit dauern. Der VDEI hatte am 11. Mai einen Europa-Sonderzug von Berlin nach Polen und Tschechien für Kandidat:innen zum Europaparlament aus Deutschland, Polen und Frankreich organisiert. So konnten wir Kontakte aufbauen. Wir haben von der Berliner Abgeordneten Gabriele Bischoff die Zusage, uns bei der Kontaktaufnahme zum neuen Ausschuss für Verkehr des Europaparlamentes und zur neuen EU-Kommission zu unterstützen. Gabriele Bischoff wurde erwartungsgemäß in das neue Europaparlament gewählt.

Der Prozess der Neubesetzung der Kommission und der Leitungskräfte der EU-Kommission kann sich bis in den Spätherbst hinziehen. Die Kommissare müssen sich der Befragung durch das Europaparlament stellen. Hier kann es zu Ablehnungen kommen. Als EU-Kommissionspräsidentin wurde Ursula von der Leyen bereits wiedergewählt.

Nicht von den personellen Umbesetzungen betroffen sind die Koordinatoren der TEN-Korridore. Daher sind wir dabei, uns mit drei Koordinator:innen in Verbindung zu setzen, die für unsere Arbeit wichtig sind. Es sind:

1. Prof. Carlos Secchi: Koordinator für TEN Atlantic (u.a. die Bahnstrecke Mannheim – Saarbrücken/Strasbourg – Lissabon). Wir bekommen bereits Unterstützung vom Büro Secchi für unsere VDEI-Fachexkursion im September nach Spanien und Portugal.



Europa-Sonderzug am 11. Mai in Zgorzelec – EP-Abgeordnete Gaby Bischoff in der Mitte zusammen mit polnischen und französischen Europapolitiker:innen.

Quelle: H. Schmidtendorf

- Catherine Trautmann: Koordinatorin für den TEN „Nordsee – Ostsee“. Zu ihr hatte ich bereits dienstlichen Kontakt bei früheren EU-Projekten zur Rail Baltica. Die Rail Baltica ist Schwerpunkt unserer VDEI-Fachexkursion 2025.
- Mathieu Grosch: Koordinator des TEN „Orient – Östliches Mittelmeer (u.a. die Bahnstrecke Berlin – Budapest – Sofia – Athen). Hier haben wir Gesprächsbedarf hinsicht-

lich der UEEIV-Tagung in Sofia im November, wo wir die Situation der Bahn in Bulgarien analysieren werden.

Erste Gesprächsthemen des VDEI mit der EU

- Grenzüberschreitender Bahnverkehr: Hier gibt es z.B. Probleme, die damit zusammenhängen, dass ETCS vorerst keine Hilfe bringen wird. ETCS ist in Deutschland nur ein „Flickenteppich“, und es gibt Probleme der

Nicht-Kompatibilität an Grenzen. Daher ist eine Förderung der Ausstattung von Schienenfahrzeugen mit mehreren nationalen Zugbeeinflussungssystemen wichtig.

- „Missing links“: Förderung kleiner Lückenschließungen an Grenzen in Ergänzung zum TEN-V mit großer Wirkung im grenzüberschreitenden Regionalverkehr. ■

Einladung zum Railway Forum 2024

Die UEEIV lädt am 8. und 9. November 2024 nach Sofia / Bulgarien

Im November organisiert die Union of European Railway Engineer Associations (UEEIV), in der auch der Verband Deutscher Eisenbahn-Ingenieure e.V. (VDEI) Mitglied ist, in Zusammenarbeit mit unseren bulgarischen Mitgliedsverbänden, der Scientific and Technical Union for Transport (WTVV) und der National Guild Society of Railway Track Engineers (NGSRTE) das zweitägige große Railway Forum. Sofia wurde bewusst als Standort gewählt, um den Horizont zu erweitern und die internationale Vernetzung zu verbessern. Das Hauptthema der Konferenz ist auf europäischer Ebene sehr relevant: Die Zukunft der Eisenbahninterope-

rabilität. Die Zusammenarbeit an gemeinsamen Lösungen für alle europäischen Länder wird der Schlüssel sein, um den Wunsch der jungen Generation nach nachhaltigem Reisen in ganz Europa zu erfüllen. Das ist noch ein langer Weg. Doch wir sind entschlossen, uns der Aufgabe zu stellen. Als moderne Eisenbahningenieure tragen wir eine große Verantwortung, den Ausbau des Streckennetzes und die Interoperabilität mit unseren technischen Innovationen und Lösungen zu ermöglichen. Zu den Debattenthemen in Sofia gehören: Nächste Schritte der ETCS-Optimierung, Optimierung der Funkkommunikation, Inter-

operabilität zwischen verschiedenen Ländern, Nachtzüge. Wie kann der Nachhaltigkeitsanspruch erfüllt werden? Lösungen zur Kapazitätssteigerung: neue Strecken bauen, ein zweites Gleis hinzufügen. Wir laden alle Interessierten herzlich zur Teilnahme ein!

Mehr Informationen unter ueeiv.eu/events/railway-forum-2024/ **O. Scholtz-Knobloch**



VDEI – AUF EINEN BLICK

Präsidium

Präsidentin	Dr. Dr.-Ing. Birgit Milius	birgit.milius@vdei.de
Vizepräsident	Dr.-Ing. Joachim Warlitz	joachim.warlitz@vdei.de
Vizepräsident	Dr. Jürgen Murach	juergen.murach@vdei.de
Bundesschatzmeister	Tobias Barthel	tobias.barthel@vdei.de
Bundesschriftführer	Lothar Legler	lothar.legler@vdei.de
Sprecher FB Infrastruktur	Reiner Altmann	reiner.altmann@vdei.de
Sprecher FB Technische Ausrüstung	Michael Wortmann (kommissarisch)	michael.wortmann@vdei.de
Sprecher FB Bahnsystem	Andreas Mack	andreas.mack@vdei.de
Sprecher FB Fahrzeuge	Andreas Henschel	andreas.henschel@vdei.de

Beirat

Sprecher	Dirk Flege	dirk.flege@allianz-pro-schiene.de
stv. Sprecher	Stefan Orlinski	stefan.orldnski@urbanandmainlines.com

Bezirksvorsitzende

Baden/Südpfalz	Alexander Schmackpfeffer	baden-suedpfalz@vdei.de
Berlin/Brandenburg	Uwe Richter	berlin@vdei.de
Essen	Franziska Cortés	franziska.cortes@vdei.de
Hamburg	Michael Wortmann	hamburg@vdei.de
Hannover	Silke Buchholz	silke.buchholz@vdei.de
Hessen/Rheinland-Pfalz	André Harrweg	hrp@vdei.de
Köln	Ralph Bolte	koeln@vdei.de
Mecklenburg-Vorpommern/ Nordbrandenburg	Torsten Habicht	mecklenburg@vdei.de
Nordbayern	Thomas Silbermann	nordbayern@vdei.de
Saarland/Rheinland-Pfalz	Gerhard Erbel	eisenbahningeniure@t-online.de
Sachsen-Anhalt	Oliver Lange	oliver.lange@plabis.de
Sachsen	Thomas Schaller	sachsen@vdei.de
Stuttgart	Dr.-Ing. Christoph Bolay	christoph.bolay@vdei.de
Südbayern	Prof. Dr.-Ing. Jia Liu	jia.liu@tu-darmstadt.de
Thüringen	Holger Klein	holgerklein3290@aol.com

Vorsitzende der Fachausschüsse

Fachbereich Bahnsystem		
FA Betrieb und Sicherheit	Dr.-Ing. Christoph Bolay	christoph.bolay@vdei.de
FA Bauen und Betrieb	Reiner Konermann	reiner.konermann@vdei.de
FA Integrierte Verkehrsplanung und Mobilitätsmanagement	Prof. Dr.-Ing. Christoph Menzel	christoph.menzel@vdei.de

Fachbereich Fahrzeuge

FA Fahrzeuge – Neubau und Instandhaltung	Mihai Demian	mihai.demian@vdei.de
Fachbereich Infrastruktur		
FA Verkehrsweg und Umwelt	Reiner Altmann	reiner.altmann@vdei.de
FA Geodäsie und Geoinformatik	Thomas Zeidler	geodaesie@vdei.de
FA Geotechnik	Andreas Schemmel	geotechnik@vdei.de
FA Architektur/Immobilien	Herbert Locklair	herbert.locklair@t-online.de
FA Konstruktiver Ingenieurbau	Tristan Mölter	kib@vdei.de
FA Oberbau	Stephan Schulte	oberbau@vdei.de
Fachbereich Technische Ausrüstung		
FA Stromversorg. Bahnanlagen	Wladimir Tereschenko	vdei-tereschenko@mail.de
FA Sicherheitstechnik, Informatik, Kommunikation	Carlos Cunha	sicherungstechnik@vdei.de
FA Vernetzte Systeme/ Niederspannungsanlagen	Waldemar Henschel	waldemar.henschel@vdei.de

Vorsitzende der Arbeitskreise

AK Ingenieure in Beruf und Gesellschaft	Prof. Dr.-Ing. Haldor Jochim	haldor.jochim@t-online.de
AK Junges Netzwerk Bahn	Viviane Schlegel	viviane.schlegel@vdei.de
AK Sachverständige und Fachbeauftragte	Olaf Scholtz-Knobloch	sachverstaendige@vdei.de
AK Verkehrspolitik	Sascha Behnsen	sascha.behnsen@vdei.de

Netzwerke

Frauennetzwerk		frauennetzwerk@vdei.de
Deutsch-Französisches Netzwerk		gerhard.erbel@t-online.de
Netzwerk Europäisierung der Eisenbahn		juergen.murach@vdei.de

VDEI-Geschäftsstelle

Kaiserstraße 61		069/236171
D-60329 Frankfurt (M)		gs@vdei.de

VDEI-Service GmbH

Invalidenstraße 90, D-10115 Berlin	Geschäftsführerin: Constanze Petzsch	030/22605790
		service.gmbh@vdei.de

VDEI-Nationales Zertifizierungsbüro Deutschland

Kaiserstrasse 61	Leiter:	
D-60329 Frankfurt (M)	Bernd Gruhn	0160/97428835

verantwortlich für VDEI-Nachrichten

	Hermann Schmidtdorf	vdeiredaktion@vdei.de
--	---------------------	-----------------------

Was ist eigentlich...?

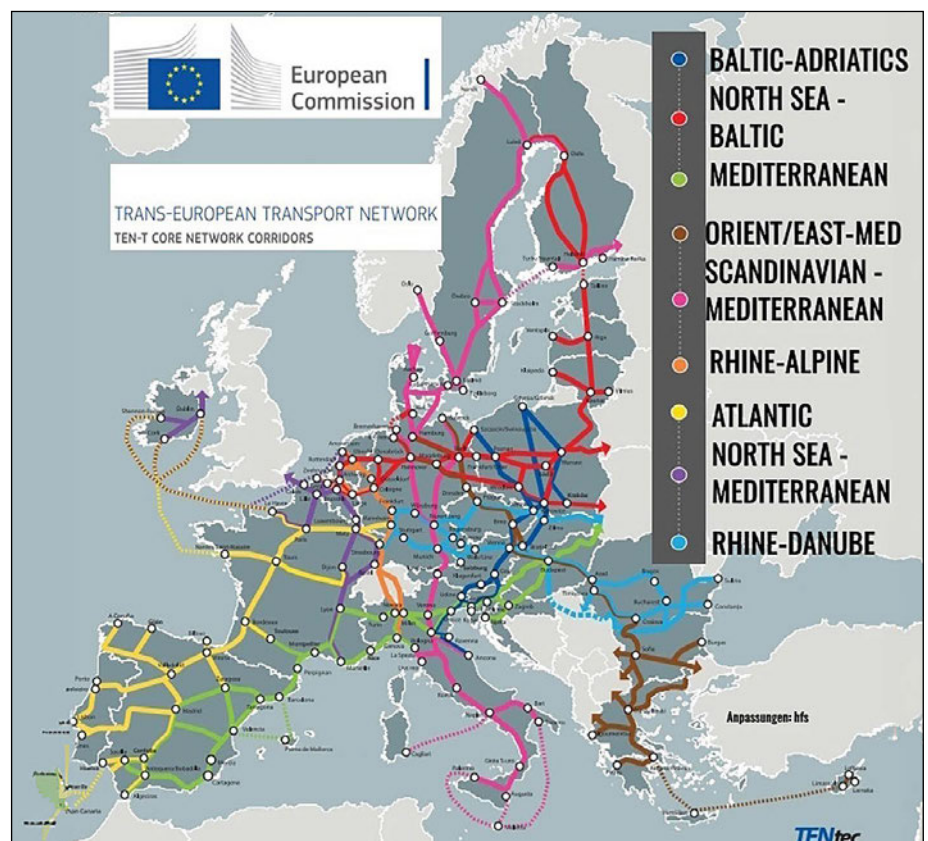
Ingenieure arbeiten in vielen Fachgebieten des spurgeführten Verkehrs. Unsere Reihe „Was ist eigentlich...?“ befasst sich mit Basisthemen aus verschiedensten Fachbereichen. Mit der Wissensreihe möchten wir Jungingenieuren, Quereinsteigern und Interessierten grundlegende Themen leicht verständlich erläutern.

Was ist eigentlich ein Transeuropäisches Verkehrsnetz (TEN-V)?

Damit die knappen Fördermittel der Europäischen Union zum Ausbau der Verkehrsinfrastruktur nicht nach dem Gießkannenprinzip verteilt werden, hat die EU-Kommission ein Transeuropäisches Verkehrsnetz entwickelt. Der Schwerpunkt liegt auf dem Ausbau des Schienennetzes, aber auch auf dem Ausbau wichtiger Seehäfen. Das Netz besteht aus neun Korridoren. Sechs davon laufen durch Deutschland. Voraussetzung für eine Förderung einer Ausbau- oder Neubaumaßnahme: Die Strecke muss Bestandteil des TEN-V-Netzes (englisch: „TEN-T: Trans-European Network Transport“) sein. Das TEN-T-Netz für den Schienenverkehr wurde nicht nur nach der Verkehrsnachfrage festgelegt. Es gab weitere Kriterien, z. B. die Entwicklung strukturschwacher Regionen durch Verbesserung der Infrastruktur. Das wird als „Kohäsionspolitik“ bezeichnet. Deswegen ist die „Rail Baltica“ eines der wichtigsten TEN-T-Projekte der EU. Es führt von Berlin durch dünn besiedelte Gebiete von Ostpolen, Litauen, Lettland und Estland. Weiterhin gibt es eine Unterteilung in ein prioritäres TEN-T-Kernnetz (TEN-T Core Network), ein erweitertes Kernnetz und ein ergänzendes Netz für die Planungshorizonte 2030, 2040 und 2050. Aufgrund des komplizierten Planungsrechts z. B. in Deutschland wird dieser Zeitplan nicht einzuhalten sein. Damit man in den Genuss von EU-Fördergeldern für ein Schienenprojekt kommen kann, müssen bei einem Förderantrag weitere Kriterien erfüllt sein. Dies sind u. a. folgende Qualitätsparameter: Zweigleisigkeit, Elektrifizierung, Auslegung auf mindestens 160 km/h und Befahrbarkeit von Güterzügen mit einer Länge von 740 m. Vorgeschrieben ist auch eine Ausrüstung mit dem European Rail Traffic Management System (ERTMS) bestehend aus den Komponenten Zugbeeinflussungssystem ETCS und einem Kommunikationssystem, einem für Sprache und Daten genutzten Mobilfunksystem. Hier gibt es beim ETCS bei grenzüberschreitenden

Strecken Probleme, da die national entwickelten ETCS-Systeme oft nicht kompatibel oder nur abwärtskompatibel sind, sodass weiterhin der Einbau zweier oder mehrerer nationaler Zugbeeinflussungssysteme in die Schienenfahrzeuge notwendig ist. Das TEN-T-Netz wird ständig einer Revision unterworfen. Die neueste Verordnung ist zum 18. Juli 2024 in Kraft getreten. Sowohl die nationalen Regierungen als auch die Regionen und sogar Organisationen der Zivilgesellschaft wie der VDEI haben die Möglichkeit, Vorschläge zur Ergänzung des Netzes einzureichen. Ein

Beispiel: Berlin – Stettin. Diese Strecke wird mit Unterstützung durch die EU zwischen Angermünde und Stettin zweigleisig auf 160 km/h ausgebaut und durchgehend elektrifiziert. Vorausgegangen war eine erfolgreiche Initiative der Länder Berlin und Brandenburg mit der polnischen Wojewodschaft Westpommern zur Aufnahme in das TEN-T-Kernnetz. Auf deutscher Seite wird dieser Prozess durch die für Raumordnung zuständigen Ministerien in Zusammenarbeit mit der EU-Kommission koordiniert.



Dieser Beitrag wird präsentiert vom Netzwerk „Europäisierung der Bahn“:



Dr. Jürgen Murach
Vizepräsident des VDEI e.V.
juergen.murach@vdei.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. 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

DAS NETZWERK FÜR DEINE KARRIERE

- > Berufliche Weiterbildung
 - > Exkursionen > Fachaustausch
- www.vdei.de



Expertise auf Spur



Alle Daten für Ihre Infrastruktur

Die zeitgemäße und kosteneffektive Planung und Umsetzung von Baumaßnahmen braucht genaue und lückenlose Daten. Es geht um sämtliche Parameter des Gleises, Gleisbetts, Unterbaus und der Umgebung. Der Messuniversalist **EM120VT** wurde genau dafür konzipiert, diese ganzheitliche Datenbasis bereit zu stellen. Er liefert – bei Messgeschwindigkeiten von bis zu 120 km/h – hochauflösende Daten aller Fahrweg-Komponenten. Er erstellt das digitale 1:1-Abbild der Strecke und informiert sofort darüber, welche Eingriffe wo durchgeführt werden müssen. Wir liefern alle Daten, die Sie brauchen. Mit einem Fahrzeug. In einem Durchgang. Nehmen Sie Kontakt mit uns auf.



P&T RESEARCH



INFRASTRUCTURE

plassertheurer.com    

„Plasser & Theurer“, „Plasser“ und „P&T“ sind international eingetragene Marken



Auf dem Weg

zur Klimaneutralität

Expertenmedium für Energie-Verantwortliche in der Industrie

JETZT 4 WOCHEN

UNVERBINDLICH TESTEN!

energy.prime ist das Informationsangebot für Energieverantwortliche in der produzierenden Industrie. In einem Segment, in dem das Hintergrundrauschen immer lauter wird, fasst energy.prime zusammen, was wirklich wichtig ist.

energy
prime
EMPOWER NET ZERO INDUSTRY

part of **INDUSTRY.FORWARD**

Jetzt testen: www.energy-prime.de/energy-abo