



IB&T 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 INTERGEO München, B6/E049
und der InnoTrans Berlin, 5.2/775

IB&T Software GmbH · www.card-1.com



DER **EI** EISENBAHN INGENIEUR

INTERNATIONALE FACHZEITSCHRIFT
FÜR SCHIENENVERKEHR & TECHNIK

HERAUSGEBER:
VERBAND DEUTSCHER
EISENBAHN-INGENIEURE E.V.

VDEI

Euro 34,99 | August 2026

8|26

Brenner-Nordzulauf –

Planungsbeschleunigung durch
digitale und Lean-Methoden

Resilienz –

Maßnahmen zur Anpassung
an Starkregenereignisse

Bauwerk 360° –

Verlängerung der Nutzungsdauer
von Kritischer Infrastruktur

Geodäsie –

Bauvermessung im Kontext
von Großprojekten

Führerstandssignalisierung –

Migration von optisch
signalisierten Einzelanlagen

VDEI

22. Fachtagung KIB

10. September 2026
in Berlin

DIGITAL

IST EINFACH SCHNELLER



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

JETZT FREISCHALTEN

www.eurailpress.de/ei-digital

DER **EI**
EISENBAHN
INGENIEUR

» Der Sektor braucht Planungssicherheit, um Verkehre auf die Schiene zu bringen «

Janne Schönerstedt, Manager Public Affairs,
FlixTrain



Zeit für ein verlässliches Trassenpreissystem

Dass Deutschland ein neues Trassenpreissystem benötigt, ist der Branche schon lange klar. So hielt sich auch die Überraschung in Grenzen, als der Europäische Gerichtshof im März verkündete, dass die Trassenpreisbremse im Schienenpersonennahverkehr (SPNV) unionsrechtswidrig ist. Die Debatte um eine Reform des Trassenpreissystems und die Höhe der Trassenpreise in Deutschland entbrannte erneut. Auch die Forderung nach einem Grenzkostensystem, wie es in den meisten europäischen Ländern üblich ist, wurde wieder laut. Ein solches System würde die Schienenmaut für Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) in Deutschland deutlich senken.

Doch die Hoffnung darauf schwindet. Im Koalitionsvertrag wurde zwar angekündigt, dass es ein neues Trassenpreissystem geben soll. Aus Sorge vor einer Mehrbelastung des Haushalts machte das Ministerium aber deutlich, dass es kein Grenzkostensystem geben soll. Wie genau sich das Ministerium ein neues Trassenpreissystem vorstellt, ist weiterhin offen.

Dabei drängt die Zeit. Die Sommerpause hat begonnen, der August steht vor der Tür und damit auch die Frist für die kostenlose Stornierung bereits angemeldeter Trassen der EVU. Doch was sollen Unternehmen anmelden, wenn sie nicht wissen, welche Kosten auf sie zukommen? Es droht eine Wiederholung des Chaos der vergangenen Jahre, als die endgültige Höhe der Trassenpreise teilweise erst kurz vor dem Fahrplanwechsel im Dezember feststand.

Für EVU ist das ein erhebliches Problem. Die Schienenmaut hat einen hohen Anteil an den Produktionskosten und beeinflusst damit direkt die wirtschaftliche Planung von Verkehren. Kein Wunder, dass die Länder vor drohenden Abbestellungen im SPNV warnen, wenn die Trassenpreise nun sprunghaft steigen.

Gleichzeitig müssen die Trassenpreise der vergangenen Jahre rückabgewickelt werden. Güter- und Fernverkehr erhalten dadurch zumindest teilweise Geld zurück. Das Ministerium nahm dies offenbar zum An-

lass, die bereits angekündigte Trassenpreisförderung im Fernverkehr zu streichen. Wie sollen Unternehmen unter diesen Bedingungen langfristig planen?

Deutschland braucht ein Trassenpreissystem, auf das sich die Branche verlassen kann. Das aktuelle System hat gezeigt, dass es weder ausreichend rechtssicher ist noch den EVU die notwendige Planungssicherheit bietet. Genau diese ist aber Voraussetzung, um Verkehre wirtschaftlich anbieten, Fahrzeuge beschaffen und neue Angebote entwickeln zu können.

Das Trassenpreissystem muss sich deshalb grundlegend ändern. Der Bund hat dabei nicht nur die Chance, ohne Mehrbelastung des Haushalts, verlässliche Preispfade zu schaffen und damit eine echte Verkehrsverlagerung zu unterstützen. Er kann auch die Bürokratie reduzieren, die mit dem heutigen Vollkostenprinzip verbunden ist.

Ein zukunftsfähiges Trassenpreissystem muss einfach, transparent und langfristig berechenbar sein. Es muss die verkehrspolitischen Ziele unterstützen, statt den Schienenverkehr durch Unsicherheit auszubremsen. Denn am Ende geht es nicht nur um die Höhe der Schienenmaut. Es geht darum, ob die Schiene ihre Rolle als Rückgrat einer nachhaltigen Mobilität erfüllen kann.

Mit der Reform des Trassenpreissystems werden jetzt die Weichen für die Zukunft der Schiene in Deutschland gestellt. Die Politik hat die Chance, ein System zu schaffen, das Vertrauen zurückgewinnt, bei EVU, Aufgabenträgern und vor allem bei den Fahrgästen.

J. Schönerstedt

EDITORIAL



Marcel Jelitto, Chefredakteur

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

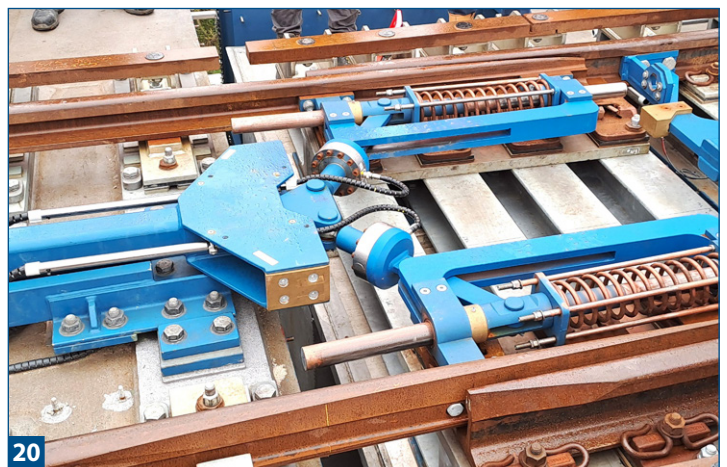
Die ersten Hitzetage dieses Sommers haben Ende Juni einen Vorgeschmack auf die Zukunft gegeben: Bei Temperaturen von bis zu 41 °C wurden Infrastruktur, Fahrzeuge, Betrieb, Mitarbeitende und auch Reisende an ihre Belastungsgrenzen geführt. Wer noch immer von Ausnahmesituationen spricht, verkennt die Realität. Extreme Wetterereignisse werden uns dauerhaft begleiten. Die Eisenbahn muss deshalb konsequent klimaresilient geplant, gebaut und betrieben werden. Zugleich steht die Branche vor ihrer nächsten Bewährungsprobe: Die Modernisierung des Netzes kommt voran, doch der Sanierungsstau, hohe Auslastungen und der Anspruch an die Betriebsqualität bleiben gewaltige Aufgaben. Jetzt sind (weiter) Entschlossenheit, Investitionen und ein langer Atem gefragt.

Wie Klimaanpassung ganz anderer Art in der Praxis gelingen kann, zeigt in dieser Ausgabe des EI der Beitrag „Maßnahmen und Werkzeuge für eine starkregenresiliente Schiene“. Er stellt Ansätze und Instrumente vor, mit denen sich die Widerstandsfähigkeit der Schieneninfrastruktur gegenüber Starkregen gezielt stärken lässt. Einen Blick nach vorn richtet auch der Beitrag „Integrierte Steuerung statt Einzelprojekt: Planung aus einem Guss“ von Philipp Blümel. Er macht deutlich, warum die Zukunft der Infrastruktur nicht in isolierten Einzelmaßnahmen, sondern in einer vernetzten und integrierten Planung liegt.

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen und spannende Einblicke in die Lösungen, mit denen die Schiene fit für die Herausforderungen von morgen werden kann.

Ihr

Marcel Felitto



Text zur Titelanzeige:

Mit card_1 werden Schienenwege weltweit geplant. Alle international verwendeten Trassierungselemente stehen zur Verfügung, und die integrierte Weichenbibliothek lässt sich jederzeit um länderspezifische Bauformen ergänzen. Eine BIM-konforme Bahnsteigmodellierung in card_1 mit Dynamo Anbindung an AUTODESK Revit® ermöglicht der neue Bahnsteiggenerator.

Mehr unter www.card-1.com



STANDPUNKT

- Janne Schönerstedt
03 Zeit für ein verlässliches Trassenpreissystem

FACHBEITRÄGE

- Philipp Blümel
06 Integrierte Steuerung statt Einzelprojekt: Planung aus einem Guss
- Meike Paeslack | Tom Steinhardt
08 Von der Trassenidee zur Vorzugstrasse
- David Bohner
12 Planungshürden im urbanen Raum
- Frauke von den Driesch | Sonja Szymczak
15 Maßnahmen und Werkzeuge für eine starkregenresiliente Schiene
- Alexander Heinemann
20 Die Friesenbrücke – Europas größte Hub-Dreh-Brücke
- Christian Gehmlich | Alexander Knorr | Bastian Lesche | Jens Röding | Franziska Stein
27 Bauwerk 360° – Sicherheit für Ihre Infrastruktur
- Falk Angermann | Tomás Arana Villafán | Andrei Firus | Michael Vospornig | Max Brandenstein | Clemens Hübler
32 Messstationen an Ingenieurbauwerken
- Guido Kossert
39 Bauvermessung – eine unterschätzte Schlüsselfunktion
- Annett Mähl | Bernd Bültemeier | Tristan Mölter
44 Oberleitungsmast trifft Brücke – Verankerung im Gefecht der Gewerke
- Stefan Offenbacher | Mario Pisslinger | Philip Elmer | Alexander Brennsteiner | Harald Daxberger
49 Moderne Gleisgeometriemessung im Kontext des Stopfprozesses
- Andreas Kretschmer | Christian Böhm | Stefan Fach | Stefanie Tamm
54 Trotz Infrastruktureinschränkung Zugfahrten betrieblich meistern

Daniel Kühni

- 59 Führerstandssignalisierung: Die digitale Zukunft der Bahn**

David Schmidtke | Martin Schröder | Michael Lehmann | Raimo Michaelsen

- 63 Einblicke in die Zusammenarbeit zwischen Eisenbahn und Wirtschaft**

Tristan Mölter | Alexander Schmackpfeffer | Hans-Jürgen Johannik

- 68 Kooperation für leisere Schienenwege**

Regina Iglauer-Sander

- 70 2. Symposium „Geodätisches und Geotechnisches Monitoring“**

RUBRIKEN

- 74 Veranstaltungen | Bahn-Nachrichten**
79 Personalia
81 Rail-Web-Weiser
84 Industrie-Report
88 Impressum

VDEI

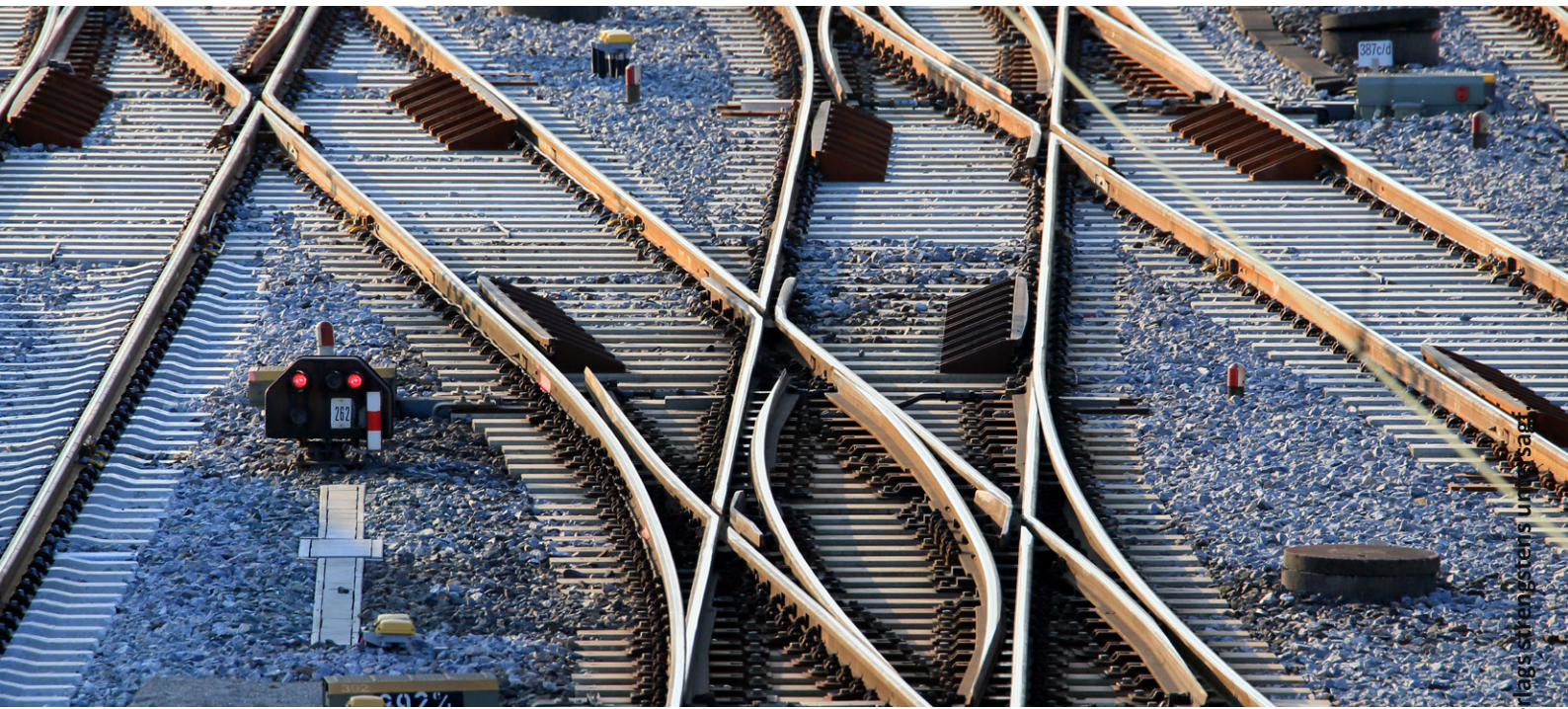
- 84 VDEI-Veranstaltungen**
89 VDEI-Nachrichten

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.



Weichen und Gleisverbindungen

Quelle: Deutsche Bahn AG / U. Mieth

Integrierte Steuerung statt Einzelprojekt: Planung aus einem Guss

Wie eine integrierte Steuerungslogik aus Leitstrategie, Zielnetz und Infraplan die Fragmentierung der Infrastrukturentwicklung überwinden kann

PHILIPP BLÜMEL

Mehr Geld allein wird das Problem nicht lösen. Die Schieneninfrastrukturpolitik in Deutschland stößt nicht nur aufgrund begrenzter Mittel an ihre Grenzen, sondern auch aufgrund einer Planung, deren Elemente bislang nicht ausreichend ineinandergreifen. Über Jahrzehnte ist ein System entstanden, in dem Projektplanungen, Priorisierungs- und Finanzierungsmechanismen sowie Zuständigkeiten mit jeweils eigenen, mehr oder weniger inkonsistenten Logiken nebeneinanderstehen – ohne konsequente Ausrichtung auf ein gemeinsames verkehrspolitisches Ziel. Das Ergebnis ist ein Netz, das trotz hoher Investitionen derzeit an Leistungsfähigkeit und Kapazität verliert.

Eine zukunftsfähige Schieneninfrastrukturpolitik erfordert daher weit mehr als zusätzliche finanzielle Mittel: Sie braucht eine Planung, die konsequent vom Ziel her gedacht wird – und die bestehenden Strukturen grundlegend neu ordnet.

Ein System am Limit: Warum die Schiene strukturell überfordert ist

Das System Schiene steht unter massivem Druck. Die steigende Nachfrage trifft auf eine alternde Infrastruktur und ein Netz voller Engpässe. Eine hohe Zahl infrastruktureller und betrieblicher Störungen, eine abnehmende Resilienz des Netzes sowie die daraus resultierenden hohen Verspätungsquoten sind längst kein vorübergehender Zustand mehr, sondern Ausdruck struktureller Defizite. Die Probleme bedingen und verstärken sich gegenseitig. Diese Defizite liegen daher nicht allein im Zustand der Infrastruktur, sondern auch in ihrer Entwicklung: Planungen (und die sich anschließende Finanzierung) von Projekten folgen eher Einzelentscheidungen auf unterschiedlichen Ebenen oder folgen Denkmustern, die über Jahre hinweg gewachsen sind. Bislang fehlt eine durchgängige Steuerung, die das Netz als zusammenhängendes System begreift und konsequent an einem übergeordneten verkehrlichen Ziel ausrichtet.

Fragmentierte Finanzierung als strukturelles Steuerungsproblem

Die aktuelle Finanzierung der Schieneninfrastruktur ist historisch gewachsen und folgt keinem gemeinsamen Ziel. Stattdessen steht eine Vielzahl unterschiedlicher Finanzierungstöpfе und -wege nebeneinander. Diese Strukturen erzeugen nicht nur Komplexität und verzerren Prioritäten: Maßnahmen werden vielfach danach entwickelt, wie sie in bestehende Finanzierungstöpfе passen – nicht nach ihrem Beitrag zum Gesamtsystem. Wo kein übergeordnetes Steuerungsziel definiert ist, fehlt auch die Grundlage für eine kohärente Priorisierung und Mittelverwendung. Fragmentierte Finanzierung führt damit auch zu einer fragmentierten Umsetzung.

Fehlende Synchronisierung: Wenn das System nicht als System geplant wird

Die aktuell in Umsetzung befindlichen Korridor-sanierungen bündeln zwar (Sanierungs-) Maßnahmen im Bestandsnetz, doch Bestandserhalt sowie Aus- und Neubau werden weiterhin nicht

systematisch genug verbunden. So konkurrieren beide Bereiche um dieselben knappen Ressourcen, etwa Finanzmittel, Planungs- und Baukapazitäten – und zwar mit systemischen Zielkonflikten: Ein stärkerer Fokus auf der Sanierung bindet Kapazitäten und verzögert Aus- und Neubauprojekte; eine Priorisierung von Aus- und Neubau verschärft hingegen den Sanierungsrückstand. In beiden Fällen steigen die Systemkosten. Nur eine gemeinsame Priorisierung, Synchronisierung und Steuerung von Maßnahmen im Bestand sowie von Aus- und Neubauprojekten kann diese Konflikte lösen.

Infrastrukturplanung aus einem Guss: Vom Nebeneinander zum System

Es braucht aus diesen Gründen kein weiteres, zusätzliches Einzelinstrument, sondern einen Perspektivwechsel: Infrastrukturplanung und -finanzierung muss konsequent als integriertes System verstanden werden. Strategische Ziele, Netzgestaltung und operative Umsetzung müssen durch eine durchgängige Steuerungslogik miteinander verbunden sein. Prioritäten dürfen nicht implizit aus Finanzierungsstrukturen entstehen, sondern müssen explizit aus den übergeordneten, verkehrlichen Zielen der Schieneninfrastrukturpolitik abgeleitet werden. Das Infrastruktur-Gesamtkonzept der „Agenda für zufriedene Kunden auf der Schiene“ [1] des Bundesministeriums für Verkehr (BMV) setzt genau hier an: Weg von einer projekt- und finanzierungsgetriebenen Planung, hin zu einer konsequent zielorientierten Steuerung der Infrastrukturentwicklung. Maßnahmen werden nach ihrem Beitrag zum Gesamtsystem priorisiert – nicht nach ihrer Einzelwirkung. Damit entsteht erstmals eine konsistente Steuerungskette: Von der strategischen Zieldefinition über eine priorisierte Netzentwicklung in definierten Schritten bis hin zur konkreten Umsetzung. Planung, Priorisierung und Realisierung folgen einer gemeinsamen Logik – einer Infrastrukturplanung aus einem Guss.

Österreich als Referenz: Verbindlichkeit schafft Wirkung

Der Blick nach Österreich zeigt, dass ein verbindliches Gesamtsystem funktioniert. Eine gesetzlich verankerte Leitstrategie [2] definiert das langfristige Ziel: Die Realisierung eines integralen Taktfahrplans. Ein Zielnetz beschreibt die daraus folgende langfristige Ausbaustrategie [3]. Ein rollierender und finanziell durch Zuschussverträge des Bundes mit der ÖBB-Infrastruktur AG abgesicherter Rahmenplan [4] bündelt die Instandhaltung sowie den Ausbau und bildet damit das zentrale mehrjährige Investitionsprogramm für die österreichische Schieneninfrastruktur. Diese klare Rahmensetzung reduziert Zielkonflikte, schafft höhere Planungssicherheit für alle Beteiligten und ermöglicht eine konsistente Priorisierung knapper Ressourcen. Nicht das einzelne Instrument ist dabei entscheidend, sondern seine Einbettung in ein verbindliches Gesamtgefüge.

Übertragung auf Deutschland: Der Dreiklang als Steuerungssystem

Der österreichische Ansatz wurde im Infrastruktur-Gesamtkonzept der Reformagenda auf Deutschland übertragen und beinhaltet Leitstrategie, Zielnetz 2035 und Infraplan. Entscheidend ist hierbei die konsequente Verknüpfung der drei Ebenen.

Leitstrategie: Die verkehrliche Richtschnur

Die Leitstrategie definiert die langfristige Ausrichtung: Ein deutschlandweit vernetzter Taktfahrplan. Sie bildet damit die verkehrliche Richtschnur für den Ausbau der Schieneninfrastruktur. Ziel ist es, Anschlüsse zu verbessern, Kapazitäten im Fern-, Nah- und Güterverkehr zu erhöhen, Reisezeiten zu verringern und insbesondere dem Güterverkehr verlässliche und planbare Trassen zu ermöglichen (Deutschlandtakt). Dieser Logik folgend wird dann genau dort investiert, wo es für das Gesamtsystem erforderlich ist. Mit der Novellierung des Bundesschienenwegeausbaugesetzes 2023 wurde diese Systematik mit dem Planungsziel „Umsetzung des Deutschlandtakts“ gesetzlich verankert.

Das Beispiel der VDE-Strecke (Verkehrsprojekt Deutsche Einheit) zwischen Berlin und Erfurt zeigt die Folgen fehlender Systemlogik: Weil die Planung nicht aus einem übergeordneten Taktfahrplan heraus erfolgte, wurden zentrale Anforderungen wie Anschlüsse und Taktlagen nicht berücksichtigt. Trotz sehr guter Fernverkehrsreisezeiten von Berlin nach Erfurt entstanden dadurch Defizite in der Netzwirkung, insbesondere bei Anschlüssen in die Fläche. Die spätere fahplanbasierte Analyse im Rahmen des Deutschlandtakts machte etwa sichtbar, dass im Knoten Erfurt zusätzliche Überwerfungsbauwerke nötig sind, um Anschlüsse und die Leistungsfähigkeit zu verbessern. [5] Das Beispiel verdeutlicht, dass ohne eine übergeordnete Systemlogik selbst große Investitionen hinter ihrem vollen Potenzial zurückbleiben.

Zielnetz 2035: Priorisierte Netzentwicklung

Das Zielnetz 2035 konkretisiert die Leitstrategie in Form eines mittelfristigen quantitativen und qualitativen Soll-Zustands des Gesamtnetzes für das Jahr 2035; weiterführende Entwicklungsetappen werden dabei berücksichtigt. Es integriert Sanierungs-, Aus- und Neubaumaßnahmen (inkl. kleine und mittlere Maßnahmen) sowie Digitalisierungsprojekte und priorisiert sie nach ihrem Beitrag zum Gesamtsystem. Damit definiert das Zielnetz eine konkrete Zwischenstufe auf dem Weg zur Leitstrategie.

Der Mehrwert liegt in der expliziten Priorisierung: Zielkonflikte und Synergien werden sichtbar und Entscheidungen sind dadurch zielgerichteter möglich. Durch die Überführung der priorisierten Maßnahmen in ein Angebotskonzept für 2035 wird zudem erkennbar, welche Kapazitäten im Nah-, Fern- und Güterverkehr zu erwarten sind und welche Systemverbesserungen daraus resultieren. Ein verbindliches Zielnetz erhöht die Systemstabilität, schafft Planungssicherheit und

stärkt das Vertrauen in die Planung und Umsetzung der Schieneninfrastruktur.

Infraplan:

Operative Steuerung und Transparenz

Der Infraplan bündelt alle konkret anstehenden und durch die DB InfraGO AG (DB InfraGO) umzusetzenden Maßnahmen in einem rollierenden Fünfjahreszeitraum und macht deren Fortschritt transparent. Er greift die im Zielnetz definierten Maßnahmen auf und stellt sicher, dass die operative Umsetzung konsequent an der strategischen Priorisierung ausgerichtet bleibt. Durch ein begleitendes Monitoring durch Kennzahlen, regelmäßige Fortschrittsberichte sowie strukturierte Gespräche zwischen Bund und DB InfraGO lassen sich Zielabweichungen frühzeitig erkennen und gezielt adressieren. Damit bildet der Infraplan die zentrale Verbindung zwischen strategischem Anspruch und operativer Realität.

Fazit: Vom Projekt zur integrierten Steuerung

Die Schieneninfrastruktur in Deutschland wurde bislang vor allem projektweise entwickelt – begünstigt durch eine fragmentierte Finanzierung, die eine systemische Steuerung erschwerte. Mit dem Infrastruktur-Gesamtkonzept der Reformagenda liegt nun erstmals ein Ansatz vor, der das gesamte Netz auf Grundlage eines übergeordneten verkehrlichen Zielsystems betrachtet. Die Verknüpfung von Leitstrategie, Zielnetz und Infraplan schafft eine durchgängige Steuerungslogik und damit einen Rahmen, um begrenzte Ressourcen und komplexe Anforderungen in einem hochbelasteten Netz künftig kohärenter zu priorisieren und zu koordinieren. Der zentrale Fortschritt liegt in der Systemlogik: Infrastrukturentwicklung wird nicht länger primär als Summe einzelner Projekte verstanden, sondern als gezielte Entwicklung eines zusammenhängenden Netzes. Die Finanzierung rückt damit wieder an ihren eigentlichen Platz – als Mittel zum Zweck. So entsteht ein realistischer Ansatz, um strukturelle Defizite in Planung und Steuerung zu überwinden und die Leistungsfähigkeit sowie Stabilität der Schieneninfrastruktur nachhaltig zu verbessern. ■

QUELLEN

- [1] https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/bahn-agenda.pdf?__blob=publicationFile,04.05.2026,Seite26
- [2] § 55a Bundesgesetz über Eisenbahnen, Schienenfahrzeuge auf Eisenbahnen und den Verkehr auf Eisenbahnen (Eisenbahngesetz 1957 – EisbG)
- [3] <https://infrastruktur.oebb.at/de/unternehmen/fuer-oesterreich/zukunft-bahn-zielnetz,04.05.2026>
- [4] § 42 (7) Bundesgesetz zur Neuordnung der Rechtsverhältnisse der Österreichischen Bundesbahnen (Bundesbahngesetz)
- [5] <https://bauprojekte.deutschebahn.com/p/knoten-erfurt,04.05.2026>



Philipp Blümel, M.Sc.

Referent
Bundesministerium für Verkehr
(Abteilung Eisenbahnen), Berlin
philipp.bluemel@bmw.bund.de

Von der Trassenidee zur Vorzugstrasse

Planungsbeschleunigung durch den Einsatz digitaler und Lean-Methoden im Bahnprojekt Brenner-Nordzulauf

MEIKE PAESLACK | TOM STEINHARDT

Der Brenner-Nordzulauf zählt zu den komplexesten Infrastrukturprojekten im europäischen Bahnnetz. Am Beispiel der Trassenfindung wird gezeigt, wie digitale Werkzeuge, modellbasierte Planung sowie Lean- und agile Methoden zu einer deutlichen Beschleunigung der Planungsprozesse beitragen. Durch strukturierte Entscheidungsverfahren, kontinuierliche Abstimmung und die frühzeitige Einbindung der Öffentlichkeit entstand eine belastbare und transparente Grundlage für die Vorzugstrasse. Der Beitrag verdeutlicht, dass insbesondere die Kombination aus Digitalisierung, Kollaboration und klaren Prozessen entscheidend für den Projekterfolg ist.

Brenner-Nordzulauf – komplexe Planungsaufgabe im europäischen Bahnnetz

Der Brenner-Nordzulauf ist eine teilweise bereits realisierte Eisenbahn-Hochleistungsstrecke zwischen Innsbruck und München. Als nördliche Zulaufstrecke des Brenner Basistunnels bildet er einen wesentlichen Bestandteil der transeuropäischen Verkehrsachse Berlin–Palermo. Bereits heute wird der Abschnitt Kundl–Baumkirchen mit Geschwindigkeiten von bis zu 220 km/h befahren.

Im Endausbau wird die bestehende Infrastruktur zwischen München und Innsbruck um zusätzliche Gleise ergänzt, um den steigenden Anforderungen des Personen- und Güterverkehrs gerecht zu werden. Neben dem Ausbau bestehender Streckenabschnitte umfasst das Projekt auch zahlreiche Neubauanteile im oberbayerischen Alpenvorland (Abb. 1).

Die Komplexität des Projekts ergibt sich nicht nur aus den technischen Anforderungen, sondern insbesondere aus den vielfältigen Raumwiderständen, der hohen Sensibilität der betroffenen Regionen sowie der intensiven öffentlichen Beteiligung. Vor diesem Hintergrund kommt der effizienten, transparenten und nachvollziehbaren Trassenfindung eine zentrale Bedeutung zu. Gleichzeitig besteht ein hoher Anspruch an die Beschleunigung der Planungsprozesse, ohne dabei die Qualität der Planung zu beeinträchtigen.

Trassenauswahlverfahren mit strukturierter Entscheidungsfindung

Im Planungsabschnitt Ostermünchen–Schafotenau wurde im Zeitraum von 2015 bis 2021

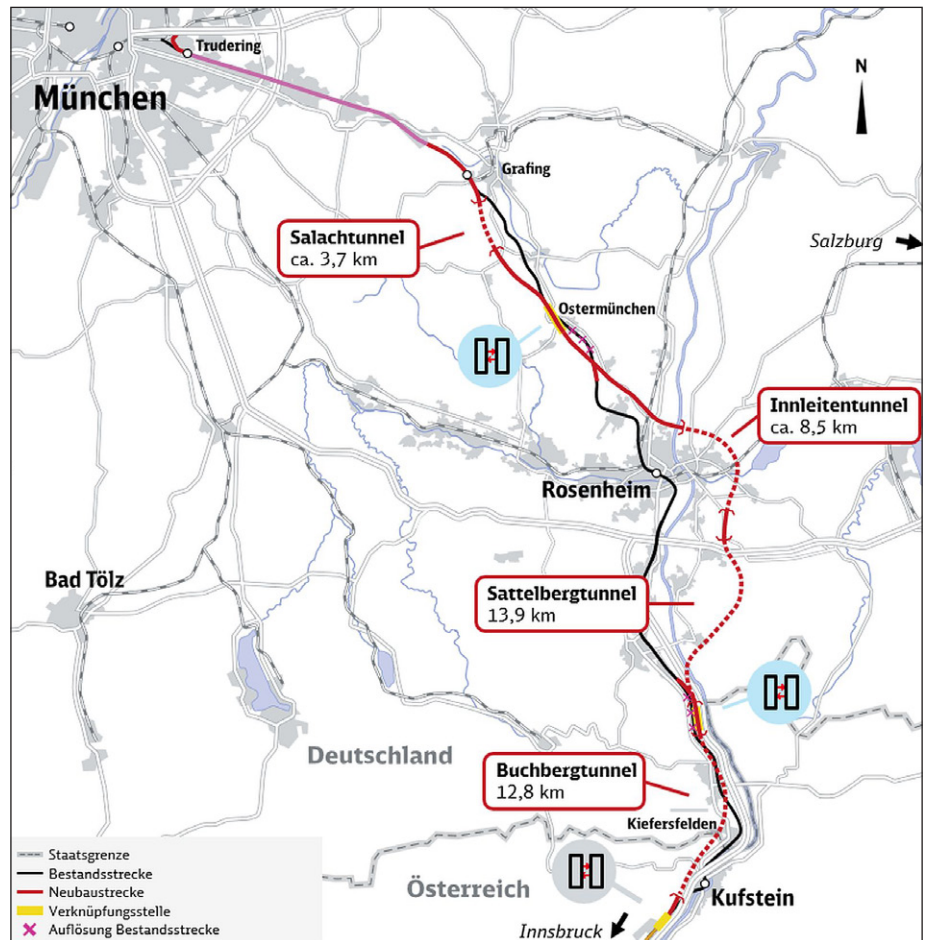


Abb. 1: Vorzugsvariante des Brenner-Nordzulaufs

Quelle: DB InfraGO AG

ein systematisches Trassenauswahlverfahren durchgeführt, das die Grundlage für die spätere Vorzugsvariante bildete. Während das erste Trassenauswahlverfahren lief, startete das zweite im Abschnitt Grafing–Ostermünchen mit Beginn der Covid-19-Pandemie und damit unter besonderen Rahmenbedingungen.

Das Trassenauswahlverfahren folgt einem klar strukturierten Ablauf. Zunächst werden zahlreiche Trassenideen entwickelt, die unterschiedliche räumliche und technische Ansätze abbilden. Diese Varianten werden in einem ersten Schritt grob bewertet und reduziert. Im Anschluss erfolgt eine vertiefte Planung ausgewählter Varianten, die hinsichtlich baulicher Machbarkeit, Genehmigungsfähigkeit, Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit detailliert untersucht werden. Ziel ist es, eine belastbare Entscheidungsgrundlage für die Auswahl der Vorzugstrasse zu schaffen.

Gerade in der Phase der Variantenentwicklung zeigte sich die Bedeutung digitaler und kollaborativer Arbeitsweisen. Regelmäßige, zweiwöchige Abstimmungen zwischen Auftraggeber, Objektplanung und Visualisierungspartner ermöglichten eine kontinuierliche Bewertung komplexer Planungsinhalte. Insbesondere bei anspruchsvollen Kreuzungsbauwerken wurde durch gemeinsame Betrachtungen ein einheitliches Verständnis geschaffen, und Planungsrisiken konnten frühzeitig erkannt werden.

Ein wesentlicher Bestandteil des Prozesses war die Nutzung digitaler Visualisierungstools. Auf Basis der Trassierungsdaten konnten in Autodesk InfraWorks automatisiert Streckenmodelle erzeugt werden. Diese ermöglichten eine schnelle und intuitive Bewertung von Varianten und unterstützten insbesondere bei der parallelen Betrachtung von Trassenvarianten im zweistelligen Be-



Bereich Portal Einöden mit verlegter Bestandsstrecke

Bereich Verknüpfungsstelle Kirnstein

Bereich Portal Niederaudorf mit verlegter Bestandsstrecke

Abb. 2: Visualisierungen aus dem Planungsabschnitt Kirnstein – Grenze D/A

Quelle: DB InfraGO AG

reich. Komplexe räumliche Zusammenhänge wurden dadurch für alle Beteiligten besser nachvollziehbar (Abb. 2).

Die Bewertung der erarbeiteten Trassenvarianten erfolgte anhand eines Kriterienkatalogs. Der Kriterienkatalog wurde zusammen mit der Region (Gemeindevertretern) sowie einer unabhängigen wissenschaftlichen Bewertungsstelle (Uni Innsbruck) erarbeitet. Neben klassischen technischen und wirtschaftlichen Kriterien wurden auch Umweltaspekte sowie Belange der Raumordnung berücksichtigt. Nach einer ersten Bewertung wurden mehrere Varianten vertieft untersucht und schließlich als dreidimensionale Modelle ausgearbeitet. Diese Modelle bildeten die Grundlage für die vertiefte fachliche Bewertung und dienten gleichzeitig der Kommunikation mit der Öffentlichkeit, etwa durch visualisierte Streckenüberflüge.

Digitale Bürgerbeteiligung als Teil der Trassenfindung

Ein innovativer Baustein im Trassenauswahlverfahren im Abschnitt Grafting – Ostermünchen war die digitale Bürgerbeteiligung. Über eine webbasierte Anwendung [1] konnten Bürger eigene Trassenvorschläge für diesen Abschnitt entwickeln und einreichen (Abb. 3). Die Anwendung ermöglichte es, Trassen interaktiv zu zeichnen, mit Hinweisen zu versehen und automatisiert hinsichtlich Länge sowie Raumwiderständen zu bewerten. Verschiedene Kartenansichten von Luftbildern bis hin zu topografischen Darstellungen unterstützten die Nutzer bei der Planung. Dadurch wurde lokales Wissen systematisch in den Planungsprozess integriert.

Besonders hervorzuheben ist die Integration von Raumwiderstandsklassen. Schutzwürdige Bereiche wie Naturschutzgebiete oder Siedlungsflächen wurden klar gekennzeichnet und in die Bewertung einbezogen. Ergänzend konnten technische Randbedingungen wie Mindestkurvenradien überprüft werden. Dadurch

wurde ein grundlegendes Verständnis für die komplexen Anforderungen der Trassenplanung im Eisenbahninfrastrukturbereich vermittelt. Die Resonanz war hoch. Innerhalb von zehn Tagen wurden mehr als 150 Trassenvorschläge eingereicht. Diese wurden durch das Planungsteam hinsichtlich Baubarkeit, Genehmigungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit geprüft und flossen, sofern geeignet, in die weiteren Planungen ein. Die digitale Beteiligung trug damit nicht nur zur Transparenz bei, sondern auch zur Qualität der Trassenentwicklung.

Lean- und agile Methoden in der Vorplanung

Zur Strukturierung und Beschleunigung der Planungsprozesse wurde ein integratives Besserkonzept auf Basis des Last-Planner-Systems sowie agiler Methoden eingeführt. Ziel war es, die Abstimmung zwischen den Beteiligten zu strukturieren und die Planungsprozesse

hinsichtlich Taktung, Transparenz und Verbindlichkeit zu verbessern.

Die Entscheidung für die Kombination aus Last-Planner-System und Scrum ergab sich aus den spezifischen Rahmenbedingungen des Projekts. Zu Beginn der Vorplanung mussten zahlreiche Planungsalternativen parallel entwickelt und bewertet werden. Zudem erfolgte die Bearbeitung in mehreren Projektabschnitten mit unterschiedlichen Planungsteams und separaten Vergaben, wodurch eine hohe Koordinationskomplexität entstand. Klassische, stark sequenzielle Planungsmethoden stießen unter diesen Bedingungen an ihre Grenzen. Änderungen traten regelmäßig auf und mussten kurzfristig in die Planung integriert werden. Gleichzeitig bestand der Bedarf, Zwischenergebnisse transparent zu kommunizieren und die beteiligten Fachplaner eng einzubinden.

Agile Methoden wie Scrum boten hierfür geeignete Ansätze, insbesondere durch den iterativen

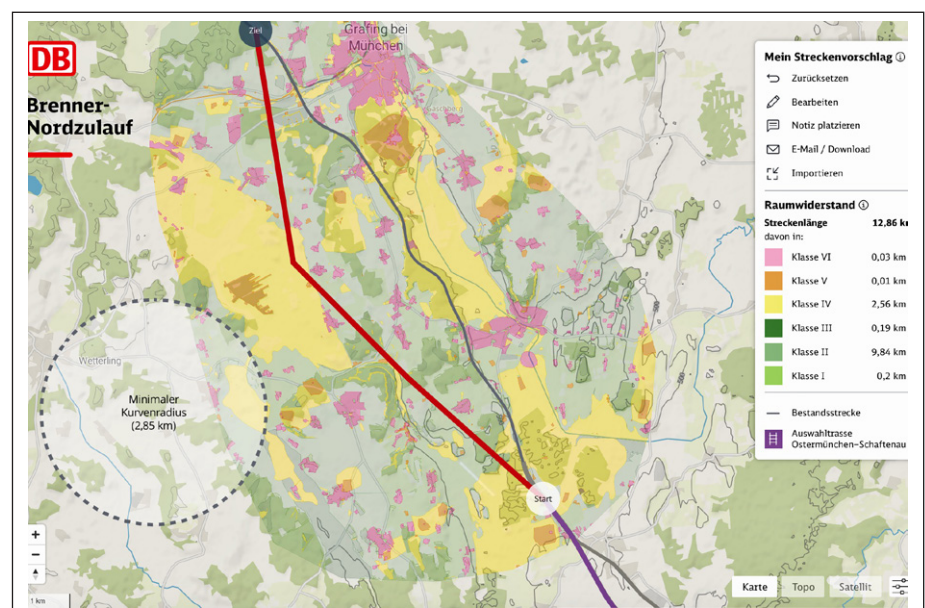


Abb. 3: Online-Anwendung zum Einreichen der Bürgervorschläge

Quelle: [1]

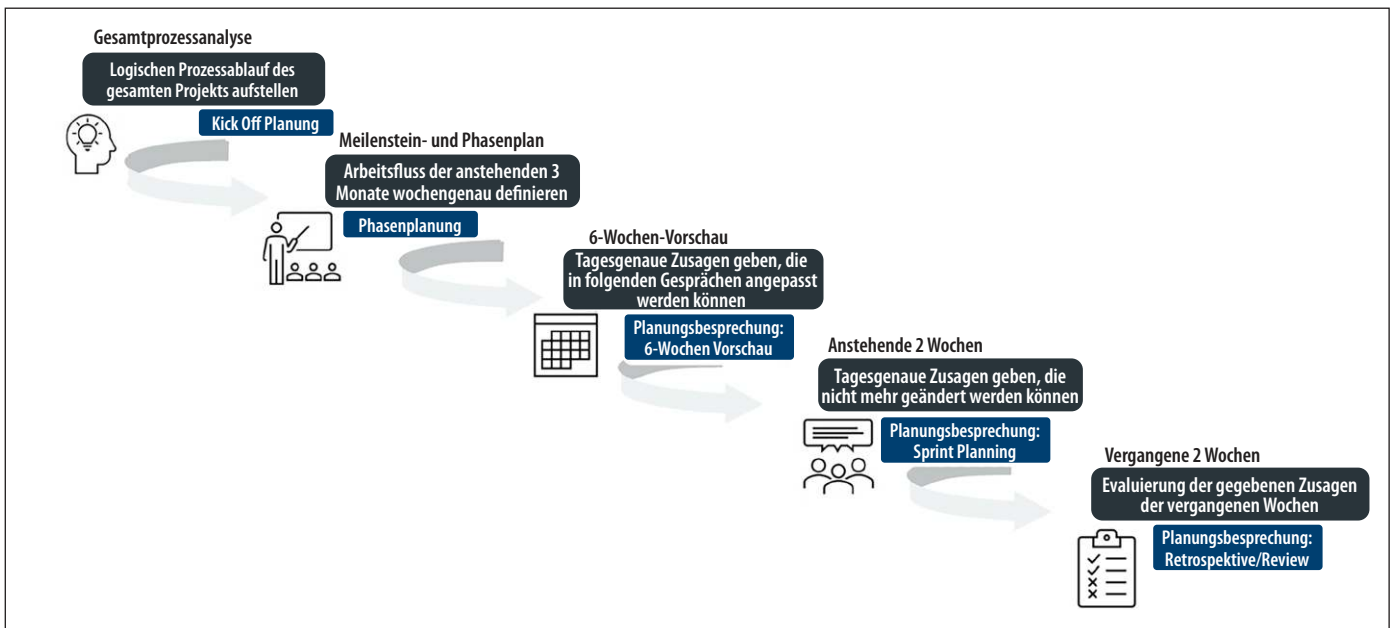


Abb. 4: Besprechungskonzept mit Last Planner und Scrum

Quelle: DB InfraGO AG

Planungsprozess, die Bearbeitung in kurzen Zyklen und die Möglichkeit, Änderungen flexibel zu integrieren. Ergänzend unterstützte das Last-Planner-System die verlässliche Terminplanung, indem die Aufgaben durch die Ausführenden selbst bewertet und in realistische Zeiträume eingeordnet wurden. Kleine, eigenverantwortlich arbeitende Teams sowie kurze, zielgerichtete Abstimmungen trugen zusätzlich zur Effizienzsteigerung bei. In der Kombination beider Ansätze konnte somit sowohl die notwendige Flexibilität im Umgang mit sich ändernden An-

forderungen als auch eine hohe Verbindlichkeit in der Termin- und Aufgabensteuerung erreicht werden (Abb. 4).

Bereits zu Beginn der Vorplanung wurde ein zweitägiger Workshop mit allen Projektbeteiligten durchgeführt. Neben dem gegenseitigen Kennenlernen stand die Vermittlung der Arbeitsmethodik im Vordergrund. Das Besprechungskonzept sowie die eingesetzten Werkzeuge wurden vorgestellt und in einem Planspiel zur Scrum Methodik praktisch erprobt. Dadurch konnte ein gemeinsames Verständnis

für Rollen, Verantwortlichkeiten und Abläufe geschaffen werden. Ebenso konnten die Randbedingungen sowie die Zuarbeiten der Teilplanungen terminlich so aufeinander abgestimmt werden, dass die jeweiligen Planungsstände genau in dem Umfang vorlagen, den der Objektplaner des Hauptgewerks benötigte, um seinen Planungsfortschritt ohne Verzögerungen fortzuführen. Die finale Ausarbeitung konnte anschließend innerhalb des jeweiligen Teilgewerks erfolgen. Durch diese Methodik wurde ausschließlich das in effizienter Zeit pro-

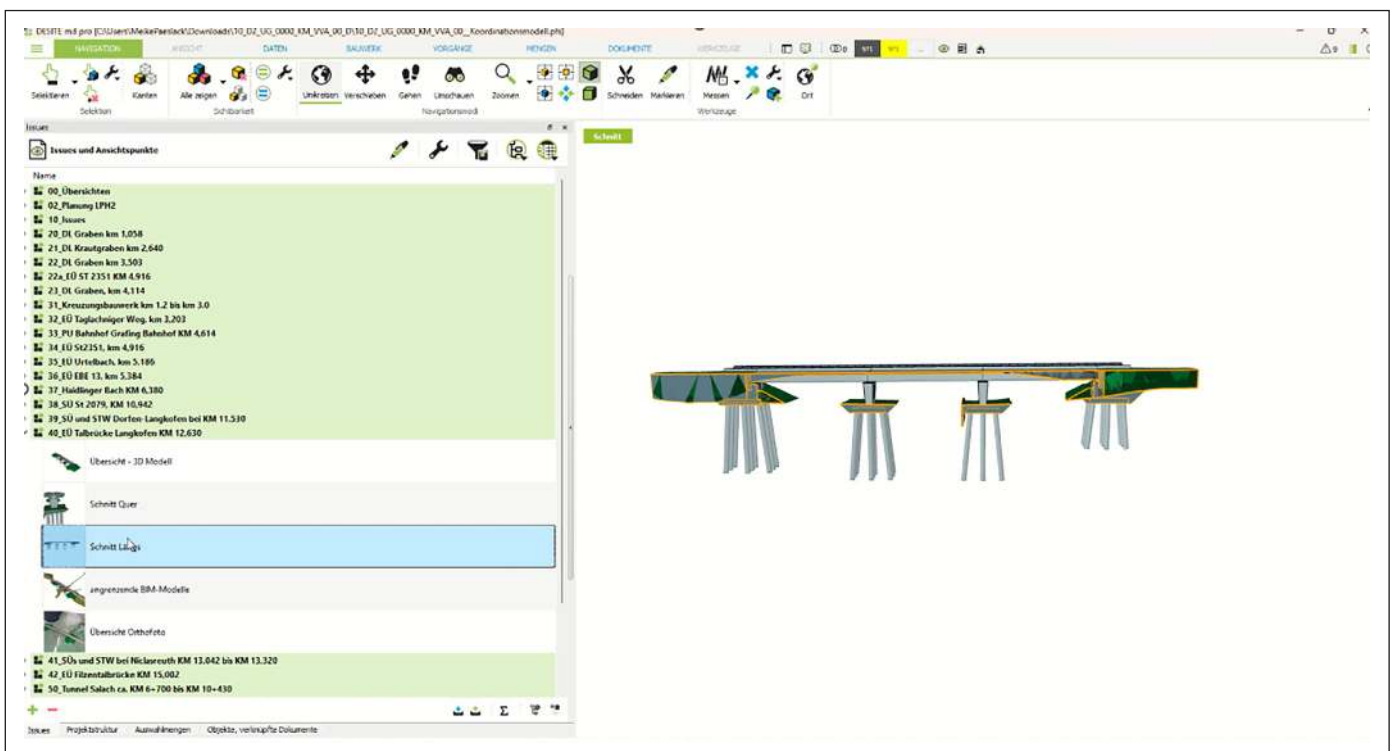


Abb. 5: Vorbereitung eines Koordinationsmodells für die modellgestützte Planungsbesprechung

Quelle: DB InfraGO AG

duziert, was für den weiteren Planungsprozess tatsächlich erforderlich war. Eine Verschwendung von Ressourcen wurde dadurch vermieden, und die Planung konnte innerhalb des ambitionierten Zeitrahmens qualitativ hochwertig und termingerecht abgeschlossen werden.

Die operative Steuerung der Aufgaben erfolgte über die Software Jira. Aufgaben wurden strukturiert erfasst, priorisiert und in zweiwöchigen Sprints bearbeitet. Ergänzend wurden regelmäßig Sechs-Wochen-Vorschauen erstellt, um mittelfristige Abhängigkeiten sichtbar zu machen und Engpässe frühzeitig zu erkennen. Dieses Vorgehen erhöhte die Planungssicherheit und reduzierte Verzögerungen. Regelmäßige Retrospektiven ermöglichten eine kontinuierliche Verbesserung der Zusammenarbeit. Dabei wurden unter anderem Teilnehmerkreis, Zielorientierung und Effizienz der Termine reflektiert und angepasst. Im weiteren Verlauf der Vorplanung wurden zusätzlich Reflexionsworkshops durchgeführt, um die verbleibenden Schritte bis zur Fertigstellung der Vorplanung klar zu definieren und Zuständigkeiten festzulegen. Diese Form der kontinuierlichen Prozessoptimierung erwies sich als wesentlicher Beitrag zur Planungsbeschleunigung.

Modellbasierte Planung und digitale Werkzeuge

Ein zentraler Erfolgsfaktor der Vorplanung war die konsequente Nutzung digitaler Modelle.

Die Planung erfolgte dreidimensional und wurde in modellgestützten Planungsbesprechungen kontinuierlich weiterentwickelt. Dadurch konnten Planungsstände frühzeitig überprüft und abgestimmt werden.

Die Modelle wurden ein paar Tage vor den Besprechungen dem Auftraggeber bereitgestellt und fachlich geprüft. Auffälligkeiten und Prüfhinweise wurden direkt aus dem Modell heraus in ein Issue-Management-System überführt. Dadurch erhielten unter anderem auch die Modellautoren zeitnah Rückmeldungen und konnten die Anpassungen umsetzen. Zur Koordination kamen Softwarelösungen wie Desite und Navisworks zum Einsatz. Ergänzend wurde der aktuelle Planungsstand in ein webbasiertes Geoinformationssystem integriert. Dies ermöglichte insbesondere den Abgleich mit flächenbezogenen Planungen wie Baustelleneinrichtungsflächen und erleichterte die Kommunikation mit unterschiedlichen Projektbeteiligten (Abb. 5).

Ein wesentlicher Vorteil des Geoinformationssystems lag in der durchgängigen Darstellung des gesamten Projektbereichs. Während in der Koordinationsssoftware nur Teilabschnitte betrachtet werden konnten, ermöglichte das System eine Visualisierung über die gesamte Strecke von rund 70 km. Dadurch wurde ein besseres Gesamtverständnis des Projekts geschaffen.

Unterstützt wurde das Team durch erfahrene BIM-Managerinnen (Building Information Modeling, BIM), die sowohl bei der Einfüh-

rung der genutzten Software als auch bei der Qualitätssicherung der Modelle eine zentrale Rolle spielten. Insbesondere die Schulung im Umgang mit Koordinationsmodellen sowie die Vorbereitung der modellgestützten Planungsbesprechungen trugen maßgeblich zur Effizienzsteigerung bei.

Fazit

Die Entwicklung von der ersten Trassenidee bis zur Vorzugstrasse im Brenner-Nordzulauf zeigt deutlich, wie digitale Werkzeuge und Lean-Methoden zur Beschleunigung von Planungsprozessen beitragen können. Durch die Kombination aus modellbasierter Planung, agiler Steuerung, strukturierter Kommunikation und frühzeitiger Bürgerbeteiligung konnte ein komplexer Entscheidungsprozess effizient und nachvollziehbar gestaltet werden. Die konsequente Nutzung digitaler Technologien sowie die Etablierung klarer Arbeitsstrukturen erwiesen sich dabei als zentrale Erfolgsfaktoren. Für zukünftige Infrastrukturprojekte lässt sich daraus ableiten, dass insbesondere die frühzeitige Integration digitaler Methoden und kollaborativer Arbeitsweisen einen entscheidenden Beitrag zur erfolgreichen und beschleunigten Projektabwicklung leisten kann. ■

QUELLE

[1] <https://karten.db.yourweb.de/brennernordzulauf-draw/5/info/>
Auswertung, 08.06.2026 um 08:30 Uhr



Meike Paeslack, B. Eng.

Leiterin
Digitalisierung und Kooperation,
ABS/NBS 36 Brenner-Nordzulauf
meike.paeslack@deutschebahn.com



Tom Steinhardt, B. Eng.

Leiter
PA 0-1 Trudering – Ostermünchen,
ABS/NBS 36 Brenner-Nordzulauf
tom.steinhardt@deutschebahn.com

Beide Autoren:
DB InfraGO AG, Rosenheim



DIE GROSSE INNOTRANS-MESSEAusGABE – JETZT NICHT VERPASSEN!

Mit umfassendem Ausstellervorbericht.
Hohe Aufmerksamkeit vor, während und nach der Messe.

Kontakt: Silke Härtel · +49-40-237 14 227 · silke.haertel@dvvmedia.com

**JETZT
BUCHEN!
NR. 9/26**

**ANZEIGEN-
SCHLUSS:
07.08.2026**

**SCHAUEN
SIE VORBEI!
HALLE 4.2
STAND 115**



Planungshürden im urbanen Raum

Infrastruktur zwischen Mobilitätsbedarf und Schutzauflagen



Abb. 1: Verkehrsinfrastruktur trifft Schutzinteressen

DAVID BOHNER

Der Ausbau der Eisenbahninfrastruktur in der Schweiz steht durch wachsende Mobilitätsbedürfnisse, begrenzten Stadtraum sowie verschiedene Schutzinteressen zunehmend unter Druck. Zwei Konflikte veranschaulichen, wie der Bahnausbau mit geschützten Flächen in Konflikt geraten kann und aufgrund der daraus resultierenden Interessenabwägung der weitere Projektverlauf nicht vorhersehbar wird. Dies soll zeigen, wie eng technische Planung und gesellschaftliche Ansprüche verknüpft sind und welchen Herausforderungen sich der Bahnausbau stellen muss, um volkswirtschaftlich vertretbare Verkehrsprojekte zu haben.

Herausforderungen bei der Planung neuer Verkehrsinfrastruktur

Diverse Ausbauprojekte der Schweizer Bundesbahnen AG (SBB) sind regelmäßig von vielschichtigen Zielkonflikten geprägt. Eine zentrale Herausforderung ist die Raumknappheit in Ballungsgebieten. Der Ausbau der Infrastruktur konkurriert dadurch unmittelbar mit Wohnnutzungen, bestehenden Verkehrsflächen oder

Grünräumen um den begrenzten Stadtraum. Insbesondere in dicht bebauten Agglomerationen erfordert dies eine äußerst sorgfältige Raumplanung, nicht zuletzt, da sich die Siedlungsentwicklung in der Schweiz traditionell stark an Verkehrsknotenpunkten und Bahnhöfen orientiert [1].

Darüber hinaus gewinnen umweltrechtliche Aspekte zunehmend an Bedeutung. Gemäß dem Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) sollen das heimatliche Landschafts- und Ortsbild, geschichtliche Stätten sowie Natur- und Kulturdenkmäler geschont werden und, wo das allgemeine Interesse an ihnen überwiegt, ungeschmälert erhalten bleiben [2]. Nicht zuletzt entsteht vor allem im urbanen Raum ein wachsender Zielkonflikt zwischen dem Bahnausbau und diesen Schutzinteressen (Abb. 1). Städte entwickeln sich zunehmend zu wichtigen Lebensräumen für Biodiversität, wo grüne Vernetzungsachsen und unversiegelte Restflächen eine zentrale ökologische Funktion übernehmen. Der Ausbau der Bahninfrastruktur kann diese wertvollen innerstädtischen Lebensräume beeinträchtigen oder fragmentieren. Gleichzeitig stehen die Projekte unter dem Druck, klima- und umweltpolitische Ziele zu unterstützen, was den Erhalt und die Aufwertung urbaner Natur ein zusätzliches Gewicht gibt [3].

Neben dem Natur- gewinnt auch der Heimatschutz zunehmend an Bedeutung und bedarf einer sensiblen und gut abgestimmten Planung. Historische Bahnhofsgebäude, Viadukte, Unterführungen oder ganze Infrastrukturanlagen stellen bedeutende Zeugnisse der Verkehrs- und Stadtgeschichte dar und genießen in vielen Fällen Schutzstatus. So wurden beispielsweise in Zürich zahlreiche Anlagen der SBB als denkmalwürdig eingestuft [4]. Die entsprechenden Inventare dienen dabei nicht nur dem Erhalt dieser Bausubstanz, sondern tragen durch die Inventarisierung auch zur Erhöhung der planerischen und rechtlichen Sicherheit bei. Besondere Relevanz kommt in diesem Zusammenhang dem Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz (ISOS) zu. Zu einem Ortsbild gehören neben den Bauten auch Straßen, Plätze, Gärten, Parks und Kulturland, was das Konfliktpotenzial gegenüber dem reinen Denkmalschutz deutlich erhöht [5].

Konfliktfelder in der Praxis

Die heutigen Infrastrukturprojekte bewegen sich in einem engen Spannungsfeld aus technischen Anforderungen, rechtlichen Rahmenbedingungen und gesellschaftlichen Erwartungen. Im Kern zeigt sich in diesen Projekten oft ein nationales Dilemma. Einerseits ist der Ausbau der

Schieneinfrastruktur zentral für die Erreichung klimapolitischer Ziele und die Verlagerung des Verkehrs auf umweltfreundlichere Verkehrsträger. Andererseits stehen viele dieser Projekte im direkten Konflikt mit Schutzgütern von nationaler Bedeutung, etwa wertvollen Trockenwiesen oder historisch gewachsenen Ortsbildern.

Um die Leistungsfähigkeit eines Bahnknotens zu steigern, ist in den meisten Fällen zusätzliche Infrastruktur erforderlich. So müssen z.B. zusätzliche Gleisanlagen für die Produktion oder das Ausziehen von Zugkomposition errichtet werden. Aber auch der Ausbau betrieblicher Einrichtungen wie von Elektronischen Stellwerken (ESTW) ist essenziell für einen stabilen und leistungsfähigeren Betrieb. Gleichzeitig befinden sich die letzten dafür noch verfügbaren Flächen häufig in ökologisch wertvollen Bereichen, wie etwa auf Bahnböschungen mit einer hohen Biodiversität. Der Zielkonflikt zwischen betrieblicher Notwendigkeit und Naturschutz ist dabei kaum auflösbar, ohne Kompromisse einzugehen (Abb. 2).

Ein zweiter wiederkehrender Planungskonflikt zeigt sich bei neuen Haltestellen oder Erschließungsprojekten im urbanen Raum. Diese sollen die Attraktivität des öffentlichen Verkehrs steigern, Pendlerströme lenken und einen Beitrag zur Verkehrswende leisten. Gleichzeitig greifen sie oft in historisch gewachsene Ortsbilder oder geschützte Landschaftsräume ein. Auch hier prallen unterschiedliche Schutz- und Nutzungsinteressen direkt aufeinander.

Für beide Projekttypen gelten strenge rechtliche Anforderungen. So muss in der Regel der Nachweis der absoluten Standortgebundenheit und ein überwiegendes öffentliches Interesse von nationaler Bedeutung nachgewiesen werden. Darüber hinaus muss der Nachweis der größtmöglichen Schonung erbracht werden, was umfassende Minimierungs- und Kompensationsmaßnahmen erforderlich macht. In der Praxis führt dies zu langwierigen Planungsprozessen, intensiven Alternativprüfungen und nicht selten zu erheblichen Verzögerungen oder sogar zum Scheitern von Projekten.

Potenzielle Konsequenzen für Planung und Umsetzung

Die Konsequenzen sind heute schon spürbar. Planungszeiträume von Jahrzehnten, steigende Kosten und eine hohe Rechtsunsicherheit prägen viele Vorhaben. Der zentrale Konflikt besteht hier im Spannungsfeld zwischen den Zielen der Verkehrswende und dem Schutz lokaler Natur- und Kulturgüter. Die Gewichtung dieser Interessen erweist sich zunehmend als komplex und ist in keinem verbindlichen Rechtsrahmen geregelt. Dadurch spiegelt die Interessensabwägung eine grundlegende gesellschaftliche Auseinandersetzung über die Prioritäten der Raum- und Umweltpolitik. Die Notwendigkeit, klimapolitische Ziele durch die Verlagerung des Verkehrs voranzutreiben, steht in einem latenten Widerspruch zu bestehenden Schutzansprüchen, wodurch sich Zielsetzungen auf nationaler Ebene teilweise gegenseitig relativieren. Die Abwägungsprozesse bleiben dabei oft offen und bis zur rechtskräftigen Verfügung des Plangenehmigungsverfahrens von Unsicherheit geprägt. Infrastrukturprojekte sind unter diesen Bedingungen nicht mehr als rein technische Vorhaben zu verstehen, sondern als Ausdruck komplexer Interessenkonflikte. Sie machen sichtbar, wie stark Fragen von Umwelt, Gesellschaft und Mobilität miteinander verflochten sind und wie anspruchsvoll es geworden ist, zwischen ihnen tragfähige Lösungen zu entwickeln. Der Erfolg solcher Projekte hängt letztlich davon ab, wie gut es gelingt, diese komplexen Interessenkollisionen transparent zu machen und in nachvollziehbare Entscheidungen zu überführen.

Maßnahmen zur Minimierung von Zielkonflikten

Um die komplexen Zielkonflikte zwischen den verschiedenen Interessen frühzeitig zu adressieren, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Ein zentraler Punkt ist die frühzeitige Einbindung aller relevanten Stakeholder auf der Stufe der Bewilligungsbehörden. Durch transparente Kommunikation und Planungsprozesse können Konflikte bereits in der Konzeptphase

identifiziert und konstruktiv gelöst werden, bevor sie zu Verzögerungen im Genehmigungsverfahren führen. Ebenso spielen technische Lösungen eine wichtige Rolle, gleichwohl wenn diese mit Mehrkosten verbunden sind. So ermöglicht der Tunnelbau beispielsweise die Verlagerung von Gleisen unter empfindliche Stadträume oder Naturgebiete. Dass dies bereits heute in vielen Metropolen die einzige noch mögliche Ausbauebene ist, zeigt sich nicht nur in Zürich, Bern, Stuttgart oder München, wo bereits Tiefbahnhöfe in der Umsetzung sind, sondern auch in Basel oder Frankfurt, wo dies diskutiert und studiert wird. Ergänzend kommen Schallschutzwände, die Reduktion von Flächenversiegelung durch grüne Infrastruktur, etwa auf Publikumsanlagen in Basel oder Zürich, sowie die sensible Integration denkmalgeschützter Anlagen zum Einsatz [6].

Diese Maßnahmen erhöhen die Akzeptanz in der Bevölkerung und minimieren ökologische und kulturelle Eingriffe. Für den Bereich Natur- und Landschaftsschutz bieten Kompensationsmaßnahmen einen Ausgleich für unvermeidbare Eingriffe. Dazu zählen etwa die Schaffung von Ersatzhabitaten, Renaturierung von Gewässern, Pflanzungen und ökologische Aufwertungen angrenzender Flächen [7]. Durch eine sorgfältige Planung kann so die Umweltverträglichkeit selbst bei komplexen Infrastrukturprojekten signifikant gesteigert werden.

Moderne Planungstools wie Building Information Modeling (BIM), 3D-Simulationen oder Umwelt- und Lärmprognosen ermöglichen eine realitätsnahe Visualisierung oder Simulation von Projektauswirkungen und bekräftigen die Entscheidungsfindung zwischen alternativen Varianten. So können Planer frühzeitig Konfliktpotenziale erkennen und die Projektgestaltung optimieren. Schließlich können auch gesetzliche und verfahrensbezogene Beschleunigungsansätze helfen, Zielkonflikte effizient zu bearbeiten. Reformen im Planungs- und Genehmigungsrecht könnten



VT-Vortriebstechnik

Ihr Partner für den gesteuerten, maschinellen Rohrvortrieb!

VT-Vortriebstechnik GmbH

Rieder Straße 18
4980 Antiesenhofen
Österreich

+43 7759 52 26 700

+43 7759 52 26 728

office@vortriebstechnik.at

www.vortriebstechnik.at

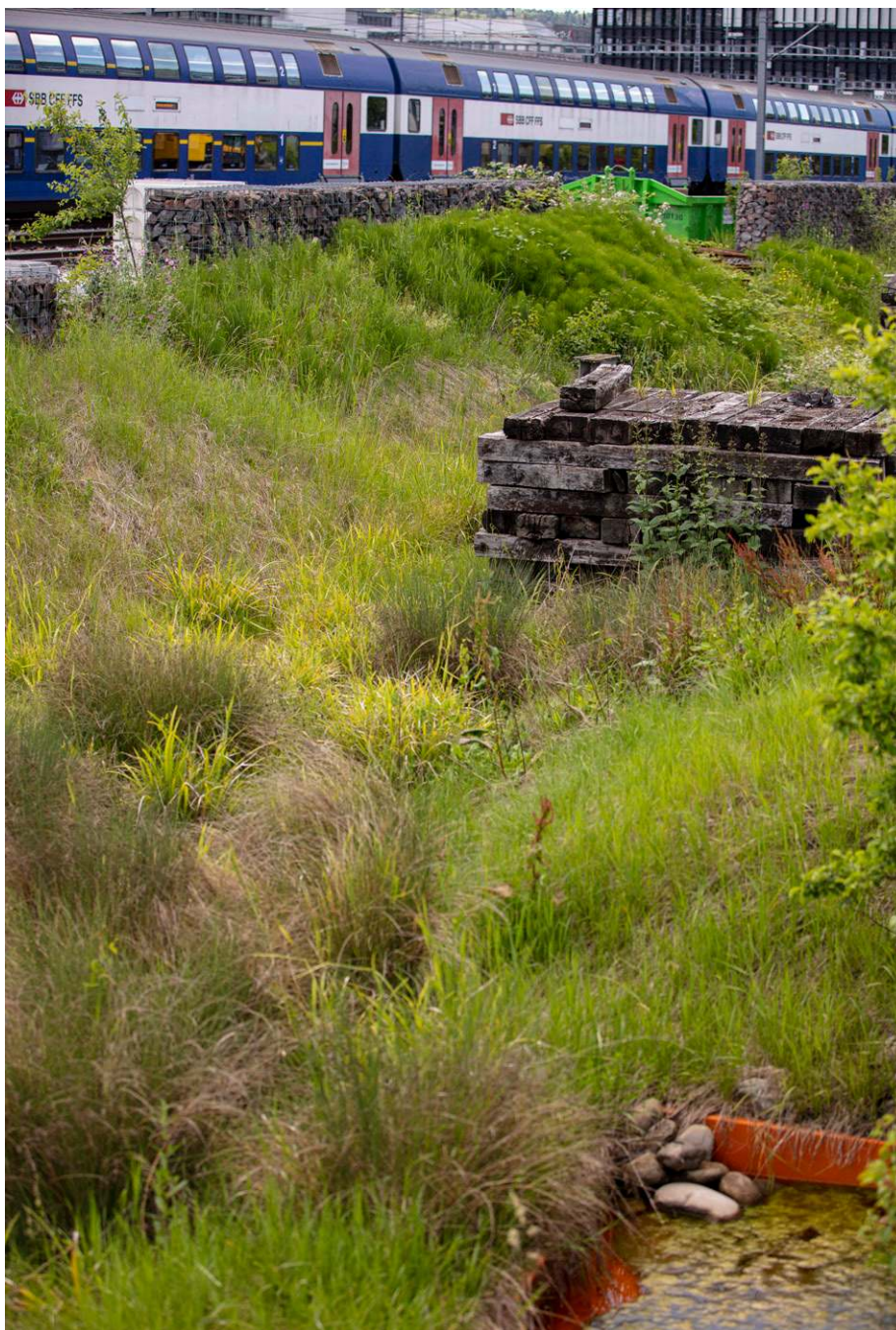


Abb. 2: Bahnanlagen und Biodiversität

dabei helfen, Verfahren zu verschlanken oder digitale Bewilligungsprozesse zu ermöglichen. Denkbar wäre auch eine rechtlich verbindliche Vorgabe zur Gewichtung der einzelnen Interessen. Dies könnte auch helfen, eine frühzeitige Koordination zwischen Bund, Kantonen und Gemeinden zu institutionalisieren, um Projektrisiken zu minimieren. In der Kombination tragen diese Maßnahmen dazu bei, Infrastrukturprojekte wie Tunnel, neue Gleise oder Erweiterungen von Bahnhöfen sowohl leistungsfähig als auch umwelt- und stadt-raumverträglich umzusetzen, Kosten und Verzögerungen zu reduzieren und das Vertrauen der Öffentlichkeit in die Bahn als Infrastrukturbetreiberin zu stärken.

Ausblick: Herausforderungen und Chancen im Bahnausbau

Die Anforderungen an Verkehrsprojekte in der Schweiz werden in den kommenden Jahren voraussichtlich weiter zunehmen. Neue Vorgaben aus den Bereichen Klima- und Umweltschutz, strengere Raumplanungsaufgaben sowie wachsende gesellschaftliche Ansprüche an Stadt- und Landschaftsqualität dürften die Zielkonflikte verschärfen. Gleichzeitig steigt der Bedarf an einer leistungsfähigen Infrastruktur durch den wachsenden Personen- und Güterverkehr, insbesondere in urbanen Zentren und nationalen Verkehrsknoten. Das bedeutet, dass Planungs- und Genehmigungsprozesse künftig noch komplexer werden, während der Druck

auf Zeitpläne, Kostenrahmen und Kapazitätssteigerungen steigt.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die grundsätzliche Frage, weshalb dem Ausbau der Bahninfrastruktur trotz seiner zentralen Bedeutung für Klimaziele, Verkehrswende und Standortentwicklung kein durchgängig übergeordnetes öffentliches Interesse von nationaler Bedeutung eingeräumt wird. Die heutige Praxis zeigt eine im Einzelfall gewichtete Abwägung zwischen den Interessen ohne ein standardisiertes Vorgehen oder einen rechtsverbindlichen Rahmen zur Gewichtung der Interessen, welcher die bestehenden Schutzinteressen systematisch priorisiert. Diese für den Einzelfall bestimmte Vorgehensweise führt in der Konsequenz dazu, dass selbst Projekte von nationaler Bedeutung umfangreichen Einzelfallprüfungen unterliegen, deren Ausgang ungewiss ist. Kritisch betrachtet entsteht dadurch ein Spannungsfeld, in dem strategische Ziele wie die Verlagerung des Verkehrs auf die Schiene zwar politisch gewollt sind, in der konkreten Umsetzung jedoch durch sektorale Schutzinteressen relativiert werden. Dies wirft auch die Frage auf, ob die bestehenden Instrumente der Interessenabwägung ausreichend geeignet sind, um gesamtgesellschaftliche Ziele effizient zu erreichen, oder ob eine stärkere Gewichtung übergeordneter verkehrs- und klimapolitischer Interessen künftig notwendig wird. Den Ingenieuren kommt damit zunehmend eine vermittelnde Rolle zu. Sie müssen technische Lösungen entwickeln, die den wachsenden Mobilitätsanforderungen gerecht werden, ohne Umwelt- und Schutzinteressen zu vernachlässigen. Gleichzeitig gilt es, die gesellschaftliche Akzeptanz zu sichern, indem Planungsentscheidungen transparent kommuniziert und Interessenskonflikte konstruktiv integriert werden. So entstehen Projekte, die nicht nur funktional und effizient sind, sondern auch ökologisch verträglich, sozial akzeptiert und langfristig nachhaltig. ■

QUELLEN

- [1] <https://mobilon.ch/?p=282>, 23.03.2026 um 13:42
- [2] https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1966/1637_1694_1679/de, 25.03.2026 um 13:04
- [3] <https://company.sbb.ch/de/unternehmen/verantwortung/nachhaltigkeit/biodiversitaet/bahnanlagen.html>, 23.03.2026 um 14:05
- [4] <https://www.stadt-zuerich.ch/de/aktuell/medienmitteilungen/2020/09/200928a.html>, 23.03.2026 um 14:55
- [5] <https://www.bak.admin.ch/bak/de/home/baukultur/isos-und-ortsbildschutz/isos-in-kuerze.html>, 23.03.2026 um 15:40
- [6] <https://company.sbb.ch/de/bahnentwicklung/projekte/deutschschweiz/region-zuerich/ausbau-zuerich-stadelhofen/bauprojekte.html>, 24.03.2026 um 14:15
- [7] <https://company.sbb.ch/de/unternehmen/verantwortung/nachhaltigkeit/biodiversitaet.html>, 24.03.2026 um 14:25



David Bohner, M. Sc.

Gesamtprojektleiter Infrastruktur
SBB AG, CH-Olten
david.bohner@sbb.ch

Maßnahmen und Werkzeuge für eine starkregenresiliente Schiene

Starkregen wirkt potenziell überall auf das deutsche Schienennetz. Der Beitrag stellt Maßnahmen und Werkzeuge zur Steigerung der Resilienz gegenüber Starkregen vor.

FRAUKE VON DEN DRIESCH |
SONJA SZYMCAK

Starkregen kann Überflutungen, Rutschungen und damit verbundene Schäden an der Schieneninfrastruktur verursachen. Diese Schäden führen mitunter zu sehr hohen Kosten und erheblichen Beeinträchtigungen des Schienenverkehrs. Um die Resilienz der Schiene gegenüber Starkregen vor dem Hintergrund des Klimawandels weiter zu stärken, müssen Gefahren im Schienennetz verortet und Schutzmaßnahmen entwickelt werden. Die Kombination verschiedener Maßnahmentypen bietet dabei erhebliche Vorteile: Gefahrenhinweiskarten, bauliche Maßnahmen und Anpassungen im Betrieb können die Schiene widerstandsfähiger machen. Erkenntnisse und Werkzeuge aus Forschungsprojekten am Deutschen Zentrum für Schienenverkehrsforschung (DZSF) zeigen wertvolle Ansatzpunkte und Grundlagen für die weitere Entwicklung auf.

Unter Wasser: Schäden durch Starkregen im Schienennetz

Starkregenereignisse stellen eine bedeutende Naturgefahr für die Verkehrsinfrastruktur in Deutschland dar. Im Gegensatz zu Flusshochwassern, die an die unmittelbare Nähe zu Fließgewässern gebunden sind, können Überflutungen durch Starkregen auch außerhalb und unabhängig von Gewässern auftreten. Besonders anfällig sind Bereiche entlang von Hängen und Vertiefungen im Gelände. Dadurch sind potenziell mehr Abschnitte der Verkehrsnetze betroffen, als dies bei Flusshochwassern der Fall ist. Außerdem sind oftmals die Vorwarnzeiten kürzer, sodass eine frühzeitige Ergreifung geeigneter Maßnahmen erschwert wird. Eine extreme Form von starkregenbedingten Überflutungen unabhängig von Fließgewässern ist eine Sturzflut, wie sie z.B. bei der Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 in einigen Flusseinzugsgebieten aufgetreten ist.

Bahnstrecken verlaufen häufig entlang von Hängen oder Flüssen, in Geländesenken, und sie werden von Entwässerungsgräben begleitet, wodurch die Anfälligkeit gegenüber Starkregen potenziell erhöht ist. Starkregenbedingte Überflutungen können mit großen Wasservolumen und hohen Fließgeschwindigkeiten verbun-

den sein. Die dadurch entstehenden physikalischen Kräfte können erhebliche Schäden an der Schieneninfrastruktur verursachen. Zu den wiederkehrend auftretenden Schadensprozessen gehören die Anspülung von Sediment und Treibgut wie Müll oder Gehölz sowie Erosion und Rutschungen [1, 2]. Infrastrukturkomponenten wie Signale, Weichen und Brücken sind im Ereignisfall dem anfallenden Wasser ausgesetzt. An Gewässern sind insbesondere flussquerende Bahnbauwerke gefährdet [3, 4]. Der Blick in die jüngste Vergangenheit zeigt, dass mit Starkregenereignissen verbundene Überflutungen, Erosions- und Rutschungsprozesse immer wieder zu teils erheblichen Schäden im Schienenverkehr geführt haben (Abb. 1). Die beim Starkregen- und Hochwasserereignis im Juli 2021 stark beschädigten und zum Teil komplett zerstörten Bahnstrecken in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz wurden über mehrere Jahre wieder aufgebaut. Zuletzt wurden die Ahrtalstrecke und die Erfttalbahn im Dezember 2025 wieder in Betrieb genommen [5, 6]. Im Juni 2024 sorgten starke Regenfälle in Süddeutschland für Unterspülungen und Hangrutsche entlang des Schienennetzes [7, 8]. Dabei entgleiste auch ein ICE bei Schwäbisch Gmünd. Die mit dem Starkregen einhergehenden Reparaturarbeiten an den Gleisen führten zu teils mehrwöchigen Streckensperrungen, Umleitungen und Schienenersatzverkehren. Auch das Zugunglück in Riedlingen

in Baden-Württemberg, bei dem im Juli 2025 eine Zugentgleisung drei Todesfälle zur Folge hatte, zeigte auf erschütternde Weise potenzielle Folgen von starken Regenfällen entlang des Schienennetzes [9].

Seit dem Ereignis im Juli 2021 beschäftigt sich die Umweltforschung am DZSF verstärkt mit den Auswirkungen von Starkregenereignissen auf den Schienenverkehr. Dabei stand zuerst ein besseres Verständnis von der räumlichen Verbreitung von Starkregenereignissen in Deutschland, den daraus resultierenden Prozessen und Auswirkungen auf den Schienenverkehr im Fokus [1, 2, 10, 11]. Der aktuelle Schwerpunkt liegt nun auf der Entwicklung von Maßnahmen zur Steigerung der Starkregenresilienz des Schienenverkehrs. In diesem Beitrag werden ausgewählte geeignete Werkzeuge und Maßnahmen vorgestellt.

Auf dem Weg zu mehr Resilienz: Maßnahmen zur Anpassung entwickeln

Vor dem Hintergrund des Klimawandels ist eine Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen zu erwarten. Die Schadenswirkung jüngster Starkregenereignisse im Schienennetz unterstreicht die Dringlichkeit der Anpassung zur Steigerung der Resilienz. Anpassungsmaßnahmen haben das Ziel, die Schäden an der Schieneninfrastruktur und Fahrzeugen sowie Betriebseinschränkungen beim Auftreten



Abb. 1: Zerstörte Brücke im Ahrtal nach dem Starkregen- und Hochwasserereignis im Juli 2021

Quelle: Adobe Stock

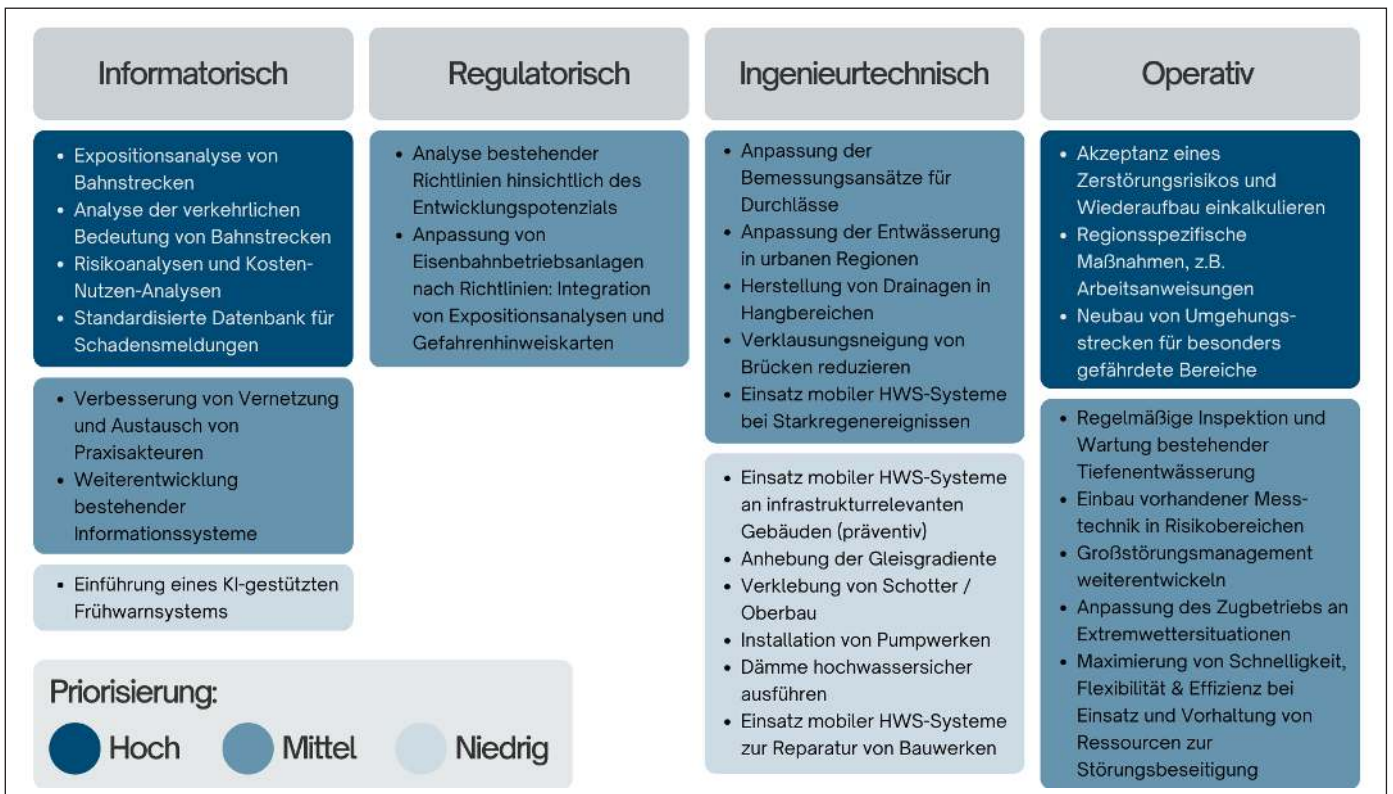


Abb. 2: Übersicht über Maßnahmenhandbuch zur Steigerung der Resilienz der Schiene gegenüber Starkregen [13]

Quelle: DZSF

von Starkregenereignissen zu reduzieren. Arten von Anpassungsmaßnahmen können anhand ihrer Eigenschaften und Ansätze unterschieden werden. Diese können auch für die Entwicklung von Maßnahmen gegenüber Starkregen im Schienenverkehr angewendet werden [12]:

- Informatorische Maßnahmen umfassen die Bereitstellung von Informationen, Daten und Produkten, die bei der Abschätzung und Verortung von Starkregengefahren im Schienennetz unterstützen.
- Regulatorische Maßnahmen setzen bei der Prüfung und Anpassung von Regelwerken, Normen und Bemessungsgrundlagen an, die mit der Handhabung von Starkregengefahren im Schienennetz in Verbindung stehen.
- Ingenieurtechnische Maßnahmen umfassen insbesondere bauliche Veränderungen im Schienennetz, um die Auswirkungen von Starkregen auf Infrastruktur und Betrieb zu reduzieren.
- Operative Maßnahmen in den Bereichen Infrastruktur und Betrieb zielen auf Anpassungen in deren Management ab, z.B. Notfallmanagement, Infrastrukturplanung und Verkehrsverlagerungen.

In Hinblick auf Extremereignisse bietet insbesondere die Kombination verschiedener Maßnahmentypen Vorteile. Im Projekt „Starkregenereignis 2021 – Erarbeitung eines Fahrplans zur Steigerung der Resilienz der Schieneninfrastruktur gegenüber Starkregen“, einem Auftragsforschungsprojekt des DZSF, wurde ein Maßnahmenhandbuch entwickelt, das 28 Maßnahmen beinhaltet [13, 14].

Die identifizierten Maßnahmen umfassen informatorische, regulatorische, ingenieurtechnische und operative Ansätze (Abb. 2). Diese Maßnahmen wurden hinsichtlich eines fiktiven Umsetzungspfades niedrig, mittel oder hoch priorisiert. Das Handbuch wurde in Zusammenarbeit von Akteuren aus Forschung und Praxis zusammengestellt, und die Maßnahmen wurden hinsichtlich ihrer Priorität bewertet. Die Bewertung erfolgte durch Beteiligte aus Forschung und Praxis auf Basis von Literaturrecherche, Experteninterviews sowie einem Workshop. Das Handbuch richtet sich an Praxisakteure im Schienensektor, z.B. Infrastrukturbetreibende, Notfallmanagement sowie Planungs- und Instandhaltungsverantwortliche, und soll einen Einstieg und Impuls für die Anpassung der Schiene an die Auswirkungen von Starkregenereignissen bieten.

Aus Forschungssicht befinden sich einige Maßnahmen bereits in Umsetzung. Beim Wiederaufbau der Ahrtalstrecke wurden z.B. ingenieurtechnische Maßnahmen umgesetzt, um die Bahninfrastruktur dort resilienter gegenüber Starkregen- und Hochwasserereignissen zu machen. Zwei Beispiele sind in Abb. 3 gezeigt. Beim Wiederaufbau einer zerstörten Bahnbrücke wurde hier eine Brückengeometrie gewählt, die zur Reduzierung der Verklauungsneigung beiträgt. Nach schwerer Böschungserosion bzw. kompletter Abtragung des Bahndamms wurde beim Wiederaufbau die Bemessung der Durchlässe angepasst sowie wurden Bahndämme hochwassersicherer ausgeführt, z.B. durch den Einbau von Spundwänden (Abb. 3).

Einige Maßnahmen bieten zudem direkte Ansatzpunkte für wissenschaftliche (Weiter-)Entwicklung. Das BMV-Forschungsnetzwerk ist ein ressortübergreifendes Forschungsformat des Bundesministeriums für Verkehr (BMV), in dem an verkehrsträgerübergreifenden Lösungen für Schiene, Straße und Wasserstraße geforscht wird. Im BMV-Forschungsnetzwerk wurde die Kritikalität, also die verkehrliche Bedeutung, der deutschen Verkehrsnetze ermittelt [15]. Die Kritikalität von Bahnstrecken berücksichtigt z.B. den Anteil des Güterverkehrs, die Zugbelastung, die Elektrifizierung und den Anschluss an Terminals des Kombinierten Verkehrs. Diese Kritikalitätsindikatoren können einen Ansatzpunkt für die räumliche Priorisierung von Anpassungsmaßnahmen gegenüber Starkregen im Schienennetz bieten. Maßnahmen können so z.B. primär an den gefährdetsten Strecken mit der höchsten verkehrlichen Bedeutung umgesetzt werden. Weiterhin wurden Analysen von Starkregenereignissen durchgeführt und damit zusammenhängende Wirkmechanismen und Störungen wissenschaftlich untersucht [3, 16]. Diese tragen maßgeblich zum Verständnis von Wirkungszusammenhängen und möglichen Schadensprozessen bei. Auf deren Basis können z.B. ingenieurtechnische Anpassungsoptionen entwickelt und priorisiert werden.

Ein Überflutungsindikator für die Schiene: Gefährdung lokalisieren

Zur adäquaten Umsetzung von Maßnahmen ist es essenziell zu wissen, welche Bereiche des Verkehrsnetzes durch den betrachteten Prozess

potenziell gefährdet sind. Dies geschieht durch georeferenzierte Gefährdungsinformationen wie z.B. Gefahrenhinweiskarten. Diese Werkzeuge zählen zu den informatorischen Maßnahmen. Für ausgewählte sogenannte Risikogewässer liegen in Deutschland Hochwassergefahrenkarten vor, die im Rahmen der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie der EU in regelmäßigen Zyklen erstellt bzw. aktualisiert werden [17]. Daraus können Hochwassergefährdungen im Schienennetz abgeleitet werden, die mit Fließgewässern in Verbindung stehen. Für die Überflutungsgefährdung der Schieneninfrastruktur durch Starkregen unabhängig von Fließgewässern gibt es bislang keinen solchen Rahmen. Am DZSF werden Expositionsanalysen zur Starkregengefährdung im deutschen Schienennetz durchgeführt, um zu informatorischen Maßnahmenansätzen beizutragen. Das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) entwickelt in einem 2023 gestarteten Projekt flächendeckende Starkregengefahrenhinweiskarten für Deutschland [18]. In diesen Karten sind potenzielle Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten dargestellt, die bei heftigen Starkregenereignissen potenziell auftreten können. Dazu werden Modelle genutzt, die einen 100-jährlichen und einen extremen Starkregen auf der Geländeoberfläche simulieren. Ein 100-jährliches Starkregenereignis tritt statistisch gesehen einmal in 100 Jahren auf, das extreme Ereignis ist mit einer Niederschlagsintensität von 100 mm pro Stunde festgelegt und noch seltener anzunehmen als das 100-jährliche. Die im Juli 2021 aufgetretenen Niederschläge, die zu weitreichenden Überflutungen und Hochwassern in NRW und Rheinland-Pfalz führten, haben diese Intensitäten zum Teil deutlich überstiegen [19]. Um den Informationsgehalt der BKG-Produkte besser an die spezifischen Bedingungen des Schienenverkehrs anzupassen, wurde am DZSF ein Ansatz erarbeitet, der aus den Starkregengefahrenhinweiskarten eine erste Gefährdungsabschätzung für die Schiene ableitet (Abb. 4). Dafür wurde ein Überflutungsindikator entwickelt,



Abb. 3: Beispiele für hochwasserinduzierte Schäden im Zuge des Extremereignisses im Juli 2021 und umgesetzte ingenieurtechnische Maßnahmen entlang der Ahrtalstrecke Quelle: DZSF

der einen Ansatzpunkt zur Verortung dieser Gefährdungen bietet [20]. Die Grundlage dafür bildet eine Klassifizierung und Kombination der modellierten Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten entlang des Schienennetzes. Die Klassifizierungen basieren auf der potenziellen physikalischen Schadenswirkung des Wassers auf Komponenten der Schieneninfrastruktur. Diese erste Gefährdungseinschätzung wird entlang der Schienenstrecken räumlich aggregiert, sodass für jeweils 500 m lange Streckenabschnitte eine von fünf Gefährdungsklassen zugeordnet

wird: sehr gering, gering, moderat, hoch und sehr hoch. Der Überflutungsindikator wurde exemplarisch auf das Streckennetz von NRW angewendet. Für das Szenario eines extremen Starkregenereignisses sind nach dieser Methodik ca. 29 % der insgesamt ca. 4800 Streckenkilometer in NRW potenziell hoch oder sehr hoch gefährdet. Ca. 53 % wird eine potenziell moderate Gefährdung durch Starkregen zugewiesen und ca. 17 % eine niedrige Gefährdung. Der Überflutungsindikator bietet auf der Hinweisebene eine erste qualitative Einschätzung

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



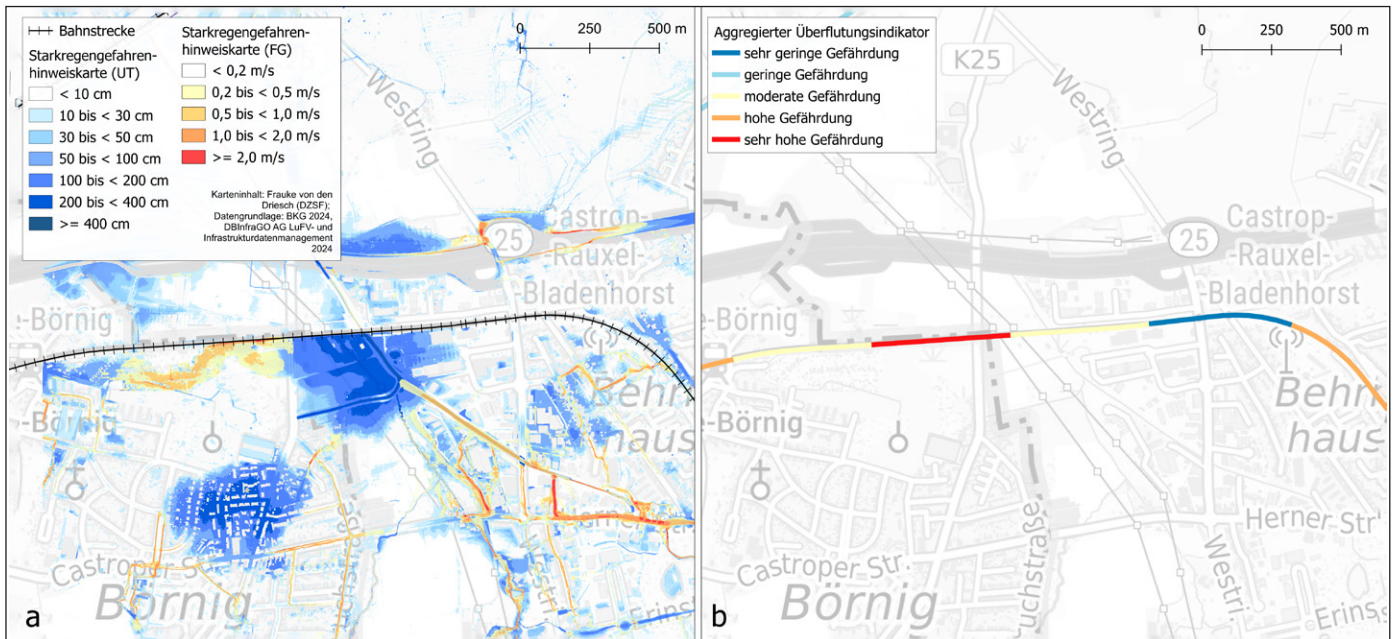


Abb. 4: a) Starkregengefahrenhinweiskarte mit modellierten Überflutungstiefen (UT) und Fließgeschwindigkeiten (FG) im Bereich einer ausgewählten Bahnstrecke und b) ermittelter Überflutungsindikator für die ausgewählte Bahnstrecke

Quelle: DZSF

der Starkregengefährdung im regionalen und überregionalen Maßstab an. Damit können z.B. Hot Spots im Schienennetz initial identifiziert werden. Für eine konkrete Gefährdungseinschätzung einzelner Streckenabschnitte, quantitative Planungsgrundlagen oder Maßnahmenentwicklung zur Anpassung der Schieneninfrastruktur sind lokale Detailanalysen notwendig. Auch für weitergehende Risikoanalysen sind zusätzliche Parameter einzubeziehen, z.B. die Vulnerabilität und die Kritikalität des Schienennetzes. So kann die Gefährdungs- und Risikoeinschätzung von Schienenstrecken z.B. mit Informationen zu Aufbau und genauer Lage der Infrastrukturkomponenten, Entwässerungseinrichtungen oder Versickerungskapazitäten des Bodens verfeinert werden.

Fazit und Ausblick

Starkregenereignisse haben in der Vergangenheit immer wieder zu erheblichen Schäden und Einschränkungen im Schienenverkehr geführt. Vor dem Hintergrund des Klimawandels ist eine Steigerung der Resilienz gegenüber Starkregen und Hochwasser notwendig, um den Verkehrsträger Schiene langfristig zu stärken. Die Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen leistet hier aus Forschungssicht einen wertvollen Beitrag. Maßnahmentypen sollten bewertet, priorisiert und kombiniert werden, um mit ihrer Umsetzung die Auswirkungen von Starkregen im Schienen-

netz größtmöglich zu reduzieren. Werkzeuge wie die Starkregengefahrenhinweiskarten des BKG und der am DZSF entwickelte Überflutungsindikator sind informativische Maßnahmen und geben einen wertvollen Impuls in Richtung einer starkregenresilienten Schiene. Weitere geplante Forschungsarbeiten des DZSF und des BMV-Forschungsnetzwerks fokussieren auf die Konzipierung von Praxisleitfäden für Detailanalysen, die Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen und die Anwendung von Schadensfunktionen. Der Transfer von wissenschaftlichen Daten, Werkzeugen und Erkenntnissen in die Praxis kann maßgeblich dazu beitragen, die Widerstandsfähigkeit des deutschen Schienennetzes zukünftig weiter zu erhöhen.

DOI: 10.61067/260811

QUELLEN

- [1] Bott, F.; Szymczak, S.; Fricke, K.: Auswirkungen von Starkregen auf den Schienenverkehr, El 11/2023, S. 48-52
- [2] Schriewer, E.-L.; Hofmann, J.; Stenger-Wolf, S.; Szymczak, S.; Vaitl, T.; Schüttrumpf, H.: Damage Analysis of the Eifel Route Railroad Infrastructure After the Flash Flood Event in July 2021 in Western Germany, Water 2025, 17(19), S. 2874, DOI: 10.3390/w17192874
- [3] Szymczak, S.; Backendorf, F.; Bott, F.; Fricke, K.; Junghänel, T.; Walawender, E.: Impacts of Heavy and Persistent Precipitation on Railroad Infrastructure in July 2021: A Case Study from the Ahr Valley, Rhineland-Palatinate, Germany, Atmosphere 2022, 13(7), S. 1118, DOI: 10.3390/atmos13071118
- [4] Burghard, L.; Klopries, E.-M.; Schüttrumpf, H.: Structural damage, clogging, collapsing: Analysis of the bridge damage at the rivers Ahr, Inde and Vicht caused by the flood of 2021, Journal of Flood Risk Management 2024, 18(1), e13001, DOI: 10.1111/jfr3.13001

- [5] <https://www.ahrstrecke.de/aktuelles>, 21.04.2026 um 15:30
- [6] <https://flut-aufbau.deutschebahn.com/erfttalbahn>, 21.04.2026 um 15:30
- [7] https://www.cedim.kit.edu/download/FDA_Hochwasser2024_SD_final.pdf, 21.04.2026 um 15:45
- [8] <https://www.swr.de/swraktuell/baden-wuerttemberg/erdrutsch-in-schwabebisch-gmuend-nach-unwetter-100.html>, 21.04.2026 um 15:45
- [9] <https://www.swr.de/swraktuell/baden-wuerttemberg/friedrichshafen/experten-begutachten-strecke-nach-zugunglueck-bei-rindlingen-100.html>, 21.04.2026 um 15:45
- [10] Szymczak, S.; Bott, F.; Fabella, V.M.; Fricke, K.: Are heavy rainfall events a major trigger of associated natural hazards along the German rail network?, Natural Hazards and Earth System Sciences 2025, 25, S. 683-707, doi: 10.5194/nhess-25-683-2025
- [11] https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Standardartikel/DZSF/Projekte/Projekt_111_Fahrplan_Starkregen.html, 21.04.2026 um 16:00
- [12] <https://www.bmv-forschungsnetzwerk.bund.de/DE/Publikationen/TFSPTRichte/SPT107.pdf>, 21.04.2026 um 16:00
- [13] Schriewer, E.-L.; Hofmann, J.; Meiritz, S.; Stücker, S.; Vaitl, T.; Redmer, K.; Schüttrumpf, H.: Handbuch und Maßnahmenkatalog zum Fahrplan Starkregen, in Vorbereitung
- [14] Schriewer, E.-L.; Hofmann, J.; Meiritz, S.; Vaitl, T.; Redmer, K.; Schüttrumpf, H.: Starkregenereignis 2021 – Erarbeitung eines Fahrplans zur Steigerung der Resilienz der Schieneninfrastruktur gegenüber Starkregen. Berichte des Deutschen Zentrums für Schienenverkehrsforschung, in Vorbereitung
- [15] <https://bast.opus.hbz-nrw.de/frontdoor/deliver/index/docId/3085/file/S214-Gesamtversion+BF.pdf>, 21.04.2026 um 16:00
- [16] Fabella, V.M.; Szymczak, S.: Resilience of Railway Transport to Four Types of Natural Hazards: An Analysis of Daily Train Volumes, Infrastructures 2021, 6, S. 174, DOI: 10.3390/infrastructures6120174
- [17] <https://www.bezreg-koeln.nrw.de/themen/umwelt-und-natur/wasserwirtschaft/hochwasserschutz/umsetzung-der-eg>, 21.04.2026 um 16:15
- [18] <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/wms-hinweiskarte-starkregengefahren-wms-starkregen.html>, 21.04.2026 um 16:15
- [19] https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/niederschlag/20210721_bericht_starkniederschlaege_tief_bernd.pdf, 21.04.2026 um 16:15
- [20] von den Driesch, F.; Szymczak, S.: A GIS-based flooding indicator for heavy rainfall hazards along the German railway network: case study Nordrhein-Westfalen. Water 2026



Frauke von den Driesch, M.Sc.
Wissenschaftliche Referentin
Naturgefahren und
Klimawandelanpassung
vondenDrieschf@dzsf.bund.de



Dr. Sonja Szymczak
Wissenschaftliche Referentin
Naturgefahren und
Klimawandelanpassung
szymczaks@dzsf.bund.de

Beide Autorinnen:
Deutsches Zentrum für
Schienenverkehrsforschung
beim Eisenbahn-Bundesamt (DZSF),
Bonn



Inspektion im laufenden Betrieb

Von der Inventarisierung der Infrastruktur bis zu Predictive Maintenance – wir bieten **Measurement as a Service** und untersuchen individuell für Sie Gleisanlagen, Schienen, Schwellen, Weichen und Oberleitungssysteme. Zuverlässig, effizient und ohne Betriebsbehinderung.



Berlin 2026
22. - 25. Sept.
Halle 26, Stand 270
T2/50 + T3/55



Die Friesenbrücke – Europas größte Hub-Dreh-Brücke

Entwicklung einer Schnittstelle zwischen „Maschine“ und Stellwerkstechnik für Europas größte Eisenbahn-Hub-Dreh-Brücke



Abb. 1: Friesenbrücke über die Ems bei Weener

Quelle: DB InfraGO AG

ALEXANDER HEINEMANN

Die 337 m lange Eisenbahnüberführung Friesenbrücke über die Ems bei Weener ist Teil der Eisenbahnstrecke 1575 zwischen dem ostfriesischen Leer und Groningen in den Niederlanden und ist integriert in den Streckenausbau der „Wunderline“ mit dem Ziel einer schnelleren, komfortableren und zuverlässigen grenzüberschreitenden Mobilität. Sie unterliegt als bewegliche Brücke speziellen Anforderungen und stellt besondere Herausforderungen an Bau und Betrieb.

Hintergrund und Randbedingungen

Im Dezember 2015 wurde der bewegliche Klappbrückenteil, ausgeführt als Rollklappbrücke nach dem System Scherzer, infolge eines Schiffsanpralls zerstört. Der eingleisige Zugverkehr mit Streckengeschwindigkeit von 120 km/h und die Benutzung der Brücke durch Fußgänger und Radfahrer über einen 2,5 m breiten Anschluss wird durch den Neubau im gleichen Kreuzungspunkt der Ems wieder ermöglicht. Neben den betrieblichen Herausforderungen in der Abwicklung eines festen Bahnfahrplans gegenüber der sich täglich

ändernden Anforderung zur Brückenöffnung bei Schiffspassagen infolge der Tide setzen auch technische Anforderungen Maßstäbe für künftige Projekte im Bereich beweglicher Eisenbahnbrücken. Nur in der Kombination aus Planen, Bauen und Instandhalten von Eisenbahnbrücken nach DB-Richtlinie (Ril) 804 und den Anforderungen der europäischen Maschinenrichtlinie 2006/42/EG bzw. der neuen EU-Maschinenverordnung (EU) 2023/1230 sowie der ZTV-Ing. Teil 8, Abschnitt 6 – bewegliche Brücken lassen sich Projekte dieser Komplexität zulassungsfähig in eine Umsetzung bringen. Während die Tragstruktur ihre Vorgaben aus der DB-Richtlinie erhält, unterliegen der Antrieb, die Steuerung und die Bedienung der maschinentechnischen Komponenten den hohen Sicherheitsanforderungen der Maschinenrichtlinie. Dieses ist auch notwendig, um die hohen Verfügbarkeitsanforderungen in Bezug auf den Öffnungs- und Schließprozess der Hub-Dreh-Brücke bei angekündigten Schiffspassagen sicherzustellen. Die ungleichen Geschwindigkeiten und Fahrwege der Teilnehmer an der Wasserstraßenkreuzung erfordern zusätzlich aufeinander abgestimmte Bedienungs- und Regelprozesse für die „Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs“ nach Schiffsverkehrsordnung Emsmündung (EmsSchO) und der Fahrdienstvorschrift nach

Ril 408 der DB. Eine besondere Funktion bekleidet der Brückenwärter (Brw) in kombinierter Funktion als Fahrdienstleiter (Fdl). Zu seinen Aufgaben gehört zusätzlich die Kommunikation mit den Schiffsführern. Im Gegensatz zum Bahnbetrieb hat er dabei nur eine informierende Funktion gegenüber Kapitänen oder Lotsen.

Schienenübergänge als Sonderkonstruktion mit UiG-Pflicht

Bei der Erneuerung der Friesenbrücke als Eisenbahnüberführung über die Ems bei Weener handelt es sich um ein Sonderbauwerk (Abb. 1). Aufgrund von Abweichungen zum Regelwerk müssen Unternehmensinterne Genehmigungen (UiG) gestellt werden. Ein Teil des Überbaus der bis zu 14 m hohen Gesamtkonstruktion wird als bewegliche Hub-Dreh-Brücke ausgebildet. Für den Bewegungsvorgang müssen die Schienen an den Brückenübergängen der Hub-Dreh-Brücke zu den Vorlandbrücken trennbar ausgeführt werden, um den Bewegungsvorgang zu ermöglichen. Das Regelwerk sieht für die erforderlichen Übergangskonstruktionen für bewegliche Brücken in den DB Ril 804 und 820 sowie in den DIN EN 1990 bis DIN EN 1993 keine eindeutigen Regeln vor. Der bewegliche Überbau ist eine Stahlfachwerkkonstruktion

tion mit geschlossenem Fahrbahnblech. In Verkehrslage bildet die Konstruktion einen Durchlaufträger mit dem Festpunkt in der Achse über dem Drehpfeiler am östlichen Ufer. Die Spannweiten des beweglichen Überbaus betragen somit ca. 72,45 m zu beiden Seiten. Daraus folgen an den Brückenspitzen infolge Temperaturschwankungen im Jahresverlauf sowie Bremsen und Anfahren Längsverschiebungen von in Summe ca. 110 mm, die durch die Schienenübergangskonstruktion aufgenommen bzw. berücksichtigt werden müssen. Eine feste Verspannung der Zungen- und Backenschiene wie bei einem Schienenauszug auf „langen Brücken“ kann, um die Drehung des Überbaus zu ermöglichen, jedoch nicht umgesetzt werden. Die Schienenübergänge (SÜ) übernehmen daher sowohl die Aufgaben eines Schienenauszugs mit seiner Beweglichkeit in Längsrichtung als auch die einer Zungenvorrichtung analog zu einer Weiche mit ihrer Beweglichkeit in Querrichtung. Die Schienenübergangskonstruktion stellt in abgesenkter und verriegelter Position die feste Verbindung zu beiden Brückenenden der beweglichen Hub-Dreh-Brücke dar.

Auf Grundlage der Erfahrungen in bestehenden Anlagen wurde ein modifizierter Hörnerverschluss auf Grundlage der DB-Regelzeichnung loarb 108 angewendet und für die Bedürfnisse der Friesenbrücke in erheblichem Maß weiterentwickelt. Bedingt durch die Brückenlänge muss in Abweichung zur Regelzeichnung eine temperaturbedingte Längsbewegung der Schienenenden von 150 mm berücksichtigt werden. Da die Zungen beim Heben der Brücke die Backenschienen nicht mehr unterschneiden dürfen, ist ein spezieller Mechanismus erforderlich, der die Zungen in anliegender Stellung an die feststehende Backenschiene drückt und vor dem Heben der Brücke die Zunge soweit nach gleisen zieht, dass beim Hebevorgang zwischen Zungen- und Backenschienen keine Kollision erfolgt (Abb. 2).

Zwei Sicherheitsziele sind dabei redundant vor jeder Freigabe zu prüfen:

- Die Anlage der Zungen an den Backenschienen.
- Die Einhaltung der Mindestspurweite in Sommer- und Winterstellung sowie bei Vorhandensein eines Hindernisses.

Mithilfe eines Hörnerverschlusses wird die formschlüssige Verbindung zwischen Zungen- und Backenschiene über einen parallel verlaufenden Schiebemechanismus geschaffen. Der Kraftschluss wird hierbei über das Federpaket temperaturunabhängig in Sommer- und Winterstellung hergestellt. Im Falle eines Störkörpers an der Zungenspitze oder am Backenschienenende können die Hörnerbolzen nicht in die Kulissenscheiben an den Hörnerführungen einfahren. Die Nichterreichung der Endlage wird mittels Sensoren überprüft, im Störfall werden die weiteren Prozessschritte mit einer Störmeldung abgebrochen.

Die Redundanz der Sicherung auf Seite der Maschinenteknik wird analog der Prüfebene bei einer Weiche in der zweiten Sicherungsebene, Komponenten 5 und 6 erzeugt (Abb. 3, Tab. 1).

Nach der erfolgreichen Verriegelung in der ersten Sicherungsebene fährt zusätzlich ein Abstandhalter zwischen die Hörnerführungsgestänge, sofern die Mindestspurweite eingehalten ist. Damit wird ein Einragen der Zungenspitzen in den Spurkanal sicher vermieden.

Die zweite Sicherungsebene erfüllt zusätzlich eine weitere Funktion. Im Falle eines ungewöhnlichen Versagens des Hörnerverschlusses – durch Bruch eines Hörnerbolzens oder des Federpakets während der Überfahrt eines

Zuges – stellt diese das Befahren durch die Abstandhalter bis zur Fehlererkennung im späteren Öffnungsvorgang sicher.

Die besondere Herausforderung neben der Konstruktionsentwicklung bestand in der Abstimmung und Einstellung der aufeinander wirkenden Komponenten, immer mit der Maßgabe eines gesicherten Zustands bei unterschiedlichen Anforderungen (Temperaturunterschied oder Störkörper) und gleichzeitig hoher Verfügbarkeit.

Für den iterativen Entwicklungsprozess wurde deshalb ein Versuchsaufbau der Schienenübergangskonstruktion unter „Laborbedingungen“ in einer Werkshalle vorgenommen. Dieser sollte zeigen, wie die Wirkabhängigkeiten der Komponenten und die Steue-



Eisenbahninfrastruktur-Projekte umsetzen mit...



...Qualität



& Teamgeist



Jetzt bewerben

☎ +49 5965 949770
✉ info@ug-behnen.com

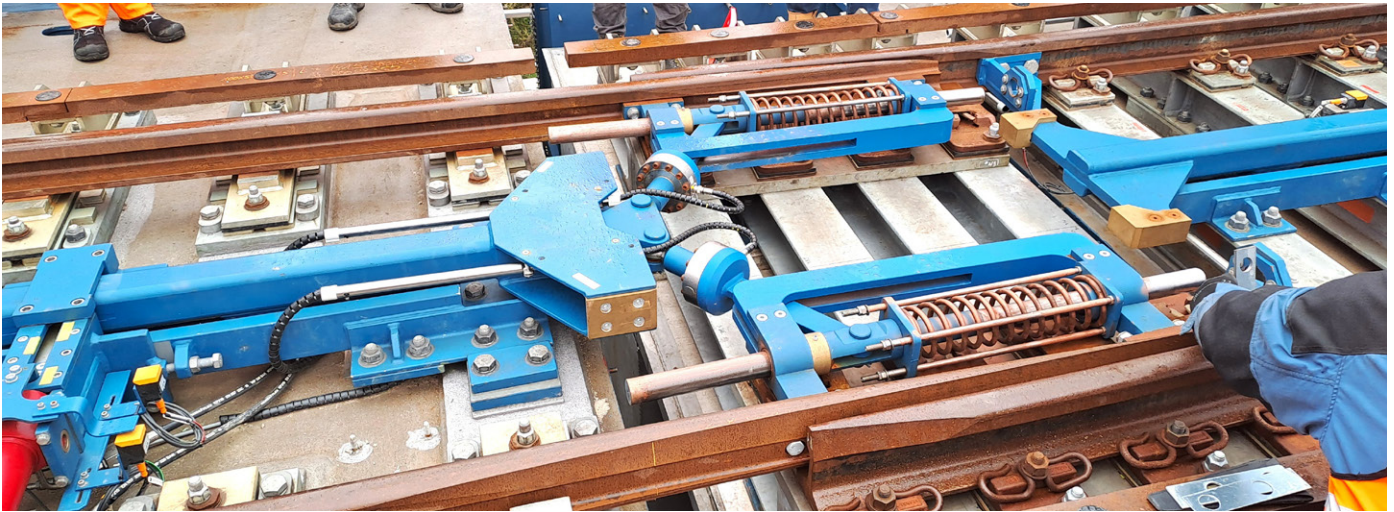


Abb. 2: Schienenübergangskonstruktion in Anlehnung einer Weiche

Quelle: DB InfraGO AG / A. Heinemann

rungsmechanismen im Praxistest verlaufen. Dabei musste eine Balance zwischen erforderlicher Antriebskraft zur Überwindung der Bauteilträgheiten und Reibungswiderstände auf der einen Seite und den zu begrenzenden Stellkräften auf der anderen Seite gefunden werden, um keine unkontrollierten Verformungen der Zungen-/Backengeometrien im theoretisch angenommenen Fall eines Störkörpers zu erzeugen.

Die Anforderungen an Sicherheit und Risikominimierung aus dem Referenzobjekt „Zungenvorrichtungen in Weichen“ werden in der neuen Gesamtkonstruktion dadurch erfüllt, dass der Einsatz von Druckmessdosen und eine zeitliche Steuerung als Maßnahme und Nachweis gleicher Sicherheit gewertet werden. Im weiteren Verlauf und mit Einbau der Schienenübergangskonstruktionen an den Übergängen zur Hub-Dreh-Brücke in der Örtlichkeit konnten die Anforderungen bei

Probezugfahrten und im Zusammenspiel mit der sich bewegenden Brücke genehmigungsfähig gezeigt werden.

Risikobewertung

Neben einer allgemeinen Risikobeurteilung zum Betrieb einer beweglichen Brücke mit Folgen für Fußgänger, Instandhaltungspersonal, Schiffspersonal und aus Sachschäden wurde ein Risikomanagementverfahren durchgeführt, welches die Risiken für den Zugverkehr an der Schnittstelle zur Brücke umfasst (Schienenübergang, SÜ). Betrachtet wurden die Risiken, die aus der Funktion der SÜ oder der Kommunikation zur Steuerung der Brücke mit dem gegenüberstehenden Teilsystem „ESTW Brückensicherung“ entstehen können und damit den Zugverkehr betreffen. Das abgebildete System (Abb. 4) wird erstmalig errichtet, wobei im Zusammenspiel unterschiedliche Normen in den Teilsystemen zu berücksichtigen sind.

Dafür wurde eine explizite Risikoabschätzung mit qualitativem Expertenurteil gewählt: Fachexperten, Hersteller und Bauartverantwortliche identifizieren mögliche Gefährdungen, schätzen Eintrittshäufigkeiten und deren Konsequenzen ab und identifizieren somit das auftretende Risiko. Über die Festlegung von risikosenkenden Maßnahmen werden dann die Sicherheitsanforderungen an die Funktion, die einem Teilsystem zugeordnet sind, festgelegt. Der durchgeführte Prozess folgt den Vorgaben der DIN EN 50126. Somit ist für den Gesamtprozess der Systementwicklung des Systems „Bahnbetriebliche Steuerung Friesenbrücke“ sowie für das Teilsystem „ESTW Brückensicherung“ die DIN EN 50126 entsprechend anzuwenden.

Im Gegensatz dazu wird die Brücke als „Maschine“ klassifiziert, für das Teilsystem „Brückenschnittstelle“ ist dementsprechend die DIN EN ISO 13849 anzuwenden.

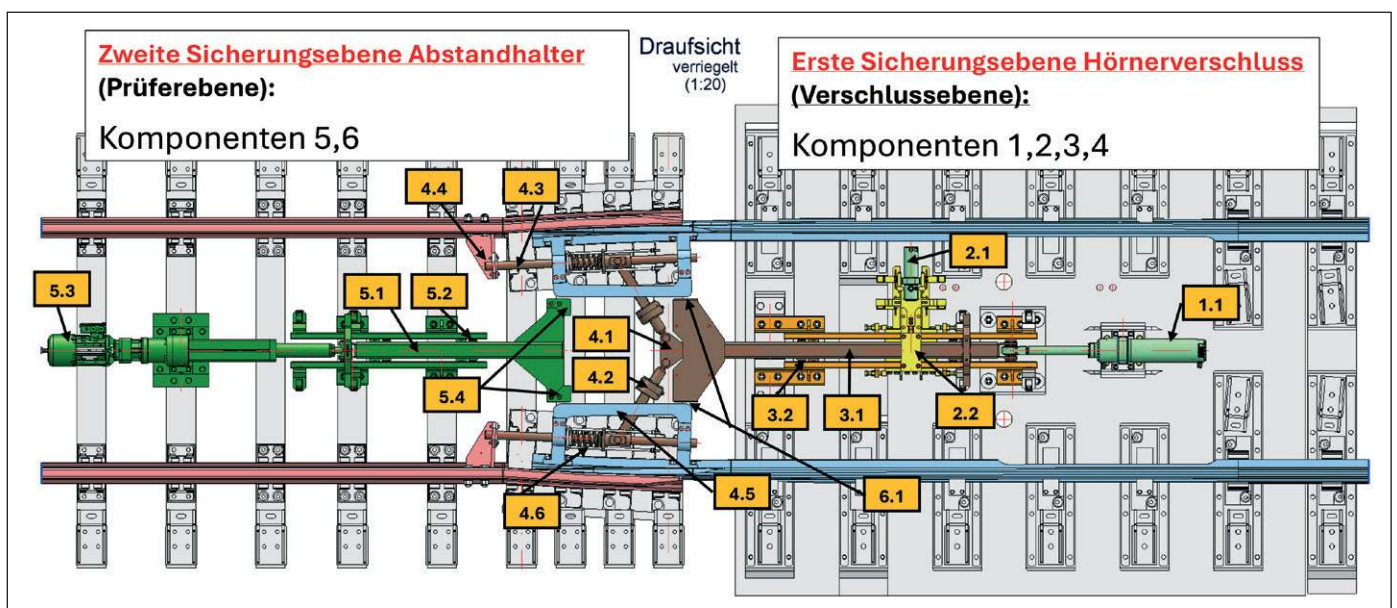


Abb. 3: Systemskizze Schienenübergangskonstruktion

Quelle: DB InfraGO AG



EÜ Friesenbrücke © MCE GmbH

Building Value for Generations

Unter dem Dach der HABAU GROUP planen, fertigen und montieren wir Brücken am europäischen und internationalen Markt. Gemeinsam mit unseren Partnern meistern wir so die großen Herausforderungen der Infrastruktur.

part of the family
**HABAU
GROUP**

mce-hg.com

1 Antriebseinheit	4 Hebelvorrichtung	5 Mechanische Sicherung
1.1 Hydraulikzylinder	4.1 Hebelaufnahme	5.1 Verschiebeträger
2 Verriegelung	4.2 Hebel mit Druckmessdose	5.2 Laufrollen
2.1 Hydraulikzylinder	4.3 Hörnerbolzen	5.3 Elektrozyylinder
2.2 Riegel	4.4 Hörnerführung Backe mit Kulissenscheibe Sommer+Winter	5.4 Abstandhalter
3 Führungskonstruktion	4.5 Hörnerführung Zunge	6 Abstandhalter
3.1 Verschiebeträger / Schubstange	4.6 Federpaket	6.1 Abstandhalter Bei Hörner- oder Federbruch
3.2 Laufrollen		

Tab. 1: Komponenten der zwei Schienenübergangskonstruktionen

Quelle: DB InfraGO AG

Beide Normen beziehen sich u. a. auf Vorgaben zur Gewährleistung der funktionalen Sicherheit von Systemen und sind domänenspezifische Ausprägungen der DIN EN 61508.

Im Ergebnis ergab die Risikoanalyse unter Beteiligung der Experten, dass die entwickelte einzigartige Lösung zur Sicherung der Friesenbrücke für einen sicheren Bahnbetrieb geeignet ist.

Schnittstelle zwischen „Maschine“ und Stellwerk

Für die bahnbetriebliche Steuerung der Friesenbrücke wurde unter den o. g. Risikobetrachtungen ein System entwickelt, welches vereinfacht dargestellt alle Steuerungsfunktionen für ein Öffnen und Schließen der Hub-Dreh-Brücke für die Freigabe des jeweiligen Fahrwegs für gleisgebundene Fahrzeuge oder Schiffe

übernimmt. Ein Teilsystem beinhaltet dabei die Brückensteuerung der Maschinenteknik. In diesem System ist auch die Brückenschnittstelle mit den Steuerungssystemen für Schlüsselschalter, SÜ, Brückenabschaltung und Auswertung von Kontakten angesiedelt. Auf der angrenzenden Seite als „Stellwerk Brückensicherung“ dargestellt, werden die Prozesse abgewickelt, welche die bahnbetrieblichen Komponenten Fdl, elektronisches Stellwerk (ESTW) und Signalgebung zum Eisenbahnfahrzeug beinhalten. Als „Verbindung“ dient die Brückenschnittstelle dieser im Grundsatz getrennten Einzelsysteme. Die Voraussetzung für die Steuerung des Bahnbetriebs und damit das Einstellen von Fahrstraßen ist der gesicherte Zustand der beweglichen Brücke im Grundzustand. Er wird durch die folgenden

hauptsächlichen Prozessschritte definiert. Die Brücke muss geschlossen (gedreht und abgesenkt in der bahnbetrieblichen Verkehrslage) und an beiden Enden durch Brückenspitzenriegel verriegelt sein. Die Führungskonstruktionen der beiden SÜ müssen ausgefahren sein, und die Hörnerbolzen beider SÜ müssen sich überwacht in Endlage befinden. Die zweite mechanische Sicherungsebene ist bei beiden SÜ ausgefahren. Die Energieversorgung des Brückenantriebs und aller Riegelantriebe ist abgeschaltet.

Erst wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind und die Brücke keine Störung im Bereich der SÜ detektiert, liegt der Grundzustand oder die „Grundstellung Brücke“ vor.

Das Stellwerk selbst „kennt“ die Brücke nicht, die Einbindung der Brücke in die Leit- und Siche-

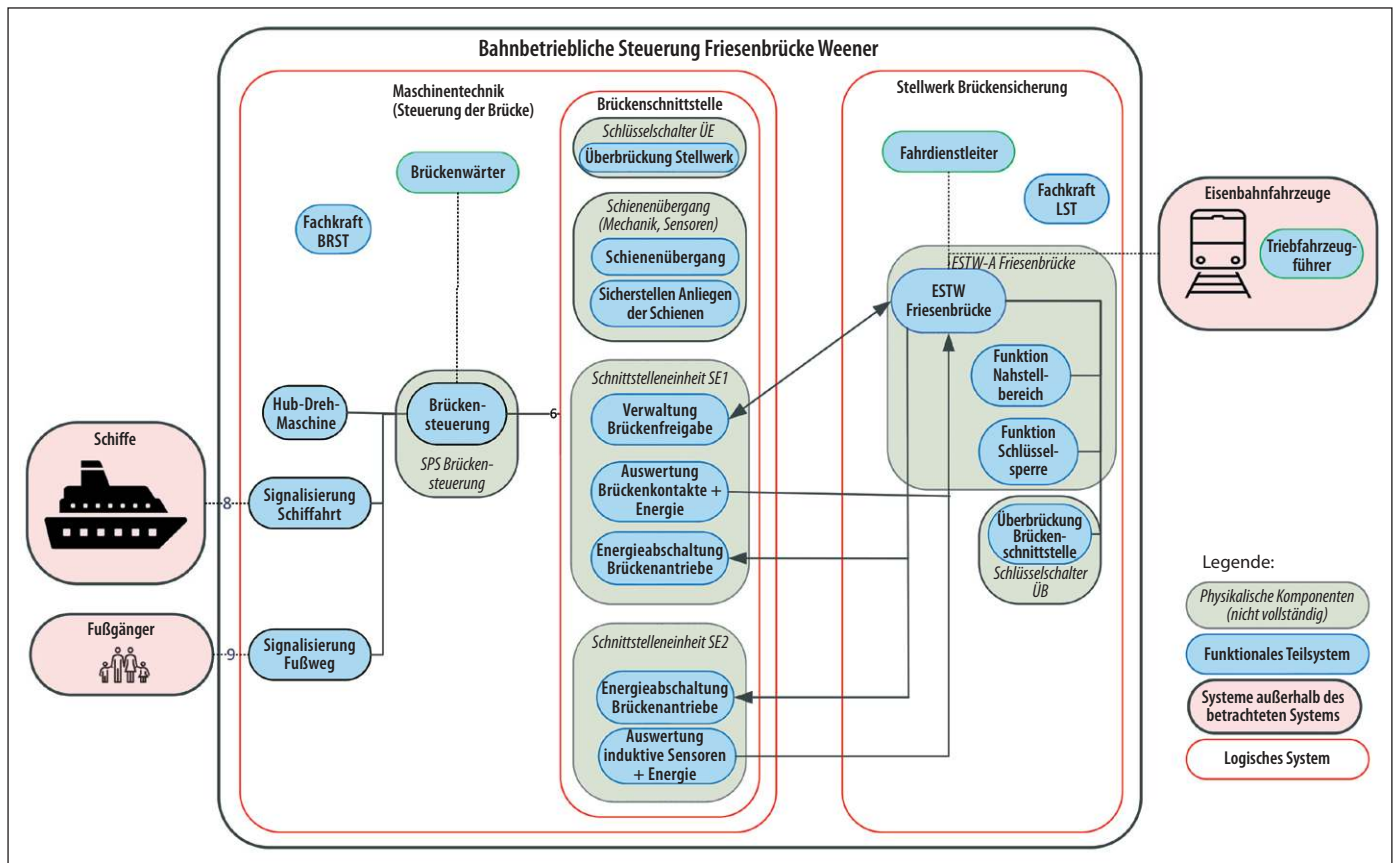


Abb. 4: Systemdefinition der Bahnbetrieblichen Steuerung

Quelle: Signon Deutschland GmbH / F. Gaebler

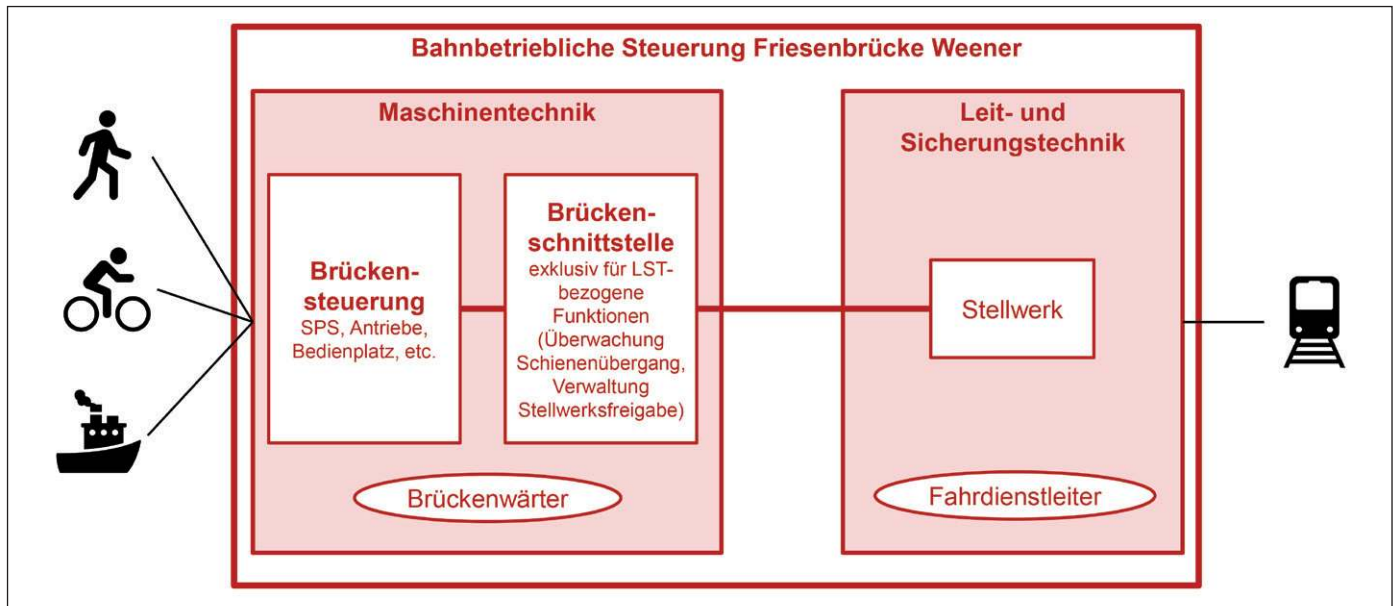


Abb. 5: Aufgabenbereiche Bedienpersonal

Quelle: Signon Deutschland GmbH/F. Gaebler

ungstechnik (LST) erfolgt über die zugelassenen Funktionen Schlüsselsperre und Nahstellbereich. Das ESTW wird in Grundstellung dadurch definiert, dass die Schlüsselsperre verschlossen,

der Nahstellbereich ausgeschaltet, die deckenden Signale in „Halt“ und die Gleisabschnitte zwischen den brückendeckenden Signalen frei sind. Zusätzlich darf keine Zugstraße über die

Brücke eingestellt sein, und die Überbrückung der Brückensteuerung muss ausgeschaltet sein. Diese beiden Zustände sind dabei Ausgangs- und Endpunkt für die Abläufe „Freigabe der

**BRÜCKEN BAUEN.
MENSCHEN VERBINDEN.
ZUKUNFT GESTALTEN.**



ADAM HÖRNIG
Ihr zuverlässiger Partner im Brücken- und Ingenieurbau



FRIESENBRÜCKE

Europas größte Hub- und Drehbrücke
für den Eisenbahnverkehr

Ein Beitrag zur Realisierung moderner
Eisenbahninfrastruktur.

Magnolienweg 5 | 63741 Aschaffenburg | Telefon: +49 6021 844 - 0 | E-Mail: info@hoernig-bau.de

HOERNIG-BAU.DE

Brücke“ (Öffnung für die Schifffahrt) und „Rückgabe der Brücke an das ESTW“ (Durchführung von Zugfahrten).

Fahrdienstleiter und Brückenwärter in Doppelfunktion

Im Laufe des Projekts wurde dem Brw neben der technischen Möglichkeit einer Bedienung der Steuerung „aus der Ferne“ die zusätzliche Funktion des Fdl zugeordnet. Das denkmalgeschützte Gebäude wurde zu diesem Zweck unter den Anforderungen von Arbeits- und Sicherheitschutz, Verfügbarkeit und Ausstattung technisch erweitert. Durch den Streckenumbau im Zuge der „Wunderline“, die Erstellung eines ESTW in Ihrhove und weiterer Anpassungen wird die Strecke 1575 künftig ausschließlich aus Weener gesteuert und überwacht.

Den Mitarbeitern stehen Arbeitsplätze zur Verfügung, welche den jeweiligen Aufgaben angepasst sind. Eine zusätzliche Besonderheit ist die Kommunikation mit der Schifffahrt und die Verkehrsfreigabe und -rücknahme des integrierten Rad- und Fußwegs an der Friesenbrücke. Gegenüber der Schifffahrt agiert der Brw stets als „Auskunftserteilender“ ohne Lenkungsfunktion. Hierbei stehen ihm neben der verbesserten Übersicht aus der Gebäudeaufstockung UKW-

Funk und das Automatic Identification System (AIS) zur Verfügung. Letzteres dient hierbei der Übermittlung von Schiffsdaten wie Name, Position und Geschwindigkeit unabhängig von Einschränkungen der optischen Sicht.

Als Fdl (Abb. 5) verantworten die Mitarbeiter die Steuerung der Signaltechnik. Zu diesem Zweck bedienen sie die Technik über den lokalen iLBS-Bedienplatz (integriertes Leit- und Bediensystem – iLBS) und stellen Fahrstraßen ein, stimmen sich mit den benachbarten Fdl (z.B. Groningen) ab und koordinieren den Bahnverkehr. Über GSM-R besteht Kontakt zu den Triebfahrzeugführern. Der Brw verantwortet an seinem nebenan liegenden lokalen Arbeitsplatz die Steuerung der Brücke (Öffnung und Schließung) und die Kommunikation mit dem Schiffsverkehr. Dafür bedient er die Technik für die Ampel- und Schrankenanlagen auf dem Rad- und Fußweg, die Schifffahrtssignale, die SÜ und den Brückenantrieb. Zuvor muss er die Brückenfreigabe beim Fdl über eine Bedienhandlung technisch anfordern. Bei der Bedienung wird er durch eine Speicherprogrammierte Steuerung (SPS) gesichert unterstützt.

Die Energiezuschaltung zu den Brückenantrieben, allen Riegelantrieben, der mechanischen Sicherung, des Schienenauszugs und der Verrie-

gelung des Schienenauszugs erfolgt dann unter der Voraussetzung einer vorliegenden Freigabe des Stellwerks.

Die „bahnbetriebliche Lösung“ der Friesenbrücke soll nach Möglichkeit technisch, planerisch und auch prozessual auf weitere Brücken übertragen werden. Damit werden die Erfahrungen aus einem langen Entwicklungsprozess weitergegeben, der für diese besonderen Fälle beweglicher Eisenbahnüberführungen einen zusätzlichen Beitrag zur Weiterentwicklung und Zukunftssicherung leistet. ■

QUELLEN

[1] Gaebler, F.; Trog, C.: Bahnbetriebliche Steuerung Friesenbrücke Risikobewertung, unveröffentlicht

[2] Actemium Cegelec Mitte GmbH: Pflichtenheft Friesenbrücke Brückensteuerung, unveröffentlicht



**Dipl.-Ing. (FH), SFI
Alexander Heinemann**

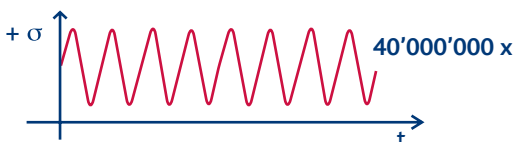
Projektleiter bewegliche Brücken
DB InfraGO AG, Hannover
alexander.heinemann
@deutschebahn.com

BARTEC® DYN

Betonstahlschraubverbindungen

für dynamische Belastungen bis 40 Mio. Lastwechsel

- Zugelassen von den Schweizerischen Bundesbahnen für höchste Ermüdungsanforderungen
- Speziell ausgelegt für schwingende Belastungen in Bahnprojekten (Brücken, Tunnel)
- Aufgerollte Gewinde für hohe Dauerfestigkeit
- Sichere und einfache Montage von Hand – ohne Drehmomentschlüssel



We engineer Swiss quality

bewehrungstechnik.com 

Debrunner Bewehrungstechnik

kloekner metals

Your partner for a sustainable tomorrow





Abb. 1: Die Eisenbahnüberführung Unterreichenbach stammt aus dem Jahr 1876 und musste im Rahmen einer ganzheitlichen Bauwerksanalyse und -überwachung umfangreichen Materialuntersuchungen unterzogen werden.

Quelle: DB E&C / S. Pfenning

Bauwerk 360° – Sicherheit für Ihre Infrastruktur

Instandhaltung statt Abriss: DB Engineering & Consulting bietet eine umfassende Lösung, deren Einsatz helfen kann, die Nutzungsdauer von kritischer Infrastruktur deutlich zu verlängern.

CHRISTIAN GEHMLICH | ALEXANDER KNORR |
BASTIAN LESCHE | JENS RÖDING |
FRANZISKA STEIN

Statt pauschal mit Neubau auf das erreichte Alter einer Brücke zu reagieren, eröffnet die DB Engineering & Consulting GmbH (DB E&C) einen alternativen Lösungsweg für die Erhaltungsplanung auf dem aktuellsten Stand der Technik: Unter dem Produktnamen „Bauwerk 360° – Sicherheit für Ihre Infrastruktur“ bündelt die DB E&C für die Erhaltungsplanung kritischer Infrastruktur auf dem aktuellsten Stand der Technik mehrere Gewerke aus ihrem Leistungsportfolio, ergänzt sie um die Möglichkeiten einer Diagnose- und Analyseplattform und schafft damit ein Rundum-Paket nicht nur für Schieneninfrastrukturbetreiber. Eigentümer und Betreiber von Brücken, Tunneln und anderen Erd-/Bauwerken erfahren die tatsächlich verbleibende sichere Nutzungsdauer ihrer Bauwerke

und erhalten detaillierte Angaben, mit welchen Maßnahmen sie diese kostengünstig, planbar, mit möglichst geringem Einfluss auf den Verkehrsfluss sowie verkehrssicher verlängern können. Darüber hinaus ist eine kontinuierliche Überwachung der Bausubstanz möglich, bei der Sensoren bei eventuellen negativen Veränderungen frühzeitig einen Alarm auslösen.

Ausgangslage

Mehr als 25 700 Brücken verschiedener Bauart und unterschiedlichen Alters unterhält allein die DB InfraGO AG (DB InfraGO) in Deutschland. Über 11 000 davon sind älter als 100 Jahre – und trotzdem sicher im Betrieb. Doch jedes Bauwerk unterliegt natürlichem Verschleiß: Schäden können Standsicherheit, Dauerhaftigkeit und Verkehrssicherheit beeinträchtigen. Sämtliche Eisenbahnbrücken werden daher von der Deutschen Bahn AG (DB) alle drei Jahre inspiziert und einmal im Jahr im Rahmen einer Begehung in Augenschein genommen. Im ak-

tuellen Bestand haben Eisenbahnbrücken eine durchschnittliche Lebensdauer von 122 Jahren. Relevant: Rund 1000 dieser Brücken befinden sich aktuell in Zustandskategorie 4. Diese schlechteste Kategorie bezeichnet Brücken, für die ein Ersatzneubau zu planen ist. Sie trifft jedoch keine Aussage über die Verkehrssicherheit. Diese wird durch regelmäßige Inspektionen gewährleistet. So sind selbst Brücken in dieser Gruppe für den Eisenbahnbetrieb sicher. Die Verweildauer in Kategorie 4 kann 15 Jahre und mehr betragen. Das hängt vom individuellen Schadensbild ab.

Herausforderung

Die Sicherheit der Verkehrswege hat oberste Priorität. Für den Alterungsprozess der Brückenbauwerke sind äußere Einflüsse sowie die Intensität und Frequenz der Belastungen maßgeblich. Oft sind die Lasten seit Inbetriebnahme des Bauwerks gestiegen – oder die vor dem Bau berechnete Belastung wurde nie erreicht. Die Folgen für die sichere Nutzungsdauer sind schwer abzuschätzen.

Deshalb immer auf Ersatz setzen? Die Erneuerung einer Brücke ist teuer und dauert in der Regel mehrere Jahre. Dabei beanspruchen nicht nur der eigentliche Planungs- und Bauprozess, sondern auch das Genehmigungsverfahren und die abschließende Inbetriebnahme Zeit. Hinzu kommen eventuell gesondert durchzuführende Untersuchungen aufgrund von Naturschutzbestimmungen oder von Anliegen von Bürgerinitiativen. Neben diesen oft vielschichtigen und aufwendigen Verfahren gibt es noch einen weiteren Engpass: In vielen beteiligten Behörden, Planungsbüros und auch bei den Auftraggebern selbst fehlen nicht selten die nötigen personellen und fachlichen Ressourcen. Baufirmen sind aktuell ohnehin stark ausgelastet – freie Kapazitäten sind Mangelware. Gleichzeitig gilt: Jeder Bau bringt Einschränkungen für Kunden mit sich, die so gering wie möglich gehalten werden müssen. Denn nur so kann der Schienenverkehr seiner Rolle als belastbarer und klimaschonender Verkehrsträger weiter gerecht werden und diese Rolle sogar ausbauen. Die DB hat sich dem Ziel verschrieben, bis 2040 ihre Treibhausgasemissionen entlang der gesamten Wertschöpfungskette auf Net-Zero zu reduzieren. Trotzdem führt oftmals am Ersatz alter Bauwerke kein Weg vorbei.

Lösungsansatz

Es geht um den Zeitpunkt der Erneuerung: Um zu erfahren, welche Brücke wie lange noch sicher genutzt werden kann und wann der Prozess für ihre Substitution tatsächlich eingeleitet werden muss, reicht es nicht, die Bauwerke visuell beziehungsweise handnah zu prüfen. Es sind tiefergehende Untersuchungen notwendig, um die Restnutzungsdauer einer Brücke zu ermitteln. Diese Prü-

fungen bieten auch Aufschluss darüber, ob und welche gezielten Maßnahmen die Verweildauer in Kategorie 4 verlängern können. Je geringer die Erfordernisse, desto kostengünstiger, schneller und von weniger Verkehrsbeeinträchtigungen begleitet ist ihre Umsetzung möglich. Umfangreiche Investitionen können in die Zukunft verschoben und aktuell vorhandene finanzielle Mittel auf mehrere Erhaltungsprojekte verteilt werden. Ein weiterer Vorteil: Je länger ein Bauwerk – das in der Regel aus Baustoffen wie Sand/Kies, Zement und Stahl besteht, die alle unter hohem Energieaufwand hergestellt wurden und werden – sicher genutzt werden kann, desto geringer ist sein CO₂-Fußabdruck. Eine Nutzungsverlängerung durch Instandsetzung kann die Nachhaltigkeit fördern und führt zu einer deutlichen Kostenreduktion, da aufwendige Neubauten hinausgezögert und vorhandene Mittel effizienter auf mehrere Projekte verteilt werden können.

Um erforderliche Untersuchungen für eine aktuelle statische Berechnung der Restnutzungsdauer nach Regelwerk sowie den anerkannten Regeln der Technik so effizient wie möglich durchführen zu können, hat die DB E&C verschiedene Gewerke, in denen das Unternehmen langjährige Erfahrung und Expertise zu bieten hat, zu einem neuen Produkt gebündelt: „Bauwerk 360° – Sicherheit für Ihre Infrastruktur“ ermöglicht eine ganzheitliche Bauwerksanalyse und eine darauf aufbauende konstante und ferngesteuerte Überwachung der Bauwerke aus einer Hand. Dazu gehören Bausubstanzprüfung, Geotechnik, Geomonitoring, die ergänzende Geovisualisierung und letztendlich die Tragwerksbeurteilung selbst.

Tragwerksbeurteilung

Neben der sachkundigen Sichtung und Auswertung von Bestandsunterlagen der Baulastträger fließen alle Ergebnisse der von Experten durchgeführten Bausubstanzuntersuchungen aus den vorgenannten Gewerken in die fachkundige Einschätzung des Tragverhaltens des jeweiligen Bauwerks ein. Die auf die tatsächlich vorliegende Bausubstanz ausgerichtete Nachrechnung gibt Aufschluss über die verbleibende Tragfähigkeit sowie die rechnerische Restnutzungsdauer. Mit dieser Überprüfung und dem Nachweis der Erhaltungswürdigkeit wird ein fundiertes Bewertungskriterium für die erforderlichen Investitionen zur Weiternutzung oder Erneuerung des Bauwerks bereitgestellt. Insbesondere bei Gewölbebrücken kann bei Beseitigung von Schäden und Schadensursachen eine beachtliche Langlebigkeit nachgewiesen und erreicht werden. Bei Stahl- und Massivbrücken kommt der Feststellung der bereits eingetretenen Ermüdung bzw. daraus abgeleitet der noch zu unterstellenden Restnutzungsdauer von Bauwerksteilen große Bedeutung zu, die unter Berücksichtigung von tatsächlichen oder angenommen Belastungen der Vergangenheit und Zukunft rechnerisch ermittelt wird. Die ermittelten Materialeigenschaften und angesetzten Rechenmodelle können durch Messungen am Bauwerk unter gezielter Belastung abgesichert werden. Gleichzeitig gehören die Konzeption von sinnvollen Sanierungsmöglichkeiten, daraus abgeleiteten Instandsetzungsplanungen sowie die Überwachung von Sanierungen und die Koordination bauaufsichtlicher Freigabeprozesse in diesen Leistungsbereich.

Geotechnik

Die Geotechnik umfasst Baugrunderkundungen und bodenmechanische Labor-

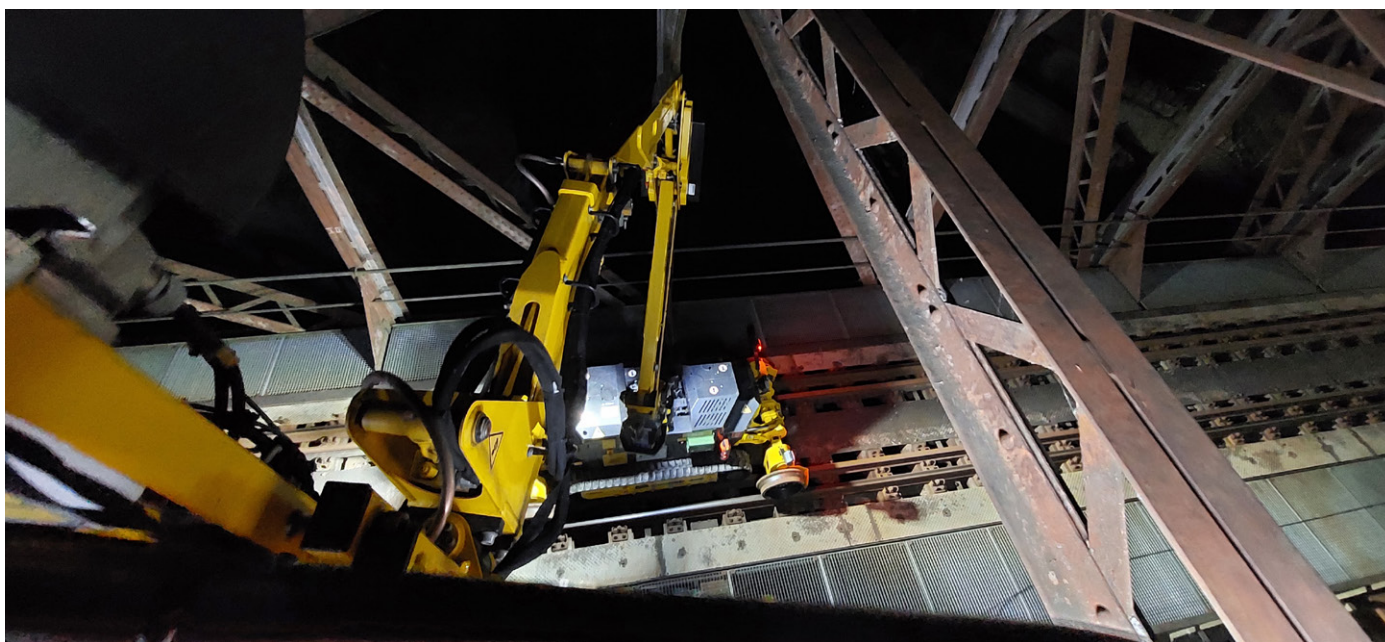


Abb. 2: Mithilfe einer detaillierten handnahen Untersuchung und einem Bauwerksmonitoring wurde das Tragwerksmodell der Eisenbahnüberführung Unterreichenbach an das reale Tragverhalten der Brücke angepasst.

Quelle: DB E&C/T. Abdou



Abb. 3: Für die Untersuchung der Bausubstanz werden Probenahmen und Geometrieerkundungen mittels Kernbohrungen durchgeführt.

Quelle: DB E&C/B. Lesche

untersuchungen zur Identifizierung baugrundbedingter Schäden. Dazu gehören auch die abfalltechnische Einstufung von Erdausbaustoffen und die Erdstatik geotechnischer Bauwerke sowie die Felsstatik. Neben Labortests, Bohrungen und Baggerschürfen ist ein eingesetztes Tool das Georadar, mittels dessen zerstörungsfrei bis in 4 m Tiefe unterschiedliche Strukturen identi-

ziert werden können. Zu den Leistungen der geotechnischen Fachexperten zählen unter anderem die Erfassung von Bestandsdaten, Prüfungen von Planungen und Abnahmen, die Erstellung von Gutachten nach dem Umweltinformationsgesetz (UIG) und für die Zustimmung im Einzelfall (ZiE), Bauwerksbewertungen, Beratung, Gründungsempfehlungen für Teilerneuerungen, Instandset-

zungsplanungen und Bauüberwachungen durch Prüfsachverständige des Eisenbahn-Bundesamts (EBA).

Geomonitoring

Dieses Gewerk umfasst die kontinuierliche Echtzeitüberwachung von Infrastrukturbauwerken wie Brücken, Gleisen, Stützwänden, Hängen und Dämmen über alle Bau- und



Abb. 4: Bauwerksdiagnostische Untersuchungen unter Zuhilfenahme eines Ponton

Quelle: DB E&C/B. Dietrich



Abb. 5: Bausubstanzuntersuchungen am Pfeiler einer Brücke der Autobahn GmbH

Quelle: DB E&C/T.Schmidt

Lebensphasen hinweg. Durch gezielte Monitoringmaßnahmen lässt sich insbesondere die Nutzung des Bestands absichern, indem physikalische Größen wie Verschiebungen, Neigungen oder Rissentwicklungen unter Umwelteinflüssen erfasst werden. Eine frühzeitige Detektion von Zustandsveränderungen ermöglicht rechtzeitige Instandsetzungen und sichert so die dauerhafte Verkehrsfähigkeit.

In Abstimmung mit Tragwerksplanern und Geotechnikern entsteht ein spezifisches Messkonzept, auf dessen Basis das System konzipiert, installiert und betrieben wird. Die Bereitstellung der Daten erfolgt datenschutzkonform über eine webbasierte Plattform. Durch individuelle Analysen der Messdaten werden schließlich objektive Grundlagen für die Bewertung der Bauwerksicherheit und Zustandsannahmen geschaffen.

Geovisualisierung

Nach der Datenerfassung sowie der Aktualisierung von Bestandsplänen zum zu untersuchenden Bauwerk sind diese Werte digital nutzbar. Geovisualisierung hilft, komplexe Informationen – etwa wo welche Sensoren zur Bauwerksuntersuchung und -überwachung platziert werden sollten oder Zusammenhänge von Raumdaten – verständlich darzustellen und effizient zu nutzen. Künftig sollen auch digitale Schatten und darauf aufbauend digitale Zwillinge der Bauwerke entstehen.

Bausubstanzprüfung

Ob Bauwerke aus Beton, Stahlbeton, Ziegel- oder Natursteinmauerwerk, Stahl oder Guss-

eisen – die Bausubstanzprüfung umfasst die Bewertung von Bestandsbauwerken. Dazu werden unterschiedliche zerstörende und zerstörungsfreie Prüfungen wie Bauteilentnahmen, Kernbohrungen, Bohrmehluntersuchungen, Oberflächenbegutachtungen, Bewehrungsortungen, Kamerabefahrungen, Feuchte- und Schichtdickenbestimmungen sowie Härteprüfungen durchgeführt und dokumentiert. Die Fachleute erstellen Gutachten zur Bausubstanz von Bauteilen und ganzen Bauwerken, analysieren und kartieren Schäden und erarbeiten Sanierungsempfehlungen.

Benefits des Produktbündels

Meist ist es nicht notwendig, alle Gewerke von Bauwerk 360° einzusetzen, um bei einer Neuberechnung eine Verlängerung der Restnutzungsdauer festzustellen. Das zeigt dieses Beispiel: Die Brücke der Eisenbahnüberführung (EÜ) Unterreichenbach wurde 1876 errichtet. Das Baujahr bedingt unklare Materialeigenschaften, ein komplexes Tragverhalten und ein System, das durch fehlende Duktilität im Material sehr sensibel auf Veränderungen reagiert. Um das Bauwerk zu analysieren, untersuchten die Experten der DB E&C für DB InfraGO das Material des Stahlüberbaus sowie der Widerlager und maßen die tatsächlichen Dehnungen bei Überfahrt durch einen Messzug. Auf Basis der gesammelten Messwerte konnten die Fachleute Nachrechnungen anstellen und in der Folge gezielte Instandsetzungsschritte planen. Erwartet wird, dass die vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen die Nutzungsdauer der Brücke um bis zu 50 Jahre verlängern.

Instandhaltungsinvestitionen lohnen sich in der Regel meist, wenn sie die weitere Nutzung sicher gewährleisten und damit die Nutzungsdauer unter wirtschaftlichen Aspekten wesentlich verlängern. Häufig ergibt die Tragfähigkeitsneuberechnung auch ohne Instandsetzungsschritte bereits eine wesentliche Verlängerung der ursprünglich berechneten Nutzungsdauer.

Durch die Bündelung aller Gewerke aus einer Hand entsteht bei DB E&C ein innovatives Produkt, um sowohl ein bestehendes Bauwerk zu beurteilen und seine aktuell zulässige Belastung sowie die verbleibende sichere Nutzungsdauer berechnen zu können als auch geeignete Sanierungsschritte zu definieren, um diese deutlich zu verlängern. Hinzu kommt, dass durch eine permanente messtechnische Überwachung (Geomonitoring) zeitnah auf erfasste (Zustands-)Veränderungen reagiert und einer eventuellen eingeschränkten Leistungsfähigkeit entgegengesteuert werden kann.

Eine Dauerüberwachung dient der Sicherheit. Ebenso erlaubt das Sammeln von Zustandsdaten Aussagen zu künftigem Verhalten und lässt Prognosen zum Lebenszyklus ableiten. Die kontinuierliche Zustandsbewertung von kritischer Infrastruktur hat zudem weitreichende wirtschaftliche Vorteile, da durch frühzeitige Reparaturen teure Sanierungen vermieden oder zumindest hinausgezögert werden. Darüber hinaus beschleunigt das stete Monitoring aufgrund bereits vorhandener Messreihen in Kombination mit einer regelmäßig durchgeführten Bauwerksprüfung die Einleitung erforderlicher Maßnahmen. Und nur eine Datensammlung über einen längeren Zeitraum ermöglicht es, tatsächlich schädliche Veränderungen von momentanen Eindrücken zu unterscheiden und passende Eingriffe festzulegen.

DIANA Plattform

Schon heute lassen sich Daten aus dem Geomonitoring in Plattformen übernehmen. Ein nächster Schritt wird sein, die Werte der im Rahmen von Bauwerk 360°-Projekten durchgeführten Messungen in die zentrale Diagnose- und Analyseplattform DIANA einzubinden. DIANA ist ein von infraView, einer Tochter von der DB E&C, gemeinsam mit DB InfraGO entwickeltes Tool. Es dient der Zustandsüberwachung und vorausschauenden Instandhaltung im Bahnbereich. Auf DIANA werden diverse Anlagendaten gesammelt, kombiniert und analysiert und so die Überwachung des Zustands von Bahnanlagen sowie die Voraussage von Ausfällen unterstützt. Das wiederum erleichtert die Instandhaltungsplanung und sorgt so durch Prozessoptimierung für geringere Kosten sowie eine erhöhte Verfügbarkeit der Anlagen. Mit DIANA ist es möglich, das gesamte Bahnsystem aus Infrastruktur und Fahrzeugen zu evaluieren, nicht nur einzelne Komponenten.

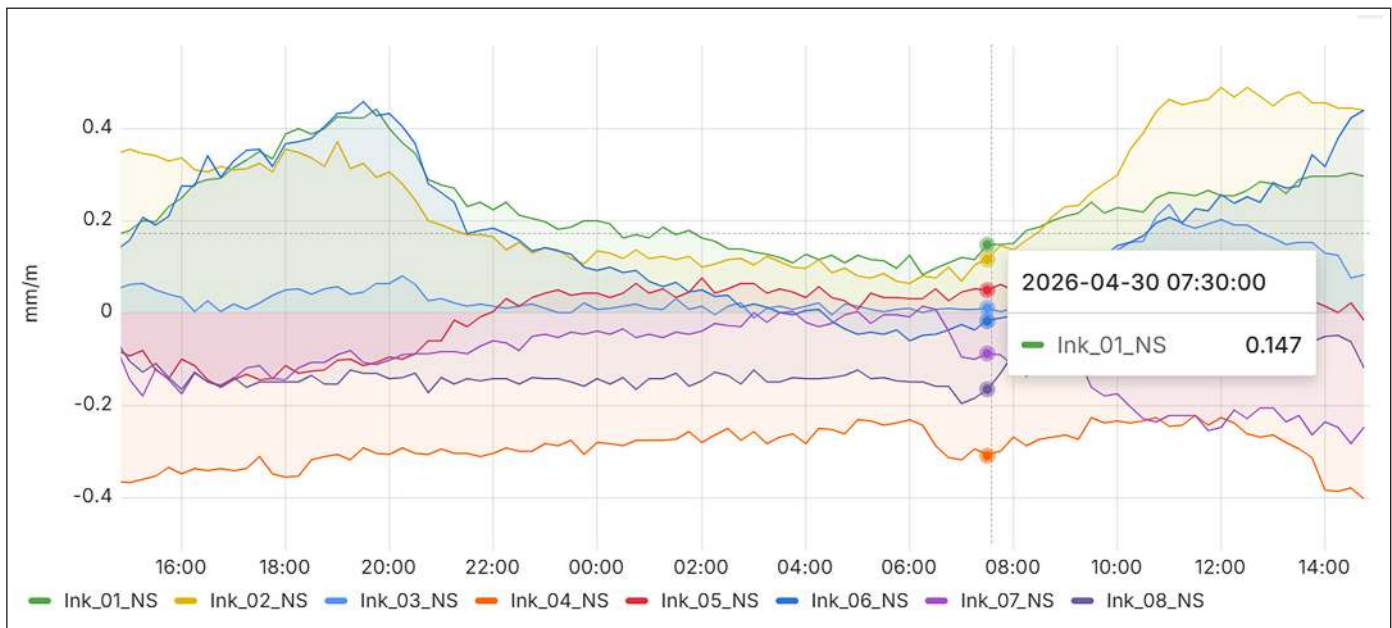


Abb. 6: Exemplarische Neigungsmessung im Tagesverlauf

Quelle: DB ECO / Geomonitoring

Die Anwendung kann leicht auf Bauwerke erweitert werden. Dann stehen die Vorteile von DIANA – unabhängig von der Gesamtbetrachtung des Systems – den Kunden von Bauwerk 360° ebenfalls zur Verfügung.

Aktion statt Reaktion

Zu empfehlen ist, nicht nur einzelne Bauwerke prüfen, sondern innerhalb eines Verantwortungsgebiets oder Bezirks alle Brücken systematisch untersuchen zu lassen. So ist festzustellen, welche Aufgaben an welchem Bauwerk am dringendsten angegangen werden müssen und welche nachfolgen können. Ist eine zeitliche Reihenfolge inklusive der erforderlichen Maßnahmen festgelegt, lassen sich viele Arbeiten mit einem längeren Vorlauf planen und so

auch leichter finanziell ins jeweilige Budget einfügen. Statt zu reagieren, ist durch die Untersuchung aller Bauwerke eines Clusters geplantes und kosteneffizientes Handeln möglich.

Ausblick

Die ganzheitliche Bauwerksanalyse und -überwachung, wie sie Bauwerk 360° ermöglicht, weist den Weg für die Zukunft der Infrastruktur: weg von verfrühten Ersatzneubauten hin zu datenbasierten, nachhaltigen und wirtschaftlichen Erhaltungsstrategien. Der gezielte Einsatz moderner Diagnosemethoden, digitaler Plattformen und kontinuierlicher Überwachung macht Entscheidungen künftig präziser, schneller und ressourcenschonender.

Angesichts steigender Verkehrsbelastungen, begrenzter finanzieller und personeller Ressourcen sowie ambitionierter Klimaziele wird dieser Ansatz weiter an Bedeutung gewinnen. Die Verlängerung der Nutzungsdauer bestehender Bauwerke trägt nicht nur zur Entlastung von Haushalten und Baukapazitäten bei, sondern reduziert auch den ökologischen Fußabdruck erheblich.

In Zukunft ist zu erwarten, dass sich integrierte Lösungen wie Bauwerk 360° zunehmend als Standard etablieren. Sie ermöglichen eine vorausschauende Instandhaltungsplanung, erhöhen die Sicherheit und Verfügbarkeit von Verkehrswegen und leisten gleichzeitig einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Transformation der Infrastruktur. ■



Dipl.-Ing. Christian Gehmlich

Leiter Bausubstanz
Region Deutschland Südost
DB Engineering & Consulting GmbH,
Dresden
christian.gehmlich@db-eco.com



Dipl.-Ing. (FH) Alexander Knorr

Leiter Geodäsie / Umwelt
Region Deutschland Südwest
DB Engineering & Consulting GmbH,
Karlsruhe
alexander.a.knorr@db-eco.com



Dipl.-Ing. Bastian Lesche

Leiter Umwelt- & Geo-Services
Region Deutschland Süd / Südost
DB Engineering & Consulting GmbH,
Leipzig
bastian.lesche@db-eco.com



Dipl.-Ing. Univ. Jens Röding, M. Eng.

Leiter Planung
Konstruktiver Ingenieurbau
Region Deutschland Süd
DB Engineering & Consulting GmbH,
München
jens.roeding@db-eco.com



Franziska Stein, M. Sc.

Senior Planungsingenieurin
Geomonitoring
Region Deutschland Mitte
DB Engineering & Consulting GmbH,
Frankfurt a. M.
franziska.stein@db-eco.com

Messstationen an Ingenieurbauwerken

Monitoring von Eisenbahnbrücken im Offenen Digitalen Testfeld des DZSF

FALK ANGERMANN |
TOMÁS ARANA VILLAFÁN | ANDREI FIRUS |
MICHAEL VOSPERNIG | MAX BRANDENSTEIN |
CLEMENS HÜBLER

Mit dem Forschungsprojekt „Messstationen für Ingenieurbauwerke“ im Offenen Digitalen Testfeld (ODT) erschafft das Deutsche Zentrum für Schienenverkehrsforschung beim Eisenbahn-Bundesamt (DZSF) eine wichtige Datenquelle zur Analyse des langfristigen Tragverhaltens sowie der Betriebs- und Umwelteinflüsse auf Eisenbahnbrücken. Neben einer umfangreichen Ausstattung zur Erfassung des Überbauverhaltens (Schwingungs-, Dehnungs-, Temperatur- und Verschiebungssensoren) liegt ein besonderer Fokus auf der Untersuchung des Oberbauverhaltens auf Brückenbauwerken, auch unter Berücksichtigung klimatischer Einflüsse. Dieser Beitrag gibt eine Übersicht über das Projekt und einen Überblick in die Planung und Umsetzung derartiger Monitoringprojekte.

Monitoring von Ingenieurbauwerken

Eisenbahninfrastrukturen weisen generell eine lange Lebensdauer auf und können bei ordnungsgemäßen Betrieb und entsprechender Wartung viele Jahrzehnte genutzt werden. Im Laufe der Zeit ändern sich jedoch Betriebsprofile und Umweltbedingungen. Ein steigendes Verkehrsaufkommen und veränderte Umwelteinflüsse erfordern daher eine belastbare und resiliente Infrastruktur, um die Lebensdauer von Bauwerken zu sichern. Daher hat das DZSF das Forschungsprojekt „Messstationen für Ingenieurbauwerke“ im ODT gestartet. Das Brückenmonitoring umfasst die systematische Überwachung von Strukturantworten und Einwirkungen mithilfe eines Messsystems über längere Zeiträume. Während Kurzzeitmonitoring seit Jahrzehnten etabliert ist, ermöglichen erst die aktuelle, technisch fortgeschrittene Messtechnik und dazugehörige effiziente Datenverarbeitungsansätze eine robuste kontinuierliche Messung von Einwirkungen und Strukturantworten der Brückenbauwerke. Dadurch eröffnen sich bisher kaum erforschte Anwendungsbereiche und neue Potenziale für die Weiterentwicklung in Bezug auf die kontinuierliche digitale Zustandsüberwachung von Infrastrukturanlagen.



Abb. 1: EÜ Elbeflutbrücke

Quelle Abb. 1–9: isea tec



Abb. 2: EÜ Muldebrücke



Abb. 3: EÜ Forsterstraße Guben

Im Vergleich zu einer Kurzzeitmessung zielt das längerfristige Monitoring darauf ab, die zeitliche Entwicklung einer oder mehrerer physikalischer Größen zu erhalten [1]. Diese Daten bilden eine Basis für die Analyse des langfristigen Verhaltens von Ingenieurbauwerken unter Berücksichtigung von Betriebs- und Umwelteinflüssen. Die erfassten Daten sollen auch Erkenntnisse zur dynamischen Interaktion zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur sowie zum zeitabhängigen Trag- und Ermüdungsverhalten liefern. Projektbestandteil ist auch die Entwicklung von Strategien zur automatisierten Datenübertragung und -auswertung. Der vorliegende Beitrag gibt eine Übersicht über das Projekt.

Messobjekte

In den folgenden Abschnitten werden die drei zu untersuchenden Bauwerke vorgestellt. Alle Bauwerke befinden sich im ODT des DZSF, im geografischen Raum zwischen Halle (Saale), Cottbus und Niesky. Die Bauwerke wurden aufgrund verschiedener Randbedingungen ausgewählt. Dazu zählen nicht nur bauwerkspezifische Parameter, sondern insbesondere auch bahntechnische und bahnbetriebliche Bedingungen. Zwei Bauwerke dienen der Gewässerquerung, ein drittes kreuzt eine Straße. Zwei Bauwerke befinden sich in geraden Abschnitten auf freier Strecke, eins befindet sich in einem Bogen. Die Bahnstrecken sind allesamt zweigleisig, elektrifiziert und mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten von maximal 200 km/h und 120 km/h befahrbar.

Messstelle Lutherstadt Wittenberg

Die Elbeflutbrücke II ist ein zweigleisiges Spannbetonbauwerk mit sieben Feldern und einer Gesamtlänge von 191,00 m (Abb. 1). Das statische System der Brücke besteht aus zwei Durchlaufträgern. Der Querschnitt ist als Hohlkasten ausgebildet.

Messstelle Muldenstein

Die Eisenbahnüberführung (EÜ) über die Vereinigte Mulde ist ein Spannbetonbauwerk mit 14 Feldern und einer Gesamtlänge von 262,02 m (Abb. 2). Das Bauwerk weist drei Stromfelder auf. Die Struktur besteht aus statischer Sicht aus drei Durchlaufsystemen mit unterschiedlicher Anzahl an Feldern. Der Querschnitt ist als Vollquerschnitt ausgebildet.

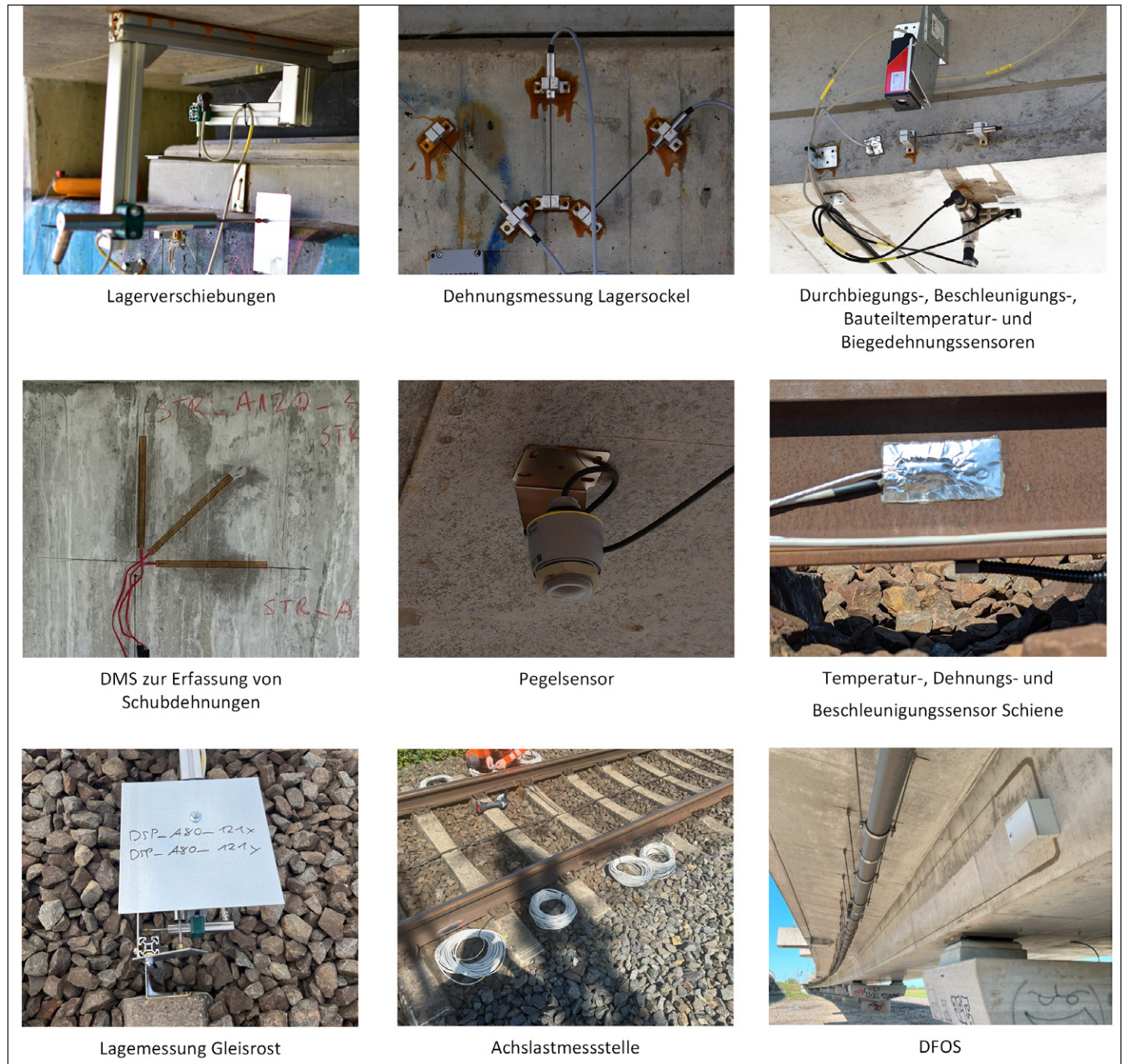


Abb. 4: Ausgewählte Sensorinstallationen

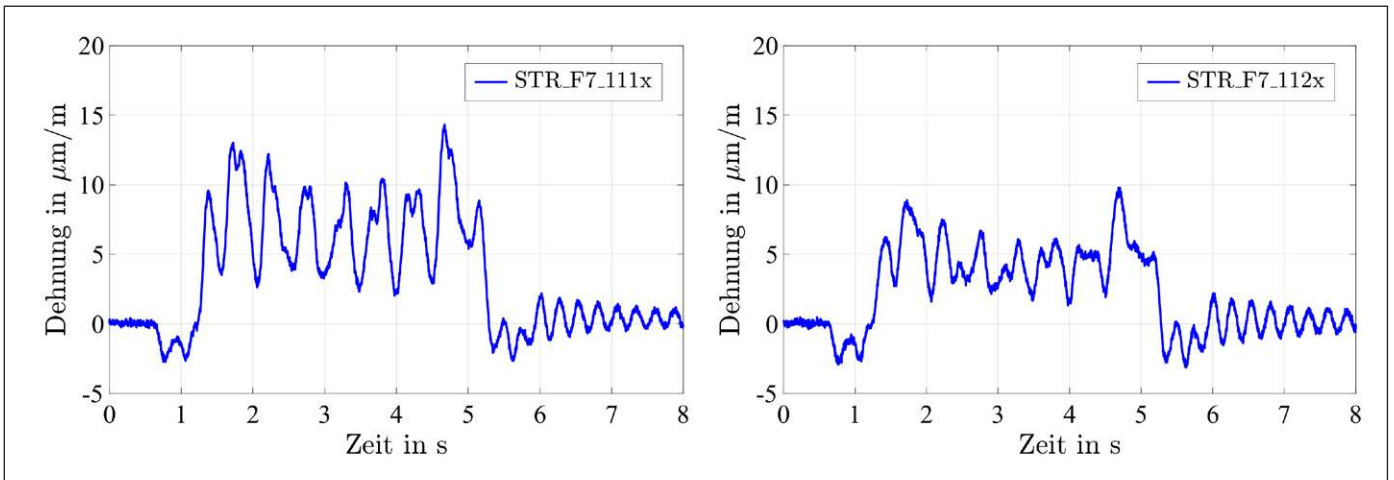


Abb. 5: Muldebrücke: Längsdehnungen an beiden Rändern von Feld 7 Mitte

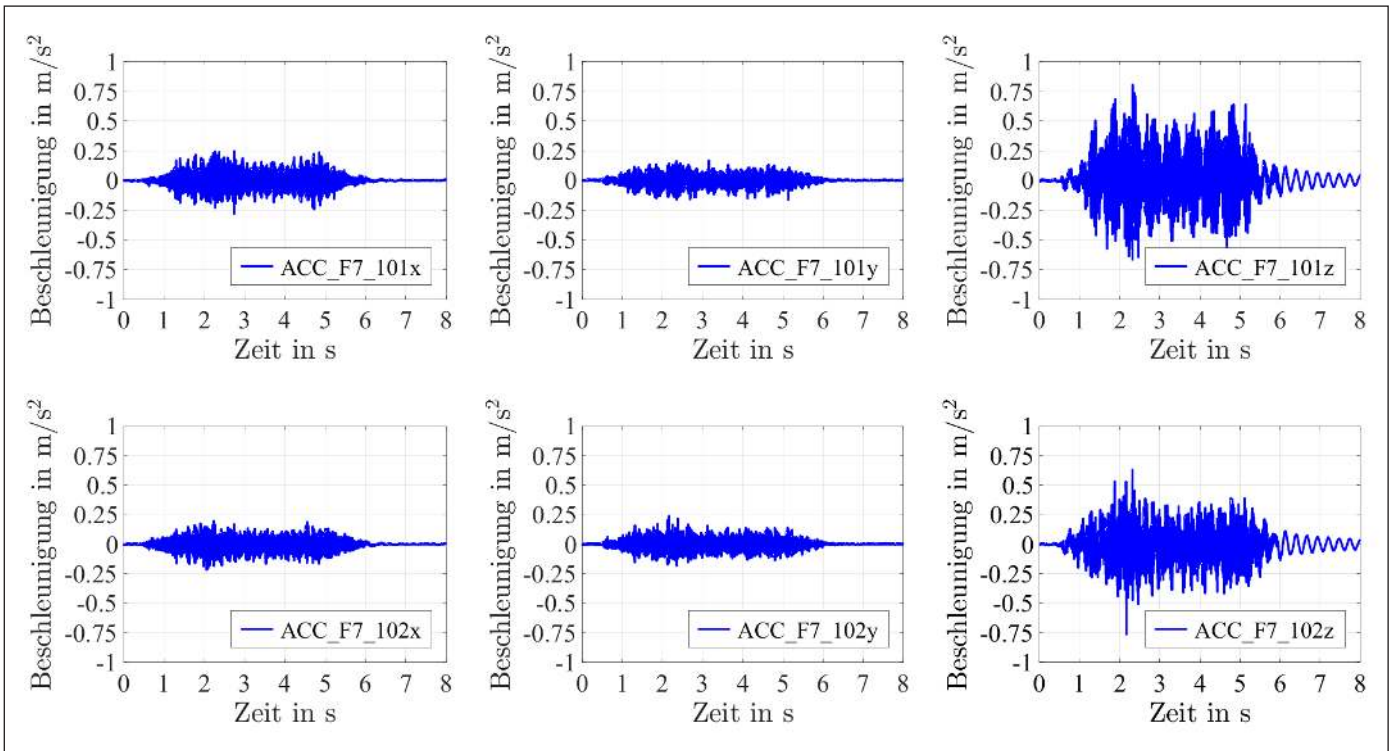


Abb. 6: Muldebrücke: Beschleunigungen an beiden Rändern von Feld 7 Mitte

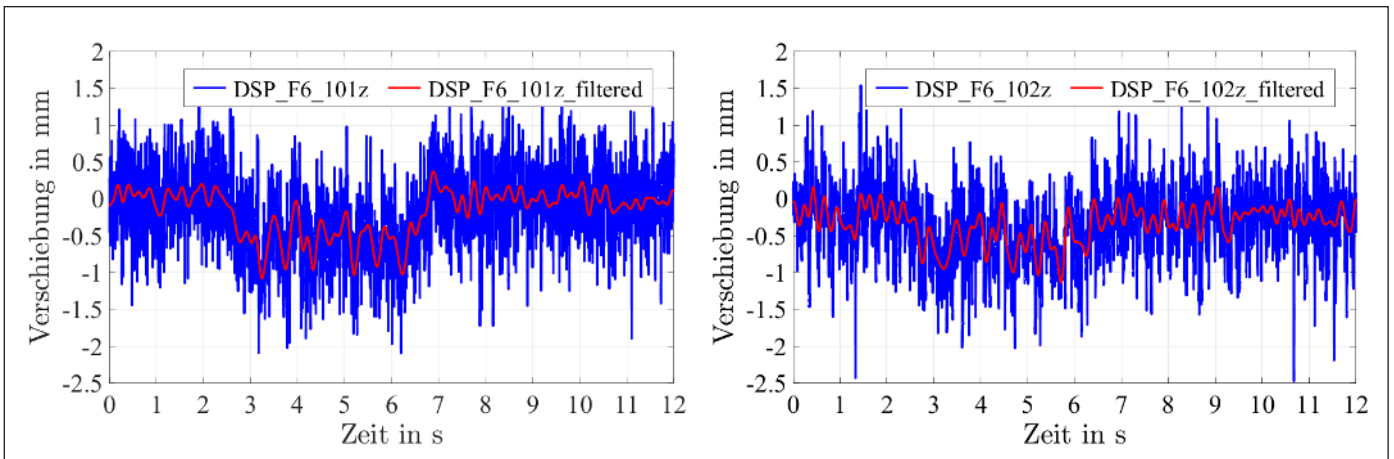


Abb. 7: Muldebrücke: vertikale Durchbiegung an beiden Rändern von Feld 6 Mitte

det und unterteilt sich in einen Regelbereich, der den Vorlandfeldern zugeordnet ist, und in einen gevouteten Bereich, der für die Stromfelder (das mittlere Teilbauwerk) vorgesehen wurde.

Messstelle Guben

Die EÜ befindet sich im Stadtgebiet von Guben. Bei der Brücke handelt es sich um ein zweigleisiges, schiefwinkliges und zweifeldriges Bauwerk mit schwimmender Lagerung. Die Grundkonstruktion besteht aus Walzträgern in Beton (WIB). Die Spannweiten betragen 9,14 m und 10,50 m (Abb. 3). Das längere Feld überquert den Straßenteil für Kraftfahrzeuge, während das kürzere Feld über einen Fuß- und Radweg verläuft. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass die Gleisanordnung im Querschnitt nicht symmetrisch ist.



Abb. 8: Magerbetonboden mit eingebetteten Steinen an der Elbeflutbrücke II

Messaufgabe und Lösungsansatz

Die Messaufgaben des vorliegenden Projekts unterscheiden sich in statischen Langzeitmessungen für die Bereiche am Über- und Oberbau (Lagerverschiebungen, Gleislagemessung) sowie dynamische Messungen am Überbau (Beschleunigungen, Dehnungen). Die eingesetzte Sensorik dient dabei nicht nur der Erfassung der Brückenreaktionen, sondern auch der Einwirkungen auf die Brücke. Daher werden die Wetterdaten und Achslasten, sowie auf experimenteller Basis die Lagerkräfte, erfasst. Die Messpunkte sind gleichmäßig über die gesamte Tragwerkslänge verteilt. Für die Datenerfassung wird daher ein modulares System verwendet, das auf elektrischer und digitaler Technologie basiert (z.B. elektrische Spannung, Strom, Brückenschaltungen, Bussignale). Dieses ermöglicht es, die Analog-Digital-Wandler

in der Nähe der Sensoren zu positionieren und eine einfache Vernetzung durch Reihenschaltung zu realisieren. Auf allen Messkanälen wird zeitsynchron mit frei einstellbaren Abtastraten je Messpunkt gemessen. Die Zeitinkremente liegen bei statischen Messaufgaben im Bereich von 1 bis 60 Sekunden (z.B. Lagerverschiebungen), bei hochdynamischen Messpunkten werden bis zu 2400 Werte pro Sekunde aufgezeichnet (z.B. bei den Dehnungsmessungen an der Schiene). Bei der Auswahl der gesamten Sensorik und Messtechnik war darauf zu achten, dass ein ausreichender Schutz gegen klimatischen Einfluss gegeben ist, um die Langlebigkeit unter dem Einfluss von Feuchtigkeit, Staub und Temperatur zu gewährleisten. Dies konnte durch die Auswahl der Senso-

ren erfolgen, die eine entsprechende Bauweise (z.B. mit Schutzklasse IP67 bis IP68) aufweisen, oder die Sensoren werden durch geeignete Schutzmaßnahmen (z.B. Gehäuse, Abdeckungen) geschützt. Im Folgenden werden die einzelnen Messaufgaben aufgelistet, ausgewählte dazugehörige Sensorbilder werden in Abb. 4 dargestellt.

Aufzählung der Messaufgaben:

- Lagerverschiebungen
- Dehnungsmessung am Lagersockel
- Vertikale Durchbiegung in Feldmitte
- Überbaubeschleunigungen
- Biegedehnungen am Überbau
- Schubdehnungen am Überbau
- Bauteiltemperaturen
- Wasserpegelmessung
- Dehnungen an der Schiene

Vermessung
Geotechnik
Geoinformatik
Entwicklung



intermetric
Das richtige Maß

RAIL-MONITORING MIT iGM.NET

In Cottbus muss eine Hauptquerung unter der großen Gleisanlage erstellt werden. Damit die Gleise nicht durch die unterirdischen Arbeiten zu Schaden kommen, macht die Ril 824 die Auflage: Schienen im Bereich der Pressbohrung durch Prismen beobachten.

intermetric GmbH | Industriest. 24 | 70565 Stuttgart | T +49 (711) 780039-2 | www.intermetric.de



22.-25.09.2026 - Berlin
Halle 26 - Stand 290



Abb. 9: Einsatz von Industriekletterern zur Sensorinstallation

- Beschleunigungen an der Schiene
- Lagemessungen am Gleisrost
- Achslastenmessung an der Schiene
- Wetterstation
- Faseroptische Dehnungsmessung an den Schienen und am Überbau.

Die gesamten Messdaten werden an einem Punkt (Mess-PC) am Ende der Messkette

zusammengeführt und über eine Messsoftware kontinuierlich gespeichert. Die Abtastrate wird zwischen den Überfahrtereignissen reduziert, um den Speicherbedarf der Rohdatenmenge zu verringern. Die Messdaten werden mobilfunkbasiert an eine Datenplattform übertragen, wo die Daten gespeichert, prozessiert und visualisiert werden.

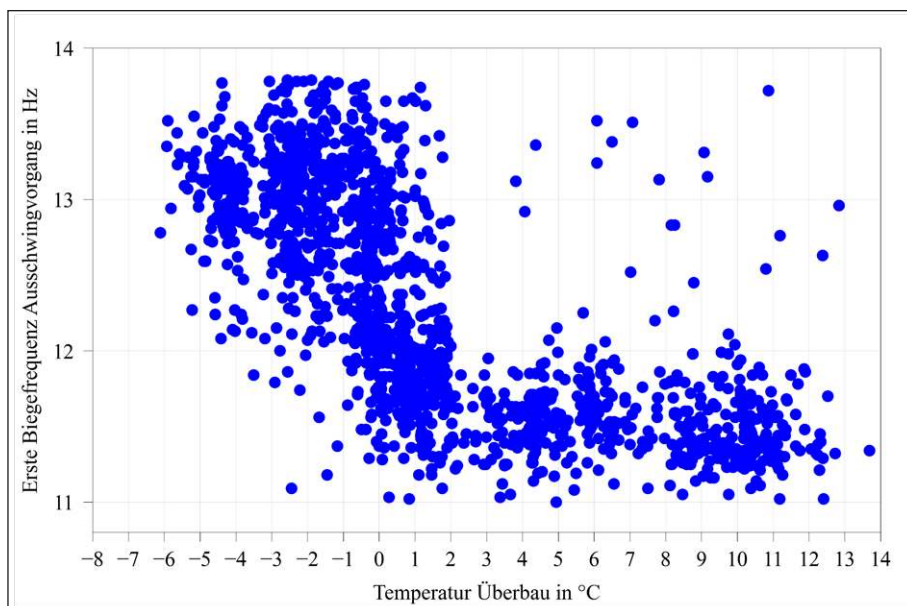


Abb. 10: Ermittelte erste Biegeeigenfrequenz der EÜ Forsterstraße Guben in Abhängigkeit von der Überbautemperatur im Zeitraum vom 15. November 2025 bis 31. Januar 2026

Quelle Abb. 10–12: TU Darmstadt

In Abb. 5 bis Abb. 7 sind beispielhaft Messdatenverläufe von einer Zugüberfahrt über die Muldebrücke dargestellt.

Umsetzung

Energieversorgung

Die Instrumentierung von Bauwerken mit Sensorik im hier vorgenommenen Umfang bedingt eine zuverlässige elektrische Energieversorgung von Sensorik, Datenverarbeitungsrechner und funkbasierter Datenübertragung. Dabei ist zu berücksichtigen, dass zahlreiche Brücken im deutschen Eisenbahnnetz nicht mit einer geeigneten elektrischen Energieversorgung ausgestattet sind, die üblicherweise für den Betrieb von Mess- und Monitoringanlagen benötigt wird.

Eine dezentrale Energieversorgung am Messort der Brücke ist wünschenswert. Dezentrale Ausführungen sind für langfristige Messstationen (bspw. mit Winterbetrieb) jedoch aus betrieblichen Gründen weniger vorteilhaft. Weiterhin bedingen diese Varianten zusätzlichen Wartungs- und Personalaufwand. Die zusätzlichen Anforderungen aus Stellflächen und ggf. Betriebsstoffen sind zudem konträr zur Installation in Hochwasserschutzgebieten.

Für die Erfassung von Langzeitdaten sollte bei Verfügbarkeit ein Anschluss an eine bestehende zentrale elektrische Energieversorgung genutzt werden. Bei einer Anbindung an die zentrale Energieversorgung gibt es neben den technischen Anforderungen auch regulatorische Anforderungen aus Sicht der Netzbetreiber. Die vorliegenden drei Messstationen werden über das 50-Hz-Landesnetz mit elektrischer Energie versorgt.

Zugangstechnik

Ein weiterer zentraler Aspekt ist die Auswahl geeigneter Zugangstechnik für unterschiedliche Arbeitshöhen, Bodenbeschaffenheiten und Stromfelder bei der Gewässerquerung. Im vorliegenden Projekt war dies besonders bei der Elbeflutbrücke II relevant, deren Untergrund aus in Magerbeton eingebetteten Steinen besteht (Abb. 8). Diese Konstruktion dient u. a. dazu, die Fließgeschwindigkeit im Überflutungsfall zu reduzieren. Aufgrund dieser Gegebenheiten konnten Hebefahrzeuge mit Luftreifen oder Kunststoffketten nicht eingesetzt werden. Hierfür wurden Arbeitsbühnen mit Vollgummireifen eingesetzt.

Für die Installation an der Muldebrücke muss die Zugangstechnik über Wiesenwege zum Bauwerk transportiert und dort standischer betrieben werden können. Für die Installation von Sensorik an drei Feldern der Strombrücke ergaben sich weitere Anforderungen. Die Montage der Sensoren wurde an den betreffenden Feldern mithilfe von Industriekletterern durchgeführt (Abb. 9). Brückenuntersichtgeräte und Schwimmpontons

erwiesen sich in diesem Fall sowohl aus technischen Gründen als auch baubetrieblich nicht geeignet.

Projektstatus Juli 2026

Die Messstationen sind aktuell in Betrieb und liefern Daten, die über eine webbasierte Plattform ausgewertet und visualisiert werden können. Es wird an der softwareseitigen Umsetzung einer automatischen Datenauswertung gearbeitet. Erste Zwischenergebnisse zeigen Zusammenhänge, die ein besseres Verständnis der Bauwerksantworten auf die vielfältigen Einwirkungen ermöglichen.

Modalanalyse

Auf Basis der SSI-Methode (Stochastic Subspace Identification) können modale Parameter mittels Messdaten gewonnen werden. So kann bspw. die erste Biege- sowie Torsionseigenfrequenz in Abhängigkeit von der Bauwerkstemperatur aus dem Ausschwingvorgang der Beschleunigungssensoren nach Zugüberfahrt ermittelt werden. So wird z. B. bei der EÜ Forsterstraße in Guben ein deutlicher Knick der Eigenfrequenzen im Bereich der Gefriertemperatur festgestellt (Abb. 10).

Bauwerksbeschleunigung

Die Daten zeigen auch den weitgehend unbekannten Zusammenhang zwischen Überbautemperatur und Überbaubeschleunigung je nach Zuggeschwindigkeit (Abb. 11). Die Überbaubeschleunigungen in vertikaler Richtung zeigen bei konstanter Temperatur eine dreifache Erhöhung bei Geschwindigkeiten zwischen 80 und 100 km/h. Bei Temperaturen unter 0°C sind die Beschleunigungen generell wesentlich geringer. Daraus lässt sich z. B.

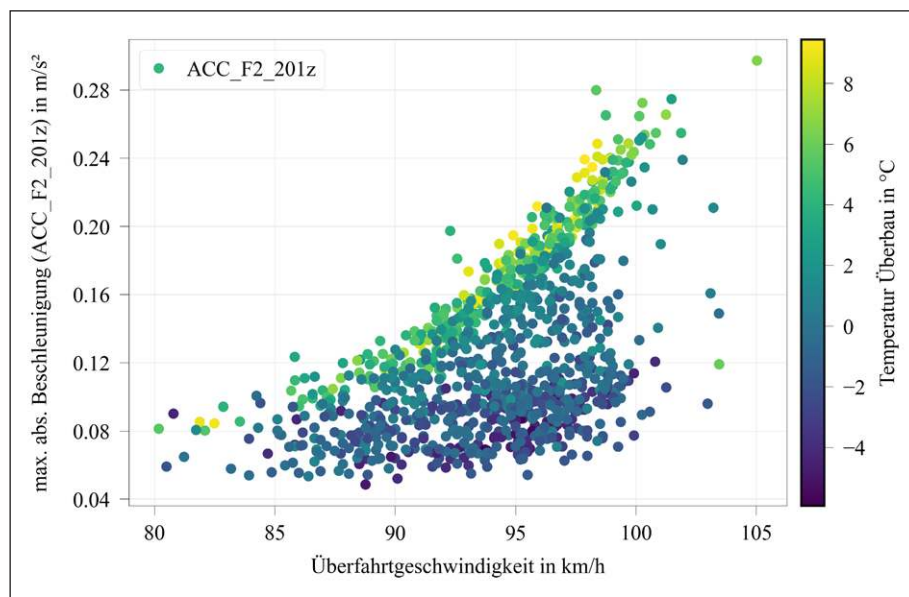


Abb. 11: Gemessene maximale Überbaubeschleunigung an der EÜ Forsterstraße Guben in Feldmitte in Abhängigkeit von der Zuggeschwindigkeit und der Überbautemperatur im Zeitraum vom 1. Dezember 2025 bis 31. Januar 2026

indirekt die versteifende Wirkung des gefrorenen Oberbaus quantifizieren.

Lagerkräfte

Die installierten Dehnungssensoren zur mehraxialen Messung der Dehnungsverhältnisse am Überbau in Auflagernähe geben indirekt Auskunft über die Lagerkräfte infolge Zugüberfahrt (Abb. 12), einschließlich der dynamischen Vergrößerung. Aus diesen Daten können bspw. Lastkollektive für den Nachweis der Ermüdungssicherheit von Brückenlagern gewonnen werden.

Verkehrszusammensetzung

Durch die installierte Sensorik werden nicht nur bauwerksbezogene Daten erhoben. Mittels Achslastmessstellen werden bspw. Achslasten, -abstände, Anzahl der Achsen sowie Zuggeschwindigkeit erfasst. Mithilfe von Algorithmen zur Umrechnung werden aus diesen Daten zudem die Zugkonfigurationen bestimmt. Erste Auswertungen geben einen Einblick in das Verkehrsaufkommen, mit dessen Hilfe in Zukunft bspw. Berechnungslastmodelle überprüft und verbessert werden können.

Durchdacht geplant

IHR PARTNER FÜR EFFIZIENTE INGENIEURBAUPLANUNG

Wir sind Experten für die Ausführungsplanung von Lärmschutzwänden, Bahnsteigdächern und Signalauslegern. Das Leistungsspektrum unserer beiden Planungsbüros in **Dresden** und **Stuttgart** umfasst:

› **Objekt-, Tragwerks-, Werkstatt- und Montageplanung im Stahlbau und im konstruktiven Ingenieurbau**

› **Spezialisierung auf folgende Bauwerke: Lärmschutzwände, Signalausleger, Bahnsteigdächer, Geotechnische Bauwerke (u.a. Stützwände)**

Neben der Planung bieten wir Ihnen außerdem den Bau innovativer Lösungen für wirkungsvolle Schallschutzmaßnahmen, Signalausleger sowie Schienenstegdämpfer als Komplettlösung aus einer Hand an.

Perfektion ist unser Anspruch – Qualität ist unsere Garantie!

infra-tec GmbH

www.infra-tec.de

P +49 2662 94309-0 | info@infra-tec.de

infra-tec
steel for mobility

InnoTrans 2026

22 – 25. Sept.

Messe Berlin

Besuchen Sie uns:

Halle 26, Stand 870



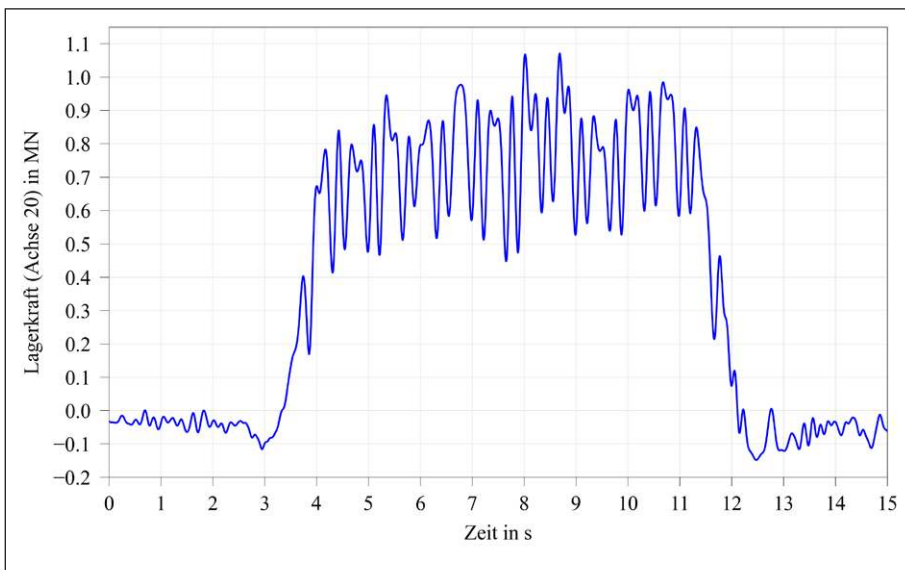


Abb. 12: Über den gemessenen Dehnungstensor indirekt ermittelte vertikale Lagerkraft an Achse 20 der EÜ Elbeflutbrücke II bei einer Zugüberfahrt

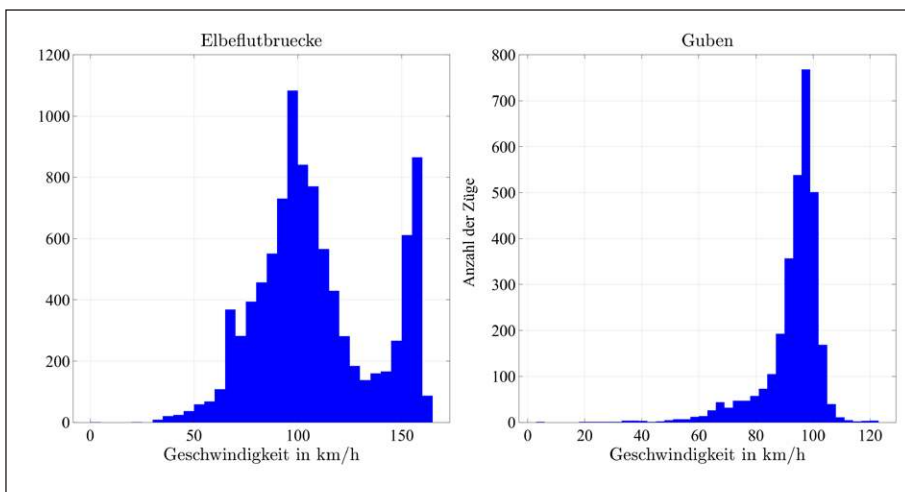


Abb. 13: Erfasste Anzahl von Zügen und dazugehörige Geschwindigkeit im Zeitraum August bis September 2025 auf der EÜ Elbeflutbrücke II (links, insgesamt 9561 Züge) und der EÜ Forsterstraße Guben (rechts, insgesamt 3087 Züge)

Quelle: REVOTEC zt GmbH

Fazit

Im Rahmen des Projektes werden Langzeitdaten an drei Eisenbahnbrücken erhoben. Drei Brücken wurden im ODT des DZSF, jeweils mit mehreren hundert Messpunkten, instrumentiert.

Die Datengrundlage wird im Rahmen von weiteren Analysen zu Langzeiteinwirkungen auf die Brücken unter Berücksichtigung von Betriebs- und Umwelteinflüssen verwendet. Diese Daten sollen dem Verkehrssektor bei Planung, Bau und Betrieb von Ingenieurbauwerken dienen.

Aus dem Realbetrieb werden darüber hinaus Fahrzeugdaten gewonnen. Im Langzeitverlauf lassen sich daraus sowohl fahrzeugtechnische als auch bahnbetriebliche Erkenntnisse ableiten.

Die gesamte Messkampagne dient auch zur Evaluierung von Messkonzepten an Eisenbahnbrücken im Allgemeinen und deren Umsetzungsmöglichkeiten. Zusätzlich werden Erkenntnisse für die Gestaltung und den Dauerbetrieb von Messstationen gewonnen. Perspektivisch soll der Standardisierungsgrad für Messstationen erhöht werden. Dies umfasst auch Planungs- und Genehmigungsprozesse sowie zukünftige Varianten der Energieversorgung von Messstationen. Die Autoren bedanken sich an dieser Stelle für die Unterstützung bei der DB InfraGO AG (Netz Cottbus und Netz Leipzig). Die erfolgreiche Zusammenarbeit von Auftragnehmer, Auftraggeber, Infrastrukturbetreiber und Dritten ermöglicht erst die Gewinnung übergreifender Daten. ■

DOI: 10.61067/260812

QUELLE

[1] DBV (Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V.): Merkblatt Brückenmonitoring: Planung, Ausschreibung und Umsetzung, Eigenverlag, Berlin, 2018

Dr.-Ing. Falk Angermann

Fachbereich Strategie
Koordination Offenes Digitales Testfeld
Deutsches Zentrum für
Schienenverkehrsforschung, Dresden
forschung@dzsf.bund.de

Dr.-Ing. Tomás Arana Villafán

Wissenschaftlicher Referent
Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung,
Dresden
aranat@dzsf.bund.de

Dr.-Ing. Andrei Firus

Geschäftsführer
isea tec GmbH, Konstanz
andrei.firus@iseatec.de

DI Michael Vospernig

Geschäftsführender Gesellschafter
Revotec zt gmbh, AT-Wien
michael.vospernig@revotec.at

Max Brandenstein, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Institut für Statik und Konstruktion
Technische Universität Darmstadt, Darmstadt
brandenstein@ismd.tu-darmstadt.de

Prof. Dr.-Ing. Clemens Hübler

Leitung Fachgebiet
„Datengetriebene Baudynamik“
Institut für Statik und Konstruktion
Technische Universität Darmstadt, Darmstadt
huebler@ismd.tu-darmstadt.de

Bauvermessung – eine unterschätzte Schlüsselfunktion

Einblick in die Praxis von Vermessungsleistungen seitens ausführender Unternehmen – insbesondere auf Großprojekten wie der Sanierung von Korridoren

GUIDO KOSSERT

Im Kontext der Korridorprojekte ist nicht nur das Volumen an zu erbringenden Bauleistungen aufgrund der Größe der Projekte und deren Komplexität gewachsen, auch die baunahen Leistungen haben deutlich an Umfang hinzugewonnen. Dies betrifft in besonderem Maße die Vermessung – vor dem Projektstart wie auch währenddessen. Sie steht dabei in einem Spannungsfeld zwischen zeitlicher Verdichtung und knapper werdenden personellen Ressourcen. Diese Lücke wird z. T. durch neue, effizientere Technologien geschlossen. Der folgende Beitrag wirft einen Blick auf eine Auswahl typischer Anwendungsbeispiele im Bereich des Bahninfrastrukturbaus.

Vom Stativ zum Sensor: LiDAR und Co. definieren die Bauvermessung neu

Im Rahmen eines Bauvorhabens sind neben der eigentlichen Bautätigkeit in der Regel auch Vermessungsleistungen durch die ausführenden Unternehmen zu erbringen bzw. zu beauftragen. Diese betreffen u. a. die Aufnahme von ergänzenden Daten im Vorfeld der Arbeiten, z. B. für die Ausführungsplanung oder als Grundlage für die Steuerung von Gleisbaumaschinen zur Herstellung der Soll-Gleislage sowie das Abstecken verschiedenster Baumaßnahmen, insbesondere im Bereich des Ingenieurbaus. Auch zur Kontrolle und zum Nachweis des erreichten Soll-Zustands sowie der Einhaltung des Lichtraumprofils, bspw. an Engstellen, sind Vermessungsleistungen notwendig.

Je nach Größe und Komplexität des jeweiligen Projekts können die Bedarfe an aktuellen Vermessungsdaten sehr umfangreich sein, entziehen sich aber als Leistungen, die vornehmlich im Vorfeld, während Baupausen oder im Nachgang durchgeführt werden, meist der Wahrnehmung in der Betrachtung von Projekten. Dabei sind sie essenziell für die zielgenaue Umsetzung der Baumaßnahmen und ein nicht zu unterschätzender Zeit- und Kostenfaktor. Die individuellen Aufwände werden von vielen Faktoren beeinflusst, nicht zuletzt von der Verfügbarkeit entsprechender personeller Kapazitäten. Konnten in der Vergangenheit



Abb. 1: Korridorsanierung Hamburg – Berlin: Insbesondere im Bereich von Verkehrsstationen bedingen zahlreiche Bauwerke einen hohen Bedarf an Vermessungsdaten.

Quelle aller Abb.: Spitzke SE

größere Vermessungsbedarfe durch den Einsatz von mehr Personal bedient werden, ist heute Technologie entscheidend, um die Erfassung benötigter Daten auch bei einer deutlich geringeren Zahl verfügbarer Fachkräfte zu gewährleisten. Darüber hinaus ermöglichen neue Technologien wie LiDAR-Systeme (Light Detection and Ranging) nicht nur die Erfassung deutlich größerer Datenmengen mit weniger Personaleinsatz und in kürzerer Zeit. Sie bieten auch neue Anwendungsmöglichkeiten, die über das klassische Vermessen der örtlichen Gegebenheiten hinausgehen und z. B. in der Materiallogistik die Effizienz verbessern. Größere Datenmengen bedeuten aber auch, dass sich die Arbeitsvolumina von der Strecke ins Büro verlagern, da je nach Zielsetzung und eingesetzter Software mit großen Rechenkapazitäten zur Datenaufbereitung geplant werden muss. Auch der Bedarf an Speichervolumen und probaten Möglichkeiten zum Datentransfer ist nicht zu unterschätzen und bewegt sich bei größeren Projekten inzwischen schnell im Terabyte-Bereich. Zudem sind entsprechende Sensoriken heute zwar

breiter am Markt und damit auch zu akzeptablen Kosten verfügbar, dennoch sind auch das beträchtliche Investitionen.

Vor Beginn der Baumaßnahmen

In der Regel werden ausführenden Unternehmen Vermessungsdaten vom Auftraggeber z. B. im Rahmen der Entwurfsplanung übermittelt, entweder aus eigenem Bestand oder durch beauftragte Dienstleister er-



Abb. 2: Drohne (DJI M300 RTK) mit montiertem LiDAR-System für die Erfassung im Überflug



Abb. 3: Tragbares LiDAR-System (True View GO) mit Interface und ergonomischer Tragehilfe



Abb. 4: Auf dem Korridor Nürnberg – Regensburg waren die Standorte der Oberleitungsmaste derart unzugänglich, dass in vielen Bereichen Gründungsrohre, Maste und Kofferrundamente eingeflogen wurden.

fasst. Zudem stellt die DB InfraGO häufig, insbesondere bei Großprojekten, über die X2BIM-Plattform Überflugdaten zur Verfügung. Dennoch ist die Datenlage bei einem Streckennetz von gut 39 000 km zwangsläufig nicht ohne Herausforderungen. So finden sich in besonderem Maße bei Bestandsdaten große, meist historisch gewachsene Unterschiede, bspw. im verwendeten Koordinatensystem. Während neuere Daten im Bereich der Bahninfrastruktur in der Regel auf dem Standard DB_REF 2016 basieren, der seinerseits den älteren Standard DB_REF 2003 ersetzte, findet sich in manchen Regionen begrenzt sogar noch das System Gauß-Krüger, das von 1935 bis 2010 in der Bundesrepublik der Standard war. In der ehemaligen DDR waren es Projektionen auf das Krassowski-Ellipsoid, die teilweise noch bis 2015 Verwendung fanden. Diese sind nicht deckungsgleich, was entsprechende Korrekturen und Überprüfungen nach sich zieht. Auch gibt es vor allem bei älteren Nebenstrecken nicht immer Bestandsdaten, oder selbige sind durch natürliche Verwerfungen, Umbaumaßnahmen (insbesondere in Verkehrsstationen) oder auch Naturkatastrophen wie der Flut von 2021 [1] obsolet geworden. Im Kontext der Korridorprojekte kommt hinzu, dass die zu vermessenden Streckenabschnitte und Baubereiche derart dimensioniert sind, dass aufgrund der benötigten Zeit zur Sichtung, Erhebung und Aufbereitung neuer Vermessungsdaten zwischen den jüngsten und den ältesten Datensätzen durchaus Monate, ggf. sogar Jahre liegen können, sich also die Gegebenheiten in der Zwischenzeit möglicherweise verändert haben. Dies ist vor allem dort relevant, wo in der Ausführung enge Toleranzwerte eingehalten werden müssen, wie bei der

Maschinensteuerung oder in Bahnhofsbereichen, die besondere Anforderungen an die Einhaltung des Lichtraumprofils stellen.

Dadurch ergibt sich für die Ausführungsplanung in unterschiedlichem Maße die Notwendigkeit für ergänzende Vermessungsleistungen im Vorfeld der eigentlichen Baumaßnahmen. Hinzu kommt, dass auch bei guter anfänglicher Datenlage dennoch zusätzliche Messungen zur Klärung von Detailfragen nötig sein können, z. B. wenn während der Planung mögliche Kollisionen identifiziert werden, oder es sich zeigt, dass mehr Querprofile zur Darstellung der Gleisgeometrie nötig sind als ursprünglich ausgeschrieben. Im Falle des Korridorprojekts Nürnberg – Regensburg, für das Spitzke abschnittsweise verantwortlich zeichnete, hat z. B. eine geplante Umtrassierung von dem nicht mehr zulässigen Gleisabstand von 3,5 m auf die für Neubauten vorgeschriebenen 4,5 m einen besonders genauen Blick auf mögliche Zwangsbedingungen durch unveränderliche Parameter wie Brücken oder Mastpositionen erfordert.

Wie die Vermessungsleistungen ausgestaltet und durchgeführt werden, hängt von der jeweiligen Aufgabenstellung und den Gegebenheiten vor Ort sowie der Zugänglichkeit der sich meist noch im Betrieb befindlichen Strecke ab – immer unter der Gewährleistung der persönlichen Sicherheit. Bei der Sanierung des Korridors Hamburg – Berlin (Abb. 1), die Spitzke zusammen mit Leonhard Weiss in Los 2 umgesetzt hat, begannen die Vermessungsarbeiten in den Spitzke zugeteilten Bauabschnitten bereits gut ein halbes Jahr vor Beginn der Hauptbauphase – nicht zuletzt auch, weil für die Aufbereitung der neu erfassten Daten und den Abgleich mit den bereitgestellten Soll- und Ist-Daten im Minimum mehrere Wochen, gegebenenfalls Monate eingeplant werden mussten. Auch bei der Sanierung des Korridors Rechter Rhein, die sich seit Juli 2026 in der Ausführung befindet, waren umfangreiche Vermessungsleistungen im Vorfeld notwendig, wenn auch in unterschiedlicher Ausprägung.

Erfassung im laufenden Betrieb

Zur Bestandsaufnahme bzw. Aktualisierung bestehender Datensätze bietet sich eine Befahrung verbunden mit dem Einsatz von Mobile-Mapping-Systemen (MMS) an. Für das Netz der DB InfraGO ist das MX9 des Herstellers Trimble für die Gleisvermessung nach Ril 883 zugelassen [2]. Die MMS sind als Multisensorplattformen konzipiert, die meist mit LiDAR,ameratechnik, GNSS (Global Navigation Satellite System) und IMU-Sensorik (Inertial Measurement Unit) ausgestattet sind und so in Kombination der unterschiedlichen Messverfahren auch bei Tunnelfahrten oder in verdecktem Gelände eine exakte Positionierung der über LiDAR erhobenen Messdaten gewährleisten.

Die IMU erfordert allerdings eine Mindestgeschwindigkeit, damit es in Bezug auf die Weggebung verlässliche und regelkonform verwertbare Daten liefert. In der Regel sollte die Geschwindigkeit über 40 km/h liegen, neuere Systeme liefern auch bereits bei 20 km/h gute Ergebnisse. Dennoch sollten bei der Planung der Befahrung Standzeiten vermieden werden, da dann ggf. der Messvorgang neu initialisiert werden muss. Eine Vermessung mit MMS über längere Strecken während der Bauausführung ist somit wesentlich schwerer umsetzbar und oft nicht praktikabel, da hier mit der Belegung der Gleise durch die jeweiligen Bauspitzen und daher häufigeren Standzeiten zu rechnen ist. Eine Alternative wäre hier der Einsatz eines mobilen GEDO IMS-Systems, das aufgrund der Kombination aus Gleismesswagen und IMU-Sensorik nicht auf durchgehende, konstante Befahrbarkeit angewiesen ist. In allen drei genannten Korridorprojekten wurden die Messsysteme MX9 und GEDO IMS von Gi-Consult als beauftragtem Nachunternehmer erfolgreich eingesetzt bzw. sind die Vermessungsfahrten vor der Inbetriebnahme geplant worden.

Mittels MMS lässt sich während des Befahrens ein vergleichsweise detailliertes Bild der Gleislage und auch der gleisnahen Umgebung erhalten. Die Anforderungen an eine Mindestgeschwindigkeit beeinträchtigen zwar die Auflösung, sodass in bestimmten Bereichen Detailmessungen erforderlich sein könnten, im Schnitt reduziert sich jedoch der Aufwand für die Erfassung von ca. 100 km Strecke mittels Befahrung und MMS auf knapp einen Tag. Der eigentliche Aufwand entsteht wie bei fast allen modernen Messmethoden während der Aufbereitung der Messdaten im Nachgang. Zur Erfassung im laufenden Betrieb eignet sich bei vorliegender Überfluggenehmigung auch der Einsatz einer mit LiDAR-Sensorik ausgestatteten Drohne (Abb. 2). Diese Methode hat gerade in unzugänglichen Gleisbereichen Vorteile, da hier je nach Konfiguration sehr hohe Datendichten in der Punktwolke erreicht werden, ohne dass sich der Drohnenpilot im Gleis- bzw. Gefahrenbereich bewegen muss.

Erfassung von Hanglagen

Bei Hanglagen kommen meist mehrere limitierende Faktoren zusammen. Oft sind die Streckenabschnitte nicht gefahrlos von außen zugänglich. Zudem sind Hänge mitunter auch geologischen Verschiebungen sowie Erosion ausgesetzt, sodass nicht nur die Gleislage, sondern auch der Hang selbst erfasst werden muss, um Umtrassierungen vorzubereiten oder weil, wie beim Korridor Rechter Rhein, umfangreiche Hangsicherungsmaßnahmen projektiert sind, die ebenfalls auf aktuelle Vermessungsdaten zur Planung und Absteckung angewiesen sind. Auch hier kann eine Befahrung mit MMS oder ein Überflug

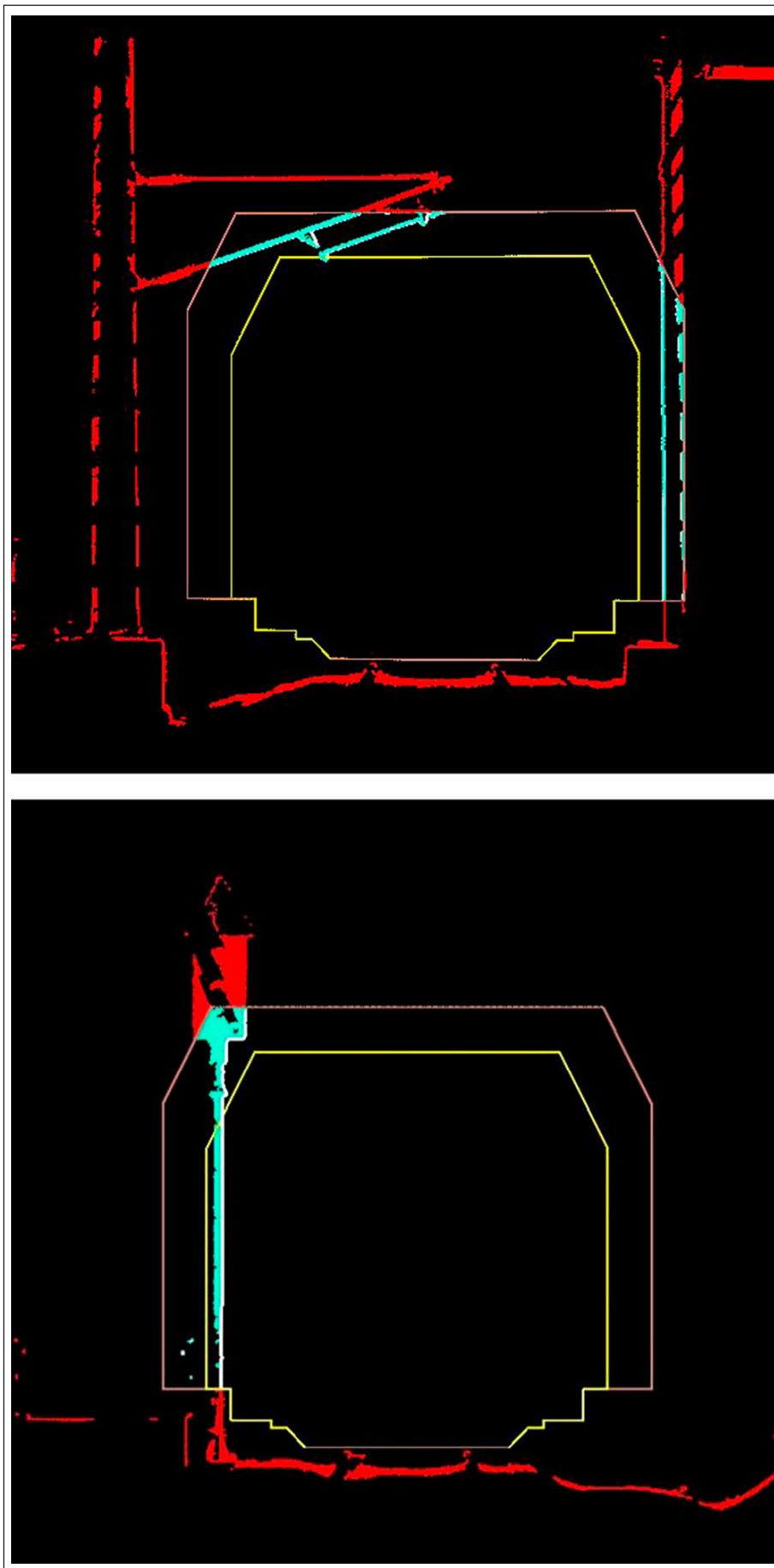


Abb. 5: Visualisierung von Engstellenmessungen mit Lichtraumprofil im Bahnhofsbzw. Signalbereich



Abb. 6: Abbildung einer Eisenbahnüberführung als Punktwolke auf dem Projekt Neustadt-Glewe – Parchim, erfasst mittels LiDAR-Handscanner

mittels Drohne eine Datenbasis schaffen, die ggf. mit einem gleisgebundenen System oder LiDAR Handscannern (Abb. 3) auf gesperrter Strecke ergänzt wird.

Kampfmittelsondierung

Die Überprüfung des jeweiligen Baufelds auf Kampfmittel hat augenscheinlich wenig mit Vermessungsleistungen zu tun, dennoch sind sie in bestimmten Fällen notwendig, insbesondere bei der Elektrifizierung von Strecken bzw. der Erneuerung von Oberleitungsanlagen, die tiefgehende Erdarbeiten erfordern. Gerade bei Großprojekten

mit entsprechenden Streckenlängen wäre es schlicht nicht umsetzbar, den gesamten Gleisbereich vollständig zu sondieren. Sinnvoller ist es daher, die Sondierung nur in den Bereichen durchzuführen, in denen tatsächlich Erdarbeiten erfolgen werden, wie an den künftigen Standorten der Oberleitungsmaste. Diese müssen entsprechend abgesteckt werden – so geschehen beim Korridorprojekt Nürnberg – Regensburg knapp ein Jahr vor Baubeginn. Zur groben Orientierung der Sondierungsteams ist eine millimetergenaue Einmessung unnötig, da in der Kampfmittelsondierung ohnehin mit

einem deutlichen Sicherheitspuffer gearbeitet wird. Die Wahl der eingesetzten Vermessungstechnik kann sich verhältnismäßig frei den Gegebenheiten vor Ort (Abb. 4) und der Aufwandsoptimierung anpassen. Im Fall von Nürnberg – Regensburg kamen hier mehrheitlich RTK-Rover zum Einsatz, die dank GNSS eine Genauigkeit von $\pm 2-3$ cm erreichen. Im Rahmen einer Begehung wurden mit zwei Rovern innerhalb von zwei Wochen 1180 OLA-Maststandorte abgesteckt. Die herkömmliche Methode mittels Tachymeter hätte mindestens das Doppelte an Zeit in Anspruch genommen.

Während bzw. nach Bauausführung

In laufenden Projekten sind üblicherweise ebenfalls zahlreiche Vermessungsleistungen notwendig. Ein Großteil betrifft naturgemäß das Abstecken der projektierten Baumaßnahmen mit besonderem Fokus auf Ingenieurbauprojekte, die mehrheitlich im Bereich von Verkehrsstationen angesiedelt sind und entsprechend exakte Vermessungsdaten benötigen. Selbiges gilt für das zweite große Aufgabenfeld, die Dokumentation der umgesetzten Maßnahmen für den Auftraggeber verbunden mit einem Soll-Ist-Vergleich sowie ggf. für die Geltendmachung von notwendigen Nachträgen. Die hier zum Einsatz kommenden Verfahren umfassen nahezu die gesamte Bandbreite an zulässigen Optionen – je nach Gegebenheit und Bedarf. Ein wesentlicher Punkt während bzw. nach Bauausführung ist die Dokumentation von Engstellen. Darüber hinaus ermöglichen moderne Vermessungstechnologien aber auch die Unterstützung in der direkten Bauausführung, bspw. bei logistischen Fragen.



Abb. 7.: Erfassung eines Haufwerks auf einer Lagerfläche auf dem Projekt Hamburg – Berlin mit LiDAR

Engstellenmessung

In der Regel sind auf Bestandsstrecken alle relevanten Engstellen bekannt und in den im Rahmen der Vergabe vom Auftraggeber bereitgestellten Daten verzeichnet. Am häufigsten sind sie sicherlich im Bereich von Brücken, Signalen, Tunneln und insbesondere in Verkehrsstationen zu finden (Abb. 5). Nach der Bauausführung müssen sie entsprechend neu vermessen werden, um sicherzustellen, dass weiterhin der gefahrlose Betrieb gewährleistet ist und eventuell durch projektierte Maßnahmen hinzugekommene neue Engstellen Eingang in die Bestandsdaten finden. Auf freier Strecke genügt dabei in der Regel die punktuelle Erfassung, da sich Engstellen hier rein visuell ausschließen lassen oder sich nur auf bestimmte Gleisabschnitte beschränken (Abb. 6). Anders ist die Situation im Bereich von Verkehrsstationen, in denen Infrastruktur sehr verdichtet ist. Bauliche Maßnahmen müssen hier penibel begleitet und dokumentiert werden.

Erfassung von Materialvolumen

Auf Projekten werden umfangreiche Materialvolumina bewegt, für die Transportkapazitäten idealerweise bereits im Vorfeld organisiert wurden. Dies betrifft in erster Linie Schwellen, Schienen und nicht zuletzt Schotter. Aber auch Erdreich muss häufig in relevanten Größenordnungen umgeschlagen werden. Auf dem Bauvorhaben Neustadt-Glewe – Parchim, das parallel zum Korridorprojekt Hamburg – Berlin realisiert wurde, waren umfangreiche Leistungen im Bereich der Randwege und am Bahndamm selbst projektiert. Die vorliegenden Planungsdaten und fotografischen Dokumentationen der Ist-Lage ließen aufgrund von

Veränderungen der Gegebenheiten sowie der Vegetation keine ausreichenden Schlüsse auf die zu bewegendes Erdvolumina zu. Hier konnte LiDAR helfen. Binnen eines Tages wurde während der bereits bestehenden Sperrung im Zuge der Korridorsanierung der betroffene Gleisabschnitt von rund 16 km Länge von beiden Seiten aus mit LiDAR-Handscannern in einer Begehung erfasst. Durch die LiDAR-Technologie war es möglich, Vegetation und ähnliche verfälschende Elemente zu klassifizieren und zielgenau das jeweilige Volumen an abzufahrenden bzw. auszubringenden Erdmengen zu berechnen und die Transporte zielgenau, effizient und ressourcenschonend zu planen.

Auch Materialmengen auf Baueinrichtungsflächen lassen sich in ihrem Volumen mittels LiDAR-Handscannern zeiteffizient und genauer erfassen, als es mit bloßer Anzahl von Lkw-Einsätzen oder anderen Verfahren möglich wäre – insbesondere, wenn das Material nicht in einer geometrisch perfekten Kegelaufschüttung lagert (Abb. 7). Auch hier genügt es, die Aufschüttung einmal mit dem Scanner umlaufend zu erfassen und das Volumen mittels Software berechnen zu lassen.

Fazit

Auch wenn die hier beschriebenen Fallbeispiele keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, sollte doch deutlich geworden sein, wie entsprechend projektierte sowie ausreichend mit technischen und zeitlichen Optionen ausgestattete Vermessungsleistungen die Umsetzung von Großprojekten unterstützen und zur Effizienzsteigerung beitragen können. Neue Technologien erweitern diese Möglichkeiten beständig und tragen nicht nur dazu bei, mehr Daten

gezielter und in kürzerer Zeit zu erheben, sondern reduzieren den Einfluss auf den laufenden Betrieb durch die Vermeidung von Sperrungen und erhöhen zudem die Sicherheit für die durchführenden Personale z.B. auf schwer zugänglichen Gleisabschnitten. Wesentlich ist jedoch, dass die Vermessung in ihrer Relevanz wahrgenommen wird und ausreichend Anstrengungen unternommen werden, um genügend Nachwuchs für dieses spannende Feld in der Bahninfrastruktur zu begeistern. Dazu gehört auch, das Potenzial neuer Technologien zu erkennen und dessen Nutzung durch eine entsprechende Zulassungspraxis zu ermöglichen. ■

QUELLEN

[1] Bauer, F.; Sauer, C.: Wiederaufbau der Eifelstrecke nach Flutschäden, EI 03/2023, S. 44–48

[2] Ramann, J.; Sinning, A.; Wegner, V.: Einführung von Mobile Mapping für die Gleisvermessung, EI 04/2023, S. 19–24



Guido Kossert

Vermessungsingenieur
Spitzke SE, Großbeeren
guido.kossert@spitzke.com

Wir sind dort, wo Ihre Kunden sind.
und so geht es weiter ...

**DER
EISENBAHN
INGENIEUR**

SEPTEMBER
Heft 9

22.09. - 25.09.26
30. InnoTrans 2026,
Berlin

NOVEMBER
Heft 11

12.11. – 13.11.2025
26. Internationaler SIGNAL+
DRAHT-Kongress, Fulda

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

Änderungen vorbehalten.

Oberleitungsmast trifft Brücke – Verankerung im Gefecht der Gewerke

Warum Oberleitungsmastverankerungen klare Regeln für Lastansatz, Ermüdung und Horizontalkraftabtrag brauchen

ANNETT MÄHL | BERND BÜLTEMEIER |
TRISTAN MÖLTER

Die Verankerung von Oberleitungsmasten auf Eisenbahnbrücken ist eine zentrale Schnittstelle zwischen Oberleitungsplanung und Konstruktivem Ingenieurbau (KIB). Während Ankerkörbe hohe Zugkräfte sicher aufnehmen können, bleibt der regelgerechte Abtrag von Horizontalkräften sowie ermüdungsrelevanten Druck- und Sogbeanspruchungen in der Praxis häufig ungeklärt. Der Beitrag ordnet die maßgeblichen Bemessungsansätze ein, zeigt typische Konflikte anhand von Praxisbeispielen und leitet Anforderungen an wirtschaftliche, robuste und normgerechte Lösungen ab.

Einleitung

Der Bauablauf von Eisenbahnbrücken ist oftmals ähnlich. Die Planung der Eisenbahnbrücke ist fast fertig, die Tragstruktur steht fest, und die Fundamente werden schon auf der Baustelle erstellt. Die Ziellinie zur Inbetriebnahme scheint in Sichtweite zu sein, und es verbleibt die Planung von vermeintlichen Kleinigkeiten wie beispielsweise die Verankerung von einem Oberleitungsanlagen(OLA)-Mast auf der Randkappe. Der Planer wählt wie gewohnt einen geeigneten Ankerkorb und reicht diesen noch zur Prüfung ein. Und trotzdem endet die Planungsgeschichte hier nicht. Der Grund ist, dass sich die Regelwerke OLA und KIB beispielsweise hinsichtlich der Vorgaben zum Horizontalkraftabtrag quer zur Achse der Verankerung unterscheiden. Außerdem geht die OLA-Planung von ausschließlich quasi-statischen Lasten aus, wogegen die KIB-Planung den Lastanteil aus Druck/Sog-Beanspruchung als ermüdungswirksam betrachtet.

Das Besondere ist: Bei der Verankerung handelt es sich um die Schnittstelle von der OLA-Planung zur KIB-Planung. Dabei ist zu beachten, dass es sich bei den OLA-Masten um bauliche Anlagen handelt, welche demnach den bauaufsichtlichen Vorgaben unterworfen sind. Die OLA-Planung vernachlässigt dabei eingeführte Normen und Richtlinien des KIB.

Verankerungs- und Befestigungssysteme

Ankerkörbe

Oberleitungsmasten auf Bauwerken der Deutschen Bahn AG (DB) werden mit Ankerkörben aus Ankerstäben nach Regelwerken der DB [1, 2] befestigt. Bei den Ankerstäben handelt es sich um reibgeschweißte Verbindungen von einem Edelstahlgewindebolzen A4 mit einem Betonstahl B500 B zur Verankerung der Fußplatte mit dem Konstruktionsbeton. Die aus dieser Verbindung entstandenen Ankerstäbe werden üblicherweise als Einlegeteile vor dem Betonieren in die Schalung und Bewehrung eingebaut. Ein nachträglicher Einbau der Ankerstäbe ist möglich, stellt aber die Ausnahme dar.



Abb. 1: Oberleitungsmast auf einem Bauwerk
Quelle: A. Mähl

Es dürfen ausschließlich Systeme mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis verwendet werden [3]. Diese Systeme haben sich über einen langen Zeitraum bewährt.

Die Ankerstäbe (auch Verankerungen, Ankerstäbe oder Zugankerstäbe) sind geeignet, durch statische und ermüdungsrelevante axiale Lasten beansprucht zu werden. Gemäß dem zur Anwendung kommenden Bemessungskonzept als Bewehrungsendverankerung auf Grundlage der DIN EN 1992-1-1 [4] (Bemessungsverfahren A) und dem aktuellen Stand der Produktzulassung ist eine Belastung der Ankerstäbe quer zur Achse rechnerisch ausgeschlossen.

Verankerungen können auch bei eher engen Geometrien mit kleinen Rand- und Achsabständen, aber ausreichender Einbautiefe, große Zugkräfte aufnehmen, allerdings sind für den Abtrag der Lasten quer zur Ankerachse zusätzliche Bauteile – wie beispielsweise eine Schubknaagge – erforderlich.

Die Abmessungen der Ankerkörbe und Gewindegrößen, üblicherweise M30 bis M56, werden seitens der OLA-Planung mit Auswahl des Mastes und der zugehörigen Fußplatte gemäß den Ebs Zeichnungen [5] vorgegeben und sind nicht das Ergebnis der statischen Berechnung der Verankerung.

Befestigungen nach DIN EN 1992-4 – beispielsweise Betonschrauben

Befestigungen im Sinne von DIN EN 1992-4 (Bemessungsverfahren B) [6] können Zuglasten und Lasten quer zur Stabachse aufnehmen,



Abb. 2: 16-fach Ankerkorb für
Aufsetz-Winkelmaste
Quelle: B. Bültemeier

dabei sind jedoch die Widerstände gegen Zuglasten in der Regel geringer als die der Ankerkörbe nach Zulassung. Die für die Befestigung von Oberleitungsmasten typische randnahe Einbausituation und die mit Hebelarm wirkende Querkraft wird von der Norm nicht erfasst, daher ist eine Bemessung unter statischer Beanspruchung nach Heft 615 des DAfStb [7] durchzuführen. Für den Nachweis auf dem Niveau der Dauerfestigkeit fehlt aktuell der normative Hintergrund, und unseres Wissens nach sind für diese Anwendung bis dato keine Zulassungen durch das DIBt erteilt worden.

Für Anwendungen im Bereich der DB stellt die Betonschraube der Toge Dübel GmbH & Co. KG eine Ausnahme dar, die für Befestigungen unter ermüdungsrelevanter Querkraft mit Hebelarm eingesetzt werden darf. Allerdings steht sie nur bis zur Gewindegröße M24 zur Verfügung und deckt damit nicht den erforderlichen Größenbereich M30 bis M56 ab. Sie kommt nur im Ausnahmefall zur Anwendung.

Darüber hinaus sind aktuell keine Produkte zur Anwendung verfügbar, die auf Basis der DIN EN 1992-4 Zug- und Querkraften über den Ankerstab abtragen und alle spezifischen Anforderungen an Oberleitungsmastverankerungen erfüllen.

Bemessung

Grundlagen, Einwirkungen

Eines der maßgeblichen Regelwerke auf Seiten der KIB-Planung für die Planung, Bemessung und Herstellung von Oberleitungsmastverankerungen ist die Anlage Ei A 1.2.3/3 der EITB 2025/1 [8]. Die wesentlichen Forderungen bezüglich der Bemessung sind die Berücksichtigung von ermüdungsrelevanten Lasten und der Abtrag der Horizontallasten quer zur Ankerachse auf Basis des einschlägigen Regelwerkes mit Verweis auf die DIN EN 1992-4. Beide Forderungen zusammen ergeben aus Sicht der Autoren unter Berücksichtigung der bisherigen Ausführungen zwangsläufig die Anordnung einer Schubknagge o. ä. wirkender Elemente zum Abtrag der Horizontallasten. Auf Seiten der OLA-Planung werden die Ausführungen in den EITB [8] jedoch in der Art interpretiert, dass bei Verankerungen mit Ankerkörben keine Schubknaggen erforderlich und ermüdungsrelevante Lasten nur in Ausnahmefällen bei Unterschreitung bestimmter Mindestgleisabstände und Überschreitung zugeordneter Streckengeschwindigkeiten zu beachten wären.

Die Erforderlichkeit für den Ansatz der ermüdungsrelevanten Lasten beruht auf den Untersuchungen der HTW Dresden [9]. Die Feldmessungen zeigen, dass die Ankerstäbe ohne Ansatz der Reibung und der Adhäsion deutlich auf Ermüdung beansprucht werden. Die Tatsache, dass die Belastungsgrenze nicht erreicht wird, liefert aus Sicht der OLA-Planung die Rechtfertigung, ermüdungsrelevante Lasten in der Regel zu vernachlässigen.

Dieser Ansatz deckt sich mit den Bestimmungen der DIN EN 50119 [10], dem maßgeblichen Regelwerk der OLA-Planung zur Bestimmung der Einwirkungen auf Oberleitungsmaste. Dort ist festgelegt, dass die Beanspruchungen auf Oberleitungsmaste als quasi-statisch zu betrachten sind. „Aerodynamische Einwirkungen durch Zugverkehr sind demnach klein und brauchen nicht berücksichtigt zu werden. Die Ausnahme hiervon ist die aerodynamische Einwirkung in einem Eisenbahntunnel.“ (6.2.10.)

Zu beachten ist, dass die Aktivierung der Reibung zum Abtrag sowohl statisch als auch ermüdungsrelevant wirkender Horizontalkräfte in den EITB [8] wie auch in den einschlägigen Regelwerken ausgeschlossen wird (siehe z. B. Ril 804.5601 [1], Heft 615 DAfStb [7]). Dies ist unter anderem dadurch begründet, dass die Herstellung eines Mörtelbettes in gleichmäßiger und reproduzierbarer Güte unter Baustellenbedingungen nur schwer realisierbar ist.

Statisches System

Pfosten

Im Pfostenfuß treten Einspannmomente, Horizontal- und Vertikalkräfte und in Ausnahmefällen auch Torsionsmomente auf. Diese können statisch und ermüdungsrelevant wirken. In der Praxis werden nur statische bzw. quasi-statische und keine ermüdungsrelevanten Beanspruchungen seitens der OLA-Planung ermittelt und zur Bemessung der Verankerung weitergegeben. Die Forderungen der EITB [8] zum Ansatz ermüdungsrelevanter Beanspruchungen bleiben bisher unbeachtet.

Ankerkorb

Aus den Einspannmomenten ergeben sich Kräftepaare mit Zug- und Druckkräften in Richtung der Ankerachse. Die Zugkräfte werden von den Ankerstäben übernommen, Druckkräfte werden durch das Mörtelbett unter der Fußplatte aufgenommen und beanspruchen die Ankerstäbe nicht.

Ohne Schubknagge kann der Abtrag der Horizontalkräfte und eines ggf. vorhandenen Torsionsmomentes nur über die Ankerstäbe und über Reibung bzw. Adhäsion zwischen Fußplatte, Mörtelbett und Betonoberfläche erfolgen. Beide Wege werden – wie zuvor beschrieben – in den einschlägigen Regelwerken und Zulassungen ausgeschlossen. Wegen der mit Hebelarm wirkenden Querkraft werden die Ankerstäbe dabei auf Zug, Biegezug und unzulässig auf Schub beansprucht.

Die aktuelle Bauweise mit Ankerkörben, aber ohne Schubknagge ist praktisch eine Mischung der beiden Bemessungsverfahren und Verankerungsprinzipien: Bemessungsverfahren A mit Zugankerstäben nach DIN EN 1992-1 [3] und Bemessungsverfahren B für Befestigungen nach DIN EN 1992-4 [6].

Bei einer Bauweise mit Schubknagge werden die Verankerungen nur axial belastet. Der Horizontalkraftabtrag ist davon entkoppelt. Horizon-



Abb. 3: Fußpunkt für Aufsetz-Winkelmaße

nach 3 Ebs 04.55.06

Quelle: B. Bültemeier

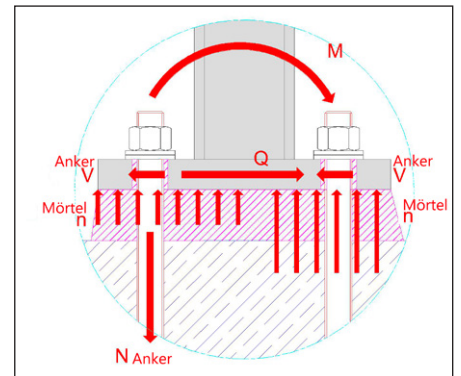


Abb. 4: Darstellung der typischen Schnittgrößen am Pfostenfuß und Ableitung über die Verankerung – ohne Schubknagge, überdrücktes Mörtelbett mit vorgespannten Ankern

Quelle Abb. 4 u. 5: T. Mölter / MF

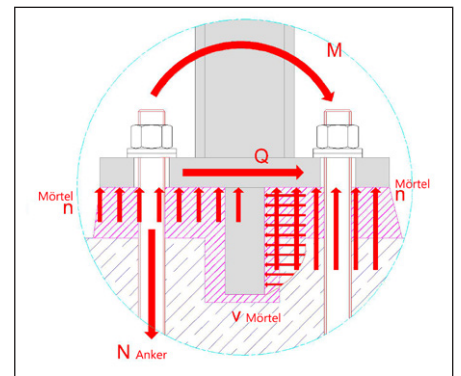


Abb. 5: Belastungen am Pfostenfuß und Ableitung über die Verankerung – mit Schubknagge, überdrücktes Mörtelbett mit vorgespannten Ankern



Abb. 6: Seitlich angebrachte Stahlwinkel zum Abtrag der Horizontalkräfte

Quelle: B. Bülteemeier

tal gerichtete Schnittgrößen werden über die Schubknagge direkt in den Beton eingeleitet. Bei Verankerungen von Lärmschutzwandpfosten ist die Verwendung von Schubknaggen zum Abtrag der Horizontallasten quer zur Pfosten- und damit auch zur Ankerachse eine übliche Bauweise und in den entsprechenden Richtzeichnungen des KIB festgelegt. Schubknaggen sind obligatorisch und seit mehr als zehn Jahren gelebte und bewährte Praxis. Seitens der OLA-Planung wird die Anordnung von Schubknaggen unter den Masten grundsätzlich mit der Begründung abgelehnt, dass

sie zum einen statisch nicht erforderlich und die Verwendbarkeitsnachweise der Maste zum anderen dann nicht mehr gültig seien. Den Autoren ist kein Nachweis bekannt, der den Verzicht auf eine Schubknagge unter Beachtung der einschlägigen Regelwerke begründen kann, und auch kein Verwendbarkeitsnachweis im Sinne der einschlägigen EIGV [11] für Maste. Solange seitens der OLA-Planung Horizontalkräfte quer zur Pfosten- und damit Ankerachse angegeben werden, sind diese bei der Bemessung zu berücksichtigen und regelgerecht abzuleiten.

Alternative Lösungen zum Abtrag der Horizontallasten

Dennoch werden zum Abtrag der Horizontallasten regelmäßig unkonventionelle Lösungen gewählt, wie beispielsweise nachträglich angebrachte Stahlwinkel oder zusätzlich einbetonierte Adapterplatten mit Schubknagge, die keine Veränderung der Masten erfordern und somit unabhängig von der OLA-Planung durchgeführt werden können. Unter technischen und/oder wirtschaftlichen Betrachtungen können diese Konstruktionen aber nur wenig überzeugen und noch weniger begeistern.

Die seitlich angebrachten Stahlwinkel erscheinen wie eine Sanierungsmaßnahme. Die Horizontallasten werden sehr randnah abgetragen. Abb. 7 zeigt dagegen eine aufwendige und kostenintensive, aber auch technisch hochwertige Lösung. Horizontalkräfte werden von der Fußplatte des Oberleitungsmasten zunächst auf die Gewindebolzen der Ankerstäbe übertragen, dann aber direkt in die Adapterplatte eingeleitet, und in den Ankerstäben aus Betonstahl verbleibt keine oder nur eine geringe Beanspruchung quer zur Stabachse. Die Horizontallasten werden randferner als bei der Lösung mit seitlichen Stahlwinkeln eingebracht, dadurch ist der Widerstand gegen Betonversagen deutlich größer. Bei den 16-fach Ankerkörben bietet sich zusätzlich die Möglichkeit, jeweils den inneren Ankerpunkt jeder 4er-Gruppe mit einem Befestigungsmittel zu belegen, das Zug- und Querkkräfte aufnehmen kann. Dabei sind die zuvor beschriebenen Einschränkungen bei der Verwendung von Befestigungen auf Basis der DIN EN 1992-4 [6] zu beachten.

Beispiele und Berechnungen aus der Praxis

In einer Studie hat der FA KIB 52 Oberleitungsmastverankerungen untersucht. Zur Anwendung gekommen sind Ankerkörbe M30, M36, M42 und M56 als 4-fach, 8-fach und 16-fach Kombinationen.

Betrachtet wurde die Auslastung der Ankerstäbe auf Stahlversagen bei

- alleiniger Belastung mit einer Zugkraft und einer Bemessung nach Bemessungsverfahren A als Zugankerstab
- Belastung mit Zug- und Querkraften und einer Bemessung nach Verfahren B, mit Ringspaltverfüllung und Lastabtrag über alle Ankerstäbe.

Ergänzend dazu wurden an vier ausgewählten Projekten mit 16-fach Ankerkörben Nachweise zur Verankerung nach Bemessungsverfahren A und nach Bemessungsverfahren B für Stahl- und Betonversagen geführt.

Alle Verankerungen wurden nur mit statischen Beanspruchungen gemäß den Vorgaben der OLA-Planung belastet.

Auslastung der Verankerungen auf Stahlversagen – Bemessungsverfahren A

Von den betrachteten 52 Verankerungen zeigen rund die Hälfte eine Auslastung zwischen 20 %

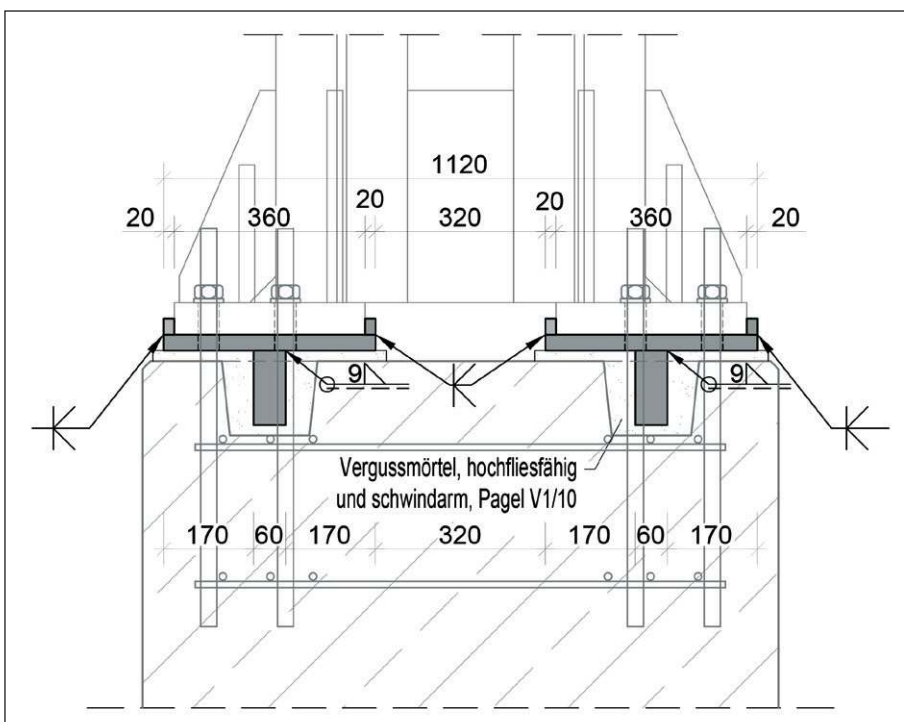


Abb. 7: Adapterplatten mit Schubknagge beim 16-fach Korb im Querschnitt

Quelle: B. Bülteemeier

und 40 % und nur wenige Verankerungen eine Auslastung von mehr als 60 %.

Auslastung der Verankerungen auf Stahlversagen – Bemessungsverfahren B

Mit Anwendung des Bemessungsverfahrens B wurden die Auslastungen auf Zug- und Querkraft mit und ohne Hebelarm ermittelt. Die Auslastungen auf Zugkraft zeigen sich in ähnlicher Größenordnung wie bei Anwendung des Bemessungsverfahrens A. Die reine Scherbeanspruchung unter Querkraft ohne Hebelarm stellt sich als nicht relevant dar. Alle betrachteten Verankerungen haben eine Auslastung von bis zu 10 % und davon 46 von bis zu 5 %. Unter Querkraft mit Hebelarm und damit unter Biegezugbeanspruchung sind 35 Verankerungen bis zu 20 % und 13 zwischen 20 % und 60 % ausgelastet. Allerdings sind vier der untersuchten Verankerungen mit einer Auslastung bis 350 % deutlich überbeansprucht.

Die durchgeführten Berechnungen zeigen, dass die Verankerungen zum großen Teil überdimensioniert sind, wodurch der nicht regelgerechte Abtrag der Horizontallasten kompensiert wird. Dabei wurde angenommen, dass die Ringspalten zwischen Ankerbolzen und Mastfußplatte verfüllt sind und alle Anker die Horizontallast zu gleichen Teilen aufnehmen. Ohne eine funktionierende Ringspaltverfüllung können im ungünstigsten Fall nur zwei Ankerbolzen angesetzt werden, und damit wäre ein deutlicher Anteil der untersuchten Verankerungen überlastet.

Vergleich Bemessungsverfahren A und B, Beton- und Stahlversagen

Zum Vergleich der beiden Bemessungsverfahren A und B und Abschätzung möglicher Auswirkungen auf die Verankerungen bei Verwendung des Bemessungsverfahrens B mit Abtrag der Zug- und Querkraft über die Ankerstäbe wurden für vier ausgewählte Projekte Bemessungen nach beiden Verfahren durchgeführt. Die Berechnungen nach Bemessungsverfahren B wurden ungeachtet des nicht vorhandenen Verwendbarkeitsnachweises für die Zugankerstäbe als Verbundankerstab durchgeführt. Dabei haben wir uns auf 16-fach Ankerkörbe beschränkt, da bei diesen Typen deutlich höhere Beanspruchungen zu erwarten sind. Ausgewählt wurden Verankerungen in den Gewindeabmessungen M30, M42 und M56 und mit Auslastungen auf Stahlversagen bei Anwendung des Bemessungsverfahrens A zwischen 22 % und 77 %.

In der nachstehenden Tab. 1 sind die Auslastungen der Verankerungen bei den unterschiedlichen Bemessungsverfahren dargestellt.

Die Berechnungen zeigen, dass die ausgewählten Verankerungen auch mit Bemessungsverfahren B – aber dann mit deutlich höherer Auslastung – nachgewiesen werden können. Die höher ausgelasteten Verankerungen Pos. 2 und Pos. 3 mussten für eine erfolgreiche Bemessung angepasst werden. Bei Pos. 2 war lediglich eine

geringe Vergrößerung der Einbautiefe erforderlich, bei Pos. 3 jedoch eine deutliche Vergrößerung der Einbautiefe und des Randabstandes und damit der Fundamentabmessungen. Die gering bis mittel ausgelasteten Verankerungen konnten ohne Anpassung der Einbausituation anhand des Bemessungsverfahrens B nachgewiesen werden.

Die Berechnungen haben gezeigt, dass der Abtrag von Zug- und Querkraften über die Ankerstäbe bei einem nicht unerheblichen Anteil der Oberleitungsmastverankerungen unter – wie zurzeit üblich, aber nicht regelkonform – rein statischen Lasten darstellbar ist. Für ermüdungsrelevante Beanspruchungen ist dies nicht möglich. Dazu wurden bislang keine weiteren Betrachtungen vorgenommen. Bei einer Bauweise mit Schubknagge können die Anker allerdings deutlich kleiner und damit auch kostengünstiger ausgebildet werden.

Zusammenfassung, Fazit, Empfehlungen

Anlass für diesen Aufsatz ist die seit Jahren ungeklärte Situation, dass Verankerungen von Oberleitungsmasten auf Bauwerken der DB nicht entsprechend den Vorstellungen, Randbedingungen und Regelwerken aller Beteiligten erstellt werden können. Daraus folgen Erschwernisse für die Ausführenden, die sich i. d. R. durch kurze Sperrpausen und enge IBN-Termine bereits ohnehin in einer kritischen Zeitschiene befinden.

Die wesentlichen Konfliktpunkte sind:

- Ein zwischen OLA- und KIB-Planung harmonisierter, einheitlicher Ansatz der Lasten unter Berücksichtigung der Ermüdung.
- Der regelgerechte Abtrag der Beanspruchungen.

Seitens des Ingenieurbaus sind für den regelgerechten Abtrag der Horizontallasten quer zur Mast- und damit zur Ankerstabachse bei Anwendung des zurzeit üblichen Bemessungsverfahrens A eine Schubknagge oder ähnlich wirkende zusätzliche Befestigungsmittel erforderlich. Für die Anwendung des Bemessungsverfahrens B mit Berücksichtigung der sehr spezifischen Anforderungen – ermüdungsrelevante Beanspruchung, Querkraft mit Hebelarm, randnahe Befestigung – fehlt die normative Grundlage, und es stehen aktuell keine Produkte mit Verwendbarkeitsnachweis zur Verfügung.

Die pauschale Ablehnung von Schubknaggen seitens der OLA-Planung kann nicht zu einer harmonisierten Lösung beitragen. Die Felduntersuchungen zeigen, dass ohne Berücksichtigung der Reibung und Adhäsion deutliche Ermüdungsbeanspruchungen vorhanden sind.

Werden die auf die Oberleitungsmaste und Mastverankerungen einwirkenden Ermüdungsbeanspruchungen als ermüdungsrelevant angesehen – so wie es die Messungen vor Ort bestätigen –, so hat dies deutliche Einflüsse auf die Bemessung und die Ausgestaltung der Verankerung. Daher ist der Lastansatz aus Sicht der Autoren in dieser Hinsicht anzupassen. Die Ausführung der Oberleitungsmastverankerungen muss sich dann sehr an der Ausführung der Lärmschutzwandverankerungen orientieren, beispielsweise mit Verwendung von Schraubensicherungssystemen mit Verwendbarkeitsnachweis und einer Schubknagge.

Ggf. ist die Vernachlässigung von dynamischen Einflüssen, z. B. unter bestimmten Randbedingungen wie z. B. geringe Zuggeschwindigkeit etc., möglich. Dann könnten für einen Großteil der Verankerungen Nachweise auf Basis des Bemessungsverfahrens B oder daran angelehnt erfolgreich durchgeführt werden, und nur dann wäre eine Schubknagge nicht erforderlich.

Dieser Aufsatz ist aus Sicht der Eisenbahnspezifischen Technischen Baubestimmungen (EiTB) sowie der Eisenbahn-Inbetriebnahmegenehmigung des Verlags strengstens untersagt.

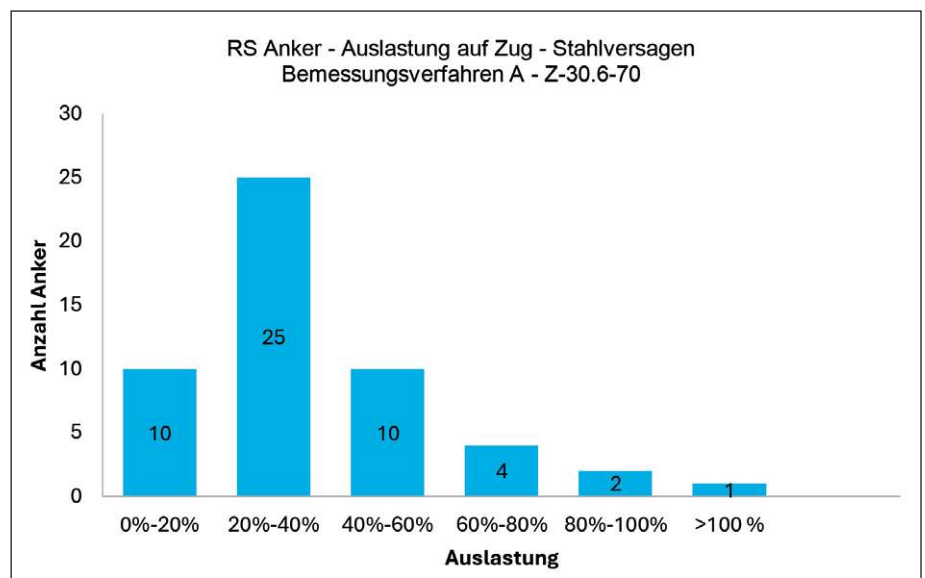


Abb. 8: Bemessungsverfahren A – Auslastung der Ankerstäbe auf Zug

Quelle: B. Bülteemeier

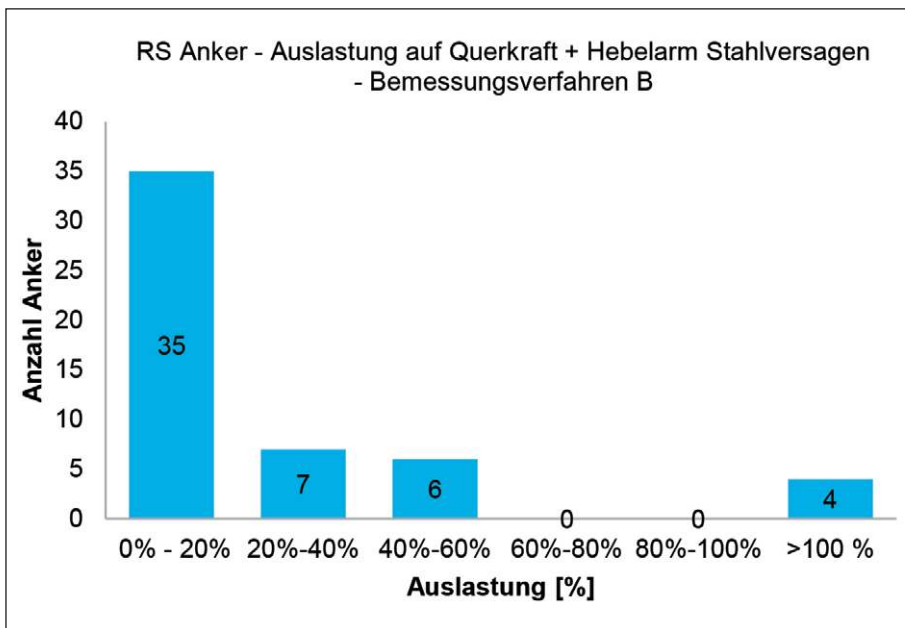


Abb. 9: Bemessungsverfahren B – Auslastung der Ankerstäbe bei Interaktion Zugkraft und Querkraft mit Hebelarm

Quelle: B. Bültemeier

gungsverordnung (EIGV) verfasst worden. Die Autorenschaft möchte aber auch die Sichtweisen und das Verhalten der Kollegen der OLA-Planung verstehen. Denn rund 80 % der untersuchten Verankerungen haben eine Auslastung von weniger als 50 % und rund 40 % eine Auslastung von weniger als 25 %. Die bisher praktizierte und von den Kollegen der OLA-Planung favorisierte Bauweise führt zu sehr massiven und robusten, aber auch überdimensionierten Verankerungen, denen hinsichtlich Kosten und Einbaubarkeit erhebliches Optimierungspotenzial innewohnt. Die geringe Auslastung der meisten Verankerungen lässt manche Diskussionen im Prüflauf über den Abtrag der Horizontallasten recht bizarr erscheinen und erweckt auch seitens der konstruktiv tätigen Ingenieuren den Wunsch nach Vereinfachungen bei der Bemessung für sehr gering ausgelastete Verankerungen.

Dabei ließe die EIGV in ihrem § 26 – insbesondere in Absatz 5 Ziffer 3 – die Möglichkeit und die Chance, Oberleitungsmaste und ihre Verankerungen in Eigenregie zu regeln. Voraussetzungen sind, dass die Bauart (Mast + Verankerung) den technischen Vorschriften entspricht und dass die

Produktfreigabe der Bauart auf der Grundlage eines im Rahmen der Sicherheitsgenehmigung freigegebenen Verfahrens für definierte Bauarten erfolgt, das durch das Eisenbahninfrastrukturunternehmen definiert ist. Dieses Verfahren würde sich auch deshalb anbieten, da es sich bei Oberleitungsmasten um bauliche Anlagen im Sinne gerade dieser Verordnung mit Gesetzescharakter handelt.

Handlungsbedarf besteht auch deshalb, da die aktuelle Situation Kapazitäten, Zeit und Geld auf allen Ebenen – Planung, Prüfung, Bauausführung – verschlingt. Um dies zu überwinden, wünscht sich die Autorenschaft einen gemeinsamen Arbeitskreis aus KIB und OLA-Planung – gefördert und moderiert durch die DB InfraGO AG und/oder ggf. den vpi-EBA. In diesem Gremium könnten zunächst die eigenen Positionen erläutert und Verständnis für die Anliegen der Beteiligten geweckt werden. Ergänzt werden sollte diese Gruppe durch anerkannte Experten aus der Befestigungstechnik. Ziel ist es, einen Bemessungsleitfaden als Grundlage der Produktfreigaben zu erstellen, um für sichere, wirtschaftliche und nachhaltige Anwendungen zu sorgen.

Pos.	Verankerung	Auslastung der Verankerung	
	Ankergröße	DIN EN 1992-1-1	DIN EN 1992-4
1	M30/d=25, L=750 mm	67 %	99 %
2	M42/d=40, L=1050 mm	71 %	115 %
	M42/d=40, L=1150 mm	64 %	95 %
3	M56/d=40, L=1150 mm	95 %	334 %
	M56/d=40, L=1810 mm	77 %	99 %
4	M42/d=40, L=1050 mm	71 %	92 %

Tab. 1: Auslastungen der Verankerungen

Quelle: B. Bültemeier

Aus Sicht der Autoren ist es die Aufgabe der OLA- und KIB-Planung, eine eindeutige Grundlage für die Ausführenden zur reibungslosen Erstellung der Bauwerke zu liefern. ■

QUELLEN

- [1] Ril 804.5601 DB – Befestigungen und Verankerungen in Beton, April 2025
- [2] Rahmenplanung Talbrücken der NBS, M-RKP 5, Verankerung für Oberleitungsmaste, Deutsch Bahn AG, Oktober 2002
- [3] RS Anker Zulassung Z-30.6-70, vom 6. Oktober 2021, Friedrich Schroeder GmbH & Co KG
- [4] DIN EN 1992-1-1:2025-09: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Regeln und Regeln für Hochbauten, Brücken und Ingenieurbauwerke; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2023
- [5] Richtzeichnungen für die Ausführungen der Oberleitungsmaste Ebs, verschiedene, Deutsche Bahn
- [6] DIN EN 1992-4:2019-04; Eurocode 2 – Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 4: Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton; Deutsche Fassung EN 1992-4:2018
- [7] Heft 615 DAFstb, Erläuterungen zur DIN EN 1992-4, Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton, 2019
- [8] EITB – Eisenbahnspezifische Technische Baubestimmungen, Ausgabe 2025/1, Anlage Ei A 1.2.3/3
- [9] Untersuchungen zur Ermüdungsrelevanz von Druck- und Sogbeanspruchungen aus Zugverkehr für die Verankerung von Fahrleitungsmasten an Hochgeschwindigkeitsstrecken der Deutschen Bahn AG, Zentrum für angewandte Forschung und Technologie e.V. an der HTW Dresden. Prof. Dr. Ing. Holger Flederer, Prof. Dr. Ing. Thomas Bösch, M.Sc. Viktor Klausner, 12/2019
- [10] DIN EN 50119:2021-01, Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Oberleitungen für die elektrische Zugförderung; Deutsche Fassung EN 50119:2021-01
- [11] EIGV – Eisenbahn-Inbetriebnahmegenehmigungsverordnung, 2018

VDEI
Fachausschuss
Konstruktiver Ingenieurbau



Annett Mähl
Geschäftsführerin
und Prüfsachverständige
KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH,
Erfurt
maehl.annett@kuk.de



Bernd Bültemeier
Entwicklungsleiter
Friedrich Schroeder GmbH & Co. KG,
Neuenrade
bernd.bueltemeier
@schroeder-neuenrade.de



Dipl.-Ing. Tristan Mölter
Fachausschuss KIB
VDEI Akademie
tristan.moelter@vdei-akademie.de

Moderne Gleisgeometriemessung im Kontext des Stopfprozesses

Sehnen- und IMU-basierte Gleislagemessung im Stopfprozess:
Technologievergleich, normative Anforderungen und transparente Dokumentation

STEFAN OFFENBACHER | MARIO PISSLINGER |
PHILIP ELMER | ALEXANDER BRENNSTEINER |
HARALD DAXBERGER

Präzise Erfassung und Bewertung der Gleisgeometrie ist eine Grundvoraussetzung für sicheren und wirtschaftlichen Betrieb der Eisenbahninfrastruktur. Vor allem im Zusammenhang mit maschinellen Stopfarbeiten spielen zuverlässige Messsysteme eine zentrale Rolle, da sie sowohl die Führung der Maschine als auch die abschließende Bewertung der Qualität ermöglichen. Der Beitrag gibt einen Überblick über etablierte Technologien zur Gleislagemessung – insbesondere sehnensbasierte Systeme und Inertialmesseinheiten (Inertial Measurement Unit, IMU) – und ordnet deren Einsatz im Stopfprozess ein. Ergänzend werden normative Anforderungen, Arbeitsverfahren sowie Aspekte der Nachmessung und Dokumentation beleuchtet.

Einleitung

Wesentliche Voraussetzung für den sicheren Betrieb der Eisenbahninfrastruktur ist eine zu den Vorgaben des Infrastrukturbetreibers konforme Gleisgeometrie. Um beim Streckenneubau die benötigte Gleisgeometrie zu errichten oder im Rahmen der Instandhaltung wiederherzustellen, werden auf Schottergleisen Stopfmaschinen eingesetzt. Diese bewegen an der jeweiligen Arbeitsposition auf Basis von Geometriedaten des unbearbeiteten Gleises und Parametern der Soll-Geometrie eine beziehungsweise mehrere Schwellen in die korrekte Position und fixieren sie durch Unterstopfen. Die Gleisgeometriedaten des unbearbeiteten Gleises werden durch Vormessung erfasst, während die Geometrie des bearbeiteten

ten Gleises durch Nachmessung dokumentiert wird. Zur Durchführung dieser Messungen steht eine Reihe unterschiedlicher Technologien zur Verfügung, welche im nächsten Abschnitt genauer erläutert werden.

Technologien zur Gleisgeometriemessung

Die Messung der Gleisgeometrie kann mit einer Vielzahl von Messmethoden und Messsystemen erfolgen. Je nach Betrachtungsweise lassen sich diese in unterschiedliche Kategorien unterteilen:

- Systeme zur Messung der äußeren oder der inneren Gleisgeometrie
 - Händische oder fahrzeugbasierte Messung
 - Sehnensbasierte oder IMU-basierte Messung
- Dieser Beitrag befasst sich mit der Gleisgeometriemessung mittels Sehnensmesssystem und IMU. Beide Methoden können händisch oder fahrzeugbasiert durchgeführt und sowohl für die Messung der inneren als auch – in erweiterter Form – der äußeren Gleisgeometrie herangezogen werden.

Sehnensmessung

Bei der Sehnensmessung nach dem Wandersehnensverfahren wird eine physische oder optische Sehne zwischen zwei Punkten auf der Schiene gespannt. An einem dazwischenliegenden Messpunkt wird der rechtwinklige Abstand („Normalabstand“) von gespannter Sehne zu Schiene gemessen. Dieser Messwert zeigt die Längshöhe (vertikale Richtung) oder die Pfeilhöhe (horizontale bzw. „laterale“ Richtung) an (Abb. 1).

Sehnensmesssysteme werden aufgrund ihrer Robustheit häufig auf Gleisbau- und Instandhaltungsmaschinen eingesetzt. Das liegt zum einen an der Robustheit dieses Messsystems, zum anderen funktioniert es sowohl bei kontinuierlicher Fortbewegung als auch im Still-

stand oder im Stop-and-Go-Betrieb. Auf diesen Maschinen werden häufig Stahlsehnen verwendet, da diese weitgehend unanfällig sind für schwierige Messumgebungen (Bewuchs im Gleis, Staubentwicklung im Messbereich etc.); die geringe Maximalgeschwindigkeit einer Messung in Fahrt per Stahlsehne spielt dabei keine Rolle. Die Sehne kann auch optisch erzeugt werden, wobei auf eine ausreichende Abschottung gegenüber Umwelteinflüssen wie Bewuchs, Staub oder unpassende Belichtung zu achten ist.

Messsignale aus einem Sehnensmesssystem haben die Eigenschaft, die Gleislage verzerrt wiederzugeben. Abhängig von der Wellenlänge werden Gleislagefehler im Allgemeinen verstärkt oder abgeschwächt. Bei symmetrischer Anordnung der Sehne – Messposition mittig zwischen den Sehnenden – nimmt der Verstärkungsfaktor Minima von Null an. Das bedeutet, dass gewisse Fehlerwellenlängen nicht erfasst werden können. Aus diesem Grund werden in der Regel asymmetrische Sehnens (Messposition außermittig zwischen den Sehnenden) eingesetzt, die im relevanten Messbereich (Wellenlängen > 3 m) keine Nullstellen aufweisen. Im Unterschied zu symmetrischen Sehnens ($a=b$ in Abb. 1) bewirken asymmetrische Sehnens ($a \neq b$) zusätzlich zur Amplitudenverzerrung des Messsignals auch eine Phasenverschiebung. Fehler erscheinen also in ihrer Position minimal versetzt [1]. Abb. 2a zeigt den Effekt der Sehnensmessung an einem theoretischen Gleislagesignal mit konstanter Amplitude und kontinuierlich zunehmender Wellenlänge.

Die Sehnensmesssignale können unabhängig von der Messmethode mittels unterschiedlicher mathematischer Verfahren rückgerechnet werden, sodass sie näherungsweise dem Original (der Ist-Gleislage) entsprechen [2]. Insbesondere bei großen Wellenlängen, die

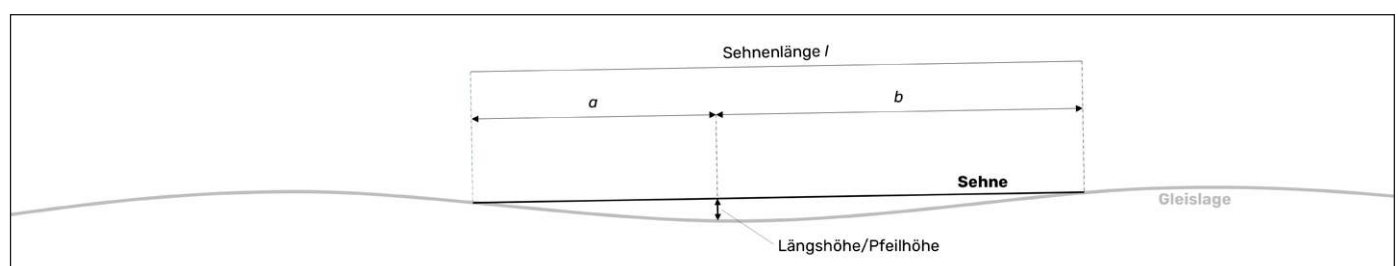


Abb. 1: Prinzip der sehnensbasierten Gleislagemessung

Quelle: Plasser & Theurer

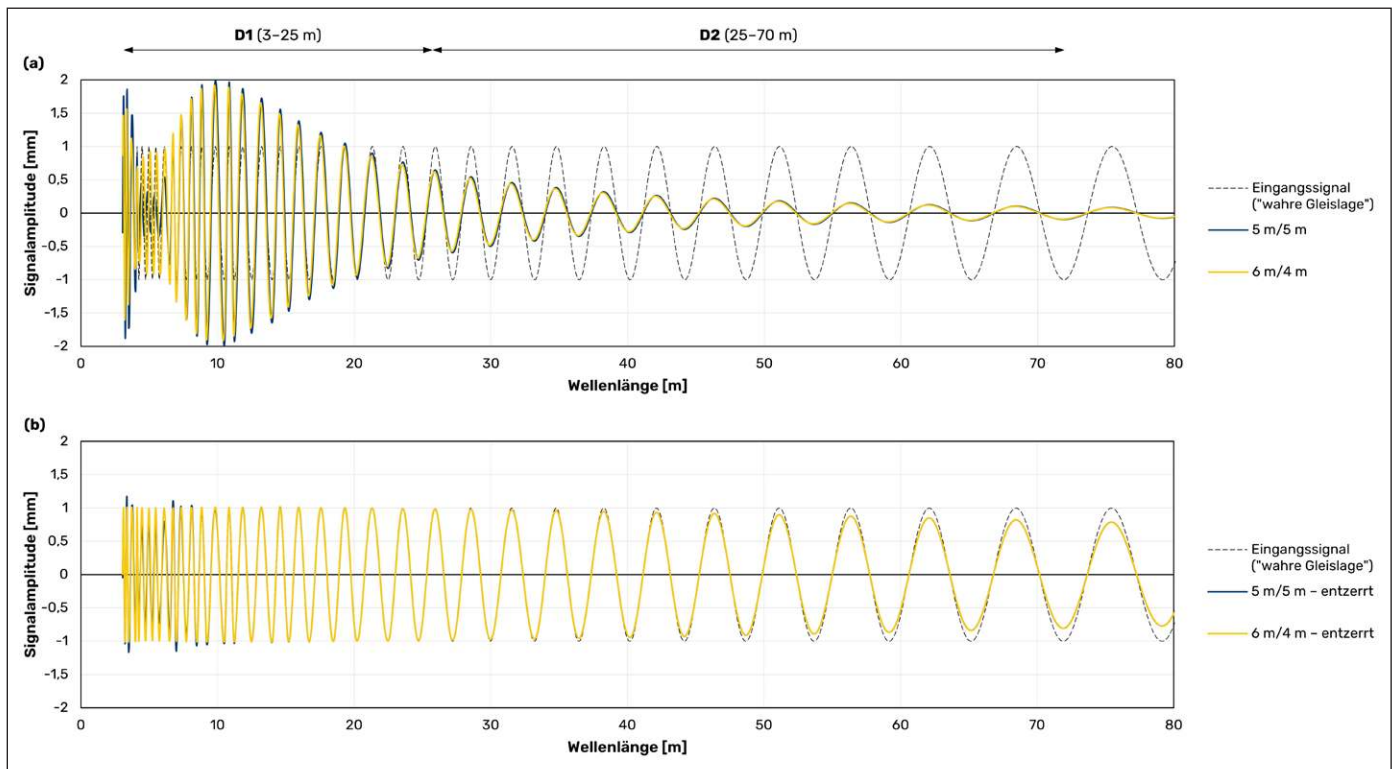


Abb. 2: (a) Effekt der Verzerrung des Eingangssignals (der Ist-Gleislage) durch die Sehnennmessung. (b) Rekonstruktion des Eingangssignals aus den sehnennbasierten Messsignalen mittels Entzerrung
 Quelle: Plasser & Theurer

von der Sehnennmessung nur noch mit geringer Intensität erfasst werden (Abb. 2a), bleiben Restfehler zwischen dem originalen Signal und der rückgerechneten (entzerrten) Sehnennmessung (Abb. 2b).

Ein Spezialfall der Sehnennmessung ist die Methode der Laserlangsehne. Dabei wird ein Laser in mehreren Dutzend Meter Entfernung vor dem Messfahrzeug oder der Stopfmaschine eingerichtet und ein Laserstrahl auf eine Empfangseinheit am Fahrzeug gerichtet. Bewegt sich das Messfahrzeug oder die Stopfmaschine

in Richtung des Lasers, werden Abweichungen der Gleislage von der Soll-Geometrie über die Laserempfangseinheit erfasst. Nach diesem Prinzip kann eine Vormessung der Gleislage zur Ermittlung der Korrekturwerte für Stopfarbeiten erfolgen (Messung der absoluten Gleislage mittels Messfahrzeug „EM-SAT“) oder die Stopfmaschine direkt geführt werden [3].

Inertialmesseinheit

Neben der sehnennbasierten Messung kommt bei der Erfassung der Gleisgeometrie

häufig eine IMU (Abb. 3) zum Einsatz. Dabei handelt es sich um ein Multisensorsystem, das in der Lage ist, die freie Bewegung eines Körpers im Raum zu erfassen. Die Bewegung wird entlang der jeweiligen Koordinatenachsen durch drei orthogonal zueinander angeordnete Beschleunigungssensoren registriert. Zusätzlich erfassen drei Gyroskope die Rotation des Systems um die x-, y- und z-Achse. Durch Kombination dieser Messdaten lässt sich eine dreidimensionale Trajektorie ableiten, wodurch eine formtreue Gleislage abgebildet wird [3].

Inertiale Messsysteme werden in der Praxis typischerweise eingesetzt, um die innere Gleisgeometrie zu erfassen. Die Längshöhen- und Richtungssignale werden bandpassgefiltert, wobei EN 13848-1 die Wellenlängenbereiche D1 (3–25 m), D2 (25–70 m) und D3 (70–150/200 m) vorsieht [3].

Um sicherzustellen, dass neben der inneren Geometrie auch die erforderlichen Toleranzen zu umliegenden Strukturen wie Bahnsteigkanten oder Nachbargleisen den Anforderungen entsprechen, ist eine Referenzierung auf ein Festpunktnetz entlang der Bahninfrastruktur erforderlich. Zu diesem Zweck wurde das System Plasser ReferencedTrack-Geometry (RTG; Abb. 4a u. b) entwickelt, das die Messdaten der inneren Gleisgeometrie mit äußeren Bezugspunkten verknüpft. Das RTG-System kombiniert die IMU-Messung mit einem Stereokamerasystem, das Festpunkte entlang der Strecke präzise einmessen kann. Diese vollständig digitale Lösung ermöglicht

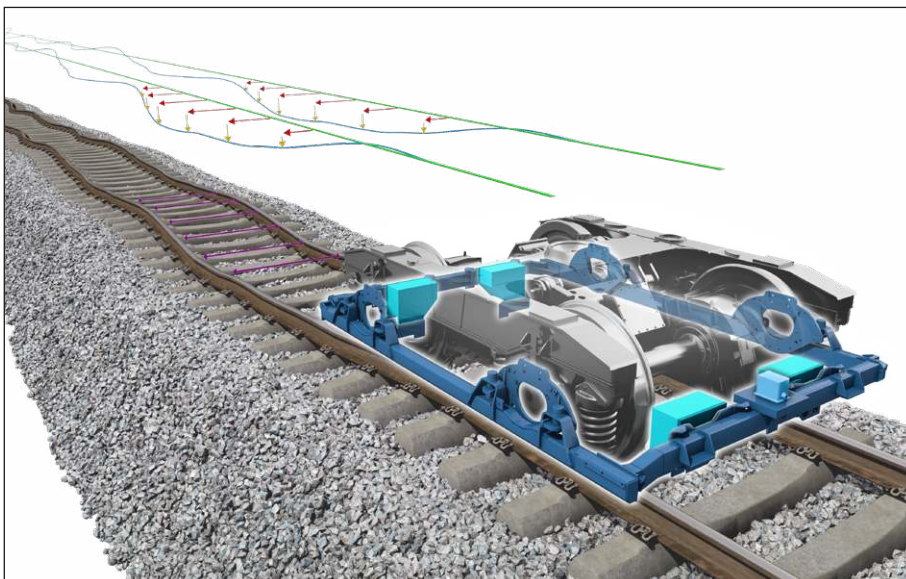


Abb. 3: Inertialmesseinheit (IMU) auf einem Drehgestell

Quelle: Plasser & Theurer

referenzierte Gleislagemessungen bei Fahrgeschwindigkeiten von bis zu 80 km/h. Durch Überlagerung der referenzierten Ist-Daten mit den Soll-Daten können schließlich die exakten Hebe- und Richtwerte berechnet werden, die dem Steuerungssystem einer Stopfmaschine für das Präzisionsverfahren zugeführt werden [4].

Arbeitsdurchführung

Die Korrektur der Gleislage wird auf Stopfmaschinen mit Mess- und Leitsystemen durchgeführt, beispielsweise durch den automatischen Leitcomputer SmartALC. Dieser verfügt über zwei grundlegende Arbeitsmodi, die je nach Kenntnisstand der Gleisgeometrie eingesetzt werden: (i) das Ausgleichsverfahren und (ii) das Präzisionsverfahren.

Das Ausgleichsverfahren (i) wird gewählt, wenn die genauen Werte der Soll-Gleisgeometrie hinsichtlich Längshöhe, Querhöhe und Richtung nicht im Vorfeld bekannt sind. In diesem Fall wird die Ist-Gleislage zunächst über eine Messfahrt erfasst. Auf Basis dieser Daten führt der SmartALC einen elektronischen Pfeilhöhenausgleich durch. Dabei werden die gemessenen Werte, unter Berücksichtigung der Geschwindigkeitsklasse und der maximal erlaubten Hebe- und Verschiebewerte sowie möglicher Trassierungsparameter (sofern bekannt), geglättet. Ein digitaler Filter berechnet daraus die finalen Korrekturwerte für das Heben und Richten. Dieses Verfahren ermöglicht eine schnelle Optimierung der Gleislage. Die Methode zeichnet sich durch hohe Anwenderfreundlichkeit aus und erzielt einen stabilen Höhen- und Richtungsverlauf des Gleises.

Ist die Soll-Gleisgeometrie (Längshöhe, Querhöhe und Richtung) bekannt, wird das Präzisionsverfahren (ii) angewendet. In diesem Fall werden die Plandaten entweder direkt aus einer Streckendatenbank in den Leitcomputer eingespielt oder vom Bediener manuell eingegeben. Abhängig von der zuvor genutzten Vormessungstechnologie können die benötigten Hebe- und Verschiebewerte während des Arbeitsbetriebs entweder manuell vorgegeben oder direkt vom System automatisch umgesetzt werden. Da das Präzisionsverfahren die Gleislage nach den ursprünglichen Planungsdaten wiederherstellt und somit eine hochpräzise und dauerhafte Gleislage erzeugt, hat sich diese Methode insbesondere im Hochgeschwindigkeitsbereich etabliert.

Anforderungen an das Nachmesssystem

Normative Grundlagen

Jede Bau- und Instandhaltungsmaßnahme im Gleis, unter anderem das Stopfen, muss nach Fertigstellung auf die Einhaltung der vertraglich vereinbarten Grenzwerte für die Gleisgeometrie überprüft werden. Diese sogenannte Nachmessung ist ein zentrales Element der Qualitätssicherung im Bahnbau und bildet die Grundlage für die Freigabe des Gleises zum Regelbetrieb.

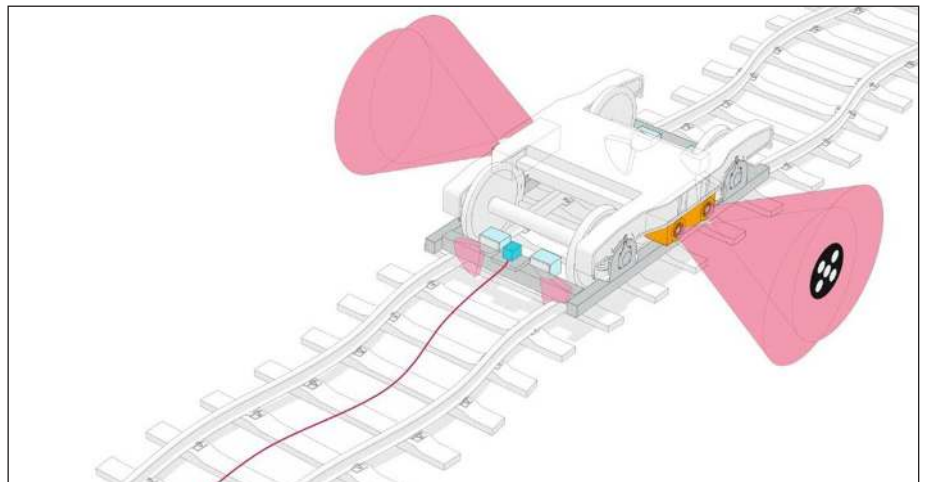


Abb. 4a: Prinzipskizze des Systems Plasser ReferencedTrackGeometry (RTG) zur Erfassung der Gleisposition in Bezug auf Festpunkte

Quelle: tmc



Abb. 4b: RTG-System aufgebaut auf einer Plasser & Theurer-Stopfmaschine

Quelle: Plasser & Theurer

Normative Grundlage für Abnahmemessungen ist die EN 13231-1 [5]. Sie regelt den Umfang der Prüfungen nach Art der durchgeführten Arbeiten. Für die messtechnische Qualifikation der eingesetzten Systeme ist die EN 13848-3 [6] maßgeblich. Sie definiert die Anforderungen, die von Messsystemen auf Gleisbau- und Instandhaltungsmaschinen erfüllt werden müssen, damit eine zuverlässige Bewertung der Gleisgeometrie erfolgen kann. Damit ist sie der entscheidende normative Rahmen für die maschinenseitige Nachmessung direkt im Ausführungsprozess. Die Norm gilt sowohl für sehenbasierte Messung als auch für inertielle Messsysteme.

Validierung des Messsystems

Die Überprüfung eines Gleisgeometriemesssystems nach EN 13848-3 stellt sowohl an die Infrastruktur als auch an den Hersteller spezifische Anforderungen. Als Grundlage dient ein Messgleis, das definierte Kriterien erfüllt. Es muss neben Geraden zumindest einen Bogen mit

einem Radius ≤ 1500 m und einer Überhöhung ≥ 70 mm sowie Übergangsabschnitte aufweisen. Gleichzeitig sind ausreichende Standardabweichungen der Längshöhe ($\geq 0,85$ mm) und der Richtung ($\geq 0,55$ mm) gefordert [6].

Die betriebliche Durchführung der Messfahrten ist eine zusätzliche Herausforderung: Bei teilweise sehr geringen Fahrgeschwindigkeiten müssen Gleislängen von mindestens 500 m mehrfach befahren werden, was entsprechende Sperrzeiten erfordert. Um diese so kurz wie möglich zu halten, sollte sich eine Wendemöglichkeit in unmittelbarer Umgebung des Prüfabschnitts befinden.

Im Rahmen der Überprüfung bewerten unabhängige Gutachter die Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit der Messergebnisse im Sinne der EN 13848-3. Dabei sind die Messfahrten auch mit gestürzter Maschine durchzuführen, also in beiden Fahrtrichtungen, um systematische Fehlereinflüsse der Maschinenmechanik ausschließen zu können. Die

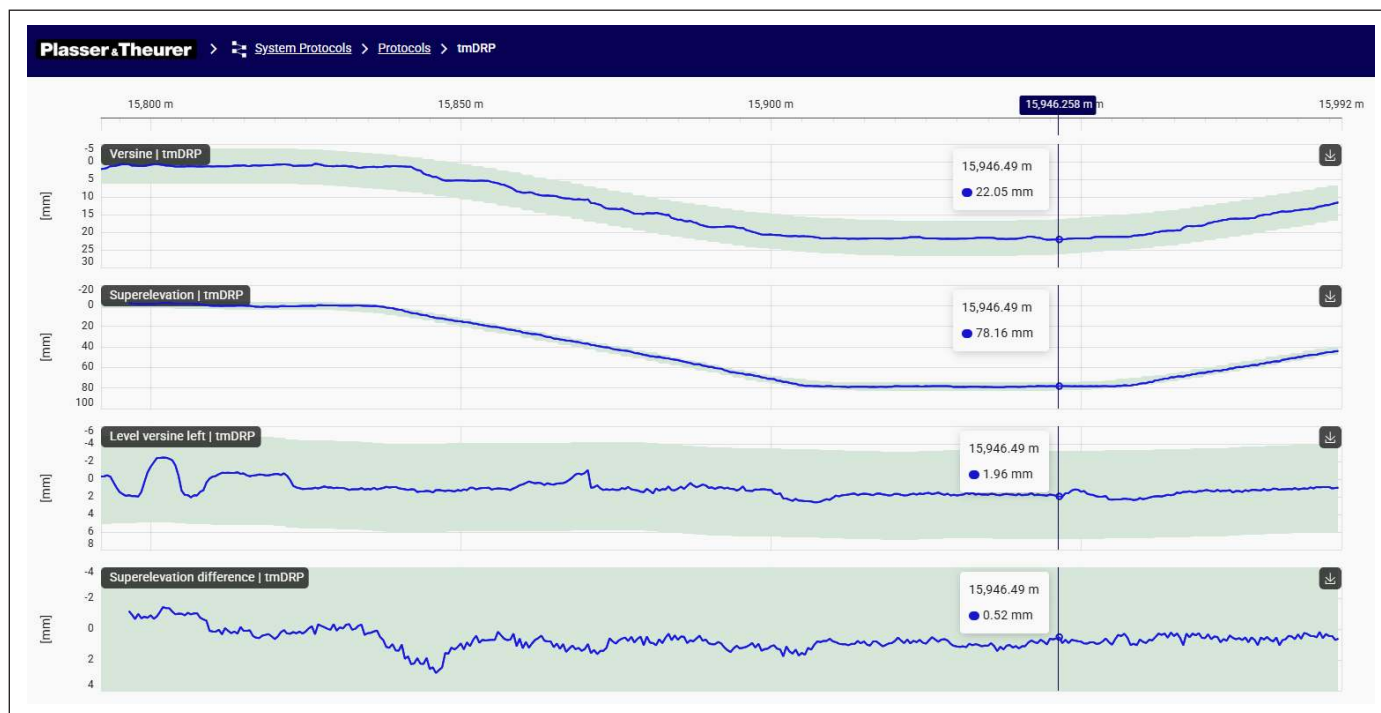


Abb. 5: Darstellung der Messdaten im TampingReport. Von oben nach unten: Pfeilhöhe Bezugsstrang, Überhöhung, Pfeilhöhe links, Überhöhungsdifferenz

Quelle: Plasser & Theurer

gemessenen Wegdifferenzen der einzelnen Messfahrten dürfen keine signifikante Drift aufweisen, und die Summenverteilung aller Messungen muss die normativen Grenzwerte laut EN 13848-3 einhalten.

Laufende Überwachung im Betrieb

Eine einmalige Validierungsmessung genügt nicht, um die dauerhafte Messqualität sicherzustellen. Daher sind seitens des Infrastrukturbetreibers jährliche Überprüfungen zur Kontrolle jeder eingesetzten Stopfmaschine vorgesehen. Bei unzulässigen Abweichungen sind Nachkalibrierungen nötig oder ggf. die Messsysteme umzurüsten. Diese Forderung nach periodischer Rezertifizierung soll sicherstellen, dass mechanischer Verschleiß, Erschütterungen im Betrieb und Einflüsse der Umgebung die Messgenauigkeit im Laufe der Zeit nicht negativ beeinträchtigen. Nur durch konsequente, wiederkehrende Überprüfung lässt sich die normkonforme Messqualität über eine vollständige Bausaison hinweg gewährleisten.

Dokumentation

Die Dokumentation der Messdaten dient der Protokollierung von Ausgangszustand, Bearbeitung und Ergebnis der Stopfarbeiten. Ein zentrales Dokument in diesem Zusammenhang ist der Nachmessschrieb. Das Messprotokoll des Data Recording Processor (DRP) beinhaltet die wesentlichen Daten des Bearbeitungsprozesses und stellt damit den direkten Zusammenhang zwischen Vormessung und ausgeführter Stopfarbeit her; für die Abnahme der Arbeiten ist insbesondere die Nachmessung der Gleislage

relevant. Sie belegt, dass die Anforderungen an die Gleisgeometrie im fertig bearbeiteten Zustand erreicht wurden. Dokumentiert werden Längshöhe, Richtung, Querhöhe, Verwindung und – abhängig vom Messsystem und von den Anforderungen des Infrastrukturbetreibers – ggf. auch Spurweite oder daraus abgeleitete Bewertungsgrößen. Wesentlich ist neben der Erfassung der Messwerte deren Auswertung gegenüber den gültigen Abnahmegrenzwerten. Diese ergeben sich aus anzuwendenden Normen, Richtlinien und projektspezifischen oder betreiberspezifischen Vorgaben. Zusätzlich sind eindeutige Bezugnahme der Messdaten auf den Streckenabschnitt, Angabe des Messverfahrens sowie Nachvollziehbarkeit der Auswertung von Arbeitsparametern erforderlich. Nur unter diesen Bedingungen kann die Nachmessung als belastbare Grundlage für die Abnahme und betriebliche Streckenfreigabe herangezogen werden.

Der TampingReport (Abb. 5) ist eine erweiterte Form des Nachmessschriebs. Neben Gleisgeometriedaten integriert er zusätzlich die für die Abnahme relevanten Arbeits- und Bewertungsparameter und kombiniert die wesentlichen Informationen aus Bearbeitung und Nachmessung zu einem technischen Qualitätsbericht. In der Regel enthält er Angaben zum bearbeiteten Abschnitt, zur eingesetzten Maschine, zum Zeitpunkt der Bearbeitung, zu den Korrekturwerten sowie den Geometriezuständen vor und nach der Maßnahme. Dadurch wird die Wirksamkeit der Stopfarbeit in komprimierter Form dargestellt und die Zielerreichung hinsichtlich der geforderten Gleisqualität nachvollziehbar belegt.

Der TampingReport erfüllt eine Doppelfunktion: Einerseits dient er als externer Nachweis gegenüber Auftraggeber, Bauüberwachung und Infrastrukturbetreiber, andererseits als internes Werkzeug zur systematischen Beurteilung der Bearbeitungsqualität. Insbesondere bei wiederholten Maßnahmen auf denselben Streckenabschnitten oder bei vergleichender Auswertung unterschiedlicher Bearbeitungsverfahren bietet eine standardisierte Dokumentation die Möglichkeit, Qualitätsentwicklungen über die Zeit konsistent zu erfassen. Die Dokumentation ist somit kein rein administrativer Abschluss der Baumaßnahme, sondern integraler Bestandteil des messtechnisch gestützten Bearbeitungsprozesses. Erst durch systematische Zusammenführung von Prozessdaten, Messwerten und Bewertungsergebnissen wird die ausgeführte Gleisbearbeitung technisch nachvollziehbar, normativ beurteilbar und betrieblich verwertbar.

Zusammenfassung

Die Messung der Gleisgeometrie, ob mittels Sehne oder IMU, ist ein integraler Bestandteil des Stopfprozesses. Beide Systeme weisen jeweils spezifische Stärken auf: Sehnennesssysteme sind robust und insbesondere für den Arbeitsmodus inklusive Stop-and-Go-Betrieb geeignet. IMU-basierte Systeme ermöglichen eine formtreue Abbildung der Gleislage und – mit Referenzierung – auch die Erfassung der absoluten Gleisgeometrie.

Die Wahl der passenden Messtechnologie ist vom jeweiligen Anwendungsfall abhängig. Unabhängig davon müssen beide Systeme die normativen Vorgaben aus EN 13848-3

zur Messgenauigkeit erfüllen. Zentrale Bedeutung kommt zudem einer transparenten Dokumentation der Arbeiten zu. Erst durch die systematische Verknüpfung von Messdaten und Bearbeitungsparametern – etwa im TampingReport – wird die Gleisbearbeitung nachvollziehbar und robust bewertbar. Damit trägt die moderne Gleisgeometriemessung wesentlich zu einer effizienten und

qualitätsgesicherten Infrastrukturinstandhaltung bei.

QUELLEN

- [1] Offenbacher, S.: „Effective Railway Track Tamping: Evaluating Short-Term and Long-Term Impacts on Track Geometry and Monitoring Ballast Condition“, Dissertation, Institute of Railway Engineering and Transport Economy, Graz University of Technology, Graz, Februar 2025
[2] Bahnanwendungen – Oberbau – Gleislagequalität: Teil 1: Beschreibung der Gleisgeometrie, EN 13848-1, Austrian Standards Institute, Wien, Mai 2019

- [3] Hansmann, F.; Nemetz, W.: Der Gleislage auf der Spur: Ein vergleichender Überblick über die DACH-Staaten (Grundlagen – Fehlerermittlung – Korrektur – Qualität). Hamburg: PMC Media House GmbH, 2019
[4] Brennstener, A.; Stuntner, B.: „Neue Anwendungsfälle der digitalen referenzierten Gleisgeometriemessung“, ETR 09/2023, S. 76–79
[5] Bahnanwendungen – Oberbau – Abnahme von Arbeiten: Teil 1: Arbeiten im Schotteroberbau – Gleise, Weichen und Kreuzungen, EN 13231-1, Austrian Standards Institute, Wien, Januar 2024
[6] Bahnanwendungen – Oberbau – Gleislagequalität: Teil 3: Messsysteme – Gleisbau- und Instandhaltungsmaschinen, EN 13848-3, Austrian Standards Institute, Wien, März 2022



Dipl.-Ing. Dr. techn. Stefan Offenbacher
Forschungsingenieur
stefan.offenbacher@plassertheurer.com



Dipl.-Ing. Mario Pisslinger
Portfoliomanager
Digitale Produkte und Messsysteme
mario.pisslinger@plassertheurer.com



Dipl.-Ing. Philip Elmer
Systemingenieur Digitale Produkte
philip.elmer@plassertheurer.com



Dipl.-Ing. Alexander Brennstener, MBA
Produktmanager
Digitale Produkte und Messsysteme
alexander.brennstener@plassertheurer.com



Dipl.-Ing. Dr. techn. Harald Daxberger
Head of Research & Simulation
harald.daxberger@plassertheurer.com

Alle Autoren:
Plasser & Theurer, AT-Linz

NEU MessReg CTG

Fahrbares Gleislage-Messsystem

Automatisch-kontinuierliche Datenerfassung
Modulares und ergonomisches Design
Messdatenanzeige und Bewertung in Echtzeit

Messung von:

- Spurweite
- Querhöhe
- Weg

Berechnung von:

- Spurweitendifferenz
- Verwindung
- Längshöhe (vertikale Gleislage)
- Richtung (horizontale Gleislage)

Erleben Sie MessReg CTG aus nächster Nähe und treffen Sie unsere Experten:
InnoTrans 2026
22. - 25. September | Berlin
Halle 26 | Stand 470

vogelundploetscher.de



Trotz Infrastruktureinschränkung Zugfahrten betrieblich meistern

Zwischen Buchfahrplan und optimalem Zuglauf – Datenbereitstellung und digitale Hilfsmittel wie RailTab zur Steigerung der Betriebseffizienz

ANDREAS KRETSCHMER | CHRISTIAN BÖHM |
STEFAN FACH | STEFANIE TAMM

Die Wiederherstellung der Hochleistungskorridore, der bis zur Sanierung ungenügende Infrastrukturzustand sowie die netzweit deutlich zu erweiternde Instandhaltung wirken sich immer kumuliert auf die betrieblichen Möglichkeiten im Eisenbahnverkehr aus. Folgt man den Zustandsberichten, kann derzeit ein stagnierender Zustand angenommen werden. Um perspektivisch einen zuverlässigen und robusten Eisenbahnbetrieb zu erlangen, ist mittelfristig von Sperrungen, Baumaßnahmen und Langsamfahrstellen (La) im Eisenbahntag auszugehen. Digitale Werkzeuge wie RailTab helfen, die in Anzahl und Intensität zunehmenden Abweichungen von den geplanten betrieblichen Voraussetzungen zu meistern. Auf Basis (zug-)fahrtbezogener

Infrastrukturen tragen sie zum erfolgreichen und effizienten Eisenbahnbetrieb bei.

Begleiteter Prozess Zugfahrt: Führerstand mit digitaler Wertschöpfung

Aus Perspektive der Triebfahrzeugführenden (Tf) sollte sich die Versorgung des Führerstands mit Informationen am Prozess für die Durchführung einer Zugfahrt orientieren. Dazu ist die Zusammenführung von unterschiedlichen Quellen zu einer fahrtbezogen korrekten und betrieblich konsistenten Abbildung der während dieser Zugfahrt genutzten Infrastruktur erforderlich. Sie ersetzt im Zweifelsfall mehrere und sich im Detail widersprechende Informationsquellen und -kanäle. Die so aufbereitete zugfahrtbezogene Infrastruktur sollte in einem geeigneten Mensch-Maschine-Interface bereitstehen und dient als Grundlage sämtlicher positions- und zeitbezogener Daten und Informationen an den Tf.

Rückfallebenen und gemäß geltender Regelwerke zu berücksichtigende Datenvorhaltungen stehen unbenommen von der fahrtbezogenen Aufbereitung dieser Daten auf dem Tf-zentrierten RailTab weiterhin zur Verfügung. Auf diese Weise gelingt der Spagat zwischen Vortrieb bei der Digitalisierung bei gleichzeitiger Wahrung der Abwärtskompatibilität oder genauer gesagt: der Interoperabilität mit derzeit noch vom EIU angebotenen Schnittstellen, die digitale „Bilder“ der bis vor kurzem / nach wie vor auf dem Medium Papier bereitgestellten Daten und Informationen offerieren.

Ausgangslage und Trends

Der Erfolg des Eisenbahnbetriebs hängt von den infrastrukturellen Voraussetzungen ab. Die zwischenzeitlich getroffenen Maßnahmen, der fortschreitenden Abnutzung der Infrastruktur entgegenzuwirken, haben selbst allerdings ebenfalls hemmende

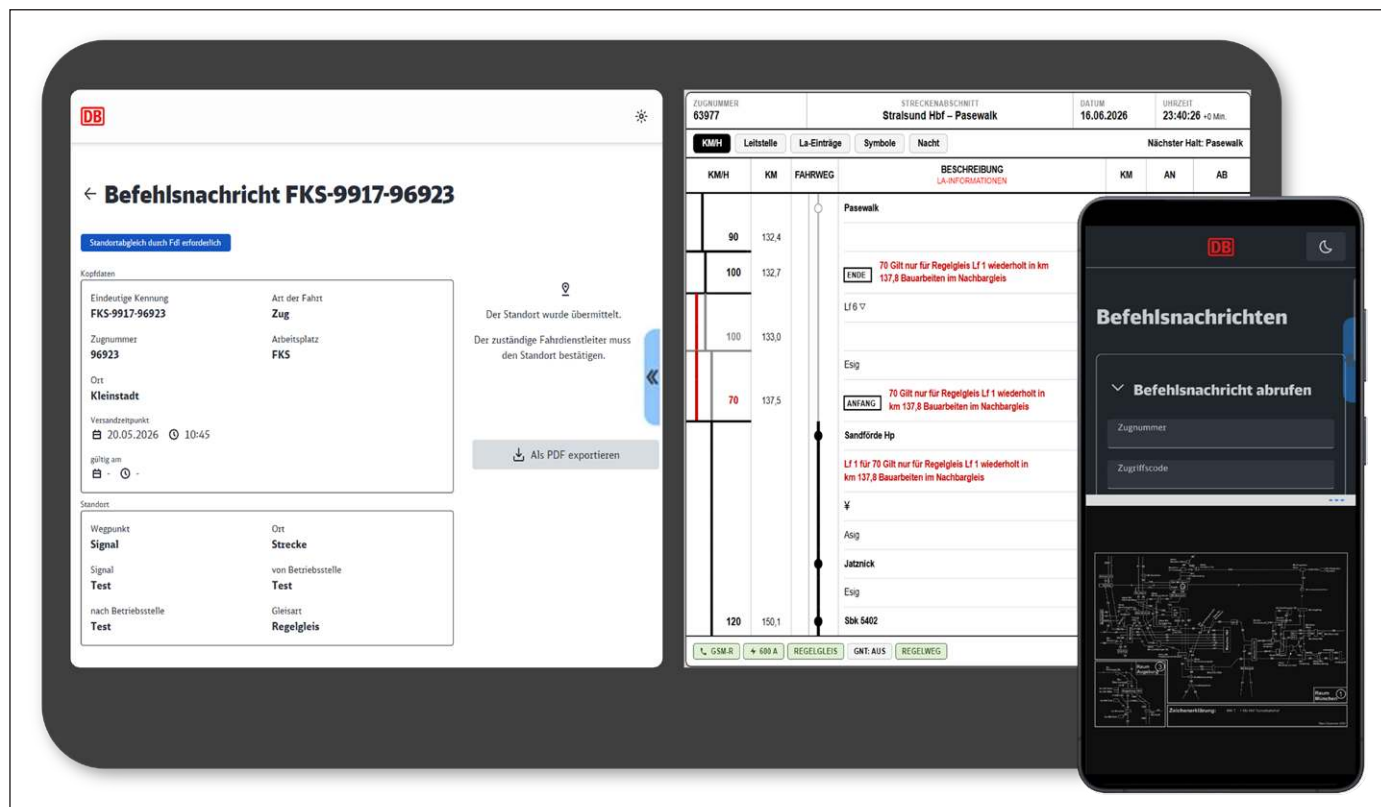


Abb. 1: Exemplarische Integration vom Elektronischen Buchfahrplan, Langsamfahrstellen und dem Digitalen Befehl in RailTab

Quelle: ETC Solutions GmbH

Auswirkungen auf den Eisenbahnbetrieb. Unter der Annahme, die zyklisch erstellten Zustandsberichte wären geeignet, den Infrastrukturzustand im Hinblick auf den damit möglichen Eisenbahnbetrieb relevant abzubilden, ist derzeit ein stagnierendes Bild zu verzeichnen (für die Netzzustandsnote 3,0 in den Jahren 2024 und 2025 lautet die Interpretation des zugehörigen Prädikats „mittelmäßig“ laut [10, 11] „Instandsetzungsbedürftig: Umfangreiche Instandhaltung und Einzelfehlerbeseitigung“).

Die digitale Transformation im Infrastruktursektor ist grundsätzlich dadurch geprägt, dass Daten, Schnittstellen und der Zugriff darauf in den meisten Fällen beim Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) abzufragen sind. Allein die Klärung von Zugangspunkten und Zugangsberechtigung wirkt hinsichtlich der etwaigen Digitalisierung entscheidend hemmend. Insofern bleibt zu spekulieren, ob die vorstehende Beschreibung des nicht hinreichenden Infrastrukturstands im Vergleich zum Soll-Zustand und der aufgrund der Nutzung zu erwartenden Verschlechterung des Zustands die zu verzeichnende „Bedarfsücke“ in Gänze erfasst. Beim Zugriff auf (Infrastruktur-)Daten sind Zugangsberechtigte sowie Interessierte mit grundlegenden Herausforderungen konfrontiert: Daten sind fragmentiert, Ver-

fügbarkeiten, Qualität und Zuständigkeiten sind häufig unklar, Zugriffe eingeschränkt und die Qualität – sofern bekannt – ist vielfach unzureichend [1, 5]. Selbst einfache Anfragen verzögern sich erheblich, während essenzielle Informationen wie die geographische Referenzierbarkeit, Konsistenz innerhalb von Datenbeständen sowie die referenzielle Integrität zwischen Datenbeständen kaum vorhanden oder nutzbar sind.

Gleichzeitig treiben europäische Vorgaben Veränderungsprozesse im Sinne eines grenzüberschreitenden, europaweit harmonisierten und liberalisierten Eisenbahnverkehrs voran – wenn auch und vor allem in Deutschland verspätet. Wesentliche Teile der Technical Specification of Interoperability (TSI) [7] sowie der zugrundeliegenden Direktiven und Verordnungen befassen sich mit Daten, Informationen, Austausch, Schnittstellen und Verantwortlichkeiten. Erste Fortschritte in Einzelthemen wie bspw. TSI TAF/TAP (TTT) sind erkennbar, jedoch fehlt ein ganzheitlicher Gesamtansatz. Vor allem für privatwirtschaftlich aktive Dienstleister wird die bloße Digitalisierung existierender Aufgaben ebenso erschwert wie die kreative Wertschöpfung auf Basis digitaler Daten und Prozesse. Innovation wird gebremst, und zwar trotz wachsender Einsicht in deren Notwendigkeit, die aus Anforderungen nach

Leistungsfähigkeit, dem Verbesserungsbedarf der Schieneninfrastruktur, perspektivisch nicht hinreichender Verfügbarkeit von fahrenden und nicht fahrenden Fachkräften oder Wirtschaftlichkeitsfragen etc. resultieren können.

Im Hinblick auf die Betriebseffizienz fordern Aufgabenträger im Verkehrsvertrag zwar teils die Verwendung digitaler Systeme (z. B. „Grüne Funktionen der Zuglauffregelung“ der DB InfraGO AG), jedoch ohne die zu erlangende Wertschöpfung zu quantifizieren oder qualitativ einzuordnen. Über die gemeinwohlorientierte Kapazitätsausreizung (Zuglauffregelung, ZLR) hinausgehende betriebliche Optimierungen sollten vom Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) in dessen unternehmerischer Entscheidungskompetenz wahrgenommen werden können. Für diese weitergehend digitale Wertschöpfung stehen spezialisierte IT-Dienstleister mit etablierten oder auch ganz neuen Produkten und Services im freien Wettbewerb zur Verfügung.

Forschungseinrichtungen und Dienstleister benötigen zunächst Mandate der EVU, um die Daten vom EIU abrufen zu können. Benötigte Zeit für die Klärung von Zuständigkeiten, Antwortzyklen und Behebung von Mängeln in der technischen Dokumentation wirken sich auf jedes einzelne Vorhaben

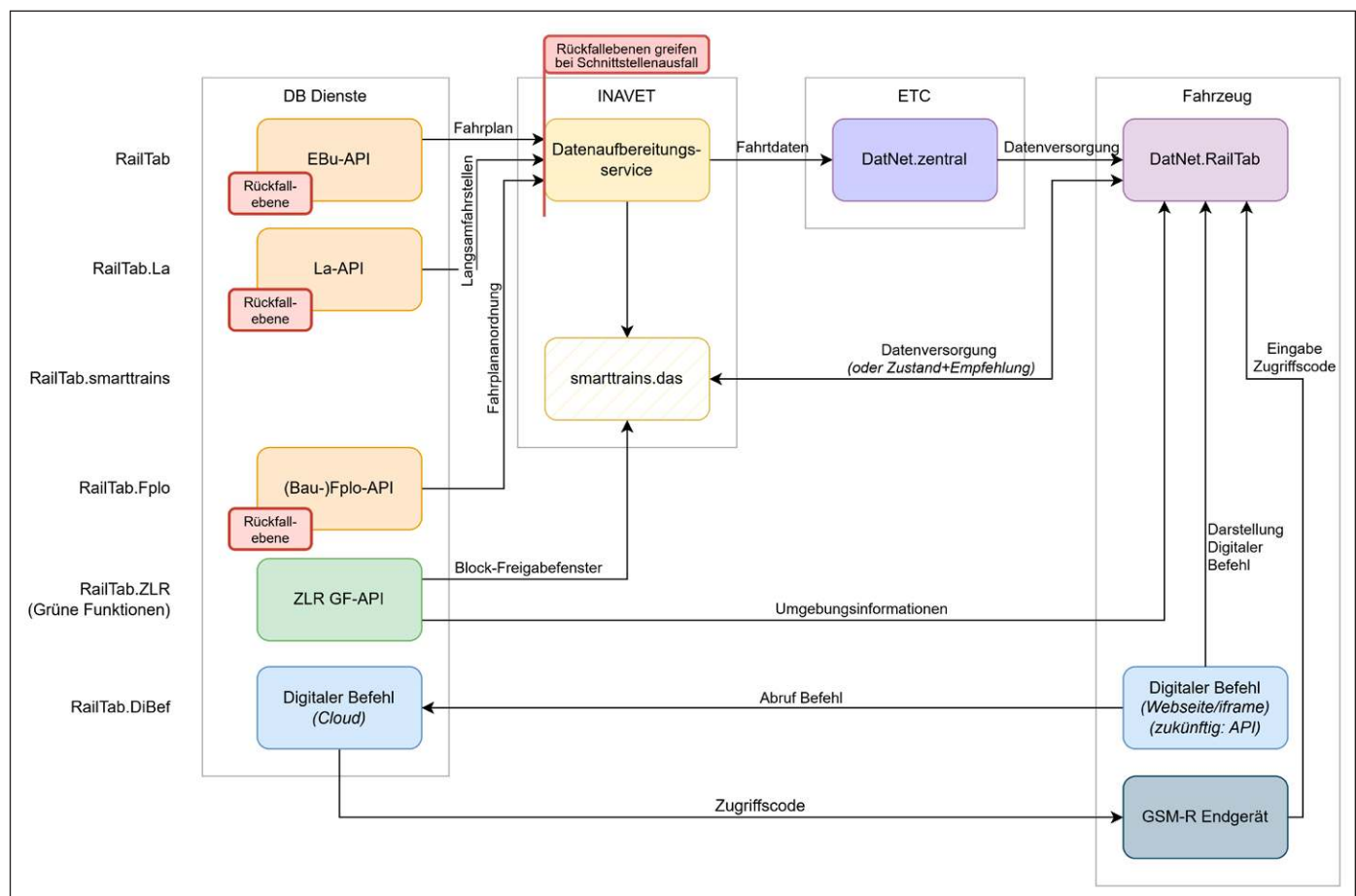


Abb. 2: Datendienste, Datenfluss und Rückfallebenen der Hintergrundsysteme

Quelle: Inavet GmbH

ZUGNUMMER 63977		STRECKENABSCHNITT Stralsund Hbf – Pasewalk		DATUM 16.06.2026	UHRZEIT 23:40:26 +0 Min.	
KM/H	Leitstelle	La-Einträge	Symbole	Nacht	Nächster Halt: Pasewalk	
KM/H	KM	FAHRWEG	BESCHREIBUNG LA-INFORMATIONEN	KM	AN	AB
			Pasewalk	132,2	23:43:12	
90	132,4					
100	132,7		ENDE 70 Gilt nur für Regelgleis Lf 1 wiederholt in km 137,8 Bauarbeiten im Nachbargleis	132,7		
			Lf 6 ▽	132,9		
100	133,0					
			Esig	133,5		
70	137,5		ANFANG 70 Gilt nur für Regelgleis Lf 1 wiederholt in km 137,8 Bauarbeiten im Nachbargleis	137,5		
			Sandförde Hp	138,1		23:39:30
			Lf 1 für 70 Gilt nur für Regelgleis Lf 1 wiederholt in km 137,8 Bauarbeiten im Nachbargleis	138,5		
			¥	142,5		
			Asig	142,7		
			Jatznick	142,9	23:35:36	23:36:18
			Esig	144,0		
120	150,1		Sbk 5402	150,1		

GSM-R 600 A REGELGLEIS GNT: AUS REGELWEG

Abb. 3: Exemplarische konsolidierte Informationsdarstellung auf dem Endgerät

Quelle: Inavet GmbH/ETC Solutions GmbH

erneut aus. Die mit heutigem Stand verfügbaren Testdaten sind zudem jeweils für abgegrenzte Bereiche nutzbar, mangels semantischer Instanziierung und Referenzierbarkeit lässt sich aber Wertschöpfung durch die Kombination zum gleichen Sachverhalt gehörender Datenentitäten nur unter unnötig erschwerten Bedingungen erlangen. Seitens der Politik wird Digitalisierung im Eisenbahnsektor häufig mit ETCS/FRMCS-Ausrüstung gleichgesetzt. Diese Ausrüstung ist ebenso notwendig, allerdings „verkürzt“ sich dadurch die Thematik auf einen langwierigen Prozess, dessen Wertschöpfung von der langfristigen Finanzierbarkeit abhängt. Eine grundlegende Digitalisierungsstrategie mit klar adressierten Wertschöpfungspotenzialen ist im Eisenbahnsektor dagegen nicht erkennbar und insofern auch finanziell nicht hinterlegt bzw. auf die Hoffnung zur ETCS-Finanzierbarkeit in fernen Legislaturperioden begrenzt. Bei durchge-

föhrten Maßnahmen handelt es sich meist um Einzelprojekte mit häufig konzeptioneller Natur, welche nur bedingt eine Umsetzung, selten eine vollständige Einführung und noch seltener ein Roll-out in der Fläche erfahren. Die Umsetzungen, welche die EVU und teils sogar die EIU erbringen, erfolgen aus marktwirtschaftlicher Motivation oder regulatorischem Druck (im Grunde eingeschränkt auf europäisch vorgegebene Aktivitäten). Eine Qualitäts- oder Leistungssteigerung im betrieblichen Sinne kann so nur äußerst bedingt erreicht werden.

Digitalisierungsansätze

Ein wirksamer Digitalisierungsansatz im Eisenbahnbetrieb muss über isolierte Einzelmaßnahmen hinausgehen und die gesamte Prozesskette von der Planung bis zur operativen Durchführung adressieren. Ausgangspunkt ist dabei die konsequente Verfügbarkeit strukturierter, qualitätsge-

chter und standardisierter Daten. Hierzu gehört insbesondere die Vereinheitlichung von Datenmodellen, die Einführung durchgängiger Objekt- und Georeferenzierungen sowie die Definition klarer Zuständigkeiten für Pflege, Qualität und Bereitstellung. Ohne diese Grundlagen bleiben auch leistungsfähige Anwendungen in ihrer Wirkung begrenzt.

Darauf aufbauend gewinnt die Vernetzung unterschiedlicher Datendienste zunehmend an Bedeutung. Betriebsdaten, Infrastrukturdaten, Baustelleninformationen sowie kurzfristige dispositive Eingriffe müssen möglichst in Echtzeit zusammengeführt werden. Ziel ist die Schaffung eines konsistenten „betrieblichen Lagebildes“, das allen Akteuren – vom Infrastrukturbetreiber über EVU bis hin zu externen Dienstleistern – in abgestufter Form zur Verfügung steht. Offene und dokumentierte Schnittstellen (API) sind hierbei essenziell, um Innovationspotenziale auch

außerhalb der etablierten Systemlandschaften zu erschließen.

Die Erstellung und Übermittlung von Fahrplanunterlagen, Befehlen oder betrieblichen Mitteilungen können durch vollautomatisierte digitale Workflows deutlich beschleunigt und qualitativ verbessert werden. Insbesondere die medienbruchfreie Bereitstellung von Informationen direkt in die Führerstände oder dispositiven Systeme reduziert Fehlerquellen und erhöht die Reaktionsgeschwindigkeit sowie Robustheit in

Störungssituationen [2, 4]. Des Weiteren lassen sich aus den somit vorhandenen Daten zusätzliche Erkenntnisse generieren: Prognosen zur Betriebsqualität, zur Auslastung von Infrastruktur oder zu potenziellen Konflikten im Zuglauf unterstützen eine vorausschauende Betriebsführung.

Digitalisierung sowie die auf ihr basierende Wertschöpfung sind vor allem eine organisatorisch-regulatorische Aufgabe. Regularien für die Daten- und Informationsnutzung sollten auf Zugreif-, Verfüg- und Nutzbarkeit

orientieren. Dies fördert einen fairen Wettbewerb und gleichzeitig Innovationen – auch im IT-Bereich des Eisenbahnverkehrs.

RailTab: Ganzheitliche Lösung für den Betrieb

Aufbauend auf langjährigen Erfahrungen aus unterschiedlichen Digitalisierungsprojekten haben die INAVET GmbH und die ETC Solutions GmbH RailTab entwickelt, welches eine umfassende Informationsbereitstellung in digitaler Form an den Tf ermöglicht. Dies um-

Fahrerassistenz
für effizienten
Bahnbetrieb



smarttrains.das

- Kosten- und Energieeinsparungen für mehr Effizienz und Nachhaltigkeit
- Verbesserung der Pünktlichkeit und Kundenzufriedenheit
- Unterstützung (insbesondere neuer) Triebfahrzeugführer
- Optimierung von Zugkreuzungen und Anschlussbeziehungen
- Einsatz ist zulassungs- sowie genehmigungsfrei
- Betrieb auf dem Fahrzeug auch ohne permanente Datenverbindung
- Integration von Langsamfahrstellen, Zuglaufregelung und digitalem Befehl
- Rückmeldung von Positions- und Zeitprognosen an die Disposition / das EIU



Löbtauer Straße 67 • 01159 Dresden • Tel.: +49 351 873 237 - 0 • E-Mail: info@inavet.de • Web: <http://inavet.de>

INAVET
Institut für angewandte Verkehrstechnik

ETC etc-solutions.de

N°8
Andere planen die
nächste Generation.
Wir betreiben sie!

Der neue Standard für die Digitalisierung im ÖV.

Betrieb | Fahrgastinfo | Fahrzeuganbindung | Qualitätsmanagement | Reporting

- ✓ high-performing
- ✓ lightning-fast
- ✓ smart-scalable

fasst die vollständigen Informationen der digitalen Buchfahrplanunterlagen mit der Integration der La sowie die Einbindung des digitalen Befehls (Abb. 1). Zusätzlich können beispielsweise integriert werden:

- Informationen der digitalen Baufahrplananordnungen,
- Dienste der Zuglaufregelung und
- Systeme zur energetisch-zeitlichen Fahrerassistenz (wie z.B. smarttrains.das) [3, 6, 8].

Dazu werden Informationen verschiedener Quellsysteme genutzt, aufbereitet und miteinander vernetzt, damit diese für unterschiedliche Anwendungen, Endnutzer und Auswertungen zur Verfügung stehen (Abb. 2). Ril-konforme Rückfallebenen für die digitale Datenbereitstellung und -aufbereitung, welche bei Ausfall der Schnittstellen oder bei dauerhaften Kommunikationsabbrüchen greifen, stellen eine besonders hohe Verfügbarkeit dieser essenziellen Daten am Tf-Arbeitsplatz sicher.

An den zentralen Systemkomponenten werden über die Informationsverknüpfung weiterführende Auswertungen und Systemanbindungen ermöglicht:

- zugfahrbezogenes Monitoring (Echtzeitlage jedes Triebfahrzeuges)
- Leitstellensicht (aggregierte Fahrplan-, La- und Befehlslage für die gesamte Flotte)
- historische Fahrdatenanalysen für Pünktlichkeits-, Energie- und Störungsanalysen sowie
- Schnittstellen zu Leitsystemen, BI-Tools, Asset-Management.

Zur Sicherstellung der zukünftigen Erweiterbarkeit wurden geeignete Datenmodelle entwickelt, welche die Anbindung weiterer bislang nicht existenter, unbekannter oder ungenutzter Schnittstellen ermöglichen.

In Abb. 2 wird die digitale Informationswelt des Tf-bezogenen Eisenbahnbetriebs in wesentliche Stufen unterteilt. Der aufmerksame Leser wird schnell die „Grünen Funktionen“ finden, die wie oben beschrieben selbstverständlich zur wettbewerbsneutralen Wertschöpfung genutzt werden können. Davon unbenommen besteht allerdings auch aktuell die Gefahr, dass bspw. Informationen über prognostizierte Signalzustände innerhalb eines Monopols auf EIU-Seite genutzt werden, anstatt diese Daten grundsätzlich, selbstverständlich und bedingungslos den tatsächlich Berechtigten, nämlich den im Wettbewerb stehenden Dienstleistern im liberalisierten Schienenverkehr, zur Verfügung zu stellen. Um die Dramatik in der Geschwindigkeit von Wertschöpfung, Digitalisierung und Innovation greifbarer zu machen: Dienstleister warten mit

einsatzbereiten Algorithmen, Produkten und Services auf die Bereitstellung dieser beispielhaft genannten signalbezogenen Zustandsdaten seit mind. 2014, umfassende FuE-Projekte wie bspw. PiLoNav [9] thematisierten die Nutzung von Signalzuständen zur Fahrtoptimierung sogar in den Jahren davor (ab 2012). Für die konsistente Abbildung in automatisch weiterschaltenden Buchfahrplänen sowie die qualitativ hochwertige Berechnung in Algorithmen von Fahrerassistenzsystemen stehen diese Daten nun hoffentlich bald zur Verfügung.

Die Umsetzung der grafischen Oberfläche für Fahrweg-, Fahrplan- und La-Informationen ist in Abb. 3 dargestellt. Die Ansicht ist dabei flexibel aufgebaut und kann je nach Kundenwunsch konfiguriert und angepasst werden. Der Fokus liegt auf einer korrekten Repräsentation der Informationen sowie einem einfachen und modernen Aussehen. Alle wichtigen Angaben zur Fahrt werden in Kopf- und Fußzeile dargestellt und zeigen neben Zugnummer und Fahrtverlauf auch Pünktlichkeit, Zugfunk und Oberstrombegrenzung an. Zusätzliche Menüpunkte betreffen Angaben von der Leitstelle, eine Übersicht zu La-Einträgen, Erklärungen zu den Symbolen sowie den Nachtmodus. Die aktuell dargestellte Ansicht bildet eine Kombination aus dem traditionellen Buchfahrplan und der Darstellung im EBU-La ab. Die Informationen werden dabei in sieben Spalten untergliedert und beinhalten Angaben zu Geschwindigkeitsbereichen, Fahrwegpunkten mit deren Beschreibung und Position sowie Fahrplanangaben. Positionsangaben werden dabei hier ähnlich wie im Buchfahrplan zugeordnet. Aufbauend auf den bekannten Strukturen und Informationen aus dem Buchfahrplan werden La-Informationen direkt mit in den Verlauf integriert und hervorgehoben. So können Geschwindigkeitsänderungen oder andere Besonderheiten schnell und gezielt vermerkt, geprüft und beachtet werden. Geltende La-Einträge können zusätzlich auch über den gleichnamigen Menüpunkt eingesehen werden. Neben der Darstellung von La-Informationen steht auch die einfache Auswahl von Alternativwegen im Fokus. Der Bediener soll in der Lage sein, mit wenigen Interaktionen zur gewünschten Ansicht zu kommen. Dazu zählen auch eine automatische Verfolgung und Weiterschaltung des Fahrweges.

Zusammenfassung

Mithilfe der Digitalisierung können an automatisierten Schnittstellen digital bereitgestellte Daten zunehmend für die effiziente Abbildung von Prozessen genutzt werden. Die Wertschöpfung entsteht dabei durch die Verknüpfung, Kontextualisierung und Verwertung der bereitgestellten Information in durchgängigen und semantisch dem inhaltlichen Zweck dienenden Prozessketten. Die Abwärtskompatibilität an Mensch-Maschine-Schnittstellen sowie die Integration der bestehenden Rückfallebenen zum Zweck der Robustheit sind einerseits als Voraussetzung zu gewährleisten. Andererseits bringt die möglichst ganzheitliche Verknüpfung betrieblich und wirtschaftlich relevanter Datenentitäten bereits heute unmittelbare Mehrwerte und bietet für die Zukunft eine sehr gute Grundlage für die weitere Potenzialerschließung. Mit der hier vorgestellten Lösung wird die Digitalisierung im Führerstand maßgeblich vorangetrieben, indem eine Reihe analoger Dokumente und eine stetig zunehmende Anzahl digitaler Datenentitäten zusammengeführt und dem Tf als konsistentes sowie integriertes Dienstportfolio in einer aktuellen und übersichtlichen Oberfläche bereitgestellt werden. ■

fung entsteht dabei durch die Verknüpfung, Kontextualisierung und Verwertung der bereitgestellten Information in durchgängigen und semantisch dem inhaltlichen Zweck dienenden Prozessketten. Die Abwärtskompatibilität an Mensch-Maschine-Schnittstellen sowie die Integration der bestehenden Rückfallebenen zum Zweck der Robustheit sind einerseits als Voraussetzung zu gewährleisten. Andererseits bringt die möglichst ganzheitliche Verknüpfung betrieblich und wirtschaftlich relevanter Datenentitäten bereits heute unmittelbare Mehrwerte und bietet für die Zukunft eine sehr gute Grundlage für die weitere Potenzialerschließung. Mit der hier vorgestellten Lösung wird die Digitalisierung im Führerstand maßgeblich vorangetrieben, indem eine Reihe analoger Dokumente und eine stetig zunehmende Anzahl digitaler Datenentitäten zusammengeführt und dem Tf als konsistentes sowie integriertes Dienstportfolio in einer aktuellen und übersichtlichen Oberfläche bereitgestellt werden. ■

QUELLEN

- [1] Kretschmer, A.; Böhm, C.; Fach, S.: Digitale Karte der Eisenbahninfrastruktur, DER EISENBAHNINGENIEUR 12/2025
- [2] Fach, S.; Zöllner, F.; Schwencke, D.: Definition von ATO-Betriebsbereichen als Grundlage von Testszenarien, DER EISENBAHNINGENIEUR 05/2026
- [3] Reiher, P.: Innovative Ergebnisse im Forschungsprojekt FASaN, DER EISENBAHNINGENIEUR 12/2023
- [4] Fach, S.; Schönberger, J.: Widerstandsfähigkeit in ÖPNV-Netze, DER EISENBAHNINGENIEUR 09/2025
- [5] BeDaAn – Website https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Standardartikel/DZSF/Projekte/Projekt_202_Bestandsanalyse_Schienennetz.html, 16.06.2026 um 14:46 Uhr
- [6] FASaN Website <https://www.dlr.de/de/ts/forschung-und-transfer/projekte/fasan>, 16.06.2026 um 14:37 Uhr
- [7] TSI Website: https://www.eba.bund.de/DE/RechtRegelwerk/TSI/tsi_node.html, 16.06.2026 um 14:45 Uhr
- [8] FASaN Website: <https://www.bmw.de/SharedDocs/DE/Artikel/mFUND/Projekte/fasan.html>, 16.06.2026 um 14:48 Uhr
- [9] PiLoNav Website: <https://tu-dresden.de/bu/verkehr/vis/itsv/forschung/forschungsprojekte/pilonav>, 16.06.2026 um 14:43 Uhr
- [10] <https://www.dbinfrago.com/web/unternehmen/Strategie-und-mittelfristiges-Zielkonzept/InfraGO-Zustandsbericht-12636112>, 17.06.2026 um 13:42 Uhr
- [11] https://www.dbinfrago.com/resource/blob/13867300/20add12224f2c4eb00394670fc5f8be8/InfraGO-Zustandsbericht_2025-data.pdf, 17.06.2026 um 14:45 Uhr



Dipl.-Ing. Andreas Kretschmer

Geschäftsführer
Inavet – Institut für angewandte
Verkehrstelematik GmbH, Dresden
andreas.kretschmer@inavet.de



Stefanie Tamm

Application Consultant
ETC Solutions GmbH, Berlin
stefanie.tamm@etc-consult.de



Dipl.-Ing. Stefan Fach

Bereichsleiter
Vollbahn und Energieeffizienz
Inavet – Institut für angewandte
Verkehrstelematik GmbH, Dresden
stefan.fach@inavet.de



Christian Böhm

Leiter Strategische
Unternehmensentwicklung
Inavet – Institut für angewandte
Verkehrstelematik GmbH, Dresden
christian.boehm@inavet.de

Führerstandsignalisierung: Die digitale Zukunft der Bahn

Einblicke in die Chancen, Herausforderungen und Praxisansätze zur Migration von optisch signalisierten Einzelanlagen zu Führerstandsignalisierung



Abb. 1. ETCS L2oS in Altdorf

Quelle: SBB

DANIEL KÜHNI

Die Schweiz will ihr Eisenbahnnetz in den kommenden Jahrzehnten auf Führerstandsignalisierung (FSS) mittels European Train Control System Level 2 (ETCS L2) umrüsten und so für einen digitalen Zugverkehr vorbereiten. Nun haben verschiedene Schweizer Bahnen dem Bundesamt für Verkehr (BAV) ein Konzept vorgelegt, wie sie die Herkulesaufgabe stemmen wollen. Die Schweiz hat mit diesem Konzept die Chance, europaweit eine Vorreiterrolle in der technologischen Aufrüstung der Bahn einzunehmen.

Strategie

Mit der ERTMS-Strategie (European Rail Traffic Management System) hat das BAV 2023 die interoperablen Schweizer Bahnen beauftragt,

ein verbindliches Umsetzungskonzept für die netzweite Einführung der FSS mit ETCS L2 zu erarbeiten.

Der europäische Eisenbahnsektor befindet sich in einer tiefgreifenden technologischen Transformation. Im Zentrum steht ETCS, dessen Level 2 eine vollständige Abkehr von klassischen Außenlichtsignalen hin zur FSS ermöglicht. Dabei werden konventionelle, optisch signalisierte Einzelanlagen zunehmend durch linienweise gesteuerte Strecken ohne Signale (entspricht ETCS L2oS) ersetzt.

Damit erfolgt eine Vereinheitlichung der Signalisierungs- und Sicherungssysteme mit dem Ziel, eine Erhöhung von Kapazität, Geschwindigkeit und Sicherheit zu erreichen. Die Schweiz strebt bei Neubau und Erneuerungsprojekten grundsätzlich FSS an:

- Neubauten und Erneuerungen werden mit FSS realisiert.
- Optische Signalisierung ist nur noch in Ausnahmefällen zugelassen.

- Infrastrukturbetreiber mussten bis 2025 ein verbindliches Umsetzungskonzept für FSS vorlegen.

Mit der Umsetzung der ERTMS-Strategie wird das Ziel verfolgt, die Leistungsfähigkeit, Sicherheit und Interoperabilität des Bahnnetzes langfristig zu sichern und gleichzeitig die Voraussetzungen für Automatisierung und Digitalisierung zu schaffen. Das „Umsetzungskonzept FSS“ berücksichtigt dabei gemäß Abb. 3 sowohl die infrastrukturseitige Ausrüstung mit ETCS L2 und die Migration auf einen neuen Standard für die mobile Zugkommunikation (Future Railway Mobile Communications System, FRMCS) wie auch die notwendige Fahrzeugausrüstung.

Nutzen der Führerstandsignalisierung

Das bewährte System der optischen Signalisierung ist sehr weit optimiert. Für eine weitere verbesserte verkehrliche Ausnutzung der Bahninfrastruktur setzen Europa und damit auch die Schweizer Bahnen auf ERTMS.

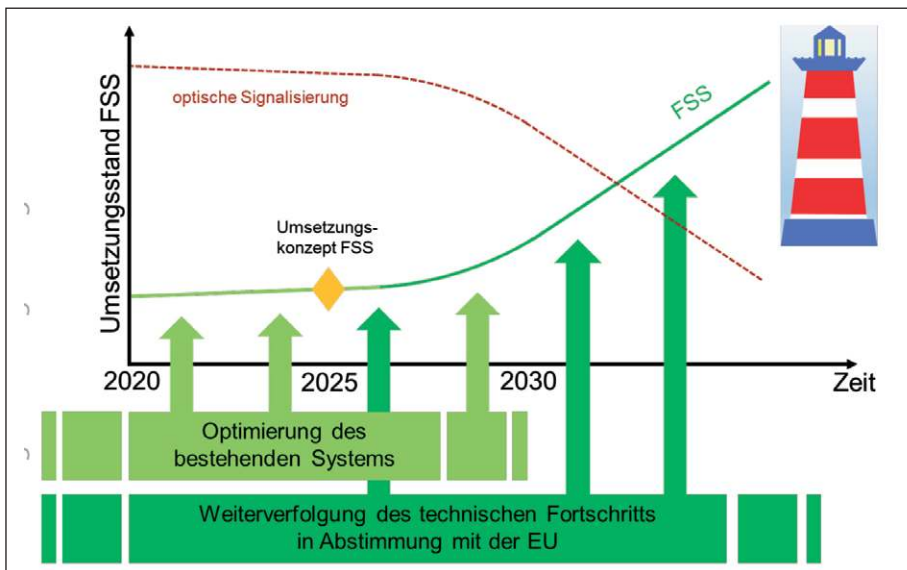


Abb. 2: Zielbild ERTMS-Strategie

Quelle: BAV

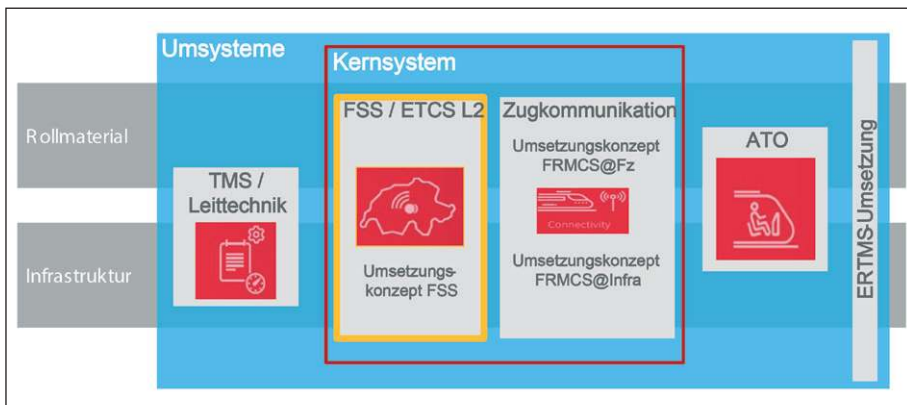


Abb. 3: ERTMS-Teilsysteme

Quelle: SBB

Die flächendeckende Einführung von FSS verspricht zahlreiche Vorteile: bessere Ausnutzung der Infrastrukturkapazitäten und

günstigere Streckenblöcke, europäische Standardisierung, bessere Zustandsüberwachung und die Grundlage für Automatisierung (z.B.

Automatic Train Operation, ATO). Bereits heute zeigt sich der Nutzen auf FSS-Strecken wie der Bahn 2000 (Neubaustrecke Mattstetten – Rothrist) oder dem Gotthard-Basistunnel. Das nun vorliegende „Umsetzungskonzept FSS Schweiz“ ist das Ergebnis einer intensiven Zusammenarbeit der Schweizerischen Bundesbahnen AG (SBB), der BLS AG, der Schweizerischen Südostbahn AG (SOB) und den Transports publics fribourgeois AG (TPF) und bildet die Grundlage für die schrittweise Migration des Schweizer Normalspurnetzes auf moderne, digitale Zugsicherungssysteme.

Planungsaspekte

Die Umsetzung der FSS soll in Teilnetzen auf dem Hauptnetz bis ca. 2048 erfolgen. Die Planung orientiert sich an einer Homogenisierung der verschiedenen Stellwerkgenerationen. Es gilt ein wirtschaftliches Optimum der technischen oder kommerziellen Lebensdauern anzustreben. Hinzu kommt die Abwägung der Anpassbarkeit bei Erweiterungen der Schienentopologie für Ausbauprojekte. Bei der Bildung der Teilnetze gilt es betriebliche, technische und bauliche Anforderungen mit der Finanzierbarkeit zu vereinbaren. Zusätzlich soll die Priorisierung der Substanzerhaltungsplanung der Stellwerke auf den verkehrlichen Nutzen einer Strecke erfolgen.

Ein zentrales Element betrifft die Interoperabilität; die abgestimmte Migration zwischen Infrastruktur und Fahrzeugen. Bis 2035 sollen alle relevanten Fahrzeuge mit ETCS Baseline 4 (Systemversion 3.0) und FRMCS ausgerüstet sein. Für die Übergangszeit ist ein Dual-Mode-Betrieb mit dem heutigen (GSM-R) und dem künftigen Kommunikationssystem (FRMCS) für Infrastruktur und Fahrzeuge vorgesehen. Die Kompatibilität zwischen Infrastruktur und Fahrzeugen wurde durch detaillierte Flottenanalysen und abgestimmte Migrationspläne sichergestellt.

Nutzen für Lokführer		Internationaler Verkehr mit Standard ETCS Ausrüstung	☒ keine länderspezifische Zugsicherungskomponenten
		kürzere Blockabschnitte möglich	☒ kürzere Zugfolgezeiten
		Aussensignal-Sichtbarkeit spielt weitaus geringere Rolle	☒ weitaus freiere Blockeinteilung bei kurvenreichen Strecken; schmalere Tunnelprofile bei Kurven
		Wegfall der festen Vorsignalabstände	☒ Geschwindigkeitserhöhung und -harmonisierung für manche Züge, vor allem für schlecht bremsende Güterzüge
		sofortige Umsetzung der Fahrtbegriffs-Aufwertung – flächendeckend	☒ kein Schleichen mit 40 km/h bis zum aufgewerteten Hauptsignal
		Lokführer sieht mehr als eine Blocklänge voraus	☒ harmonische Fahrweise möglich, weniger «Handorgeleffekt»
		Basis für Automatisierung (z. B. beim Vereinigen/Trennen/Wenden; ATO)	☒ menschliche Reaktionszeiten entfallen, Steuerung des Fahrverhaltens deutlich reduziert

Abb. 4: Nutzenbetrachtung Führerstandssignalisierung

Quelle: SBB

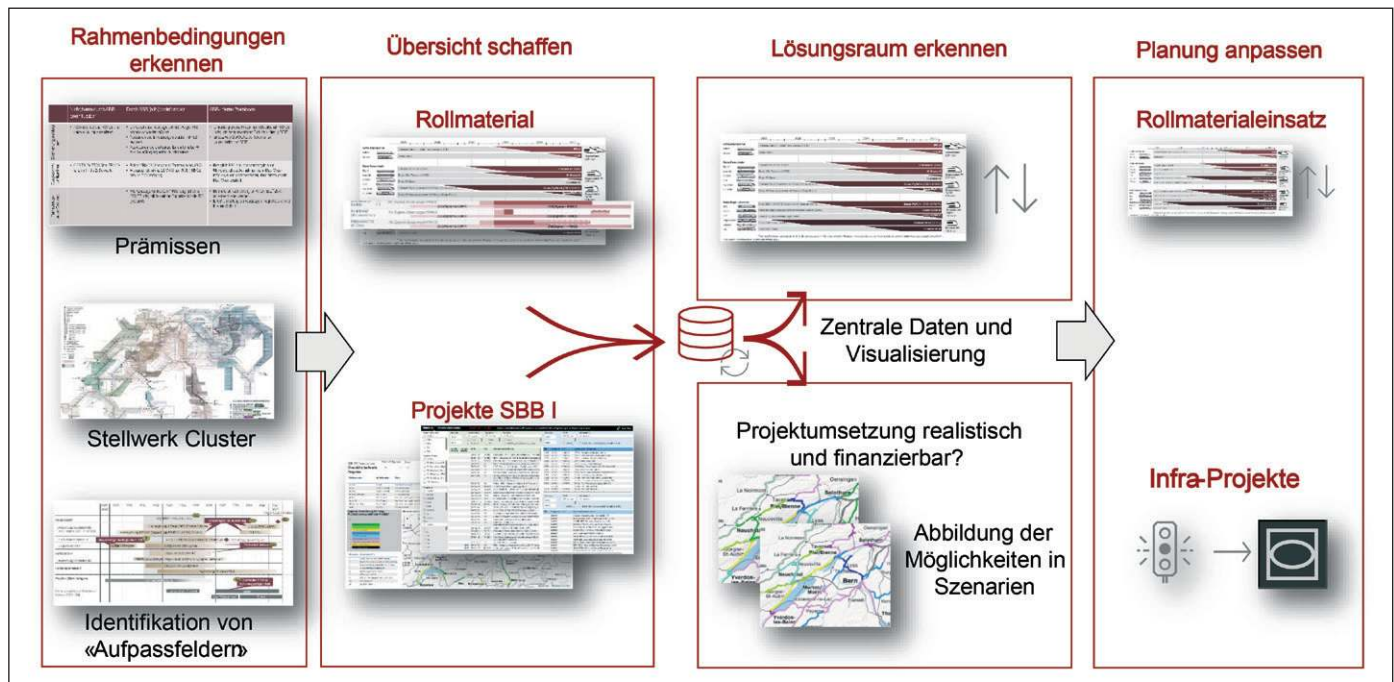


Abb. 5: Planungsmethodik SBB

Quelle: SBB

Planungsmethodik der SBB

Herausfordernd ist, dass die Migrationszyklen von optimalem Ersatzzeitpunkt der Stellwerke und Flottentauglichkeit nie ganz übereinanderpassen und Kompromisse in der Planung notwendig sind.

Um die Größe der Konflikte zu erkennen, wurden in der Planungsmethodik gemäß Abb. 5 die Rah-

menbedingungen in Form von Planungsprämissen festgelegt und wurde Übersicht geschaffen:

- Stellwerke: Stellwerkslebensdauer technisch & Service, Funktionsumfang, Elementkostensatz.
- Rollmaterialspezifika: Ausrüstungsstand ETCS-Systemversion, Flotteneinsatz für Produktion und Unterhalt, Beschaffungszeiträume.

- Zugkommunikation: GSM-R-Obsoleszenz, FRMCS-Ablosetzeitpunkt.

- Anlagenprojekte in Substanzerhalt & Ausbau
- Risikobehaftete Prämissen und erkannte Herausforderungen sind in Aufpassfeldern ausgeflaggt.

Die technisch-betrieblichen Abhängigkeiten wurden in Stellwerkgruppen als „Cluster“ zu-

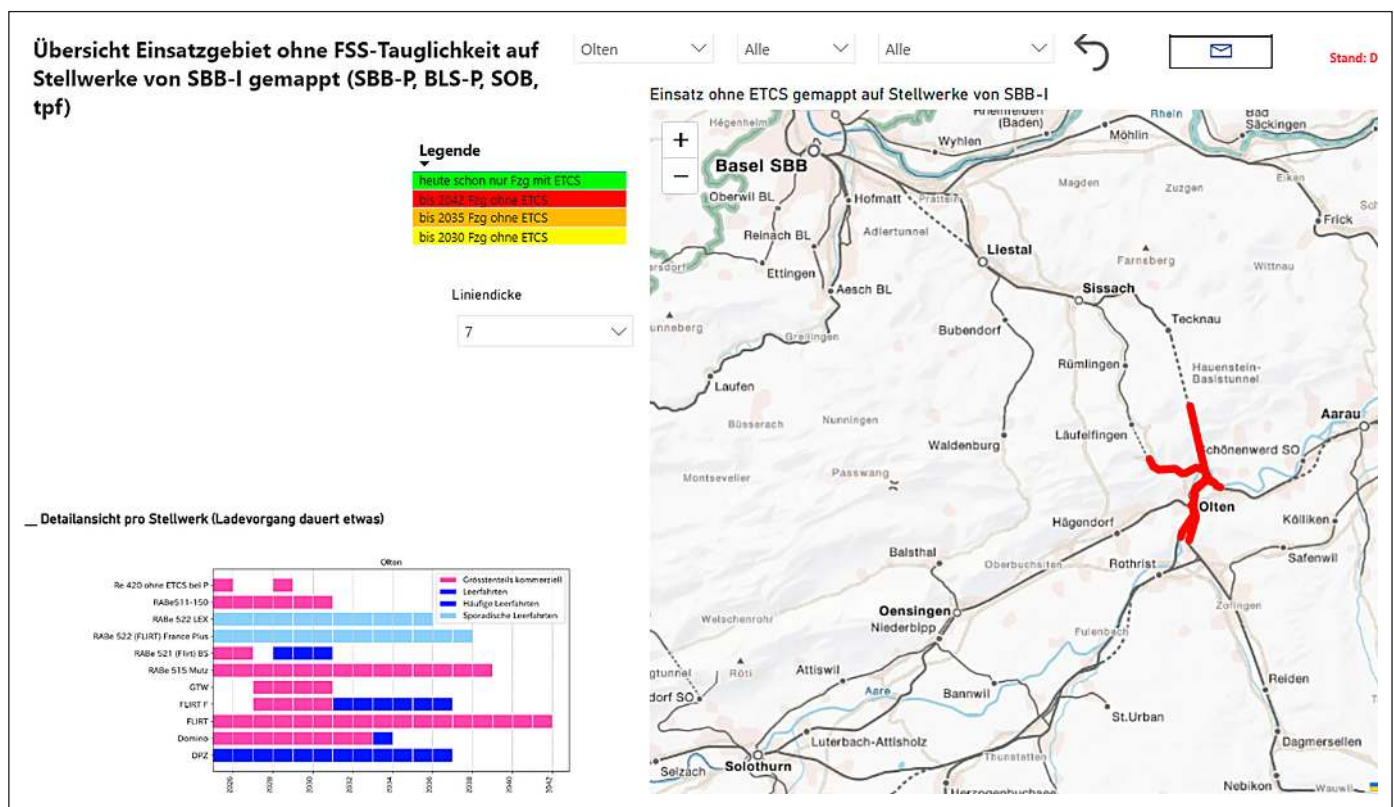


Abb. 6: Auszug Rollmaterial Abbildung PowerBI zur ETCS-Konflikterkennung

Quelle: SBB

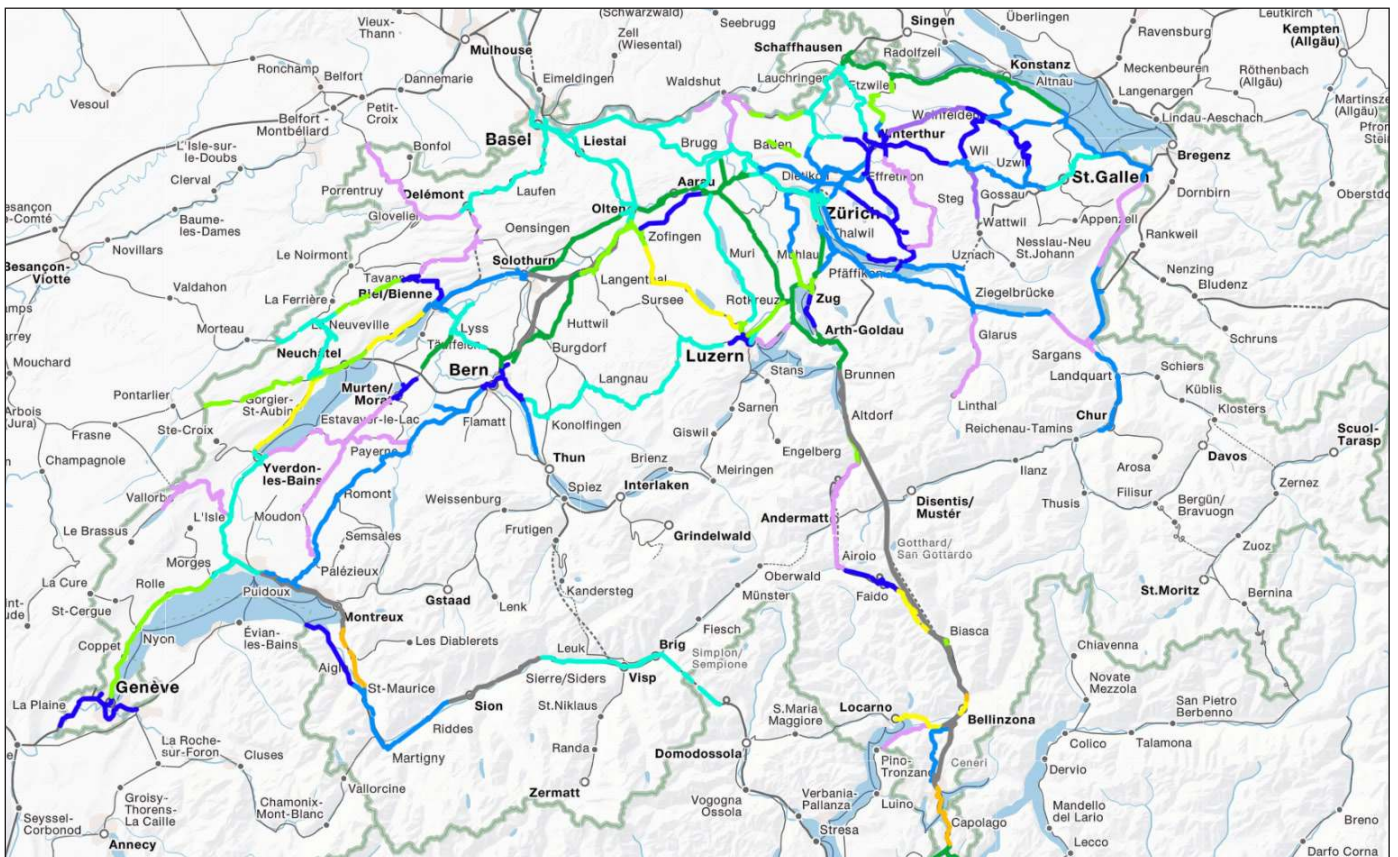


Abb. 7: Umsetzung ETCS L2 bis 2060

Quelle: Umsetzungskonzept FSS Schweiz

sammengefasst. Diese Cluster bilden die Planungsbausteine, welche zu Teilnetzen kombiniert werden können. Diese Bausteinlogik ermöglicht eine schnellere Ausplanung auf den Finanzbedarf und eine Optimierung auf den Rollmaterialeinsatz. Die Daten wurden zentral in einer großen Tabelle geführt und mittels PowerBI-Datenplattform auf einer Netzkarte dargestellt. Dies ermöglichte den fortlaufenden Einbezug der betroffenen Stakeholder und die iterative Zusammenarbeit zur Lösungsfindung. Die möglichen Umsetzungszeitfenster der Stellwerkcluster wurden in Szenarien abgebildet und mittels Unterscheidungskriterien bewertet. Die Szenarienbildung diente der Erkenntnisgewinnung und führte zu einer optimierten Planung.

- Beschleunigtes Szenario – jedes Cluster wird beim nächsten Substanzerhalt-Auslösezeitpunkt mit FSS ersetzt. Dies resultiert in vielen Konflikten mit der Rollmaterialausrüstung, in hohem und früherem Ressourcenbedarf, vielen Projektänderungen laufender Projekte, fragmentierter Umsetzung mit vielen ETCS-Levelübergängen.
- Konfliktbereinigtes Szenario: wenige Konflikte mit Rollmaterialausrüstung, fragmentierte Umsetzung mit vielen ETCS-Levelübergängen.
- Langsames Szenario: wenige Konflikte mit Rollmaterial, fragmentierte Umsetzung mit vielen ETCS-Levelübergängen, langer Migrationszeitraum, weniger vorzeitiger Finanzbedarf.

- Zielszenario: regional zusammenhängende FSS-Linien, Fokussierung auf verkehrlichen Nutzen, Vermeidung von nicht nachhaltigen Rollmaterialumrüstungen.

Finanzierungsbedarf und Herausforderungen

Die netzweite Umsetzung der FSS ist mit erheblichen Investitionen in neue Stellwerke verbunden. Auch für die Fahrzeugmigration gibt es weiteren Finanzbedarf. Weitere kritische Punkte sind die rechtzeitige Verfügbarkeit der europäischen Spezifikationen für FRMCS, die Industrialisierung der Projektierungs- und Zulassungsprozesse sowie die Abstimmung mit den Nachbarländern, deren ETCS-Strategien teilweise abweichen.

Koordination und internationale Schnittstellen

Ein zentrales Element des Umsetzungskonzepts FSS ist die enge Koordination zwischen den Infrastrukturbetreibern, den Eisenbahnverkehrsunternehmen und den Nachbarbahnen. Die Übergänge zwischen optischer Signalisierung und FSS erfordern präzise abgestimmte Migrationszeitpunkte, insbesondere an Netzgrenzen und auf Grenzbetriebsstrecken. Hier entstehen planerische und technische Herausforderungen, etwa bei der Integration von Levelwechseln oder der Kompatibilität von Rollmaterialausrüstungen. Die FSS-Migration im Zusammenhang mit dem internationalen Verkehr und Grenzbetriebs-

strecken erfordern spezifische Abstimmungen zu Umsetzungszeitpunkten, Betriebskonzepten und Zulassungen.

Fazit

Die Migration von optisch signalisierten Einzelanlagen hin zu streckenweit durchgängig überwachtem ETCS L2 ist ein entscheidender Schritt zur Modernisierung des europäischen Bahnverkehrs. Beispiele wie der Digitale Knoten Stuttgart zeigen, dass auch komplexe Hochleistungsknoten mit FSS realisiert werden können. Gleichzeitig verdeutlichen schweizerische und europäische Strategien, dass ETCS L2 langfristig Standard werden soll, um ein interoperables, leistungsfähiges und zukunftssicheres Bahnnetz zu schaffen.

Trotz technischer und organisatorischer Herausforderungen bietet die Migration immense Vorteile: höhere Kapazität, mehr Sicherheit, geringere Betriebskosten und die Grundlage für automatisierten Schienenverkehr. ■



Dipl. Ing. Daniel Kühni

Koordinator Umsetzung
Führerstandssignalisierung
SBB Infrastruktur, Netzdesign, Anlagen
und Technologie, CH-Bern
daniel.kuehni@sbb.ch

Einblicke in die Zusammenarbeit zwischen Eisenbahn und Wirtschaft

Übersicht über Schnittstellen und Synergien zwischen der Eisenbahnbranche und der Ausbildung zum Eisenbahningenieur an der Fachhochschule Erfurt

DAVID SCHMIDTKE | MARTIN SCHRÖDER |
MICHAEL LEHMANN | RAIMO MICHAELSEN

Die enge und vielschichtige Kooperation des Lehr- und Forschungsbetriebs akademischer Einrichtungen mit Praxispartnern unterschiedlicher Einrichtungen führt zu einem effektiven Aufbau von Fachkompetenzen. Neben den verschiedenen Studienmodellen, welche die effektive Verzahnung von ingenieurtheoretischer Ausbildung im Studium und der Gewinnung von praktischen Erfahrungen beinhalten, gibt die Forschung entscheidende Impulse für die Entwicklung von neuen Modellen und Techniken. Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick für mögliche Kooperationen am Beispiel des Eisenbahnwesens bei der Fachhochschule (FH) Erfurt, welche durch die Erfahrungen der Praxispartner der RATH Gruppe und bremenports ergänzt werden.

Stakeholder aus der Praxis

Fachhochschulen arbeiten im Lehr- und Forschungsbetrieb kooperativ mit diversen Praxispartnern zusammen, welche entsprechend als Stakeholder angesehen werden können (Abb. 1).

Als Praxispartner kommen Institutionen aus verschiedenen Bereichen der Gesellschaft, Verwaltung und Wirtschaft infrage. Hierzu zählen gleichermaßen öffentliche Einrichtungen und privatwirtschaftlich organisierte Unternehmen.

Dazu zählen Behörden wie beispielsweise das Eisenbahn-Bundesamt (EBA), die Bundesstelle für Eisenbahnunfalluntersuchung (BEU) oder die Bundesnetzagentur (BNetzA), aber auch die Landesbehörden für Eisenbahnen. Diese benötigen Eisenbahnsachverstand für die unterschiedlichen Themenfelder des Eisenbahnwesens, um die ihnen gesetzlich zugewiesenen Aufgaben kompetent erfüllen zu können. Die weitaus größere Fraktion der Kooperationspartner hat die FH Erfurt mit unterschied-

lichen Unternehmen aus dem gesamten Bundesgebiet.

Hierbei gibt es zum einen die klassischen Eisenbahnunternehmen als Infrastrukturbetreiber (EIU) und Verkehrsunternehmen (EVU), die fundiertes systemübergreifendes Eisenbahnwissen für ihre tagtäglichen Arbeitsprozesse benötigen. Durch die Vielfalt an Themen ist der allgegenwärtige Vierklang von Bahnbetrieb, Techniken von Betriebsanlagen und Fahrzeugen sowie Eisenbahnrecht omnipräsent.

Zum anderen bestehen Kooperationen mit der Industrie, vertreten durch die unterschiedlichen Hersteller von Fahrzeugen, Komponenten der Leit- und Sicherungstechnik (LST) sowie Gleiskomponenten. Die Varianz der Hersteller sowie deren Portfolio ist unterschiedlich. Einige Praxispartner besitzen eine breite Produktplattform von Fahrzeugen und Bahnkomponenten, ebenso gibt es eine vielfältige und durchaus kleinteilige Zulieferindustrie für unterschiedliche Komponenten

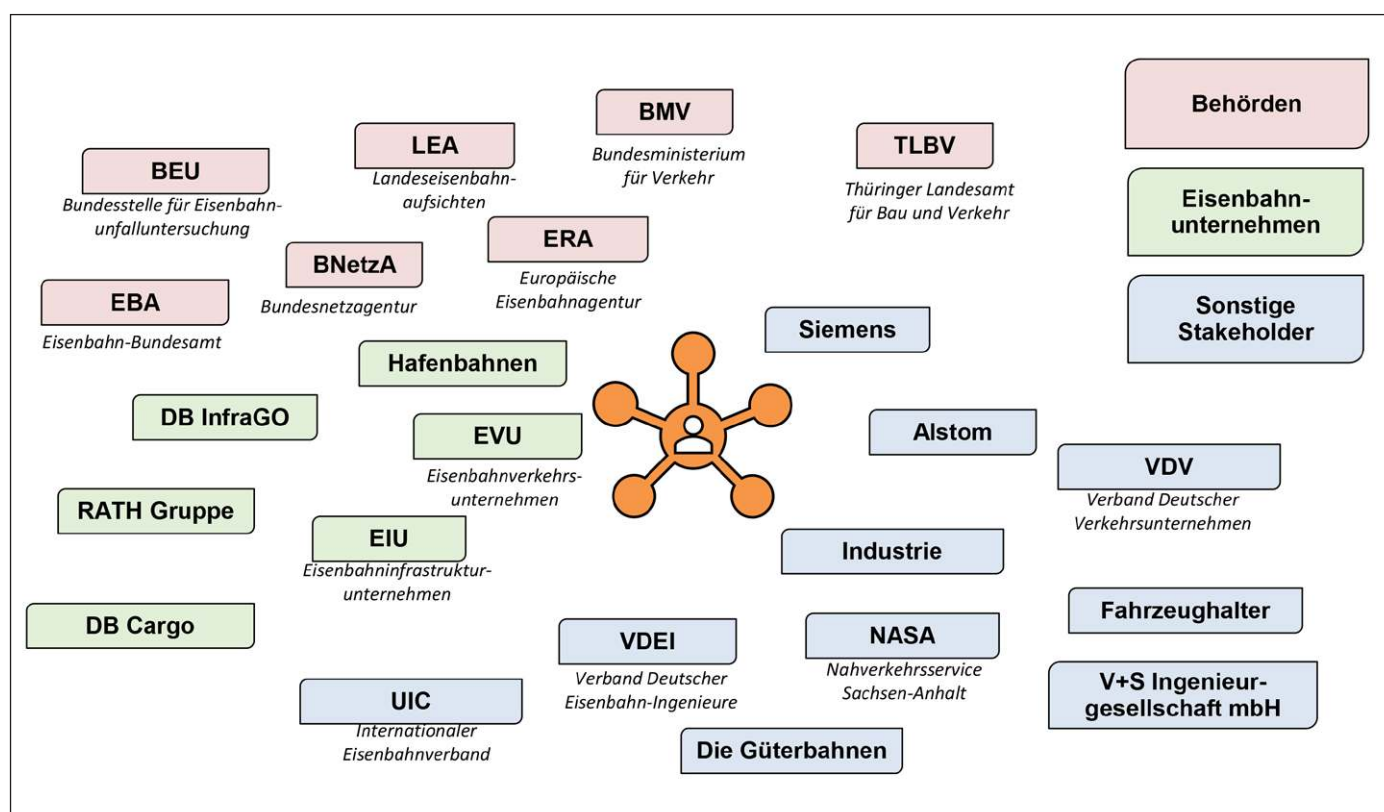


Abb. 1: Auswahl an Stakeholder

im Fahrzeug- und Infrastrukturbereich sowie Bahnbauunternehmen [1].

Als weitere Praxispartner kommen die unterschiedlichen Aufgabenträger des öffentlichen Schienenpersonennahverkehrs (SPNV) der Länder infrage (z.B. TLBV, NASA, LNVG). Die Aufgabenträger haben mit der Regionalisierung des SPNV im Zuge der Bahnreform wichtige Aufgaben für die Bestellung der Eisenbahnverkehre, aber auch für die Infrastrukturentwicklung, Fördergelder und Machbarkeitsstudien übernommen. Um die Steuerung des SPNV-Sektors zukünftig übernehmen zu können, braucht es entsprechende Fachexpertise.

Die letzte Fraktion stellen die Verbände dar. Berufsverbände wie der Verband Deutscher Eisenbahn-Ingenieure (VDEI) beziehen nicht nur Nachwuchsmitglieder aus den Studierenden der Hochschule, sondern können auch durch ihre praktische Arbeit Einblicke aus dem Fachalltag liefern. Aber auch Lobbyverbände (z.B. Allianz pro Schiene, Die Güterbahnen, VDV, UIC) können durch gezielte Kooperation Synergien entwickeln.

Ziele und Chancen

Die RATH Gruppe und auch bremenports nutzen unabhängig voneinander die Möglichkeiten einer Kooperation mit der FH Erfurt für die akademische Ausbildung von qualifizierten Fachkräften und damit Nachwuchssicherung. Gerade im Eisenbahnbereich werden spezielle Fachkräfte mit Systemverständnis gesucht, deren Recruiting auf dem freien Arbeitsmarkt u.a. de-

mografisch bedingt zunehmend schwieriger wird. Das dual-praxisintegrierte Studium ermöglicht den Studierenden eine fundierte fachliche Ausbildung im Betrieb, kombiniert mit theoretischen Grund- und Fachkenntnissen aus der FH, was bei der Einordnung von verschiedenen Situationen im späteren Berufsalltag, aber auch für den Praxisbezug der FH Erfurt sehr nützlich ist. Damit können die theoretischen Inhalte des Studiums mit anwendungsbezogenen praktischen Einblicken sowie durch die Übernahme erster Aufgaben ergänzt werden. Durch die Praxiseinsätze bringen die Studierenden Hintergrundwissen mit, welches für die Gestaltung der Vorlesungen und die Mitarbeit der Studierenden von Vorteil ist. Zusätzlich haben an der FH Erfurt alle Dozenten, so wie es an Fachhochschulen systembedingt vorgesehen ist, mehrere Jahre in der Praxis gearbeitet und können so aus eigener Erfahrung die Lehre praxisnah gestalten. So lernen die Studierenden an konkreten und realen Beispielen, wie Herausforderungen im Eisenbahnbereich zu meistern sind und lernen Themen wie Umlaufplanung, Fahrplanung, den Dienst auf den Stellwerken, die Herausforderungen im LST-Bereich sowie der Schieneninfrastruktur und den Schienenfahrzeugen kennen.

Die RATH Gruppe steht bspw. als Praxispartner für Forschungsprojekte bereit und bietet die Infrastruktur für die Durchführung von Forschungen. In Kooperation u.a. mit der FH Aachen und der RWTH Aachen hatte die Rurtalbahn beispielsweise an dem Projekt BrainTrain JuLiA mitgewirkt und ein Fahrzeug

LVT/S 504 006 gekauft [2]. Dieses Fahrzeug dient für mehrere Forschungsprojekte und wurde entsprechend umgebaut. So wurde im Rahmen des Forschungsprojekts RailAlxs ein System entwickelt, um Hindernisse im Lichtraum zu detektieren und das Fahrzeug automatisch zum Stehen zu bringen [3]. Es wurden mit dem Fahrzeug Erprobungsfahrten durchgeführt, und die verbaute Technik wurde getestet. Dazu hatte die Rurtalbahn die Infrastruktur der Eifel-Bördebahn sowie den Triebfahrzeugführer bereitgestellt. So können theoretische Forschungsergebnisse im realen Betrieb validiert und wertvolle Erkenntnisse für den automatischen Fahrbetrieb auf Nebenstrecken gewonnen werden [4].

Die bremenports konnte bereits in der Vergangenheit wertvolle Entwicklungen durch Kooperationen mit Hochschulen gewinnen. Gemeinsam mit der Hochschule Wismar wurde beispielsweise der Studiengang MBA „International Logistics and Trade“ ins Leben gerufen [5]. Aber auch im Projekt „sH2unter@ports“ wurde in Kooperation mit der HS Bremerhaven die Möglichkeit des Einsatzes wasserstoffbetriebener Rangierlokomotiven untersucht [6]. Analog zu diesen Bestrebungen wird aktuell auch die akademische Zusammenarbeit im Eisenbahnwesen vorangetrieben.

Felder der Kooperation

Lehre

Die Kooperation zwischen der Praxis und FH Erfurt erstreckt sich über eine Vielzahl

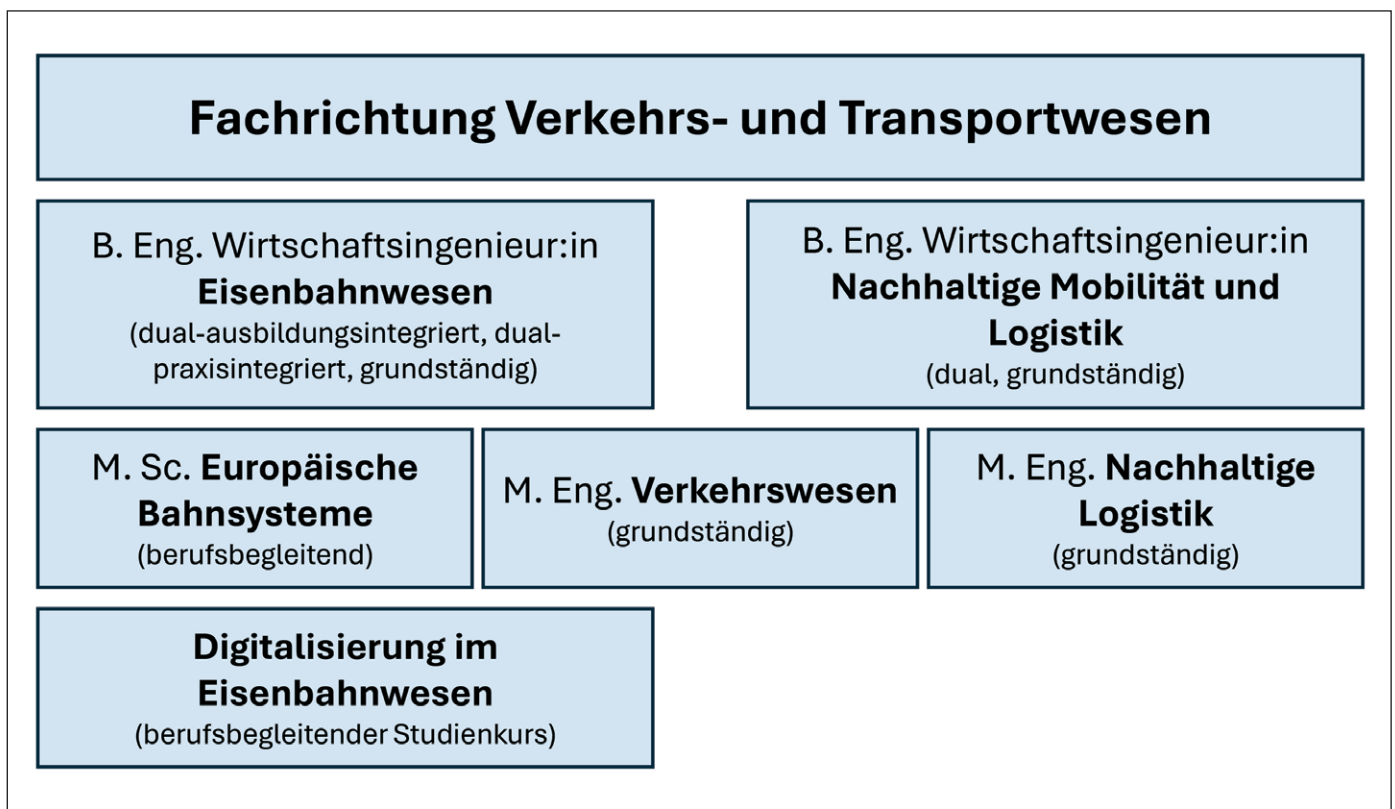


Abb. 2: Übersicht der Studienmöglichkeiten der Fachrichtung Verkehrs- und Transportwesen an der FH Erfurt

von Feldern, die sich gegenseitig bereichern und verstärken.

Duale Studienprogramme ermöglichen es den Studierenden, parallel zum Studium praxisnahe Erfahrungen in Unternehmen zu sammeln und Theorie und Praxis optimal miteinander zu verknüpfen [7].

Studierende der FH Erfurt sammeln durch Praktika in Eisenbahnunternehmen wertvolle Praxiserfahrungen. Gleichzeitig verfassen diese Studierenden ihre Bachelor- oder Masterarbeiten in Zusammenarbeit mit den Praxisunternehmen, um praxisrelevante Fragestellungen zu bearbeiten. Auch bei Exkursionen zu Praxisunternehmen bietet sich den Studierenden die Möglichkeit, das theoretische Wissen in praktischer Umsetzung zu erleben. So ergänzen in diesem Zusammenhang die Exkursionen den Einblick in die Praxis durch das Berufspraktikum.

Experten aus dem Eisenbahnwesen werden als Gastdozenten in den Eisenbahnwesen-Studiengängen eingebunden, um Studierenden Einblicke in praktische Herausforderungen und aktuelle Entwicklungen der Branche zu gewähren.

Durch die an der FH Erfurt spezifischen Praxistransfermodule erlangen die Studierenden im Betrieb der verschiedenen Praxispartner Kompetenzen, die über die bereits in den Lehrveranstaltungen des jeweiligen Fachsemesters erlangten Kompetenzen hinausgehen. Die interdisziplinäre Anwendung des theoretisch erworbenen Wissens in der Praxis ermöglicht den Studierenden den Aufbau einer fundierteren Fachkompetenz.

Ringvorlesungen ermöglichen Studierenden, Perspektiven außerhalb ihres primären Studienfeldes zu gewinnen, was zu einem breiteren Verständnis und neuen Erkenntnissen führen kann. Die Ringvorlesung Eisenbahnwesen greift aktuelle gesellschaftliche, wissenschaftliche oder politische Themen auf. Dies fördert nicht nur das Bewusstsein für gegenwärtige Herausforderungen, sondern zeigt auch die Relevanz akademischer Themen im realen Kontext. Diese Vorlesungen bieten darüber hinaus Gelegenheiten zur Vernetzung mit Fachleuten aus der Praxis.

Die FH Erfurt bietet ein maßgeschneidertes Weiterbildungsprogramm für Mitarbeitende von Eisenbahnunternehmen an. Bausteine dieses Programms sind u.a. modular aufgebaute Zertifikatskurse beispielsweise zur Digitalisierung im Eisenbahnwesen oder der internationale, weiterbildende und berufsbegleitende Masterstudiengang Europäische Bahnsysteme, der mittels Blockveranstaltungen an der FH Erfurt sowie in Winterthur (Schweiz), St. Pölten (Österreich) und Prag (Tschechien) angeboten wird [8]. Dieses praxisnahe Programm hilft, die Fachkenntnisse der Belegschaft in Bereichen der Digitalisierung im Eisenbahnwesen und des Zusammenspiels zwischen den Teilsystemen

mit der europäischen Bahnregulatorik zu erweitern.

Darüber hinaus können Unternehmen bei spezifischen Problemen beratend unterstützen und kann dadurch ihre Expertise zur Verfügung gestellt werden. Zudem bieten Konferenzen, Workshops und Fachtagungen Plattformen, auf denen Wissenschaftler und Praktiker Wissen austauschen und Netzwerke bilden können.

All diese Bereiche der Kooperation tragen dazu bei, die Verbindungen zwischen akademischer Theorie und praktischer Anwendung zu stärken und die Ausbildung, Forschung und Entwicklung beider Seiten zu bereichern.

Forschung

Neben der praxisbezogenen Lehre (inkl. der Weiterbildung) ist die anwendungsnahe Forschung Kernaufgabe der Fachhochschulen und Hochschulen für angewandte Wissenschaften. Die FH Erfurt verfügt dazu über ein Service-Center Forschung und Transfer sowie über wissenschaftliche Einrichtungen wie das Institut Verkehr und Raum (IVR) und Laboreinrichtungen [9]. Diese unterstützen die Fachprofessuren bei der Beantragung und Durchführung von Forschungsprojekten und bieten den Forscherinnen und Forschern Plattformen für Vernetzung und Austausch. Neben den statistisch nicht erfassten Einzelprojekten der Verkehrsprofessuren wurden allein im IVR in den letzten 25 Jahren über 20 Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Eisenbahnwesen bearbeitet. Fokusthemen der bahn- und verkehrsbezogenen Forschung an der FH Erfurt sind dabei:

- Verkehrsangebot und Verkehrskonzepte, z.B. die EU-geförderten InterReg-Projekte REIF und Rail4Regions [10] mit der Schlüsselkooperation mit dem Thüringer Landesamt für Bau und Verkehr (TLBV) zur Pflege und Weiterentwicklung des Verkehrsmodells des Freistaats Thüringens [11]
- Elektromobilität und Dekarbonisierung von Schienen- und Straßenverkehr [12]
- Digitalisierung von Prozessen, wie z.B. das vom Deutsche Zentrum für Schienenverkehrsforschung (DZSF) geförderte Projekt DISTInplus zur Digitalisierung des standortbezogenen Datenaustauschs [13]
- Transformation von Berufsbildern mit Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Bildungsangebote, wie das ebenfalls DZSF-geförderte Projekt BKplus zu den nicht-technischen Fertigkeiten im Fahrdienst und in der Zugverkehrssteuerung [14].

An der Nahtstelle zwischen Lehre und Forschung sind die bereits erwähnten studentischen Projekte und Abschlussarbeiten angesiedelt, die häufig mit den zahlreichen Partnerunternehmen gemeinsam angeboten und betreut werden.

Von besonderer Bedeutung für die Verzahnung von Wissenschaft, Lehrangeboten

und anwendungsnaher Entwicklung und Erprobung neuer Bildungsangebote sind darüber hinaus die beiden mehrjährigen, EU-geförderten Sektorallianzen STAFFER (Skill Training Alliance For the Future European Rail System mit Laufzeit von 2020-2024) [15] und SERAS (Single European Railway Area of Skills mit Laufzeit von 2025 bis 2029) [16]. In beiden Projekten mit jeweils über 20 aktiven Partnern und einer jeweiligen EU-Gesamtförderung von 4 Mio. EUR sind zahlreiche europäische Hochschulen (darunter in Deutschland nur die TU Dresden und die FH Erfurt) mit Bahnfokus, Fahrzeug- und Infrastrukturhersteller sowie EIU und EVU beteiligt. Gemeinsames Ziel dieser Großprojekte ist die Identifizierung der technologischen und gesellschaftlichen Treiber neuer und geänderter Berufsbilder im Bahnsektor sowie die Entwicklung, Erprobung und Evaluierung darauf zugeschnittener Bildungsangebote in der beruflichen und akademischen Aus- und Weiterbildung.

Regionale, nationale und internationale Netzwerkbildung

Aus den verschiedenen Bereichen der Interaktion und Kooperation entstehen zahlreiche formelle und informelle Netzwerke auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit gehören für die FH Erfurt dazu unter anderem:

- das Logistik-Netzwerk Thüringen [17]
- das von der Landesentwicklungsgesellschaft LEG Thüringen organisierte Thüringer Mobilitätsnetzwerk mit verschiedenen Arbeitsgruppen, u.a. zum Eisenbahnverkehr, zum Radverkehr und zur Einführung eines integralen Taktfahrplans im regionalen Busverkehr [18]
- die Mitwirkung in Fachbeiräten wissenschaftlicher Zeitschriften [19] oder die Autorentschaft von Fachbüchern [20]
- der Arbeitskreis der Fachhochschulprofessuren im Bahnwesen sowie die Hochschulkooperation im Studienfeld Nachhaltige Mobilität.

Darüber hinaus begrüßen die FH Erfurt mit ihrem Studienangebot und das IVR als fachspezifische Forschungseinrichtung regelmäßig internationale Austauschstudierende sowie nationale und internationale wissenschaftliche Gäste. Zu den wichtigsten Partnereinrichtungen gehören die Verkehrswissenschaftliche Universität Budapest (BME), die Technische Hochschule Vilnius, die Universität Paris – Cergy und die University of Transport and Communication (UTC) Hanoi. Von ebenso großer Bedeutung sind die internationalen Lehraufträge und Gastbeiträge der FHE-Lehrkräfte an der University of Applied Sciences St. Pölten oder der Universität Rom La Sapienza [21].

Aber das vielleicht wichtigste und persönlich am stärksten bereichernde Netzwerk

DER EISENBAHN INGENIEUR

THEMENSCHWERPUNKTE:

Ausgabe Nr. 9/26

Offizielle Messeausgabe zur InnoTrans mit Ausstellervorbericht

- Handgeführte Schleifgeräte in der Schieneninstandhaltung
- Der innovative Beitrag zur Y25-Familie
- Hochintegrierte All-in-One-Audioplattform für den öffentlichen Verkehr
- Intelligente Weichensysteme für leistungsfähige Bahnnetze
- Update Weichenmonitoring mittels Regelzügen
- Prädiktives Verschleißmanagement für Räumketten
- Innovative Lösung für effizienten Lärmschutz – Schienenstegdämpfer
- Schraubenverbindungen realitätsnäher auslegen

Anzeigenschluss: 7.8.26

Erscheinungstermin: 11.9.26

Ausgabe Nr. 10/26

50. Tagung „Moderne Schienenfahrzeuge“, Graz

- Qualifizierung als Schlüsselfaktor für Qualität im Baumanagement
- Niederschwellige Umsetzung von Condition Monitoring und Predictive Maintenance
- BIM -3D, 4D, 5D: Herausforderungen in Chancen bei Süderelbbrücken
- Brückenübergänge am Beispiel der Messina-Brücke
- Saubere Züge durch Vereinfachung
- Gleis-Tragwerk-Interaktion bei längsbeweglichen Oberbau
- Ein Überblick zum Thema „Kritische Bahninfrastruktur“

Anzeigenschluss: 17.9.26

Erscheinungstermin: 15.10.26

Ausgabe Nr. 11/26

26. Intern. SIGNAL+DRAHT-Kongress, Fulda

- Aerodynamik in Eisenbahntunneln: Was in der Planung wichtig ist
- Tunnelinstandhaltung
- Weichenstellung für morgen: Systemlösungen von FRÄNKISCHE für das Bahnwerk Cottbus
- Temperaturverteilung in einem Gleiskörpermodell
- Untersuchung und Identifizierbarkeit von Oberleitungsfehlern
- Alternative nachhaltige Schwellenmaterialien
- Prüfung und Bewertung von Richtlinien hinsichtlich des Klimawandels

Anzeigenschluss: 13.10.26

Erscheinungstermin: 10.11.26

entsteht durch das kontinuierlich wachsende Absolventennetzwerk der FH Erfurt im Eisenbahn- und Verkehrswesen. In immer wieder neuen Konstellationen treffen hier die Lehrkräfte auf ehemalige Studierende und dürfen mit diesen als Referenten für Gastvorträge, Lehrbeauftragte, Mentoren von Praxis- und Abschlussarbeiten, in Forschungsprojekten oder als Autorenteam in Fachbeiträgen zusammenwirken.

Wünsche, Zukunft, Ausblick

Die Hochschule inkludiert die Praxispartner im Rahmen von regelmäßigen Austauschen in die inhaltliche Planung und Gestaltung der Studiengänge. In diesem Zusammenhang können die sich entwickelnden Bedürfnisse zeitnah kundgetan werden und damit im Rahmen des Lehrbetriebs aufgenommen werden. Obgleich das Curriculum des Studiengangs eine gewisse Starrheit vorgibt, bestehen gewisse Freiheitsgrade innerhalb der Module oder auch in dessen Weiterentwicklung, die auf diesem Weg genutzt werden können.

Ebenso bietet die Hochschule Möglichkeiten, um extracurriculäre Themen aufzunehmen. Ein probates und durch die Studierenden gut angenommenes Format stellt die Ringvorlesung dar. Diese enthält punktuell ausgewählte aktuelle Themen aus dem Eisenbahnwesen. Als Dozenten werden regelmäßig Praxispartner eingeladen, welche aus ihrem beruflichen Kontext berichten. Die Teilnahme ist zwar freiwillig, sodass sie nicht durch zusätzliche Leistungspunkte honoriert wird, trotzdem ist das Interesse und die quantitative Teilnahme sehr positiv. ■

QUELLEN

- [1] Internetseite des Studiengangs Wirtschaftsingenieurin Eisenbahnwesen (B. Eng.) Dual-praxisintegriert, Fachhochschule Erfurt: <https://www.fh-erfurt.de/fakultaeten-und-fachrichtungen/wirtschaft-logistik-verkehr/verkehrs-und-transportwesen/bachelor-wirtschaftsingenieurin-eisenbahnwesen-dual-praxisintegriert>, abgerufen 28.05.2026
- [2] Der „BrainTrain“ kommt nach Jülich: Ministerin Ina Brandes überreicht Förderbescheid für autonomes Fahren auf der Schiene, Staatskanzlei des Landes Nordrhein-Westfalen <https://www.land.nrw/pressemitteilung/der-braintrain-kommt-nach-juelich-ministerin-ina-brandes-ueberreicht>, abgerufen 28.05.2026
- [3] Gottschalk, A.: Weichen stellen für autonomen Zugverkehr, Fachhochschule Aachen, <https://www.fh-aachen.de/newsroom/artikel/weichenstellen-fuer-autonomen-zugverkehr>, abgerufen 28.05.2026
- [4] Fahrerlose Züge als Antwort auf den Personalmangel, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen, <https://www.rwth-aachen.de/cms/root/wir/aktuell/pressemitteilungen/dezember-2025/~brdwgi/fahrerlose-zuege-als-antwort-auf-den-per/>, abgerufen 28.05.2026
- [5] Stemmler, L.: MBA Fernstudium Logistik und Handel, bremenports GmbH & Co. KG, <https://www.bremenports.de/unternehmen/aufgaben/projekte/mba-fernstudium-logistik-und-handel-in-kooperation-mit-der-hochschule-wismar>, abgerufen 28.05.2026
- [6] Bruns, H.: Verbundprojekt „sh2unter+ports“ erforscht Implementierung einer wasserstoffbetriebenen Rangierlok, bremenports GmbH & Co. KG, <https://www.bremenports.de/presse/neues-wasserstoff-projekt-fuer-die-hafeneisenbahnen>, abgerufen 28.05.2026
- [7] Beispielhaft: Kreusel, L. et al.: Der Stichtreckenblock im ETCS Level 2, EI 05/2026, S. 31-34
- [8] Internetseite des Studiengangs Master Europäische Bahnsysteme, Fachhochschule Erfurt, <https://www.fh-erfurt.de/fakultaeten-und-fachrichtungen/wirtschaft-logistik-verkehr/verkehrs-und-transportwesen/weiterbildungsmaster-europaeische-bahnsysteme>, abgerufen 28.05.2026
- [9] Internetseite des Institut Verkehr und Raum an der Fachhochschule Erfurt, <https://ivr.fh-erfurt.de/>, abgerufen 28.05.2026
- [10] Lehmann, M.: Europäische Projekte zur Stärkung des Regionalen Schienengüterverkehrs, ZEV Rail 04/26
- [11] Gather, M.: Integriertes Verkehrsmodell Thüringen – Wissenschaftliche Begleitung, Institut Verkehr und Raum, <https://ivr.fh-erfurt.de/aktuelle-forschungsprojekte/integriertes-verkehrsmodell>, abgerufen 28.05.2026
- [12] Lehmann, M. et al.: Szenarien zur Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs, ZEV Rail 06-07/2025
- [13] Lehmann, M. et al.: RAILDEX – Integriertes Domänen- und Datenaustauschmodell in der Fahrzeuginstandhaltung, ZEV Rail 03/2025
- [14] Lehmann, M. et al.: Nicht-technische Kompetenzen für einen sicheren Bahnbetrieb, Deine Bahn 10/2025
- [15] Lehmann, M. et al.: STAFFER – Handlungsbedarfe und Implementierungen für EVU und EU, EI 07/2023, S. 6-10
- [16] Fördernews, Fachhochschule Erfurt, https://www.fh-erfurt.de/Dokumente/Forschung/Aktuelles/Newsletter/Foerdernews_Dezember_2025.pdf, abgerufen 28.05.2026
- [17] Logistik Netzwerk Thüringen e.V., Internetauftritt, <https://www.lognet-th.de/>, abgerufen 28.05.2026
- [18] Landesentwicklungsgesellschaft Thüringen mbH, Das Thüringer Mobilitätsnetzwerk, <https://sre.lsg-thueringen.de/projekte/thueringer-mobilitaetsnetzwerk/>, abgerufen 28.05.2026
- [19] Fachwissenschaftlicher Beirat, Georg Siemens Verlag GmbH & Co. KG, <https://www.zevrail.de/fachwissenschaftlicher-beirat>, abgerufen 28.05.2026
- [20] Friedrich, J.: Planung von Anlagen der Leit- und Sicherungstechnik, 1. Auflage, Bahn Fachverlag GmbH, Berlin
- [21] Partnerhochschulen nach Fakultät und Fachrichtung, Fachhochschule Erfurt, <https://www.fh-erfurt.de/zentrale-einrichtungen/international-office/partnerhochschulen>, abgerufen 28.05.2026



David Schmidtke, B. Eng.

GBL Planung und
Netzentwicklung SPNV
Rurtalbahn GmbH, Düren
d.schmidtke@rurtalbahn.de



Martin Schröder, M. Eng.

Eisenbahnbetriebsleiter Infrastruktur
Eisenbahnen und Verkehrsbetriebe
Elbe-Weser GmbH, Zeven
martin.schroeder@bremenports.de



Prof. Dr.-Ing. Michael Lehmann

Professor für Eisenbahnwesen im
internationalen Kontext
Fachhochschule Erfurt, Erfurt
michael.lehmann@fh-erfurt.de



Prof. Dr.-Ing. Raimo Michaelsen

Professor für Eisenbahnwesen,
insb. Leit- und Sicherungstechnik
Fachhochschule Erfurt, Erfurt
raimo.michaelsen@fh-erfurt.de

Haben Sie Fragen?

Kontakt: Silvia Sander

Telefon: +49/40-237 14-171

E-Mail: silvia.sander@dvvmedia.com



InnoTrans 2026, 22. – 25. September 2026, Berlin

Internationale Fachmesse für Verkehrstechnik
Innovative Komponenten · Fahrzeuge · Systeme

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

Das Who-is-Who der internationalen Verkehrsbranche



Die diesjährige InnoTrans eröffnet EU-Kommissar Apostolos Tzitzikostas;
10 bis 11:30 Uhr im palais.Berlin Foto: DVV Media GmbH

Die InnoTrans 2026 setzt zum 30-jährigen Bestehen ein starkes Zeichen für die gesamte Verkehrstechnikbranche: Die Eröffnungsver-

staltung am 22. September im palais.Berlin bringt hochrangige Gäste aus Politik und Industrie zusammen und macht schon zum Auftakt deutlich, welche internationale Bedeutung die Leitmesse hat. Zur Jubiläumveranstaltung werden unter anderem EU-Kommissar Apostolos Tzitzikostas, Bundesverkehrsminister Patrick Schnieder, DB-Chefin Evelyn Palla, der neue Alstom-CEO Martin Sion sowie Michael Peter von Siemens Mobility und Škoda-CEO Petr Novotny erwartet. Mehr als 1.000 Spitzenvertreterinnen und -vertreter aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik versammeln sich zur Eröffnung und unterstreichen damit den hohen Stellenwert der Messe als Treffpunkt für Entscheider:innen und Impulsgebende. Die Eröffnung ist nicht nur ein formeller Programmpunkt, sondern ein prominent besetztes Branchenevent mit klarer inhaltlicher Ausrichtung auf globale Mobilität, Wachstum und Zukunftschancen. Unter dem Motto „Mobility on a global scale – Shaping projects and growth opportunities“ wird der Auftakt zu einem sichtbaren Highlight innerhalb des Messeprogramms. •

Bühne frei für die Stimmen der Mobilität

Nach dem großen Erfolg auf der InnoTrans 2024 erwartet die internationale Bahn-Community auch in diesem Messejahr wieder ein Highlight: Am 25. September bringt das Railway Influencer Festival auf der InnoTrans 2026 erneut führende Creator:innen, Mobilitätsexpert:innen und Branchenakteur:innen zusammen. Im Fokus stehen digitale Stimmen, die mit ihren kreativen Ideen und ihrer Reichweite neue Perspektiven auf Bahn, Verkehr und nachhaltige Mobilität eröffnen. Neben der Verleihung des Railway Influencer Award, mit dem eine unabhängige Jury herausragende Beiträge in der Verkehrsbranche würdigt, erwartet die Teilnehmenden ein vielseitiges Programm aus Diskussionen, Showcases und Networking. Das Festival zeigt, wie Social Media, Storytelling und Innovation die Mobilitätsbranche prägen und neue Zielgruppen erreichen. •



Railway Influencer Award

Foto: Messe Berlin GmbH

Rundgänge auf der InnoTrans 2026

Die InnoTrans 2026 rückt ihre Weltneuheiten ins Rampenlicht: Bei den täglich stattfindenden World Innovation Tours erleben Fachbesuchende und Journalist:innen die Premieren der Aussteller aus nächster Nähe. Die rund 90-minütigen Rundgänge führen zu zehn Stationen quer über das Messegelände. Hochrangige Unternehmensvertreter:innen präsentieren ihre Innovationen und stehen für Fragen bereit. Internationale Gäste erhalten Simultanübersetzungen ins Englische. Ergänzend gibt es kostenfreie Career Tours und KI-Rundgänge ab dem AI Mobility Lab in Halle 7.1a. •

InnoTrans im Überblick

Fachmesse: 22. – 25. September 2026

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

Öffnungszeiten: Fachmesse 9:00 – 18:00 Uhr

Preise: Tagesticket: 65,00 EUR

Dauerticket: 100,00 EUR

Studierendenticket: 30,00 EUR

(nur Online-Tickets, keine Tageskasse vor Ort)

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

**Eurail
press**

ist Medienpartner der InnoTrans 2026

Kooperation für leisere Schienenwege

Starke Allianz für leisere Schienenwege: Fachausschuss KIB des VDEI und DVLV bündeln Kompetenzen für die Infrastrukturwende.



Abb. 1: Unterzeichnung der Kooperationsvereinbarung im Rahmen der 31. Tagung des Fachgremiums Bahn des DVLV am 26. Februar 2026 in Würzburg

Quelle: DVLV

**TRISTAN MÖLTER |
ALEXANDER SCHMACKPFEFFER |
HANS-JÜRGEN JOHANNIK |**

Der Fachausschuss Konstruktiver Ingenieurbau (FA KIB) im Verband Deutscher Eisenbahn-Ingenieure e.V. (VDEI) und der Deutsche Verband für Lärmschutz an Verkehrswegen e.V. (DVLV) vertiefen ihre Zusammenarbeit. Ziel ist es, bahnspezifische Tragwerksplanung und spezialisiertes Lärmschutzwissen enger zu verbinden. Gemeinsame Informationsschriften sollen Planenden, Behörden, ausführenden Unternehmen und der Öffentlichkeit technische Grundlagen verständlich vermitteln und damit zu tragfähigen, sicheren und akzeptierten Lösungen beitragen.

Lärmschutz als Teil der Infrastrukturplanung

Die Modernisierung der deutschen Eisenbahninfrastruktur und der notwendige Kapazitätsausbau gelingen nur, wenn technische Lösungen nachvollziehbar geplant und von der Bevölke-

rung mitgetragen werden. Ein wichtiger Baustein dafür ist wirksamer Schallschutz. Er mindert Belastungen an bestehenden und neuen Strecken und trägt dazu bei, Akzeptanz für Bau- und Ausbauvorhaben zu schaffen.

Lärmschutzwände (LSW) an Eisenbahnstrecken sind keine einfachen Barrieren. Sie sind Ingenieurbauwerke mit klaren Anforderungen an Standsicherheit, Dauerhaftigkeit, Montage, Instandhaltung und Einbindung in den Bahnbetrieb. Sie müssen dynamischen Belastungen durch vorbeifahrende Züge standhalten, Schwingungen aufnehmen und ihre akustische Wirkung über lange Nutzungszeiträume erhalten. Häufig sind sie zudem auf bestehenden Brücken, in engen Dammbereichen oder in Abschnitten mit schwierigen Baugrund- und Bauzuständen zu errichten.

Schnittstelle zwischen KIB und Lärmschutz

An dieser Schnittstelle setzt die Kooperation an. Der FA KIB bringt bahnspezifische Ingenieurkompetenz aus der Planung und Bewertung von Brücken, Stützwänden, Durchlässen und Tunneln ein. Dazu gehören die Anforderungen des Eisenbahnbetriebs, die sicherheitsrelevanten

Schnittstellen zur Leit- und Sicherungstechnik sowie die baubetrieblichen Randbedingungen bei Arbeiten im Bestand.

Der DVLV ergänzt dieses Wissen durch die Perspektive der Hersteller, Planer und ausführenden Fachbetriebe von Lärmschutzsystemen. Dazu zählen Kenntnisse über Materialien, akustische Eigenschaften, Zertifizierungen, Gründungsverfahren, Montagebedingungen und Dauerhaftigkeit unter wiederkehrenden Belastungen. Damit eine LSW auf einer bestehenden oder neuen Eisenbahnbrücke dauerhaft funktioniert, müssen Tragwerksplanung, Systemauswahl und Ausführung frühzeitig zusammengeführt werden. Statik, Verankerung, Schwingungsverhalten, Erdung und Schallschutzwirkung sind als ein Gesamtsystem zu betrachten. Die Kooperation schafft dafür einen fachlichen Rahmen und erleichtert den Austausch zwischen den beteiligten Disziplinen.

Wissenstransfer durch Informationsschriften

Ein Schwerpunkt der Zusammenarbeit liegt auf gemeinsamen Informationsschriften. Sie sollen vorhandenes Fachwissen nicht nur intern verfügbar machen, sondern in einer Form

aufbereiten, die in Planung, Ausschreibung, Ausführung und Kommunikation eingesetzt werden kann.

Die Schriften setzen dort an, wo Normen, Richtlinien und technische Nachweise allein häufig nicht ausreichen. Sie erläutern Hintergründe, typische Randbedingungen und praktische Konsequenzen. So entsteht eine „Brücke“ zwischen Regelwerk, Ingenieurpraxis und öffentlicher Kommunikation.

Zielgruppen der Informationsschriften

Die Veröffentlichungen richten sich an mehrere Zielgruppen:

1. Planende Ingenieure und Ausschreibende Stellen: Sie erhalten fundierte Leitfäden, welche Lärmschutzsysteme für welche konstruktiven Randbedingungen (z. B. auf Brückenkappen oder an Stützwänden) statisch und akustisch optimal geeignet sind.
2. Kommunen, Behörden und Bürgerinitiativen: Bei Infrastrukturprojekten prallen oft emotionale Diskussionen auf technische Realitäten. Die Informationsschriften dienen hier als sachliche, leicht verständliche Aufklärungsarbeit. Sie erklären Laien, warum bestimmte Wandhöhen gewählt werden, wie Schallabsorption physikalisch funktioniert und warum nicht jedes Material an jeder Stelle verbaut werden kann.
3. Bauüberwachende und Ausführende: Für die Baustelle vor Ort bieten die Schriften praktische Checklisten zu Montagefehlern, Qualitätskontrollen und Abnahmekriterien.

Technische Schwerpunkte der Zusammenarbeit

Die gemeinsamen Schriften behandeln zentrale Fragestellungen an der Schnittstelle von Konstruktivem Ingenieurbau und Lärmschutz. Im Mittelpunkt stehen Themen, die regelmäßig zu Planungs- und Abstimmungsbedarf führen.

Druck- und Sogkräfte im Bahnsystem

Bei schnellen Zugfahrten entstehen an LSW aerodynamische Druck- und Sogbeanspruchungen. Diese wirken wiederholt auf Wanelemente, Pfosten, Verankerungen und Anschlüsse. Die Informationsschriften erläutern, wie diese zyklischen Beanspruchungen bei Bemessung, Materialwahl und konstruktiver Durchbildung zu berücksichtigen sind. Ziel ist eine dauerhafte Konstruktion, die ihre Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit über den vorgesehenen Nutzungszeitraum behält.

Lärmschutz auf Brückenbauwerken

Besonders anspruchsvoll ist die Nachrüstung von LSW auf bestehenden Eisenbahnbrücken. Horizontale Windlasten sowie Druck- und Sogkräfte müssen sicher in den Überbau eingeleitet werden. Gleichzeitig darf die vorhandene Brückenkonstruktion nicht unzulässig beansprucht werden. Die Schriften beleuchten deshalb die Schnittstelle zwischen Brückenkappe, Ankerung, Konsole und Wanelement. Sie zeigen auf, wa-

rum frühe Abstimmung zwischen Tragwerksplanung und Systemauswahl entscheidend ist.

Akustische Wirkungsweisen

Für die Planung ist die Unterscheidung zwischen Schalldämmung und Schallabsorption wesentlich. Schalldämmung beschreibt die Verringerung des Schalldurchgangs durch die Wand. Schallabsorption beschreibt die Verringerung der Reflexion an der Wandoberfläche. Dieser Unterschied ist für zweigleisige Strecken, gegenüberliegende Bebauung und die Auswahl geeigneter Oberflächen besonders relevant.

Die Informationsschriften erläutern diese Zusammenhänge so, dass auch fachfremde Beteiligte sie nachvollziehen können. Strukturierte Oberflächen und poröse Materialien können Schallenergie aufnehmen und in Wärme umwandeln. Reflektierende Oberflächen leiten Schall dagegen stärker zurück in den Verkehrsraum oder zur gegenüberliegenden Seite. Die verständliche Darstellung unterstützt sowohl die technische Planung als auch die Kommunikation mit Anwohnenden.

Nachhaltigkeit, Lebenszyklus und Erdung

Neben Tragfähigkeit und Akustik spielen Sicherheit und Umweltwirkung eine wichtige Rolle. LSW in der Nähe von Oberleitungsanlagen müssen in die Bahnordnung einbezogen werden, um gefährliche Berührungsspannungen zu vermeiden. Die Schriften erläutern die Grundprinzipien solcher Erdungskonzepte und zeigen, wo an den Schnittstellen zwischen Bauwerk, Ausrüstung und Betrieb besondere Aufmerksamkeit erforderlich ist.

Auch der Lebenszyklus der Bauwerke rückt stärker in den Fokus. Auswahl und Verarbeitung von Materialien, Möglichkeiten zur Wiederverwendung, Instandhaltung, Austauschbarkeit einzelner Elemente und ergänzende Nutzungen wie integrierte Photovoltaik können die Umweltbilanz beeinflussen. Die Kooperation bietet einen Rahmen, diese Aspekte gemeinsam mit Standsicherheit, Akustik und Betriebssicherheit zu betrachten.

Weitere Bausteine der Kooperation

Neben der Publikationsarbeit umfasst die Zusammenarbeit weitere Formate des fachlichen Austauschs.

- Durchführung der Leitmesse „Lärmschutz-tage“ in München: die Lärmschutz-tage in München haben sich nunmehr über viele Jahre zu einer bundesweiten Leitmesse und Fachtagung etabliert. Diese wird gemeinsam mit dem DVLV, der Bayerischen Ingenieurkammer-Bau und dem VDEI durchgeführt.
- Interdisziplinärer Wissenstransfer: Durch gemeinsame Fachtagungen, Seminare und Baustellenbegehungen wird ein direktes Feedback-System etabliert. Planer lernen die fertigungs- und montagetechnischen Grenzen der Hersteller kennen; Ausführende verstehen besser, welche statischen und rechtlichen Zwänge hinter den Entwürfen stehen.

- Fachkräfte-Initiative: Der Mangel an qualifizierten Ingenieuren und spezialisierten Fachkräften ist akut. Durch die transparente Aufbereitung der Themen in den Informationsschriften soll auch an Hochschulen und Fachschulen gezeigt werden, wie spannend, vielseitig und gesellschaftlich relevant das Tätigkeitsfeld des Lärmschutzes im Eisenbahnbau ist.

Fazit: Verständlichkeit beschleunigt Projekte

Leistungsfähige Schienenwege brauchen wirksamen und nachvollziehbar geplanten Lärmschutz. Die Kooperation zwischen Tragwerksplanung und Lärmschutzbranche hilft, technische Anforderungen frühzeitig zusammenzuführen und die Planung robuster zu machen.

Gemeinsame Informationsschriften können dabei eine wichtige Rolle übernehmen. Sie bündeln Fachwissen, erklären Schnittstellen und machen technische Entscheidungen verständlicher. Das unterstützt die Qualität der Planung, erleichtert Genehmigungs- und Abstimmungsprozesse und fördert die Akzeptanz von Infrastrukturprojekten entlang bestehender und neuer Schienenwege. ■

VDEI
Fachausschuss
Konstruktiver Ingenieurbau



EURAIL-Ing., Dipl.-Ing. SFI/IWE
Alexander Schmackpfeffer

EBA-Prüfsachverständiger
IngenieurGruppe Bauen, Karlsruhe
alexander.schmackpfeffer
@ingenieurgruppe-bauen.de



Hans-Jürgen Johannink

Geschäftsführer
DVLV e.V., Bonn
johannink@dvlv.de



Tristan Mölter

Fachausschuss KIB
VDEI Akademie
tristan.moelter@vdei-akademie.de

2. Symposium „Geodätisches und Geotechnisches Monitoring“

Nachbericht zur gemeinsamen Veranstaltung der VDEI-Fachausschüsse Geodäsie und Geoinformatik sowie Geotechnik am 23. und 24. April 2026 in Fulda



Abb. 1: VDEI-Fachausschüsse Geodäsie und Geoinformatik sowie Geotechnik, Referenten

ANDREAS SCHEMMELE | THOMAS ZEIDLER

Das 2. Symposium „Geodätisches und Geotechnisches Monitoring am 23. und 24. April 2026 in Fulda machte deutlich, wie stark sich die Rolle geodätischer und geotechnischer Messverfahren in der Eisenbahninfrastruktur verändert. Rund 100 Fachleute aus Bahninfrastruktur, Geotechnik, Vermessung, Spezialtiefbau, Digitalisierung und Ingenieurwesen diskutierten nicht nur Sensorik, sondern vor allem die Verknüpfung von Messdaten, Risikobewertung, Plattformintegration und betrieblichen Entscheidungsprozessen. Der rote Faden der Veranstaltung: Aus einzelnen Messsystemen werden zunehmend integrierte Diagnose- und Frühwarnsysteme für Planung, Bau und Betrieb. Das Symposium wurde gemeinsam organisiert von den VDEI-Fachausschüssen Geodäsie und Geoinformatik sowie Geotechnik, unter Leitung von Dipl.-Ing. Andreas Schemmel und Dipl.-Ing. Thomas Zeidler.

Den regelwerks- und prozessbezogenen Rahmen setzten Dr.-Ing. Christian Manthe (DB InfraGO AG), Timo Schneider (Angermeier Ingenieure), Eric Teßmar (Rail – Infracore GmbH) und Franziska Stein (DB Engineering & Consulting).

Manthe erläuterte die Weiterentwicklung der Richtlinie 883.8xxx und die Bedeutung einheitlicher Gefährdungsanalysen, Warn- und Alarmwerte sowie klarer Verantwortlichkeiten. Schneider zeigte die praktische Umsetzung automatisierter Gleisüberwachung im Projektalltag, insbesondere an der Schnittstelle zwischen Vermessung, Bauausführung und Infrastrukturbetreiber. Teßmar stellte permanente Systeme zur Gleislageüberwachung unter rollendem Rad mit dynamischen Grenzwertkonzepten nach EN 13848 vor. Stein beschrieb den systematischen Prozesspfad des Geo-Monitorings nach DB-Regelwerk – von der Gefährdungsanalyse über prüffähige Messkonzepte bis zu Echtzeitdaten, Alarmierungsketten und webbasierten Plattformen.

Neue Maßstäbe bei großräumiger Erfassung, digitaler Auswertung und Plattformintegration zeigten Vreni Preußler, M.Sc. (Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung), Markus Hinz (DB Systemtechnik), Norman Morgner (Arc-Greenlab GmbH) und Michael Meidlinger (DB InfraGO AG). Preußler stellte mit „BBD-V“ ein Forschungsprojekt zur satellitengestützten Erfassung von Bodenbewegungen entlang von Verkehrsinfrastrukturen vor. Hinz erweiterte den Blick auf KI-gestützte Analyseverfahren, stationäre Sensornetzwerke und das robotische Inspektionssystem „R.U.B.I.“ zur Bewertung von Dachsbauten im Bahn-

damm. Morgner zeigte am Beispiel Hettstedt, wie permanente Gleis- und Untergrunderfassung, ArcGIS-Integration und cloudbasierte Echtzeitauswertung zur Aufhebung einer Langsamfahrstelle beitragen konnten. Meidlinger präsentierte mit DIANA eine zentrale Diagnose- und Integrationsplattform, die Sensordaten, Infrastrukturinformationen und Instandhaltungsprozesse für eine zustandsbasierte Steuerung zusammenführt.

Die geotechnische und diagnostische Perspektive vertieften Dr.-Ing. Matthias Schallert (GSP GuD GmbH), Wolfgang Alfan (Rail Track Analyzer) und Dipl.-Ing. Maria-Barbara Schaller (GGB mbH). Schallert stellte zerstörungsfreie Integritätsprüfungen und dynamische Tragfähigkeitsnachweise zur Qualitätssicherung von Pfahlgründungen vor. Alfan zeigte, wie Ground Penetrating Radar in Verbindung mit KI-Auswertung, Gleisgeometrie-, LiDAR- und Punktwolkendaten zur Ursachenanalyse, Zustandsbewertung und prädiktiven Instandhaltung beiträgt. Schaller ordnete Präventivmonitoring als ingenieurtechnischen Regelkreis ein, in dem Geodäsie, Geotechnik, Baumesstechnik, Geophysik und Datenmanagement zusammenwirken. Ihr Fazit: Monitoring liefert keine absolute Wahrheit, aber die bestmögliche Entscheidungsgrundlage. Praxisbeispiele aus komplexen Bau- und Rückbausituationen lieferten Dr. Sascha Schneid-

(Leica Geosystems), **Florian Zeidler** (Marx Kronrat Partner) und **Sven Unger** (Baugrund Dresden). Schneid zeigte anhand von Bahn- und Brückenbauprojekten in Hannover, Berlin, Frankfurt am Main und im Ahrtal, dass erfolgreiche Überwachungskonzepte bereits vor der Messung beginnen – mit klarer Zieldefinition, passender Sensorwahl, belastbarer Referenzierung und eindeutigen Entscheidungswegen. Zeidler und Unger beleuchteten am Beispiel der Carolabrücke Dresden die enge Verzahnung von Geotechnik, Tragwerksbewertung, Rückbaulogistik, Schifffahrt, Genehmigungsprozessen und messtechnischer Absicherung. Insgesamt zeigte das Symposium: Die eigentliche Innovation liegt nicht allein in neuen Sensoren, sondern in der intelligenten Verbindung von Messverfahren, Datenfusion, automatisierter Bewertung, Plattformen und betrieblichen Prozessen. Geomonitoring entwickelt sich damit vom punktuellen Nachweis zum digitalen Werkzeug für Betriebssicherheit, Risikosteuerung und zustandsbasierte Infrastrukturentscheidungen. ■

i

Neugierig geworden?

Lesen Sie den vollständigen Nachbericht und wichtige Inhalte der Referenten unter www.vdei-akademie.de/details/bim-symposium-geodaesie-und-geotechnik-2026



VDEI
Fachausschuss
Geotechnik

VDEI
Fachausschuss
Geodäsie und Geoinformatik



Dipl.-Ing. Andreas Schemmel
Vorsitzender
Fachausschuss Geotechnik
Verband Deutscher
Eisenbahn-Ingenieure e.V. (VDEI)
geotechnik@vdei.de



Dipl.-Ing. (FH) Thomas Zeidler
Vorsitzender Fachausschuss
Geodäsie und Geoinformatik
Verband Deutscher
Eisenbahn-Ingenieure e.V. (VDEI)
geodaesie@vdei.de

100 JAHRE FACHWISSEN

ZU TECHNIK UND MANAGEMENT MODERNER BAHNEN



Anzeigenschluss:
22.10.2026

BEWERBEN SIE IHRE DIENSTLEISTUNGEN ODER PRODUKTE IN DEN RUBRIKEN

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

JETZT BUCHEN

 **Ihren Firmeneintrag**
Präsentieren Sie Ihr Unternehmen

 **Ihr Businessprofil**
Zeigen Sie Ihre Expertise

 **Ihre Anzeige**
Erreichen Sie Ihre Zielgruppe



Hybridveranstaltung

26. SIGNAL+DRAHT-Kongress



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

**Jetzt
anmelden**

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

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

Ein weiterer Themenschwerpunkt ist die Künstliche Intelligenz: Konkrete Anwendungsfälle

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

Erstmals wird auf dem diesjährigen Signal+Draht-Kongress ein Young Achievement Award verliehen, mit dem junge Talente geehrt werden, die innovative Projekte im Bereich der Leit- und Sicherungstechnik vorangebracht haben. Neben der Präsenzteilnahme vor Ort in Fulda mit der Gelegenheit zum Austausch und persönlichen Gesprächen mit den rund 300 Teilnehmenden ist alternativ auch die digitale Teilnahme am Live-stream möglich.

Jetzt anmelden unter: www.eurailpress.de/sdk2026

Organisation

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

Ausstellung

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

Veranstalter

**Eurail
press**

26. SIGNAL+DRAHT-Kongress Einfach. Machen.

Donnerstag, 12. November 2026		Referent/in
10:30	Begrüßung	Manuel Bosch, DVV Media Group GmbH
10:35	Einleitung	Reinhold Hundt / August Zierl, SIGNAL+DRAHT
10:40	Neues zur Organisation und Finanzierung der Digitalisierung des Schienenverkehrs in Deutschland	angefragt
11:10	Einführung von ETCS ohne Signale auf der Wiener Schnellbahn-Stammstrecke	Ramo Begic, ÖBB Infrastruktur
11:40	Digitalisierung der Betriebsführung und ATO over ETCS bei der S-Bahn Hamburg	Christoph Gonçalves Alpoim, S-Bahn Hamburg
12:05	Pilot zur Remote Train Operation in der Betriebswerkstatt der S-Bahn München	angefragt
12:30	Mittagessen	
13:40	<i>Review: Erfolgreiche Inbetriebnahmen</i>	
13:45	Wiederaufbau Ahrtalbahn – was können wir aus der Rekordgeschwindigkeit in der Krise lernen?	Benjamin Lück, DB InfraGO Dominik Oyen, Scheidt & Bachmann
14:10	Beschleunigung des ETCS-Rollouts: Übertragbarkeit erfolgreicher Projektansätze	Markus Talg, Siemens Franz Jost, Quattron
14:35	Praktische Erfahrungen für den Serienrollout: ETCS-Fahrzeugumrüstung im Digitalen Knoten Stuttgart	angefragt
15:00	Kaffeepause	
15:30	Erkenntnisse aus der Praxisverprobung der europäischen Guidelines zum Cyber Resilience Act	Oliver Knapp, DB InfraGO
16:00	Digitalisierung und Automatisierung im Stadtbahnbetrieb – Einführung von GoA 2 in Frankfurt	Dr. Thomas Hempe, Verkehrsgesellschaft Frankfurt
16:30	Kontroverse: Optionen zur Ablösung von GSM-R - wie weiter mit FRMCS?	Christian Sagmeister, ÖBB Infrastruktur Emini Driton, Deutsche Telekom
17:15	SIGNAL+DRAHT-Young Achievement Award 2026	Manuel Bosch, DVV Media Group GmbH Reinhold Hundt, SIGNAL+DRAHT August Zierl, SIGNAL+DRAHT
18:30	Abend der Kommunikation	

Freitag, 13. November 2026		Referent/in
9:00	Keynote: Künstliche Intelligenz	angefragt
9:30	Wissensmanagement und Entstörung mit KI-Unterstützung - Erste Schritte, Probleme und Herausforderungen	Anke Wiedenroth, DB InfraGO Thomas Honisch, DB InfraGO
9:40	Die ehrliche KI: Hochqualitative Antworten für Sicherheitsanwendungen	Saskia Cordier, Siemens
9:50	Von Basic Integrity zur Zukunft der sicheren KI im Bahnsektor	Joel Mwaka, Hitachi
10:00	Entwicklung eines CTMS mit KI-Unterstützung	Moritz Heimes, DB InfraGO
10:30	Kaffeepause	
11:00	Realisierung von Stellwerken mit Cloud-Technologie	Fabian Scherer, SBB
11:25	Resilienz im Bahnsystem ganzheitlich gedacht	Patric Birr, Incyde
11:50	Resilienz im Bahnsystem - ein Bericht aus der Praxis	Alexander Pavlenko, Ukrainian Railways
12:20	Abschluss	Reinhold Hundt / August Zierl, SIGNAL+DRAHT
12:30	Ende der Veranstaltung	

VERANSTALTUNGEN

**01.09.2026
– 02.09.2026**
D-Giessen
BIM-Kongress
Info: THM, Campus Giessen
<https://www.thm.de/bau/fachbereich/ueber-den-fachbereich/veranstaltungen/kongress-infrastruktur/start-2020>

10.09.2026
D-Berlin
**VDEI
AKADEMIE**
**22. Fachtagung
Konstruktiver
Ingenieurbau**
Info: VDEI-Akademie
<https://www.vdei-akademie.de/details/id-22-fachtagung-konstruktiver-ingenieurbau-2026>

**17.09.2026
– 18.09.2026**
D-Dresden
**31. Sicherungstechnische
Fachtagung**
Info: TU Dresden, CERSS Kompetenzzentrum Bahnsicherungstechnik
<https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ibv/dbs/die-professur/ftag>

**22.09.2026
– 25.09.2026**
D-Berlin
InnoTrans 2026
Info: Messe Berlin
<https://www.innotrans.de/de>

29.09.2026
D-Bruchsal
**VDEI
AKADEMIE**
Ingenieurtag Südwest
Info: VDEI-Akademie
https://www.vdei-akademie.de/details/_710

**20.10.2026
– 22.10.2026**
D-Frankfurt a. Main
**Einführungsseminar:
Grundlagen der
Bahnsysteme**
Info: DMG
<https://dmg-bahn.de/seminare>

**08.11.2026
– 10.11.2026**
AT-Graz
**50. Schienen-
fahrzeugtagung**
Info: Messe Graz
<https://www.schienenfahrzeugtagung.at/>
Graz

Weitere Termine unter

www.eurailpress.de und www.vdei.de

BAHN-NACHRICHTEN

Bundeshaushalt beschlossen

Politik | Im Bundeshaushalt 2027, der am 6. Juli 2026 vom Bundeskabinett beschlossen wurde, sind bei den Haushaltstiteln für die Schiene einige Verschiebungen im Vergleich zum Haushalt 2026 erfolgt. Die investiven Ausgaben für die Schieneninfrastruktur des Bundes liegen dabei in Summe leicht unter denen im Vorjahr: Im Sondervermögen sind für den Bestandsnetz-Titel mit 11,5 Mrd. EUR knapp 5 Mrd. EUR weniger als 2026 (16,3 Mrd. EUR) vorgesehen. Dafür sollen neu aus dem Verteidigungsetat (Einzelplan 14) 3,5 Mrd. EUR für den „Infrastrukturbeitrag zur Erhaltung der Schienenwege“ fließen. Beim ERTMS-Titel im Sondervermögen sind 2027 rund 2,2 Mrd. EUR vorgesehen, etwas weniger als 2026 (2,5 Mrd. EUR). Die Mittel für den Neu- und Ausbau wachsen dagegen leicht: Aus dem Verkehrs-„Kernhaushalt“ (Einzelplan 12) sollen 2,2 Mrd. EUR fließen (2026: 1,8 Mrd. EUR), auch die Baukostenzuschüsse aus dem Verteidigungsetat in den Neu- und Ausbau sollen 2027 auf 681,5 Mio. EUR steigen (2026: 555,3 Mio. EUR). Relativ konstant bei knapp 350 Mio. EUR bleiben die Mittel für kleine und Mittlere Maßnahmen. Für das Bestandsnetz sieht der Bund gegenläufig zur aktuellen Reduktion in der längerfristigen Finanzplanung wohl vor, dass durch eine Verschiebung der Mittel für eine längere Zeit die Mittelhöhe bis Anfang der 2030er Jahre bei rund 15 Mrd. EUR stabil bleiben kann.

Reduziert werden im Bundeshaushalt 2027 dagegen die Titelansätze für die Förderprogramme: Für die Trassenpreisförderung im Schienengüterverkehr sind für 2027 rund 200,3 Mio. EUR statt 2026 noch insgesamt 345 Mio. EUR (inkl. LuFV-Pönsalen-Zusatzmittel) vorgesehen. Im Schienenpersonenfernverkehr schmilzt die Trassenpreisförderung – wie sich abzeichnete – fast ganz ab auf nur noch 5,3 Mio. EUR (2026: 200 Mio. EUR). Mit weniger Geld auskommen müssen auch die KV-Förderung (73,3 Mio. EUR, im Vorjahr: 90,3 Mio. EUR), die Gleisanschlussförderung (20 Mio. EUR, im Vorjahr: 30 Mio. EUR), die Einzelwagenverkehrs-Förderung (274 Mio. EUR, im Vorjahr: 300 Mio. EUR), die SGFFG-Förderung für NE-Infrastrukturen (46 Mio. EUR, im Vorjahr: 66 Mio. EUR) und der Titel „Innovationen im Schienengüterverkehr“ (für Z-SGV und Digitale Automatische Kupplung insgesamt 39,2 Mio. EUR, im Vorjahr: 45,9 Mio. EUR). Das Bundesfinanzministerium (BMF) hatte wohl scharfe Konsolidierungsvorgaben gemacht, das Bundesverkehrsministerium (BMV) wollte Kürzung von Investitionen vermeiden.

Die Ausstattung des Haushaltstitels für „Zuschüsse zur Förderung alternativer Antriebe im Schienenverkehr“ im Klima- und Transformationsfonds (KTF) soll 2027 im Vergleich zum laufenden Jahr deutlich sinken. Das geht aus dem Wirtschaftsplan des KTF für 2027 hervor, den das BMF im Nachgang zum Haushaltsentwurf 2027 Mitte Juli vorgelegt hat. Demnach sind für die Alternative-Antriebe-Förderung auf der Schiene im kommenden Jahr rund 40,1 Mio. EUR vorgesehen, während 2026 der Haushaltstitel noch mit rund 72,3 Mio. EUR bestückt ist. Vorgesehen sind auch Verpflichtungsermächtigungen von insgesamt 12,2 Mio. EUR für die Jahre 2028 und 2029. Insgesamt steigen die Mittelausgaben im KTF 2027 gegenüber 2026 an, konzentrieren sich aber vermehrt auf die großen Maßnahmen – als Schwerpunkte werden etwa Klimaschutz im Gebäudesektor und die Transformation der Industrie zu klimaneutralen Technologien genannt, auch Entlastung von Energiekosten ist ein großer Ausgabeposten.

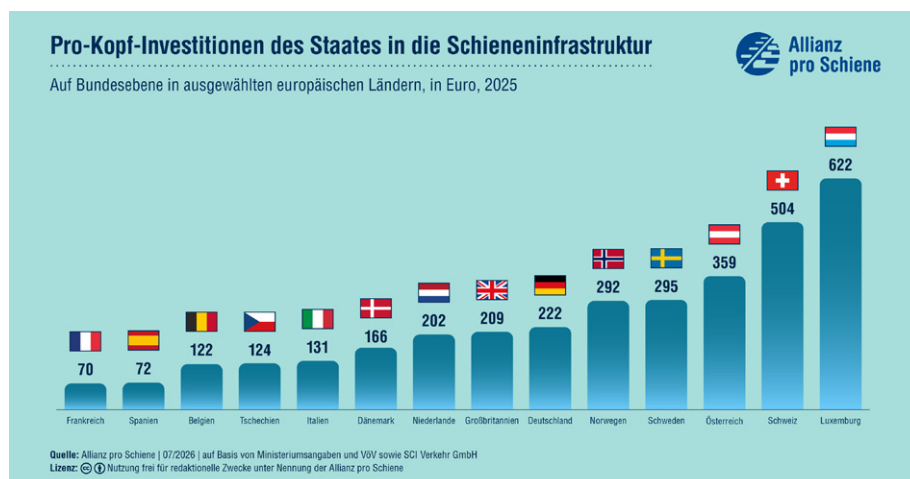
Die Schienenverbände haben sich angesichts der Entwicklung der Schienentitel im Bundeshaushaltsentwurf 2027 enttäuscht gezeigt. „In einer Phase, in der die Branche wegen des schlechten Infrastrukturzustands und der wirtschaftlichen Schwäche des Landes ohnehin unter Druck steht, kürzt die Bundesregierung ausgerechnet bei den Instrumenten, die Wettbewerb, Verlagerung und Versorgungssicherheit sichern sollen“, kritisierte der VDV. „Die Güterbahnen“ stört sich insbesondere an der deutlichen Kürzung der Trassenpreisförderung im Schienengüterverkehr ohne Vorliegen eines Trassenpreisreformvorschlags. Die Allianz pro Schiene kritisiert, dass zusammengekommen die investiven Mittel für die Schiene dennoch um rund 1,3 Mrd. EUR hinter denen des Vorjahres zurückblieben. Damit riskiere die Bundesregierung „den Erfolg der Generalsanierungen“. jgf

Infrastruktur-Zukunftsgesetz beschlossen

Politik | Der Deutsche Bundestag hat am 26. Juni 2026 in dritter Lesung das Infrastruktur-Zukunftsgesetz beschlossen. Laut Bundesverkehrsministerium (BMV) sind neben verkehrsträgerübergreifenden Punkten wie Erweiterung des überragenden öffentlichen Interesses, grundsätzlich vollständig digitale Planfeststellungsverfahren und Entfall der Raumverträglichkeitsprüfung, u. a. für Schienenwege des Bundes und Straßenbahnen, auch schienenspezifische Maßnahmen enthalten. Diese sind u. a. die Klarstellung der Zuständigkeiten des Eisenbahn-Bundesamtes im Umweltrecht, die Aufnahme einer Regelung zur Anerkennung von Prüforganisationen, um dem Mangel an Prüfsachverständigen zu begegnen, Möglichkeiten der planrechtsfreien Erneuerung von Eisenbahnbetriebsanlagen (wie bereits im Fall einer Naturkatastrophe möglich) auch infolge eines Extremwetterereignisses trotz eines wesentlich geänderten Grund- und Aufrisses sowie die Schaffung der rechtlichen Voraussetzungen für den Einsatz vollautomatisierter Fahrfunktionen von Eisenbahnen. Der Bundesrat hat in seiner Sitzung am 10. Juli 2026 dem Infrastruktur-Zukunftsgesetz zugestimmt.

Der Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) begrüßte „zahlreiche positive Elemente“, insbesondere die Ausweitung der Plangenehmigungsfreiheit u. a. für Baumaßnahmen bei Elektrifizierung, Digitalisierung, Bahnsteigen, Leit- und Sicherungstechnik sowie Kreuzungs-, Überhol- und Rangiergleisen, sofern die jeweiligen Voraussetzungen vorliegen. Auch positiv wird die Ausnahme von der Umweltverträglichkeitsprüfungs-Pflicht von Elektrifizierungsmaßnahmen für bis zu 180 km Streckenlänge begrüßt. Der VDV kritisiert allerdings, dass ein überragendes öffentliches Interesse für NE-Bahninfrastrukturen sowie für kommunale Verkehrsinfrastruktur weiterhin nicht unterstellt wird und dass die Begrenzung der Planrechtsfreiheit auf Einzelmaßnahmen fortbesteht. Dass NE-Infrastrukturen beim überragenden öffentlichen Interesse außen vor bleiben, kritisiert auch der Verband nichtbundes-eigener Eisenbahn-Infrastrukturbetreiber (VNEI). Das Deutsche Verkehrsforum (DVF) weist auf zusätzliche notwendige Finanzierungsreformen hin. jgf

Pro-Kopf-Investitionen des Bundes gesteigert



Bei den Pro-Kopf-Investitionen in die Schieneninfrastruktur rangiert Deutschland an sechster Stelle.

Quelle: Allianz pro Schiene

Preissteigerungen durch ständiges „Stop-and-Go“ bei Planung und Umsetzung zu beenden. Angesichts des Bundeshaushalts 2026 bzw. des Entwurfs 2027 erwartet er für 2026 nochmal steigende deutsche Pro-Kopf-Investitionen, dann 2027 aber wieder einen Rückgang. Für die Planbarkeit sei auch ein durchfinanzierter Infraplan relevant. Dem Sektorbeirat sei für Oktober eine erste Version in der „neuen“ Infraplan-Logik (einen vorherigen „Arbeitsstand“ gab es Ende 2024) angekündigt – allerdings laut Flege noch ohne Haushaltszahlen und Synchronisierung mit dem Zielfahrplan 2035. jgf

Hamburg – Berlin hat 2,7 Mrd. Euro gekostet

Korridorsanierung | Die Korridorsanierung der rund 280 km langen Strecke Hamburg – Berlin hat Angaben des Bundesverkehrsministeriums (BMV) zufolge nach aktuellem Stand 2,7 Mrd. EUR gekostet. Das berichtet die Nachrichtenagentur dpa unter Berufung auf eine Antwort des Ministeriums auf eine Anfrage des Linken-Abgeordneten Christian Görke. Damit wäre der Kostenrahmen überschritten worden, der laut einer Antwort der Bundesregierung aus dem vergangenen Jahr „auf 2,2 Mrd. EUR zzgl. eines Risikopuffers i. H. v. 300 Mio. EUR“ beziffert wurde. jgf



Generalsanierung Hamburg – Berlin, hier: Arbeiten im Bereich des Bahnhofes Ludwigslust

Quelle: DB / O. Lang

Auskunfts-App „DB Info“ angekündigt

Fahrgastinformation | Bundesverkehrsminister Patrick Schnieder und Deutsche-Bahn-Vorstandsvorsitzende Evelyn Palla haben am 8. Juli 2026 das „Sofortprogramm Bessere Kundenkommunikation“ vorgestellt. Die DB will in die Umsetzung 50 Mio. EUR investieren. Zu den Maßnahmen zählt unter anderem eine zusätzliche, anbieterübergreifende Fahrt- und Bahnhofsinformations-App unter der Marke „DB Info“. Sie wird bei DB InfraGO angesiedelt und soll eine Fortsetzung der anbieterneutralen Informationsangebote an Bahnhöfen (wie aktuell in neutraler Anmutung bei bahn.hof.de) sein. Es sind Verlinkungen zu den Vertriebsplattformen der jeweiligen Fahrtenanbieter geplant. Die App soll ab Dezember 2026 verfügbar sein. Sie soll als Informationsplattform parallel zur im Grunde unverändert betriebenen DB-vertriebsorientierten Plattform „DB Navigator/bahn.de“ betrieben werden, die allerdings weiter alle Verbindungen anzeigen (aber nicht verkaufen) soll. Vorgesehen ist in dem Maßnahmenpaket zudem die Übertragung der „zentralen Plattform der Reisendeninformation“, bisher beim DB-Konzern

angesiedelt, an DB InfraGO, um „die technische Grundlage für eine verbesserte integrierte Reisendeninformation über Betreiber Grenzen hinweg“ zu schaffen. Aus dieser Plattform werden alle (Echtzeit-)Informationskanäle gespeist. Die Maßnahme ist aber nicht deckungsgleich zur in der „Agenda“ geforderten „Übertragung DB Navigator auf die DB InfraGO“, die Ticketvertrieb auch für Wettbewerber-Verbindungen direkt über die dominierende Mobilitätsapp hätte bewirken sollen.

Dass die Ausrichtung des DB Navigators nicht verändert wird, kritisiert der Verband Mofair: „Die DB Fernverkehr wahrt eifersüchtig ihren ererbten, nicht erarbeiteten Vorsprung im Vertrieb – vor allem zum Schaden der Fahrgäste.“ Weitere Maßnahmen des Sofortprogramms umfassen u. a. KI-Maßnahmen in der Disposition, im DB-Navigator unmittelbare Gleiswechselanzeigen sowie ab Ende 2026 den Einbezug der DB-Buchungs- und Reisendeninformations-KI-Anwendung „Kiana“ oder den Bau von 7000 neuen Dynamischen Schriftanzeigen (DSA) an kleineren Bahnhöfen. jgf

Nord-Süd / Stadtbahn-Vergabe abgeschlossen



v.l.: Andreas Hiller, Vorstand Landesanstalt Schienenfahrzeuge Berlin (LSFB); Christoph Heuing, Geschäftsführer VBB; Heiko Büttner, Geschäftsführer S-Bahn Berlin; Stefan Evers, Bürgermeister und Finanzsenator; Ute Bonde, Verkehrssenatorin; Peter Spuhler, Verwaltungsratspräsident Stadler Rail AG; Michael Peter, CEO Siemens Mobility Quelle: J. G. Fiedler

Berliner S-Bahn | Die Vergabe von Fahrzeugen und dem Betrieb für die Netze Nord-Süd / Stadtbahn (SBSNS-II) der S-Bahn Berlin an das Konsortium Siemens Mobility, Stadler und S-Bahn Berlin ist abgeschlossen. Das meldete die Berliner Senatsverwaltung für Verkehr am 26. Juni 2026. Am 16. Juli 2026 ist der am 8. Juli 2026 rechtskräftig erfolgte Zuschlag offiziell vorgestellt worden. Im Gebäude der Berliner Senatsverwaltung für Mobilität und Verkehr (SenVMKU) sprachen dafür Vertreterinnen und Vertreter von S-Bahn Berlin GmbH, Berliner Senat, Stadler, Siemens Mobility und Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg (VBB) zu Pressevertretern. Aufbauend auf den 106 bereits von Stadler / Siemens gebauten Viertel- und Halbzügen (Baureihe 483 / 484) für das Netz Ring / Südost sollen die Unternehmen dafür zwischen 2032 und 2038 weitere 350 S-Bahn-Halbzüge liefern. Laut Stadler-Rail-Verwaltungsratspräsident Peter Spuhler sollen sie „möglichst gleich aussehen“ wie die BR 483 / 484, aber die seit deren Entwicklung erfolgten technischen Neuerungen aufnehmen. Siemens-Mobility-CEO Michael Peter nannte u. a. leichtere Drehgestelle, mehr Digitalisierung und Datenerfassung in den Fahrzeugen zur optimierten Instandhaltung sowie umwelttechnisch etwa andere Kühlmittel in der Klimaanlage. Für die Finanzierung der Fahrzeuge wird die Landesanstalt Schienenfahrzeuge Berlin (LSFB) eingerichtet. Den im Vergabeverfahren

enthaltenen Betrieb übernimmt die DB-Tochter S-Bahn Berlin GmbH. Zu den Kosten für die Fahrzeuge dementierte Verkehrssenatorin Ute Bonde den in Medienberichten genannten Umfang von 5,4 Mrd. EUR nicht, zu den Kosten des Gesamtpaketes wollte sie sich nicht äußern. Auch dazu, wie viel die jahrelangen Verzögerungen u. a. durch Einsprüche des unterlegenen Bieters Alstom gekostet haben, war nichts zu erfahren. jgf

ERTMS-Fahrzeugförderrichtlinie fertig

Digitalisierung | Das Bundesfinanzministerium (BMF), in dem die ERTMS-Fahrzeugförderrichtlinie laut Bundesverkehrsministerium (BMV) bislang festgehangen haben soll, hat diese nun dem Bundestags-Haushaltsausschuss zugeleitet. Einem Mittelentsperrungsantrag des BMF und BMV-Auskünften zufolge sollen bis 2030 rund 1,5 Mrd. EUR und bis 2032 (mindestens) weitere 1,17 Mrd. EUR für die Förderung zur Verfügung stehen. Die Förderrichtlinie entspricht im Grundsatz dem Entwurf, der im Januar 2026 kursierte mit den Fördersätzen von 90 % für First-of-Class-(FoC)-Projekte und 60 % für Serien-ausrüstungen. Gegenüber dem damaligen Entwurf aufgehoben wurden einige Beschränkungen, so etwa die 24-Monats-Zeitbegrenzung für FoC-Projekte. Ebenso entfallen die Höchstfördergrenzen bzw. -zeiträume für Werkstattzuführungen oder für die Anmietung von Ersatzfahrzeugen. Praxistauglicher formuliert wurde auch, dass nicht-

förderfähig nur mehr Fahrzeuge sind, „die nach Inkrafttreten dieser Förderrichtlinie erstmalig eine Genehmigung zum in Verkehr bringen erhalten haben“. In der Vorversion waren es Fahrzeuge nach 28. September 2023, dem Inkrafttreten der TSI mit in der Regel ETCS-Pflicht. Allerdings gab es Bedenken, dass Fahrzeuge etwa aus dort vorgesehenen Übergangsregelungen von der Förderung ausgeschlossen worden wären. Neu ist auch klargestellt, dass förderfähig die „Vorrüstung von FRMCS“ (u. a. Einbaubereich, Stromversorgung, geplante Masseerhöhung) und die „Ausrüstung der ... Funktionen ATO (mind. GoA 2) und FRMCS“ förderfähig ist. Zuvor war nur von „Vorrüstung“ die Rede. Die geplante Laufzeit von fünf Jahren halten Branchen-Digitalisierungsaffine teils für gering, allerdings sind laut Richtlinie auch Förderungen über die Laufzeit hinaus möglich.

Veröffentlichung und Inkraftsetzen der Richtlinie stehen aus. jgf

Wettbewerberanteil im Fernverkehr 2025 bei 8 %

BNetzA | Eine Sonderausgabe ihrer Marktuntersuchung Eisenbahnen 2026 mit vorläufigen Zahlen für das Jahr 2025 hat die Bundesnetzagentur (BNetzA) am 1. Juli 2026 veröffentlicht. Das 26-seitige Dokument zeigt, dass 2025 die Betriebsleistung ebenso wie die Verkehrsleistung im Schienengüterverkehr (SGV) im Vergleich zum Vorjahr um jeweils über 5 % sanken, während sie im Schienenpersonennah- (SPNV) und -fernverkehr (SPFV) relativ stabil blieben. Der Anteil der Wettbewerbsbahnen entwickelt sich weiter dynamisch: Auf Basis der Verkehrsleistung lag er im SPFV 2025 bei 8 %, doppelt so hoch wie noch 2022; im SGV weist das Dokument – wie wegen der DB-Cargo-Strategieanpassung zu erwarten – für 2025 einen Wettbewerberanteil von inzwischen 67 % aus und nur noch 33 % für DB Cargo. Im SPNV blieb er mit 37 % konstant. In Sachen Infrastruktur hat die BNetzA nun einen Ganzjahresdatenver-

gleich zum Riedbahn-Sanierungserfolg anstellen können: Verspätungsereignisse aus infrastruktur- und baubedingten Verspätungsursachen gingen demnach 2025 gegenüber den zwölf Monaten unmittelbar vor der Sanierung um 42 % zurück, die Verspätungsminuten um 33 %. Vor der Sanierung hatte die DB einen Störungsrückgang von 80 % in Aussicht gestellt.

Auch zur ETCS-Ausstattung von Triebfahrzeugen hat die BNetzA Daten erhoben: Von den 17350 mit Zugbeeinflussung einsatzfähigen Fahrzeugen sind aktuell insgesamt rund 3660 mit ETCS ausgestattet (21 %). Der Anteil der ETCS-Fahrzeuge ist allerdings vor allem bei ausländischen Haltern mit über 50 % recht hoch; bei den inländischen Haltern beträgt er nur 13 %. Die dominierende Ausstattung ist SV 1.0, BL 2, die bei einer BL-3-Ausrüstung der Infrastruktur Upgrades bräuchten. *jgf*

Hochbahn-Fahrgastzahlen weiter auf Höchststand

Hamburg | Mit über 552 Mio. Fahrgästen im Jahr 2025 blieb die Nachfrage bei der Hamburger Hochbahn auf einem historischen Höchststand. Der Umsatz stieg um 0,9 % auf 675,4 Mio. EUR. Die Zahlen verantwortete erstmals der neue Vorstandsvorsitzende Jens-Günter Lang. Während das Umsatzwachstum positiv ins Gewicht fällt, sah sich das Unternehmen auch 2025 steigenden Kosten für Personal, Energie und Instandhaltung gegenüber. Insgesamt lag der Ausgleichsbetrag, den die Freie und Hansestadt Hamburg übernehmen musste, für das Jahr 2025 bei 316,2 Mio. EUR und fiel damit um 61,7 Mio. EUR besser als im Vorjahr prognostiziert aus. Ohne das erstmals eingeflossene Jahresergebnis (-19,2 Mio. EUR) der Unternehmenstochter HADAG (Hafenschiffe) würde der Ausgleichsbetrag bei 297,1 Mio. EUR liegen, damit im dritten Jahr in Folge konstant auf einem ähnlichen Niveau. Die Bruttoinvestitionen der Hochbahn erreichten 2025 mit 938,5 Mio. EUR Rekordhöhe. Mehr als die Hälfte der Summe entfiel auf den U-Bahn-Neubau (322 Mio. EUR) sowie die Anschaffung der neuen Fahrzeuggeneration DT6 (260 Mio. EUR). Für den Bus-Bereich wurden insgesamt 180,6 Mio. EUR aufgewendet, vor allem für Elektrifizierung von Busflotte und Infrastruktur. *jb/jgf*



U4 (DT 5) in der Haltestelle Hafencity

Quelle: Hochbahn AG

quattron und Nextrail verschmolzen

Unternehmen | Die Nextrail GmbH, ein 2016 gegründetes Technologieberatungsunternehmen für die Schiene mit Sitz in Berlin, ist im Rahmen einer Verschmelzung auf das Technologieberatungsunternehmen quattron GmbH mit Sitz in Bamberg übertragen worden. Das gaben beide Unternehmen bekannt, ein Eigentümerwechsel ist mit der Transaktion nicht verbunden. Nach vielen Jahren partnerschaftlicher, erfolgreicher Zusammenarbeit wolle man nun „mit der Integration [die] Kompetenzen

unter einem einheitlichen Marktauftritt bündeln, um so für unsere Lieferanten ein noch attraktiveres Leistungsportfolio anbieten zu können“. Mit der Integration gehen keine Änderungen bei Geschäftsbeziehungen, Verträgen oder Ansprechpartnern einher. Geschäftsführer der quattron GmbH sind nun Andreas Busemann, Thorsten Büker, Robert Schätzle, Johannes Stöcklein (alle vormals quattron) und Michael Leining (vormals Nextrail). *jgf/jsh*

BNetzA hat Beschluss im „Italo-Verfahren“ gefasst

Fernverkehr | Die Beschlusskammer 10 der Bundesnetzagentur (BNetzA) hat am 17. Juli 2026 ihre endgültige Entscheidung zu den Marktzugangsbedingungen für Wettbewerber der DB Fernverkehr im Verfahren Gz. BK10-26-0011_Z getroffen. Die Regelungen im Beschlusstenor entsprechen dem im Juni 2026 vorgestellten Entwurf. Demnach soll DB InfraGO ihre Schienennetz-Nutzungsbedingungen so ändern, dass auf „Streckenabschnitten mit einer ausgewiesenen maximalen Anzahl von Kapazitäten je Verkehrsart oder Dienstleistungsart“, an dem mindestens eine Trassenanmeldung im Schienenpersonenfernverkehr (SPFV) von DB Fernverkehr und mindestens eine Trassenanmeldung für Taktverkehre nach § 1 Abs. 23 ERegG („grundsätzlich auf demselben Weg am selben Tag mindestens viermal und höchstens in zweistündigem Abstand grundsätzlich

zur gleichen Minute durchgeführt“) in der ersten Phase der Netzfahrplanerstellung vorliegen, einem einzelnen Zugangsberechtigten bzw. DB Fernverkehr maximal ein von der Beschwerdegegnerin festzusetzender Anteil zwischen 60 und 75 % der für den SPFV im jeweiligen Zeitraum vorgesehenen Kapazität zugewiesen werden darf. Mehr Kapazitäten darf dieser bzw. DB Fernverkehr erhalten, wenn nach Bearbeitung der anderen Anträge im SPFV noch Kapazitäten frei sind. DB InfraGO kann „aneinander angrenzende Zeiträume, für die ein Kapazitätslimit ausgewiesen ist, bis zu einem Gesamtzeitraum von zwei Stunden zusammenfassen“. Zu den Strecken, bei denen Kapazitätsobergrenzen ausgewiesen sind, sollen ab 2028 etwa die das geplante Italo-Angebot betreffenden Knoten München und Frankfurt/Main gehören.

Die BNetzA hat auch beschlossen, dass DB InfraGO die Bedingungen regeln soll, unter denen sie „in Personenbahnhöfen Zugang zu geeigneten Örtlichkeiten für den personenbedienten Fahrscheinverkauf und für die Einrichtung von Lounges einschließlich etwaig darin von ihr erbrachter Leistungen gewährt“. Gegenüber regulatorischen Vorgaben für Lounge-Flächen hatte DB InfraGO große Vorbehalte geäußert.

Über die beabsichtigte Ausgestaltung der Regelungen in ihren Nutzungsbedingungen muss DB InfraGO bis 9. Oktober 2026 unterrichten. Sollte sie dies unterlassen, sind für die Änderungen bei der Trassenzuweisung und für die bei den Personenbahnhöfen DB InfraGO jeweils 250 000 EUR Zwangsgeld angedroht (insgesamt 500 000 EUR). Die Regelungen sollen dann für die Erstellung des Netzfahrplans 2028 wirken. *jgf*

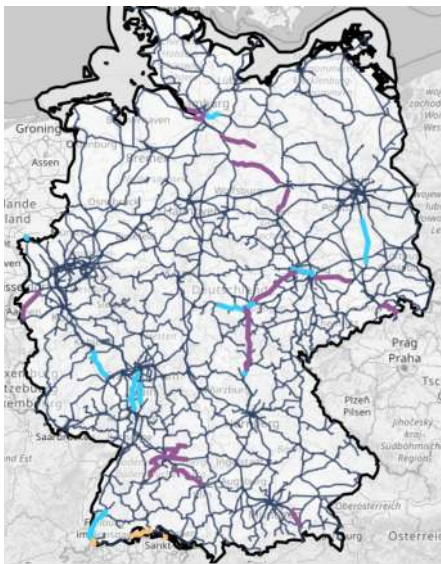
EU-Kommission stellt 1,1 Mrd. EUR zur Verfügung

TEN-V | Die Europäische Kommission hat am 22. Juni 2026 eine Aufforderung zur Einreichung von Vorschlägen zum Aufbau und zur Modernisierung der Verkehrsinfrastruktur im transeuropäischen Verkehrsnetz (TEN-V) der EU veröffentlicht.

Für die Umsetzung sind Mittel in Höhe von 1,1 Mrd. EUR vorgesehen. Es handelt sich um die letzte derartige Aufforderung im Rahmen des derzeitigen langfristigen europäischen Haushalts für den Zeitraum 2021–2027. Dabei wird „besonderes Gewicht auf die Schiene, die Dekarbo-

nisierung des Seeverkehrs und die militärische Mobilität gelegt.“ So sollen die ausgewählten Projekte laut Kommission „den EU-Plan für den Hochgeschwindigkeitsschienenverkehr und den Industrieaktionsplan für die europäische Automobilindustrie voranbringen und gleichzeitig die maritime Konnektivität (...) stärken.“ Ebenfalls gehe es um die Beseitigung der „Engpässe bei der militärischen Mobilität.“ Im Rahmen der Fazilität Connecting Europe (CEF) sind auch die Ukraine und Moldau in der Aufforderung enthalten. Bewerbungsschluss ist der 6. Oktober 2026. *bm*

DB InfraGO gibt ETCS-only-Strecken bekannt



Aktuelle und bis 2031 in Betrieb gehende ETCS-Strecken

Quelle: DB InfraGO AG

ETCS | Bis Ende 2031 will DB InfraGO zwölf Strecken mit insgesamt 750 km Länge neu mit ETCS Level 2 ohne Signale (L2oS) ausstatten. In der Grafik sind die aktuellen und die bis Ende 2031 in Betrieb zu nehmenden ETCS-Strecken (blau = ETCS L2mS, violett = ETCS L2oS, gelb: ETCS L1) dargestellt. Die entsprechenden Pläne hat der Infrastrukturbetreiber am 2. Juli 2026 vor Branchenvertretern vorgestellt. Für sieben der Strecken wird DB InfraGO wegen des geringen Vorlaufs unter der fünfjährigen L2oS-Vorankündigungsfrist die Zustimmung aller voraussichtlich betroffenen Eisenbahnverkehrsunternehmen einzeln einholen. Diese sieben Strecken sind:

- Lüneburg – Dannenberg (bis Ende 2029)
- Hamburg-Hammerbrook – Hamburg-Neugraben (bis Ende 2029)
- Leipzig – Bamberg (Upgrade VDE 8.1/8.2, bis Ende 2030)
- Grenze CZ/D – Schöna – Bad Schandau Ost (bis Ende 2030)
- Wedel – Hamburg-Blankenese – Klein Flottbeck (bis Ende 2030)
- Uelzen – Stendal (bis Ende 2030)
- Stendal – Magdeburg (bis Ende 2030).

Die weiteren fünf, bis Ende 2031 mit ETCS L2oS auszustattenden Strecken können im Regelprozess über die Infrastrukturnutzungsbedingungen (INB) vorangekündigt werden:

- Digitaler Knoten Stuttgart Baustein 3 (DKS 3) mit Planbereich 1 Böblingen und Planbereich 2 Waiblingen (ggf. zu verschieben wegen neuer Terminleiste DKS 1 und 2)
- Kohlscheid – Rheydt
- Bad Schandau Ost – Pirna
- Leipzig – Engelsdorf – Riesa
- München – Rosenheim.

DB-InfraGO-Vorstandsvorsitzender Philipp Nagl kündigte „auch auf Basis der angekündigten Förderrichtlinie für die Fahrzeuge“ bis Ende des Jahres eine ETCS-Migrationsstrategie an, „die bis weit in die 2030er-Jahre reicht“. *jgf*

Untersuchung zu UK-HGV-Strecke HS2

Großbritannien | Der Bau der britischen Hochgeschwindigkeitsverbindung HS2 wird teurer und später fertig als geplant. Morten Welde und Vedran Zerjav von der Norwegischen Technischen und Naturwissenschaftlichen Universität (NTNU) Trondheim haben nach den Ursachen dafür geforscht. Ihnen zufolge sind die schwersten Fehler bereits begangen worden, bevor Entscheidungen getroffen wurden. „Wenn ein Projekt erst eine politische Dimension erreicht hat, ist es sehr schwierig oder unmöglich, es zu stoppen oder zu korrigieren. Es kostet wenig, ein Projekt zu stoppen, bevor Investitionsentscheidungen getroffen worden sind. Wenn mit dem Bau erst begonnen worden ist, ist es sehr schwierig oder unmöglich“, zitiert Teknisk Ukeblad Morten Welde. Er und sein Kollege Vedran Zerjav führen weiter an, dass „das Konzept ohne ausreichende Bewertung von Alternativen ausgewählt wurde, die Kostenvoranschläge zu optimistisch waren, die Risiken unterschätzt wur-

den und die Qualitätssicherung unzureichend war.“ „Eine zentrale Rolle spielt, dass das Projekt trotz steigender Kosten und sinkendem volkswirtschaftlichen Nutzen weitergeführt wurde. Kritische Einschätzungen hatten nur eine begrenzte Wirkung, weil es zu etablierten politischen Zielen Konflikte gab“, heißt es weiter. „Das Problem bestand nicht in fehlender Kapazität der Eisenbahn in Nord-Süd-Richtung, langen Reisezeiten oder einer schlechten Mobilfunkabdeckung, sondern es wurde als Fehlen einer Hochgeschwindigkeitsbahn definiert. Doch so, wie die Bahn jetzt gebaut wird, wird sie das Problem nicht lösen.“ Die ursprünglich als Verbindung zwischen London und Birmingham mit einem Abzweig nach Leeds konzipierte Verbindung sollte für 35 bis 45 Mrd. GBP (40,8 bis 52,5 Mrd. EUR) gebaut werden. Jetzt liegen die Kostenschätzungen zwischen 87 und 103 Mrd. GBP (101,5 und 120,1 Mrd. EUR) und dies, obwohl der Abzweig nach Leeds entfallen soll. *hz*

DB: Tiefbahnhof soll Ende 2031 in Betrieb gehen

Stuttgart 21 | Aus Stuttgart 21 wird Stuttgart 31. Wie die Deutsche Bahn AG (DB) am 26. Juni 2026 bekanntgab, soll die Inbetriebnahme des unterirdischen Durchgangsbahnhofs erst zum Fahrplanwechsel 2031 erfolgen – größtenteils. Erst 2032 soll der neue Hauptbahnhof vollumfänglich im Netz integriert sein und der bisherige nicht mehr angefahren werden. Per Presseinformation bestätigte die DB die dahingehend kursierenden Gerüchte und stellte einen Eröffnungsplan vor. Dieser enthält außerdem Informationen zu mit dem Bau des Tiefbahnhofs verknüpften Infrastrukturmaßnahmen in Stadt und Umland:

- Dezember 2030: Inbetriebnahme des Fernbahnhofs am Flughafen, zunächst voraussichtlich für Regionalzüge aus und in Richtung Reutlingen, Tübingen und Ulm.
- Dezember 2031: Inbetriebnahme des neuen Hauptbahnhofs in Stuttgart für den Fernverkehr und den Regionalverkehr, bis auf Züge aus und in Richtung Bad Cannstatt, die erst ab 2032 in den Durchgangsbahnhof einfahren. Für diese wird bis Jahresmitte 2032 der alte Kopfbahnhof weiter betrieben. Bereits im Frühjahr 2032 endet die Gäubahn in Stuttgart-Vaihingen, um den neuen Teil der S-Bahn-Stammstrecke an die bestehenden Gleise anschließen zu können.
- Juli 2032: Digitalisierte und verlängerte S-Bahn-Stammstrecke und S-Bahn-Haltestelle Mitnachtstraße/Rosenstein nehmen den Betrieb auf.
- Dezember 2033: Inbetriebnahme des Pfaffensteigtunnels. Der Tunnel schließt die Gäubahn über den Flughafen an die Infrastruktur von Stuttgart 21 an.

In der Presseinformation heißt es weiter, das Pilotprojekt Digitaler Knoten Stuttgart solle weiterhin in allen drei Ausbaustufen realisiert werden. Ursachen für die Verzögerung sind laut einer DB-internen Konzernrevision:

- Die Digitalisierung des Bahnknotens habe sich als deutlich anspruchsvoller erwiesen, als vor einigen Jahren absehbar war.
- Planungsprozesse hätten nicht den erforderlichen Reifegrad erreicht.
- Das Technikgebäude aus dem Jahr 2013 sei nicht mehr passend für den heutigen Bedarf.
- Die Reaktion auf eine Normänderung bei der Stromversorgung sei zu spät erfolgt, was eine vollständige Neuplanung erfordere.

Die durch die Verschiebung entstandenen zusätzlichen Kosten bezifferte die Konzernrevision mit rund 3 Mrd. EUR, was revidierten Gesamtkosten von 14,5 Mrd. EUR entspricht. Darüber zeigte sich Vorstandsvorsitzende Evelyn Palla „erschüttert“. Als Konsequenz aus den Erkenntnissen der Revision will DB die Projektorganisation sowohl organisatorisch als auch personell neu aufstellen. „Das neue Management bei S21 hat nun einen Plan erarbeitet, der sich von unrealistischen Prämissen verabschiedet hat“, zitierte die Mitteilung Palla. Klaus Müller, seit 1. März 2026 Vorsitzender der Geschäftsführung der DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH äußerte am 7. Juli 2026 bei LinkedIn, er verstehe den Frust. Wer so lange mit Einschränkungen lebe, erwarte zu Recht Verlässlichkeit. Deshalb habe man den Plan neu aufgesetzt – „mit mehr Realismus, klaren Verantwortlichkeiten und einer Organisation, die auf die Inbetriebnahme ausgerichtet ist“. Zugleich bekräftigte er: „Mein Anspruch ist klar: Wir bringen dieses Projekt gemeinsam erfolgreich über die Ziellinie – so, dass sich der Einsatz gelohnt hat.“

bm/jsh

Ausbau Zürich – Winterthur offiziell gestartet

Schweiz | Der vierspürige Ausbau der Strecke Zürich – Winterthur hat am 2. Juli 2026 mit dem offiziellen Startschuss durch Bundesrat Albert Rösti, den Zürcher Regierungsrat Martin Neukom und den SBB-CEO Vincent Durot begonnen. Vorbereitende Arbeiten waren bereits aufgenommen worden. Kernelement des Projekts mit dem Markennamen „MehrSpur“ und

30 km Baulänge ist der Bau des 9 km langen Brüttenertunnels. Das insgesamt 3,3 Mrd. CHF (+/- 10 %) teure Projekt soll die Kapazität zwischen den beiden Städten um 30 % auf rund 900 Züge für über 150 000 Reisende pro Tag ausweiten. Profitieren sollen Zürcher S-Bahn, Fernverkehr und Güterverkehr. Die Inbetriebnahme ist etappenweise bis 2037 vorgesehen. jgf

PERSONALIA

Klaus Garstenauer hört als ÖBB-PV-Vorstand auf



Klaus Garstenauer

Quelle: ÖBB/K. Prinz

ÖBB | Zum 31. Dezember 2026 wird Klaus Garstenauer auf eigenen Wunsch sein Amt als Vorstand der ÖBB-Personenverkehr AG niederlegen. Dies teilten die ÖBB am 22. Juni 2026 mit. Garstenauer trat 1997 in die ÖBB ein und war mehr als 17 Jahre in Führungsverantwortung in der Personenverkehrssparte tätig – davon sieben Jahre als Mitglied des Vorstands. Nun wolle er, so ÖBB, eine „internationale Aufgabe außerhalb des Konzerns“ übernehmen. bm

Prof. Wulf Schwanhäüßer verstorben



Wulf Schwanhäüßer

Quelle: privat

Nachruf | Am 6. Mai 2026 ist Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wulf Schwanhäüßer im Alter von 91 Jahren verstorben. Er studierte von 1953 bis 1958 Bauingenieurwesen an der Technischen Universität München. Nach dem Abschluss absolvierte er von 1958 bis 1961 das Baureferendariat bei der Deutschen Bundesbahn. Bereits 1961 trat er in den höheren technischen Dienst der Deutschen Bundesbahn ein und war dort bis 1976 beschäftigt; während dieser Zeit war er von 1962 bis 1963

wissenschaftlicher Assistent am Lehrstuhl für Verkehrswirtschaft, Eisenbahnbau und -betrieb der RWTH Aachen unter Prof. Nebelung. 1972 wurde er zum Bundesbahndirektor ernannt. 1974 promovierte er an der RWTH Aachen; in seiner Dissertation „Bemessung der Pufferzeiten im Fahrplangefüge der Eisenbahn“ entwickelte er ein Verfahren, das bis heute die Basis für die Berechnung von Leistungsfähigkeit und Betriebsqualität von Eisenbahnstrecken und -knoten bildet.

Im Jahr 1976 folgte er dem Ruf an die RWTH Aachen und war dort bis zu seiner Emeritierung im Jahr 2000 Professor am Lehrstuhl für Verkehrswirtschaft, Eisenbahnbau und -betrieb. Seit 1993 war er Advisory Professor an der Jiaotong University in Peking, und von 1994 bis 1996 fungierte er als Dekan der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen der RWTH Aachen.

Auch nach seiner Emeritierung blieb er wissenschaftlich aktiv und verfolgte mit Interesse die aktuellen Entwicklungen. Er gab sein großes Fachwissen engagiert an die Studierenden und Doktoranden weiter und widmete sich besonders der Eisenbahnbetriebswissenschaft.

Seine Ausstrahlung als Wissenschaftler und als Mensch wird allen mit ihm beruflich oder privat Verbundenen unvergesslich bleiben.

Nießen/jsh

Rücktritt Donnarumma, Strisciuglio neuer Chef



Stefano Antonio Donnarumma

Quelle: FS Italiane

FS-Gruppe | Stefano Antonio Donnarumma ist als Geschäftsführer und Generaldirektor der Ferrovie dello Stato (FS)-Italiane-Gruppe zurückgetreten. Das gab deren Verwaltungsrat am 30. Juni 2026 bekannt. Der Maschinenbauingenieur hatte den Posten am 27. Juni 2024 übernommen; zuletzt war er noch im Dezember 2025 zum neuen UIC-Vizepräsidenten gewählt worden. Er war mit der Umsetzung des FS-Strategieplans 2025–2029 befasst, der über 100 Mrd. EUR

an Investitionen in dem Konzern innerhalb von fünf Jahren vorsah. Zu seinem Nachfolger hat der neu konstituierte FS-Verwaltungsrat auf seiner Hauptversammlung am 13. Juli 2026 **Gianpiero Strisciuglio** ernannt. Strisciuglio hat eine ausgeprägte FS-Laufbahn. Nachdem er von 2013 bis 2017 in Leitungspositionen beim FS-Infrastrukturbetreiber Rete Ferroviaria Italiana tätig war, leitete er zwischen 2017 und 2018 den Geschäftsbereich Fernverkehr vom FS-SPV-Betreiber Trenitalia. Danach war er von 2018 bis 2023 bei damals Mercitalia Logistics, heute FS Logistix – zuletzt Geschäftsführer. Anschließend kehrte er bis März 2025 als Geschäftsführer zu RFI zurück, bevor er bis zuletzt Trenitalia als Generaldirektor leitete. Laut einem Bericht des italienischen Rundfunks Rai hatte sich der Rücktritt Donnarummas abgezeichnet. Italiens Verkehrsminister **Matteo Salvini** hatte sich demnach bei der Umsetzung der weiteren Phasen des Investitionsprogramms nach Auslaufen der europäischen Mittel aus dem nationalen Wiederaufbauplan (PNRR) für eine neue Führungsperson an der Spitze der FS eingesetzt. FS war zuletzt wegen vieler Störungen sowie Einschränkungen durch Infrastrukturarbeiten in der öffentlichen Kritik gestanden, während andererseits auch die Notwendigkeiten dieser Arbeiten thematisiert wurden.

bm/jgf/wkz

Tietze CFO, Niemann verantwortet „Special Tasks“



Martina Niemann (li.) und Oliver Tietze (re.)

Quelle: DB AG / Trocha, Lang

DB Cargo | Oliver Tietze, bislang Chief Restructuring Officer (CRO) im Vorstand der DB Cargo AG, übernimmt künftig zusätzlich auch die Funktion des Vorstands Finanzen und Controlling (CFO). Das hat der DB-Cargo-Aufsichtsrat am 3. Juli 2026 be-

schlossen, wie die DB gegenüber *Rail Business* bestätigte. Die bisherige Finanzvorständin **Martina Niemann** bleibt im Vorstand und leitet nun das neue Aufgabenfeld „Special Tasks“, in das laut DB unter anderem „zentrale Sonderaufgaben, die Umsetzung von EU-Anforderungen sowie wichtige Sonderprojekte und Beteiligungsthemen“ fallen. Die Zusammenführung der CRO- und CFO-Aufgaben in einer Hand sei ein „wichtiger Schritt, um unsere Restrukturierung noch enger mit der wirtschaftlichen Steuerung zu verbinden“, so DB-Cargo-Vorstandsvorsitzender und DB-AG-Güterverkehrsvorstand **Bernhard Osburg**. Die neue „Special-Tasks“-Vorständin Niemann verfüge über „große Erfahrung, ein starkes Netzwerk und eine tiefe Kenntnis unseres gesamten Geschäftsfelds“.

jgf

Daria Menzel übernimmt DB-Stiftungsprofessur



Daria Menzel

Quelle: CERSS

Dresden | Am 1. Juli 2026 hat Prof. Dr.-Ing. **Daria Menzel** die Leitung der DB InfraGO Stiftungsprofessur für Digitale Bahnsysteme an der TU Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“ übernommen.

Nach Abschluss ihres Studiums an der staatlichen Moskauer Universität für Verkehrswesen mit dem Schwerpunkt Sicherungstechnik des Schienenverkehrs, der anschließenden Promotion bei Prof. Dr.-Ing. **Jochen Trinckauf** im Bereich der Bahnsicherungstechnik und einigen Jahren in leitenden Positionen in der Industrie kehrt Daria Menzel nun zurück an ihre Fakultät an der TU Dresden. In ihrer Rolle versteht sie sich als Schnittstelle zwischen Industrie und Forschung, und sie wird daher auch weiterhin beim CERSS Kompetenzzentrum für Bahnsicherungstechnik tätig sein.

jsh

Ricardo Chocarro wird neuer Geschäftsführer

Talgo | Beim spanischen Fahrzeughersteller Talgo kommt es zu einem Wechsel in der Geschäftsführung. Auf **Rafeal Sterling**, im Unternehmen seit September 2022 und seit Dezember 2025 Geschäftsführer, folgt **Ricardo Chocarro**. Dieser ist „Mitglied der Geschäftsführung seit Februar 2026, als das Unternehmen einen neuen Weg eingeschlagen hat“, schreibt Talgo. Er bringe weitreichende Führungserfahrung in diversen Industrieunternehmen mit, „die neue Impulse für Talgo bedeuten“, sagte Aufsichtsratsvorsitzender **José Antonio Jainaga**. Chocarro war von 1999 bis 2018 bei Gamesa, später Siemens Gamesa, tätig – zuletzt als CEO Onshore –, bevor er in die Luftfahrt zu Aeronnova Aerospace wechselte, wo er bis Dezember 2025 in der Geschäftsführung war. Talgo bedanke sich beim ausscheidenden Sterling, der sich entschieden habe, „einen neuen beruflichen Weg einzuschlagen“, hieß es weiter.

bm

Michael Obrowski wird neuer DB-Finanzvorstand



Michael Obrowski

Quelle: DB AG / D. Butzmann

DB AG | Die Personalie **Michael Obrowski** hat sich bestätigt – er soll „voraussichtlich“ zum 1. September 2026 als Chief Financial Officer (CFO) der Deutschen Bahn AG (DB) beginnen. Der Aufsichtsrat der DB hat ihn am 25. Juni 2026 in seiner turnusmäßigen Sitzung zum neuen Finanzvorstand der DB berufen. Der 57-jährige Diplom-Wirtschaftsingenieur wechselt von einer Vorstandsposition im VW-Konzern zur Bahn. Bei der VW-Tochter Volkswagen Nutzfahrzeuge führte er seit 2021 das Finanz- und

IT-Ressort – „Bereiche, die auch im neu zugeschnittenen DB-Finanzressort unter einem Dach gesteuert werden“, wie die DB in ihrer Pressemitteilung schreibt.

dr

Branchenguide Rail-Web-Weiser – Finden und gefunden werden

Präsentieren Sie hier Ihr Unternehmen!

2-Wege-Technik

Baumaschinen

**Eurail
press.de**

www.eurailpress.de
E-Mail: silvia.sander@dvvmedia.com

Fahrleitungsbau / -planung

2-Wege-Arbeitsbühnen
Vermietung mit und ohne Bediener
Tel.: 05424 39633-0
www.railgood.de
railGOOD
by meykratec

**ATLAS
HANNOVER
AMF
EBAG**
BAUMASCHINEN + FAHRZEUGBAU
info@atlas-hannover.de | www.atlas-hannover.de
info@ebag-baumaschinen.de | www.ebag-baumaschinen.de

NaNa
NahverkehrsNachrichten

Internet: www.nana-online.de
E-Mail: andreakoett@dvvmedia.com

Furrer + Frey
baut Fahrleitungen

furrerfrey.ch

Arbeits- und Gesundheitsschutz

Dienstleistungen

NaNa-Brief

Internet: www.nana-online.de
E-Mail: andrea.koett@dvvmedia.com

POWERLINES
AN EQUANS COMPANY

Systemanbieter in der Bahn elektrifizierung
www.powerlines-group.com
office@powerlines-group.com

CFT
Compact Filter Technik

www.cft-gmbh.de

- Bewetterung
- Entstaubung
- Personenortung
- Benetzung

E
ENGINEERING FOR SAFE TRAFFIC
• Betrieb & Engineering
• Ausbildung & Prüfung
• Software
• AsBo/USB
• Rechtsberatung
EDITH GMBH & CO. KG | WWW.EDITH-BAHN.DE

**Rail
BUSINESS**

Internet: www.railbusiness.de
E-Mail: ilkay.witthuhn@dvvmedia.com

RPS
Rail Power Systems

www.rail-ps.com | info@rail-ps.com

Bahnübergänge

bahn manager
DAS WIRTSCHAFTSMAGAZIN FÜR DEN SCHIENENSEKTOR

Internet: www.eurailpress.de/bahn-manager
E-Mail: tim.feindt@dvvmedia.com

SIGNAL + DRAHT

Internet: www.eurailpress.de/sd
E-Mail: silvia.sander@dvvmedia.com

Gleisbau

WECO
Bahnüberwege- und
Aufgangswannenbau
GmbH

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

DER NAHVERKEHR
Öffentlicher Personenverkehr in Stadt und Region

Internet: www.nana-online.de
E-Mail: andreakoett@dvvmedia.com

Dienstwege / Fluchtwege

**AGT Altun Gleis- und
Tiefbau GmbH**

www.agtgmbh.de

Bahnübergangs- systeme

EI
DER
EISENBAHN
INGENIEUR

Internet: www.eurailpress.de/ei
E-Mail: silvia.sander@dvvmedia.com

WECO
Bahnüberwege- und
Aufgangswannenbau
GmbH

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

EIFFAGE
INFRA-RAIL



BODAN

GMUNDNER
FERTIGTEILE
LEVEL • CROSSING • SYSTEMS
E-Mail: gf.bodan@gmundner-ft.at
www.gmundner-ft.at · www.bodan.at

EIK
EISENBAHN
INGENIEUR
KOMPENDIUM

Internet: www.eurailpress.de
E-Mail: tim.feindt@dvvmedia.com

Dübel/ Befestigungstechnik

GASTHAUS
GLEIS- UND TIEFBAU | SEIT 1920

www.gasthaus-gleisbau.de

stelcon
Das Original seit 1919

vertrieb-bahn@stelcon.de
www.stelcon.de

ETR

Internet: www.eurailpress.de/etr
E-Mail: tim.feindt@dvvmedia.com

TOGE
THE FASTENING EXPERTS

maasrail

www.maasrail.com
info@maasrail.com
0201 80 69 47 33



www.monti-bau.de
info@monti-bau.de

seit 1923



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

**Ingenieurbüros
und Consultants**



IBL Ingenieurgesellschaft Behnen mbH
Bauüberwachung / Planung

Internet: www.ig-behnen.com
E-Mail: info@ig-behnen.com

Klein aber fein! Seien Sie mit
Ihrem Firmeneintrag dabei:
Tel.: 040 – 237 14 171
E-Mail: silvia.sander@dvvmedia.com



GLEIS- UND TIEFBAU | SEIT 1920

www.gasthaus-gleisbau.de



www.ai-consult.eu



PJ Messtechnik | PJ Monitoring | PJ Motion |
PJM Swiss | RCC
office@pjm.co.at | www.pjm.at

**Infrastruktur
Bahnbaul/
Fahrwegtechnik**



Gleisbau
Schweißtechnik
Baustellenlogistik

www.jhubert.de
info@jhubert.de



Bahnbaul-Dienstleistungen

Planung – Beratung
Bauüberwachung – Gleisbau

www.bbd-nrw.de



www.plabis.de | info.web@plabis.de

AUSTROROLL®
Die Zungenrollvorrichtung-
innovativ und wartungsfrei!
www.austroroll.at



H. KLOSTERMANN
Baugesellschaft mbH

info@klostermann-hamm.de
www.klostermann-hamm.de



COŞKUN®

Beratung Steuerung Planung
www.dr-coskun.com

BSR | BPR
Dr. Schäpetöns Consult

Internet: www.bpr-consult.com
E-Mail: zentrale@bpr-berlin.de



Bahnbaul Lüneburg
Unternehmensgruppe

www.bbl-unternehmensgruppe.de



MGW GLEIS- UND WEICHENBAU-
GESELLSCHAFT mbH & Co. KG

...macht Gleisbau wirtschaftlich

info@mgw-berlin.de · www.mgw-berlin.de

Interessant für Sie?
Sichern Sie sich Ihren Platz
in Ihrer Rubrik!
Tel.: 040 – 237 14 171
E-Mail: silvia.sander@dvvmedia.com



RAILUTION
Rail Service + Solution

info@railution-rss.com
www.railution-rss.com



ThelenGruppe
Ernst Becker
BAHN- UND TIEFBAU

info@becker-bahnbau.de
becker-bahnbau.de

SCHWEERBAU

sb@schweerbau.de
www.schweerbau.de



Eisenbahndienstleistungen
und Bahntechnik GmbH

Internet: www.edb-bahntechnik.de
E-Mail: info@edb-bahntechnik.de



Schüßler-Plan
www.schuessler-plan.de



BUG-GRUPPE

www.bug-gruppe.de

SPITZKE

EUROPEAN CLASS

www.spitzke.com

MIT BLICK
FÜRS GANZE.



Emch+Berger

www.emchundberger.de

Ihr kompetenter Partner
für die Planung von
Verkehrsanlagen

S+P Consult GmbH
www.spconsult.info
office@spconsult.info

DUENSING

www.duensing.de



www.swietelsky.de



**German Rail
Engineering**

German Rail Engineering GmbH
gre-rail.com · info@gre-rail.com

SWECO

www.sweco-gmbh.de



EIFFAGE
INFRA-NORDWEST



www.wiebe.de · info@wiebe.de



Nachtragsmanagement

Prof. Dr.-Ing. Martin Heinisch
MHI Ingenieurgesellschaft mbH
www.mhi-ingenieure.de
info@heinisch.com

Target-Engineering-Consults GmbH

Planungsbüro für Leit- und Sicherungstechnik
Projektsteuerung · Verkehrsanlagenplanung

www.t-e-c-gmbh.de

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



Kunststoff-
komponenten
für Schienen-
befestigung &
Kunststoff-
Kabelkanäle

www.wirthwein.de

Bahnen Sie sich Ihren
Weg hierher:
Tel.: 040 – 237 14 171
E-Mail: silvia.sander@dvvmedia.com

**VÖSSING
INGENIEURE**

BERATUNG · PLANUNG · PROJEKTMANAGEMENT · BAUÜBERWACHUNG
voessing.de



ZETCON
INGENIEURE
now part of  Stantec
zetcon.de

Lufttechnik



Internet: www.l-und-s.de
E-Mail: info@l-und-s.de
Dienstleistung,
Beratung und Verkauf

**Verbände und
Organisationen**

Kunststoffschwellen



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

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



**VERBAND DEUTSCHER
EISENBAHN-INGENIEURE**
Internet: www.vdei.de | E-Mail: gs@vdei.de



FFU seit 1980
www.sekisui-rail.com

Prellböcke

**Schienenschweiß-
technik**

Vermessung

Lärmschutz



Train Stop Systems
E-Mail: info@klosegmbh.de
Web: www.klosegmbh.de



SCHWEISSTECHNIK
www.gasthaus-gleisbau.de



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



Lärmschutzwände
www.lswand.de

**Sachverständige
und Gutachter**

**Signal- und
Leittechnik**



RIEMENSCHNEIDER
Die Welt-Vermesser
WWW.RIEMENSCHNEIDER.NET

**Klein aber fein! Seien Sie mit
Ihrem Firmeneintrag dabei:**
Tel.: 040 – 237 14 171
E-Mail: silvia.sander@dvvmedia.com



Dr. Thomas Steiner VBI
Sachverständiger, Gutachter und Planer
System Bahn - Schienenfahrzeuge-
Infrastruktur und Bahntechnik
www.steiner-consult.eu



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

Interessant für Sie?
Sichern Sie sich Ihren Platz
in Ihrer Rubrik!
Tel.: 040 – 237 14 171
E-Mail: silvia.sander@dvvmedia.com

**Leit- und
Sicherungstechnik**

Schienenfräsen

Sondermaschinen

**Weichenheizungs-
systeme**

PINTSCH
Safety for Rail



LINSINGER
#TRUSTTHEINVENTOR
www.linsinger.com

2-Wege-Fahrmischer
Vermietung mit und ohne Bediener
Tel.: 05424 39633-0
www.railgood.de
railGOOD
by meykratec



ESA ELEKTROSCHALTANLAGEN GRIMMA GMBH
E-Mail: info@esa-grimma.de
Internet: www.esa-grimma.de

Lokabstellplätze

**Schienenschleif-
technik**

**Beheizbare
Übergänge**

**Werkstätten
Schienenfahrzeuge**



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



SCHWEISSTECHNIK
www.gasthaus-gleisbau.de



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



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

22. Fachtagung Konstruktiver Ingenieurbau

10. September 2026

Ort: Technische Universität Berlin
Institut für Bauingenieurwesen
Gustav-Meyer-Allee 25, 13355 Berlin

Die jährlich stattfindende Fachtagung Konstruktiver Ingenieurbau zeichnet sich durch einen Mix von Vorträgen zu rechtlichen Rahmenbedingungen, der Forschung und Entwicklung aus den Hochschulen sowie der Planung, Prüfung und Bau konkreter Ingenieurbauwerke unter Bahnbetrieb aus. Die Fachtagung hat sich über die letzten 22 Jahre bewährt, indem sie die fachlichen Anlaufstellen aller beteiligten Instanzen zum Austausch eingeladen hat. Sie wird in Zusammenarbeit mit dem vpi-EBA, VDEI Bezirk Berlin/Brandenburg, TU Berlin und DB-Training veranstaltet. Auf der Veranstaltung präsentieren sich im Pausenbereich zudem Fachfirmen mit ihren Produkten und technischen Lösungen aus dem Brückenbereich. Somit besteht die Möglichkeit der Kommunikation mit den Ausstellern, anderen Teilnehmenden und den Vortragenden. In Zusammenarbeit mit der TU Berlin wird die Tagung in den Räumlichkeiten des Institutes für Bauingenieurwesen in der Gustav-Meyer-Allee 25 stattfinden. Hier besteht für die Teilnehmenden auch die Möglichkeit die Versuchshalle zu besichtigen und mit Forschenden ins Gespräch zu kommen.

Auszüge aus unserem Programm: *

- Weiterentwicklung der Aufsichts- und Genehmigungsverfahren des EBA
- Neuerungen im Technischen Regelwerk der DB AG
- Hintergründe zur Neufassung des Eurocode 2 für Massivbrücken
- Untersuchungen zum Schwingungsverhalten von Stabbogenbrücken
- Erweiterungen zur Nachrechnung von Massivbrücken – theoretische und experimentelle Untersuchungen
- Die S21-Querung – ein wichtiger Baustein für ein zukunftsfähiges Berliner S-Bahn-System
- Generalsanierung HH-Lübeck, Schwerpunkt KIB
- Erneuerung der Elster-Saale-Flutbrücken – Planung und Montagekonzept einer Fachwerkbrücke
- Eisenbahnüberführung Ahlen – Ersatzneubau Fachwerk

*** Änderungen vorbehalten**

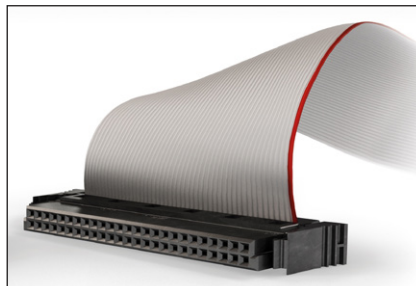
Mitarbeiter der Deutschen Bahn AG melden sich bitte direkt bei DB Training unter der Produktnummer Hk5034 an.

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

> www.vdei-akademie.de

INDUSTRIE-REPORT

Neue Steckverbinderserie mit 1,27-mm-Rastermaß



Der Steckverbinder ist auch für Flachkabel geeignet. *Quelle: TE*

TE Connectivity | Mit den neuen Steckverbindern AMP SMC Essential gibt es nun eine leistungsoptimierte Lösung, die kostensensible Anwendungen unterstützt. Der weltweit agierende Anbieter von Verbindungs- und Sensorlösungen, TE Connectivity (TE), stellt die neuen 1,27-mm-Pitch-

Steckverbinder vor, die das bestehende Finepitch-Portfolio ergänzt. Der preisattraktive Steckverbinder AMP SMC Essential wurde für industrielle Anwendungen konzipiert und liefert für die meisten Kundenanwendungen die erforderlichen Leistungsdaten:

- Strombelastbarkeit bis 1,7 A
- Temperaturbeständigkeit bis 125 °C
- Vibrations- und Stoßfestigkeit gemäß IEC 60603, Klasse 2.

Im Vergleich zum ERNI SMC-Steckverbinder ermöglicht die Kombination aus Erfüllung der Mindestanforderungen und Begrenzung der Spitzenleistungswerte ein verbessertes Preis-Leistungs-Verhältnis für die Anwendungsfälle, in denen keine rauen Umgebungsbedingungen vorherrschen. Der AMP SMC ergänzt das TE-Produktportfolio für Board-to-Board- und Board-to-Wire-Steckverbinder mit 1,27-mm-Rastermaß. Der etablierten ERNI SMC-Steckverbinder weist ebenfalls ein Rastermaß von 1,27 mm auf, ist jedoch für hohe Vibrations- und Stoßbelastungen sowie eine höhere Anzahl von Steckzyklen ausgelegt. Seine Vibrations- und Stoßfestigkeit entspricht der Klasse 1 gemäß IEC 60603.

Beide Steckverbinder – der neu entwickelte AMP SMC Essential sowie der ERNI SMC-Steckverbinder – bieten dank beidseitiger Federkontakte eine hohe Kontaktzuverlässigkeit. Führungsstifte erhöhen die mechanische Festigkeit. Der Verpolschutz beider Steckverbinder-Serien verbessert den sicheren Steckvorgang. Einführschrägen vereinfachen die Montage und ermöglichen eine hohe Ausrichtungstoleranz von $\pm 0,7$ mm, insbesondere beim Blindstecken, z.B. an schwer zugänglichen Stellen. *jsh*

www.te.com

Dehn: Neue Produktion in Rumänien eröffnet

Dehn | Seit Juli 2026 läuft die Produktion am neuen rumänischen Standort in Pitești, nordwestlich von Bukarest. Bereits 2023 hat das Familienunternehmen aus Neumarkt in der Oberpfalz einen weiteren Standort in Mühlhausen in Betrieb genommen, an dem ebenso wie in Neumarkt hochautomatisiert hohe Stückzahlen gefertigt werden. Um noch flexibler auf die Anforderungen des europäischen Marktes reagieren zu können, war ein europäischer Standort für niedrigere Stückzahlen mit hohem manuellem Montageaufwand notwendig geworden, der nun in Betrieb gegangen ist. *jsh*

www.dehn.de

Neue Produktionsstätte in Graz in Betrieb genommen

PJM | Wie der österreichische Messtechnik- und Systemsspezialist PJM Monitoring GmbH kürzlich mitgeteilt hat, begann in Juni 2026 die Produktion in einer neuen „digitalen Produktionsstätte“ am Grazer Stammsitz des Unternehmens.

Mit der neuen Halle erhöht PJM die Fertigungskapazitäten für „Waggon-Tracker“, ein für das Monitoring von Güterwagen und die Automatisierung von Betriebsprozessen im Schienengüterverkehr entwickeltes System. PJM ist in diesem Jahr in die Schweiz expandiert: Dort setzt etwa SBB Cargo WaggonTracker für automatisierte Bremsproben ein, die die Abfertigung von Güterzügen deutlich beschleunigen. *bm*

<https://pjmonitoring.com>



Die neue Produktionshalle in Graz

Quelle: PJM Monitoring GmbH

SBB setzt im Betrieb auf integrierte Gesamtlösung

SBB/IVU | Seit mehr als zwei Jahren nutzt die Division Personenverkehr der schweizerischen SBB die integrierte Software-Lösung IVU.rail. Damit werden die täglich mehr als 11 000 Züge und die Personale geplant und disponiert. Nun geht es noch einen Schritt weiter, denn die SBB hat entschieden, den technischen Betrieb der gesamten Softwarelösung in der Betriebsplattform IVU.cloud zu führen; das Berliner Unternehmen IVU übernimmt damit das Hosting und das technische Applikationsmanagement.

Als größtes Eisenbahnverkehrsunternehmen der Schweiz, das für seine Pünktlichkeit bekannt ist, hat die SBB hohe Anforderungen an stabile IT-Systeme, klare Prozesse und einen verlässlichen technischen Betrieb. Die Software und die Betriebsführung aus einer Hand direkt vom Hersteller zu bekommen, senkt den technischen Aufwand, erhöht die Verfügbarkeit und stärkt die Datensicherheit. Auch der strategischen Ausrichtung der SBB hin zu einer skalierbaren Cloud-Infrastruktur wird damit Rechnung getragen. *jsh*

www.ivu.de



Mit höchsten Ansprüchen unterwegs

Quelle: SBB CFF FFS

Workshop Geobaustoffe

10. September 2026

Ort: ITZ Fulda, Am Alten Schlachthof 4,
36037 Fulda

Die Sanierung von Strecken und Brücken stellt Planer, Bauunternehmen und Infrastrukturbetreiber zunehmend vor komplexe technische sowie regulatorische Herausforderungen. Der gezielte Einsatz von Geobaustoffen eröffnet erhebliche Möglichkeiten diesen Herausforderungen zu begegnen – sowohl bautechnisch als auch in Bezug auf Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz. In diesem Workshop erhalten Sie einen umfassenden Überblick über moderne Bauweisen mit Geobaustoffen mit und ohne Erfordernis von UiG/ZiE, praxisbewährte Bemessungsmethoden sowie aktuelle Regelwerksanforderungen. Anhand konkreter Projektbeispiele und interaktiver Praxisblöcke wird gezeigt, wie geosynthetische Lösungen zu sicheren, wirtschaftlichen und umweltoptimierten Instandhaltung von Verkehrs- und Ingenieurbauwerken beitragen können.

Mitarbeiter der Deutschen Bahn AG melden sich bitte direkt bei DB Training unter der Produktnummer Hk5075 an.

Workshop Grundlagen der Bodenmechanik

14.-16. September 2026

Ort: OTH – Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg, Haus der Technik, Galgenbergstraße 30, 93053 Regensburg

Der Workshop vermittelt praxisnah die grundlegenden Kenntnisse der Bodenmechanik und Geotechnik – von der Bodenklassifikation über Baugrunderkundungen bis hin zu Labor- und Feldversuchen. Ziel ist es, den Teilnehmenden ein fundiertes Verständnis der bodenmechanischen Eigenschaften und deren Bedeutung für die Planung, Ausführung und Überwachung von Bauprojekten zu vermitteln.

Mitarbeiter der Deutschen Bahn AG melden sich bitte direkt bei DB Training unter der Produktnummer Hk5071 an.

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

> www.vdei-akademie.de

**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 07. bis 08. September 2026**

Ort: Hotel CARAT, Hans-Grundig-Str. 40, 99099 Erfurt

vom 28. bis 29. Oktober 2026

Ort: Townhouse Stadthotel Düsseldorf, Biker Straße 36, 40213 Düsseldorf

Inhalt: Mit diesem Seminar informieren wir Sie ausführlich über die EIGV, VV IBG Infrastruktur, VV BAU und VV BAU-STE, deren Anwendung im Bereich der DB InfraGO AG, GB Personenbahnhöfe verankert ist. Die aktuelle Rechtslage und Berichte über die praktische Erfahrung sind ebenso Inhalt der Fachvorträge wie fachtechnische Besonderheiten. Ziel ist es, den Teilnehmenden 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 Baumaßnahmen durchgeführt werden kann.

**VDEI-Seminar: Eine praktische Einführung in den Bahnbetrieb
vom 15. bis 16. September 2026**

Ort: Capri by Fraser, Brühl 76, 04109 Leipzig

Inhalt: **Mit anschaulichem Minibetriebsfeld und rundum Praxiserfahrung**

Der Eisenbahnbetrieb bildet das Rückgrat der DB AG und stellt die Grundlage des komplexen Systems Rad-Schiene dar. Er umfasst sämtliche Tätigkeiten, die für die Planung, Organisation, Durchführung und Disposition des Fahrbetriebs erforderlich sind. Dies reicht von den gesetzlichen Grundlagen und Rechtsverordnungen auf EU-Ebene sowie der nationalen Gesetzgebung über zentrale Begriffe der infrastrukturellen Betriebsführung bis hin zu den konkreten Prozessen zur Gewährleistung eines sicheren Eisenbahnbetriebs. Darüber hinaus wird das Zusammenspiel zwischen Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) und Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) sowie die enge Verzahnung der beteiligten Systeme anschaulich dargestellt.

Zielsetzung: Sie erhalten eine ausführliche Einführung in die Grundlagen des Bahnbetriebes mit praktischer Vorführung des Bahnprinzips. So können sie die Komplexität und betrieblichen Zusammenhänge des Bahnverkehrs besser verstehen.

**Ingenieurtag Südwest
am 29. September 2026**

Ort: HubWerk01 – Digital Hub, Region Bruchsal e. V., Werner-von-Siemens-Straße 2-6, 76646 Bruchsal

Inhalt: Der Ingenieurtag Südwest steht ganz im Zeichen aktueller Entwicklungen, technischer Innovationen und praxisnaher Einblicke im Bereich des Bahn- und Ingenieurbaus steht. Die Veranstaltung bietet einen kompakten Überblick über zentrale Themen der aktuellen Eisenbahninfrastruktur. Die Teilnehmenden erwarten eine abwechslungsreiche Mischung aus Impulsvorträgen, Projektvorstellungen und Fachberichten – von konstruktiven Schlüsselthemen wie Schwellen und Bauwerksbelastbarkeit über neue Regelwerke bis hin zu innovativen Bauweisen und konkreten Infrastrukturprojekten. Unsere Referentinnen und Referenten aus Verbänden, Industrie und der DB InfraGO AG geben dabei fundierte Einblicke in ihre jeweiligen Fachgebiete. Ergänzt wird das Programm durch Pausen mit begleitender Ausstellung, die Raum für Austausch und Vernetzung bieten. Alle Teilnehmenden erwarten eine informative Veranstaltung, spannende Diskussionen und einen gewinnbringenden Einblick in die vielfältigen Themen rund um die Planung, Modernisierung und Zukunftsfähigkeit unserer Eisenbahninfrastruktur.

Leit- und Sicherungstechnik (LST) für Beginner – ONLINE Seminar am 01. Oktober 2026

Ort: Internet (MS Teams)

Inhalt: Bei der Eisenbahn ist es wichtig, auch Bereiche außerhalb seines Kerngeschäftes zu kennen und dort ein Grundverständnis zu haben. Diese Schulung gibt einen Überblick im LST-Bereich. 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?

3 Seminare – ein Zusammenhang

Wir bieten eine Seminarkombination an, die den Inbetriebnahmeprozess nach EIGV thematisch abdeckt.

Seminar 1 Workshop CSM – Anwendung bei Baumaßnahmen der DB InfraGO AG GB Fahrweg am 05. Oktober 2026

Ort: Radisson Blu Hotel Leipzig, Augustusplatz 5/6, 04109 Leipzig

Inhalt: Dieser Workshop bietet Planenden und Projektleitenden einen kompakten Überblick über die Grundlagen der CSM-Verordnung. Es werden die spezielle Anwendung der CSM-VO im Bereich des strukturellen Teilsystems Infrastruktur erläutert und anhand praktischer Beispiele die richtige Anwendung der Arbeitshilfen, das Bearbeiten der Vordrucke und die Zusammenstellung der Dokumentation bis hin zum Inbetriebnahmeprozess 03 im GB Fahrweg der InfraGO AG behandelt.

Seminar 2 Erstellung/Änderung von Bahnanlagen nach EIGV, VV IBG Infrastruktur, VV BAU, VV BAU STE im Bereich DB InfraGO AG, GB Fahrweg vom 06. bis 07. Oktober 2026

Ort: Radisson Blu Hotel Leipzig, Augustusplatz 5/6, 04109 Leipzig

Inhalt: Die aktuelle Rechtslage und Berichte über die praktische Erfahrung sind ebenso Inhalt der Fachvorträge wie projektbezogene Unterlagenerstellung und fachtechnische Besonderheiten. Die Seminarpausen bieten Möglichkeit zum angeregten Austausch aller Teilnehmenden und Referenten.

Seminar 3 Workshop Erstellung EIGV Anlage 6 (Infrastruktur) am 08. Oktober 2026

Ort: Radisson Blu Hotel Leipzig, Augustusplatz 5/6, 04109 Leipzig

Inhalt: Mit diesem Workshop informieren wir Sie speziell über die Erstellung der EIGV Anlage 6. Diese wird meist als Inbetriebnahmedossier bezeichnet. Die Rahmenbedingungen werden aus praktischer Erfahrung ebenso aufgezeigt wie die Form der Vorlagen an das Eisenbahn-Bundesamt zur Erlangung der Inbetriebnahmegenehmigung mit und ohne EG-Prüfung.

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

> www.vdei-akademie.de



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 2026 im 77. 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

Tanja Zagel (VDEI Nachrichten und VDEI Intern)
tanja.zagel@vdei.de | Tel.: +49 69/247543585

EURAIL-Ing. Marcel Jelitto, M. Sc. (VDEI-Bezirksmitteilungen)
marcel.jelitto@vdei.de | Tel.: +49 162/4621054

Verlagsredaktion

Georg Kern (Chefredakteur Eurailpress)
georg.kern@dvvmmedia.com | Tel.: +49 40/23714-144

Aline Jehl (Redaktionsleitung EI)
aline.jehl@dvvmmedia.com | Tel.: +49 40/23714-146

Dipl.-Journ. Jennifer Schacha
jennifer.schacha@dvvmmedia.com | Tel.: +49 40/23714-281

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, AICC 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
Heidenkampsweg 73–79, D-20097 Hamburg
Tel.: +49 40/23714-100

Geschäftsführer: Martin Weber

Verlagsleitung

Manuel Bosch • Tel.: +49 40/23714-155
manuel.bosch@dvvmmedia.com

Anzeigen

Anzeigenleitung Eurailpress:
Silke Härtel (verantw.) • Tel.: +49 40/23714-227
silke.haertel@dvvmmedia.com

Anzeigenverkauf EI – DER EISENBAHNINGENIEUR:
Silvia Sander • Tel.: +49 40/23714-171
silvia.sander@dvvmmedia.com

Anzeigentechnik:
Frank Schnakenbeck • Tel.: +49 40/23714-332
frank.schnakenbeck@dvvmmedia.com

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 65 vom 01.01.2026

Vertrieb

Leiter Marketing & Vertrieb
Markus Kukuk • Tel.: +49 40/23714-291
markus.kukuk@dvvmmedia.com

Unternehmenslizenzen Digital/Print
lizenzen@dvvmmedia.com

Leser- und Abonnentenservice

Tel. +49 40/23714-260
service@dvvmmedia.com

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 01.01.2026.

Bezugsgebühren

Abonnement Inland jährlich 296,00 EUR inkl. Porto zzgl. MwSt. Ausland mit VAT-Nr. jährlich 341,00 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: 34,99 EUR inkl. MwSt., Erscheinungsweise: monatlich

Druck

Silber Druck GmbH & Co. KG, 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.

Güterplatz 8, D-60327 Frankfurt a. M.,
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

Redaktionsbeirat

Dr. Gunnar Baumann, Leiter Infrastrukturmonitoring und Sensorik, DB Systemtechnik GmbH, Minden | 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 Prüfstuhl für Verkehrswegebau, TU München | Dipl.-Betriebsw. Michael Gilka, Hauptgeschäftsführer der Bundesvereinigung Mittelständischer Bauunternehmen e.V., Bonn | Prof. Dr.-Ing. Markus Hecht, Leiter des Fachgebiets Schienenfahrzeuge, Institut für Land- und Seeverkehr, TU Berlin | Dr.-Ing. Thomas Hempe, Geschäftsbereichsleiter Betriebstechnik / Stadtwerke Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main (VGF), Frankfurt a.M. | Dr. Jochen Holzfeind, Chief Technology & Operating Officer (CTO/COO) Fixation Systems, voestalpine Railway Systems GmbH, Leoben | Dr.-Ing. Martin Kache, Leiter EBA-Sachbereich 4 in Sachsen, Eisenbahn-Bundesamt, Dresden | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Krimmling, Geschäftsführer, Inavet GmbH, Dresden | Dr.-Ing. Roland Leucker, Geschäftsführer, STUVA e.V., Köln | Dr. Katrin Mädler, Leiterin Werkstoff- und Fügetechnik, 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 Nürnberger, Leiter Angebotssteuerung und Vertrieb, Spitzke Bahnsicherungssysteme GmbH, Großenbeeren | Prof. Dr.-Ing. Jörn Pacht, Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung, TU Braunschweig | Dr. Andreas Priebe, Siemens Mobility GmbH, Braunschweig | Dr. Thomas Rühl, Leiter Bautechnik/Grundlagen, DB InfraGO AG, Berlin | Madeleine Schmitt, Leiterin Grundsätze Stakeholdermanagement Infrastrukturprojekte (ILIB), DB InfraGO AG, Frankfurt a.M. | Dipl.-Ing. Martin Schmitz, Geschäftsführer Technik, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e.V., Köln | Dipl.-Ing. Axel Schuppe, Geschäftsführer, Verband der Bahnindustrie in Deutschland e.V., Berlin | Prof. Dr.-Ing. Thomas Siefert, Geschäftsführer IVEmB, Hannover | Dipl.-Ing. Andreas Sinning, Geschäftsführer, Trimble Railway GmbH, Wiesentheid | Jochen Slabon, Leiter Geschäftsbereich Regionalverkehr, Alstom Transport Deutschland GmbH, Salzgitter | Dr. Thomas Staffelsbach, Gesamtprogrammleiter Ausbau Knoten Basel, SBB AG, Bern | Detlev K. Suchanek, GRT Global Rail Academy und Media GmbH, Leverkusen | Dr.-Ing. Timo Strobel, Head of Approval Management, Hitachi Rail 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

INSEMENTENVERZEICHNIS

17	BUG Verkehrswegebau SE, Berlin
26	Debrunner Bewehrungstechnik AG, Glattbrugg
25	Adam Hörnig GmbH & Co. KG, Aschaffenburg
U2, U4, 11, 43, 66, 71, 72/73	
U1	DVV Media Group GmbH, Hamburg
21	IB&T Software GmbH, Norderstedt
	IBL Ingenieurgesellschaft Behnen GmbH, Klein Berßen
57	Inavet GmbH, Dresden
37	Infra-tec GmbH, Hachenberg
35	Intermetric GmbH, Stuttgart
23	MCE GmbH, Linz

19	Plasser & Theurer GmbH, Wien
U3, 84ff.	VDEI-Service GmbH, Berlin
53	Vogel & Plötscher GmbH & Co.KG, Breisach
13	VT Vortriebstechnik GmbH, Antiesenhofen

In dieser Ausgabe finden Sie eine Beilage der DVV Media Group GmbH, Hamburg. Wir bitten um freundliche Beachtung. Das Inserentenverzeichnis dient nur zur Orientierung der Leser. Es ist kein Bestandteil des Inserentenverzeichnisses. EI – DER EISENBAHNINGENIEUR übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit.

VDEI Nachrichten

AUF EIN WORT

Bahn als Zukunftswahl: Junge Menschen schätzen Stabilität und Nachhaltigkeit



Prof. Dr.-Ing. Birgit Milius
Präsidentin des VDEI und Leiterin des
Fachgebiets Bahnbetrieb und Infrastruktur,
TU Berlin

Möchten Sie nochmal 15 sein? Am Anfang des Lebens alles gestalten und entscheiden können, neue Wege gehen? Beneiden Sie die heutige Jugend? Ja, Freiheit klingt toll, alles Neue klingt toll, aber für die Kinder und Jugendlichen heute ist Zukunft mit viel Unsicherheit verbunden. Was wird aus uns? Was soll ich lernen, soll ich studieren? Wo werde ich nicht schnell durch KI ersetzt? Die Zahl an jungen Menschen mit psychischen Problemen ist enorm hoch. Nicht, weil diese Kinder schlecht erzogen sind, sondern weil sie in einer Zeit aufwachsen, in der die Welt sich immer schneller dreht und gefühlt die Zukunft immer unklarer und unsicherer wird.

Was Nachwuchs wirklich bewegt: Technik, Sicherheit, Nachhaltigkeit

Etwas, das uns in den letzten Jahren als Bahn immer vorgeworfen wurde, wird jetzt zu einem Auslesevorteil. Bahn galt als langsam, altbacken, traditionsbewusst. Werte, die in Zeiten der großen Digitalisierungsrevolution belächelt wur-

den, aber heute plötzlich wieder hoch im Kurs stehen. In einer Studie habe ich Studierende und Auszubildende aus dem Bahnsektor befragt, warum sie eine Ausbildung beziehungsweise ein Studium im Eisenbahnwesen gewählt haben. Nach „Begeisterung für Technik“ kam direkt an zweiter Stelle „Stabilität und Zukunftsperspektive“. Und der Vollständigkeit halber: Platz drei unter den Gründen war die Nachhaltigkeit der Bahn.

Das ist ein Pfund, mit dem wir wuchern dürfen. Wir können junge Menschen mit dem begeistern, was uns als Sektor schon lange auszeichnet, und wir können gleichzeitig zeigen, dass wir noch mehr können, dass sich Traditionsverbundenheit und Aufgeschlossenheit für neue Techniken und Methoden nicht ausschließen. Dass die Arbeit im Bereich Eisenbahnwesen vielfältig ist. Und dass wir sicher sind, dass auch in den nächsten Jahren und Jahrzehnten Züge fahren.

Tag der Schiene: 18.–20. September

Als Branche bieten wir attraktive Ausbildungsplätze, praxisnahes duales Studium und eine Vielzahl von Studiengängen, die mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung die verschiedenen Bereiche des Bahnsektors abdecken. Der Tag der Schiene ist eine gute Gelegenheit, andere Menschen zu begeistern und darauf aufmerksam zu machen – engagieren Sie sich, viele Veranstalter suchen noch Unterstützung! Und wenn Sie selbst auf der Suche sind, Kinder, Familie oder Freunde haben, die mehr wissen möchten, wo und wie man im Bahnsektor arbeiten kann, dann nutzen Sie die Gelegenheit.

Vom 18.–20. September 2026 finden Sie viele Angebote – von Dampflokfahrten über Werksbesichtigungen und Bahnhofsfeste – veranstaltet von ganz unterschiedlichen Firmen der Branche. Ingenieurbüros sind genauso dabei wie Vereine, Universitäten und natürlich die unterschiedlichen Bereiche der Deut-

schen Bahn. Informationen dazu finden Sie unter tag-der-schiene.de.

22.–25. September: Treffpunkt InnoTrans

Neben dem Tag der Schiene bietet auch die internationale Fachmesse InnoTrans vom 22.–25. September 2026 in Berlin eine hervorragende Gelegenheit, sich über neueste Entwicklungen, Innovationen und Chancen im Bahnsektor auszutauschen. Der Besuch lohnt sich allemal – führende Unternehmen präsentieren zukunftsweisende Lösungen, Fachbesucher aus aller Welt haben die Gelegenheit zur Vernetzung. Besonders freuen wir uns darauf, Sie am VDEI-Messestand, CityCube, Halle B | 110, zu begrüßen: Der VDEI ist persönlich vor Ort, Ansprechpartner:innen aus verschiedenen Fachrichtungen stehen Ihnen mit wertvollen Informationen rund um die Verbandsangebote und darüber hinaus zur Verfügung. Wir laden Sie herzlich ein, vorbeizuschauen und über die Zukunft der Bahn ins Gespräch zu kommen!

Zukunft aktiv gestalten

Bahn hat Zukunft. Als Mitglieder des VDEI arbeiten wir daran mit. Das ist nicht immer einfach und gerade in der heutigen Zeit oft mühselig: ein großer Berg an Herausforderungen, komplizierte Prozesse, Unsicherheiten, neue Tools, ständig wechselnde Termine. Die Liste ist lang. Aber sie täuscht darüber hinweg, dass der Alltag auch geprägt ist von gemeinsamen Arbeitstreffen, von gegenseitiger Unterstützung, Freude und auch Stolz, wenn dann nach vielen Monaten und oft Jahren der Arbeit der Zug (wieder) fährt. Die Software läuft. Die „eigene“ Brücke, Lärmschutzwand oder Oberleitungsanlage in Betrieb ist.

Arbeit bei der Bahn ist viel mehr als das, worauf es die Presse oft reduziert. Und das können und dürfen wir gern an die junge Generation (und Quereinsteiger!) weitergeben! ■

Besuchen Sie den **VDEI** auf der InnoTrans: CityCube, Halle B | 110

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 Gleismonitoring?

Wer an Eisenbahn denkt, denkt oft an Züge, Signale und Bahnhöfe. Für Bauingenieure beginnt die spannende Frage aber schon darunter: Wie stabil liegt das Gleis? Verändert es sich durch Verkehr, Wetter oder Bauarbeiten in der Nähe? Genau hier setzt Gleismonitoring an. Gleismonitoring bedeutet, den Zustand und die Lage eines Gleises regelmäßig oder dauerhaft zu beobachten. Gemessen werden z. B. Setzungen, Hebungen, seitliche Verschiebungen, Neigungen, Erschütterungen oder Temperaturveränderungen. Das Gleis ist dabei kein starres Objekt. Es besteht aus Schienen, Schwellen, Schotter, Untergrund, Entwässerung und vielen Übergängen zu Bauwerken wie Brücken, Bahnsteigen oder Weichen. Alle diese Teile arbeiten unter Last. Besonders wichtig wird Monitoring, wenn neben oder unter einer Bahnstrecke gebaut wird: bei Baugruben, Brückenarbeiten, Kabeltrassen, Stopfarbeiten, Erdbau oder beim Ausbau einer Bestandsstrecke. Schon kleine Bewegungen können relevant sein, weil das Rad-Schiene-System hohe Anforderungen an Geometrie und Sicherheit stellt. Monitoring ersetzt dabei nicht das ingenieurtechnische Verständnis. Es liefert Daten, damit Fachleute

rechtzeitig erkennen, ob sich etwas verändert.

Früher bedeutete Überwachung vor allem: Jemand fährt raus, misst einzelne Punkte und wertet die Ergebnisse später aus. Das bleibt wichtig. Moderne Systeme ergänzen diese Arbeit durch Sensoren, die direkt am Gleis oder an angrenzenden Bauteilen befestigt werden. Sie messen kontinuierlich und senden ihre Daten über Funk an eine Plattform. Dort werden Messwerte dargestellt, verglichen und bei Grenzwertüberschreitungen gemeldet. Man kann sich das wie einen Fitness-Tracker für die Infrastruktur vorstellen: Nicht der Tracker hält den Körper gesund, aber er zeigt früh, wenn etwas ungewöhnlich ist.

Aus Sicht eines Bauingenieurs ist vor allem das Messkonzept entscheidend. Wo wird gemessen? Welche Bewegungen sind kritisch? Welche Grenzwerte gelten? Wer wird informiert, wenn ein Wert überschritten wird? Und was passiert dann konkret auf der Baustelle? Ein guter Monitoringplan verbindet Technik, Bauablauf, Vermessung, Betrieb und Sicherheit. Erst dadurch werden aus vielen Daten brauchbare Entscheidungen.

Bei einem Besuch bei Railmonitor wurde für mich deutlich, wie praktisch solche Systeme gedacht werden müssen. Sensoren, Halterungen, Funkmodule, Gateways und autarke Energieversorgung über Solarpanels klingen zunächst nach Technikbaukasten. Im Einsatz zählen aber andere Fragen: Hält die Befestigung bei Wetter, Vibration und Baustellenbetrieb? Kommen die Daten zuverlässig an? Sind die Messwerte für Projektleitung, Bauüberwachung und Betrieb verständlich? Diese Alltagstauglichkeit entscheidet, ob Monitoring wirklich hilft.

Für junge Menschen ist Gleismonitoring ein spannendes Feld, weil hier Bauinge-

nieurwesen, Digitalisierung und Nachhaltigkeit zusammenkommen. Bestehende Infrastruktur muss länger genutzt, sicher betrieben und oft unter laufendem Verkehr umgebaut werden. Dafür braucht es Menschen, die sowohl mit Baustellenrealität als auch mit Daten umgehen können. Gleismonitoring zeigt: Die Zukunft der Bahn entsteht nicht nur in neuen Zügen, sondern auch in der genauen Beobachtung jedes Meters Gleis.



Abb. 1: Sensoren werden für den Einsatz vorbereitet.
Quelle: E. Karakütük-Delf



Abb. 2: Eingebaute Sensoren im Einsatz zur Überwachung einer Hilfsbrücke
Quelle: C. Gregersen

Dieser Beitrag wird präsentiert vom
VDEI-Bezirk Berlin-Brandenburg:



Dipl.-Ing. (FH) Erdal Karakütük-Delf
railmonitor@ekade.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



VDEI

VERBAND DEUTSCHER
EISENBAHN-INGENIEURE

Expertise auf Spur

vdei.de/mitgliedschaft



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 Markenpräsenz von Eurailpress
- ▼ 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:



DVV Media Group

Interesse? Ihre Ansprechpartnerin: Martina Seemann
lizenzen@dvvmedia.com | 040 237 14 139

DVV Media Group GmbH, Heidenkampsweg 73–79, 20097 Hamburg