

2026



Plasser & Theurer

Der Weg zur
vollautonomen
Gleisbaumaschine

Leseprobe

Birgit Milius Vorwort des Herausgebers	5
Kaweh Mansoori Standpunkt	12
Peter Schill In eigener Sache	15



Fahrweg & Bahnbau

Marc Demml, Mario Pisslinger, Alexander Brennsteiner, Bernhard Antony und Florian Auer Der Weg zur vollautonomen Gleisbaumaschine	16
Markus Heinemann und Nina Kippenberg Sensorbasierte Zustandsprognosen mit der Digitalen Weiche	30
Andreas Drumm Verdunstungselemente: Innovativer Ansatz zur Regenentwässerung von Bahnbetriebsanlagen	40
Bernhard Lichtberger Moderne Gleisbautechnik für Kleinbaustellen	59
Arkadiusz Kampczyk BÜ-Nummer – Cloud-basierte Erkennung	80



Fahrzeuge & Komponenten

Thomas Hempe und Mirjam Maasoumy	
Instandhaltung von Hochgeschwindigkeitszügen	98
Mara Hintz und Christian Ziroff	
Neubau der Wartungseinrichtung der HLB in Butzbach	116



Projekte & Management

Thomas Staffelbach, Christoph Fessler und Thomas Vogel	
Vorstudie konkretisiert Ausbau des Bahnknotens Basel.....	126
Gerd-Dietrich Bolte und Julia Katzenbach-Trosch	
Frühe Bürgerbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit bei Eisenbahngroßprojekten am Beispiel von Neubaustrecken und Generalsanierungen	137
Frank Zwanziger	
Eisenbahnbau- und Betriebsrecht im Überblick	150
Mitja Bartsch und Tobias Ehme	
Potenziale des bidirektionalen Austauschs zwischen Objektdatenbanken und AVANI	169
Norbert Fuhrmann, Kim zur Horst-Meyer und Norbert Klaus Apel	
Digitale Bestandsdatenerfassung in der Leit- und Sicherungstechnik.....	186
Jürgen Murach und Hermann Schmidtendorf	
Grenzüberschreitender Bahnverkehr zwischen Deutschland und Polen.....	210



Ausrüstung & Betrieb

Saeid Arabestani und Frank Weber

IT-Sicherheit und Digitalisierung in der Eisenbahntechnik 226

Merlin Becker

**Bremskurven der in Deutschland eingesetzten Zugbeeinflussungssysteme
im Vergleich..... 236**

Beat Hürzeler und Philippe Stadler Benz

Unterwegs zu Verkehrsdrehscheiben 262

Holger Helm

Über das Fluidum am Zugfenster 275



Forschung & Entwicklung

Tobias Neubauer, Arturo Peralta Calderón, Thomas Übelacker und Marc Willich

Wie digitale Werkzeuge die erfolgreiche Projektrealisierung unterstützen können ... 297

Daniel Littwin, Erik Schilder, Klaus Tilger, Christoph Kautter und Vladislava Kostkanová

Erstellung des BIM-Fachmodells Schall im Projekt Neubaustrecke Dresden – Prag 307

Wir möchten hiermit darauf hinweisen, dass wir aufgrund der besseren Lesbarkeit entweder die männliche oder weibliche Form von personenbezogenen Hauptwörtern wählen. Dies impliziert keinesfalls eine Benachteiligung der anderen Geschlechter.



Service

Informationen zum VDEI

Informationen zum VDEI	328
Kontaktdaten	330
VDEI-Publikationen.....	337
Verbände und Organisationen.....	339
Studienmöglichkeiten	353
Business-Profile.....	362
Partner der Bahn	366
Inserentenverzeichnis	382

Sensorbasierte Zustandsprognosen mit der Digitalen Weiche

Markus Heinemann und Nina Kippenberg

1 Ausgangslage und Historie

Weichen zählen zu den kritischen Infrastrukturelementen und führen bei Störungen häufig zu gravierenden betrieblichen Auswirkungen. Entsprechend hoch ist der Anspruch an die Verfügbarkeit dieser zum Teil extrem belasteten Anlagen. Das Projekt „Digitale Weiche“ repräsentiert einen weiteren Fortschritt im Bereich technischer Zustandsüberwachung und ergänzt das Portfolio sensorbasierter Diagnosesysteme mit DIANA für Weichenkomponenten bei der DB InfraGO AG (DB InfraGO). Während Diagnoseverfahren für Weichenantriebe seit mehreren Jahren fest etabliert sind und bereits an über 32 000 Weichen eingesetzt werden, versucht das Projekt „Digitale Weiche“ nun, auch für wesentliche Fahrbahnkomponenten der Weiche eine autonome und kontinuierliche Zustandsüberwachung und -prognose zu ermöglichen. Ziel ist es, Verschleißzustände frühzeitig vorherzusagen und Instandsetzungsmaßnahmen zum optimalen Zeitpunkt vorzuschlagen. Betriebliche Einschränkungen sollen so effektiv minimiert werden.

Vorausgegangen war ein vielversprechendes Vorprojekt zur grundsätzlichen Machbarkeit. Im Jahr 2019 wurde daraufhin entschieden, mit einer europaweiten Ausschreibung zur „Digitalen Weiche“ ein umfangreiches Erprobungsprojekt zu starten. Die Ausschreibung war zunächst rein funktional angelegt und derart gestaltet, dass zwei Hersteller den Zuschlag für die Entwicklung, die Qualifizierung und den Betrieb jeweils eines eigenen Systems erhalten sollten. Ein etwaiger späterer „Vendor Lock-in“ – die Abhängigkeit von einem einzigen Hersteller – sollte so von Anfang an vermieden werden. Das Vergabeverfahren konnte mit dem Abschluss von Rahmenverträgen an zwei qualifizierte Bieter – Konux GmbH und Breuer Nachrichtentechnik GmbH – erfolgreich abgeschlossen werden. Auch bei dem Betreibermodell ist die DB InfraGO neue Wege gegangen: Vertragsgegenstand sind nicht die Sensoren, sondern lediglich die gelieferten Informationen – die Sensoren verbleiben im Eigentum der jeweiligen Hersteller.

2 Ziele und funktionale Anforderungen

Mit dem Beginn des Projekts „Digitale Weiche“ wurden neue und innovative Wege in der Entwicklung von Technologie eingeschlagen. Anstatt sich nur auf ein Messsystem zu konzentrieren, wurde die Möglichkeit geschaffen, basierend auf Massendaten moderne Algorithmen und analytische Modelle zu entwickeln. Diese technologischen Werkzeuge sind in der Lage, den Zustand der Weichenanlage präzise vorherzusagen und mögliche Mängel frühzeitig zu identifizieren. Da kein existierendes System alle technischen und unternehmerischen Anforderungen vollständig erfüllte, wurden die funktionalen Ziele des Projekts besonders betont und wurde die Ausschreibung gezielt als funktionale Dienstleistung gestaltet.

Im Zentrum der technischen Zielsetzung stehen die kontinuierliche und autonome Überwachung der Weichen, um Störungen prognostizieren zu können und Instandsetzungsmaßnahmen zu optimalen Zeitpunkten vorzuschlagen. Technische Ziele umfassen das Monitoring kritischer Bauteile, wie Herzstück, Zungenvorrichtung und Schwellen, sowie die Auflagerungsbedingungen. Ein besonderes Augenmerk wird auf die zuverlässige Fehlervorhersage innerhalb von sieben Tagen und die Berechnung einer Prognose des optimalen Instandhaltungstermins mit einer Vorausplanung von 60 Tagen gelegt. Dabei ist eine hohe Aussagegenauigkeit von 90 % gefordert. Diese komplexen Anforderungen wurden in der Systemarchitektur, welche Sensorik, Datenverarbeitung und Visualisierung umfasst, integriert. So sollen betriebliche Auswirkungen von Störungen effektiv minimiert und soll die Lebensdauer der Infrastrukturkomponenten verlängert werden.

3 Beschreibung technische Systeme

Die technische Ausstattung umfasst Sensorik und analytische Lösungen, die von den beiden Vertragspartnern entwickelt und bereitgestellt werden. Basierend auf den in der Ausschreibung spezifizierten Anforderungen obliegt die technische Umsetzung sowie die Anpassung der Systeme und der Betrieb der Systeme den Herstellern selbst. Die funktionalen Anforderungen für beide Systeme beinhalteten die Zustandsinformation sowie 7-Tage- und 60-Tage-Prognosen hinsichtlich der Schwellenhohllage und von Bauteilversagen des Herzstücks und der Zungenvorrichtung, mit der geforderten Vorhersagegüte von 90 %. Zudem muss die Funktion ohne die Notwendigkeit von Wartungsmaßnahmen und mit Erkennung loser Sensoren gewährleistet sein.

Beide Hersteller verfolgen einen jeweils eigenen technischen Lösungsansatz, der in der Erfassung von Beschleunigungswerten bei Zugüberfahrten besteht. Aus diesen Daten werden Zustand und Prognosen zum Bauteilverschleiß abgeleitet. Der Aufbau der Sensoren beider Hersteller unterscheidet sich in Design, Anzahl der Komponenten und Energieversorgung (Abb. 1 u. 2):

Instandhaltung von Hochgeschwindigkeitszügen

Thomas Hempe und Mirjam Maasoumy

Am 29. Mai 1991 hat die Deutsche Bahn AG (DB) mit einer Sternfahrt zum neuen Bahnhof Kassel-Wilhelmshöhe das Hochgeschwindigkeitszeitalter der Eisenbahn in Deutschland eingeleitet. Aus einer Flotte von anfangs 60 ICE 1 sind heute über 400 Hochgeschwindigkeitszüge geworden, die sich auf fünf Fahrzeuggenerationen (ICE 1, 2, 3 und T, 3neo, 4) verteilen. Die betriebsnahe Instandhaltung der Gesamtflotte findet in zehn eigenen Werken und fünf dezentralen Stützpunkten im Verkehrsnetz statt. Die Planung, Disposition und Durchführung der Instandhaltungsarbeiten erfolgen durch mehr als 5000 Fachkräfte im 24/7-Betrieb. Die DB verfügt damit über mehr als 30 Jahre Erfahrung in der Instandhaltung von Hochgeschwindigkeitszügen sowie über einen einmaligen Wissensschatz. Dieser Beitrag beschreibt die Grundlagen des Produktionssystems, den aktuellen Stand der Technik und zukünftige Herausforderungen.

1 Die Instandhaltung als Teil des Produktionskreislaufes

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht stellt die Transportleistung zwischen Start- und Endbahnhof das wertschöpfende Kernprodukt von Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) dar. Prozesse ohne direkten Beitrag zur Wertschöpfung sind im Sinne des Lean Managements als Verschwendung zu klassifizieren, sofern es für sie keine anderen Kunden gibt.

Diese produktionsorientierte Betrachtungsweise bildet das Fundament einer optimalen Instandhaltungsstrategie. Die Komplexität des Bahnsystems und der hohe Regulierungsgrad erfordern jedoch eine Vielzahl von Unterstützungsprozessen, die nach Lean-Prinzipien als „notwendige Verschwendung“ zu bewerten sind. Eine konsequente Fokussierung auf das Kernprodukt und den Kundennutzen ermöglicht es, diese notwendigen Verschwendungen zu minimieren und administrative Prozesse bedarfsgerecht zu dimensionieren. Dies gilt gleichermaßen für die Instandhaltung.

Die Instandhaltung gewährleistet die Sicherheit, Qualität und Verfügbarkeit der ICE-Flotte im Fahrgasteinsatz. Der integrierte Prozessablauf aus Instandhaltung, Betriebsbereitstellung, Fahrgasteinsatz, Zuführungsdisposition und erneuter Behandlung im Werk konstituiert einen geschlossenen Produktionskreislauf, der die Grundlage für einen zuverlässigen und qualitativ hochwertigen Bahnbetrieb bildet (Abb. 1).



Abb. 1: Schemadarstellung Produktionskreislauf

Quelle: DB Fernverkehr

2 Instandhaltungsstrategie

Die DIN 31051 [1] definiert Instandhaltung als Gesamtheit aller Maßnahmen der Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung. Die Instandhaltung umfasst folglich das gesamte Spektrum von der Fahrzeugreinigung über planmäßige Fristarbeiten bis zum Austausch von Großkomponenten wie z.B. Transformatoren oder Drehgestellen.

Die Auswahl einer geeigneten Instandhaltungsstrategie ist für den effizienten und zuverlässigen Betrieb von Hochgeschwindigkeitszügen von elementarer Bedeutung. Grundvoraussetzungen hierfür sind eine klare Zielsetzung sowie ein grundlegendes Verständnis des Abnutzungsverhaltens der technischen Komponenten im Zug über deren gesamten Lebenszyklus. Dabei bildet die Sicherheit das übergeordnete Ziel, dem sich die nachrangigen Zielsetzungen Verfügbarkeit, Qualität und Wirtschaftlichkeit unterordnen.

Abb. 2 veranschaulicht den charakteristischen Verlauf des Abnutzungsvorrats einer Komponente über die Nutzungsdauer. Ausgehend von einem Inbetriebnahmezustand mit voller Funktionalität verschlechtert sich der technische Zustand in der Theorie kontinuierlich durch Betriebsbelastung, Umwelteinflüsse und natürliche Alterung. Dieser Abnutzungsprozess verläuft nicht linear, sondern weist typischerweise einen progressiven Charakter auf, bei dem sich die Verschlechterung mit fortschreitender Betriebsdauer verstärkt.

Für die Instandhaltungsplanung ist die Definition der Abnutzungsgrenze, unterhalb derer sicherheitsrelevante Risiken entstehen oder die Komponente ihre Funk

Erstellung des BIM-Fachmodells Schall im Projekt Neubaustrecke Dresden – Prag

Daniel Littwin, Erik Schilder, Klaus Tilger, Christoph Kautter und Vladislava Kostkanová

1 Inhalt und Einordnung des Projektes

Als wichtiges Bindeglied des grenzüberschreitenden Schienenverkehrs zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Tschechischen Republik planen die DB InfraGO AG (DB InfraGO) und das tschechische Eisenbahninfrastrukturunternehmen Správa železnic gemeinschaftlich eine neue Schnellfahrstrecke zwischen

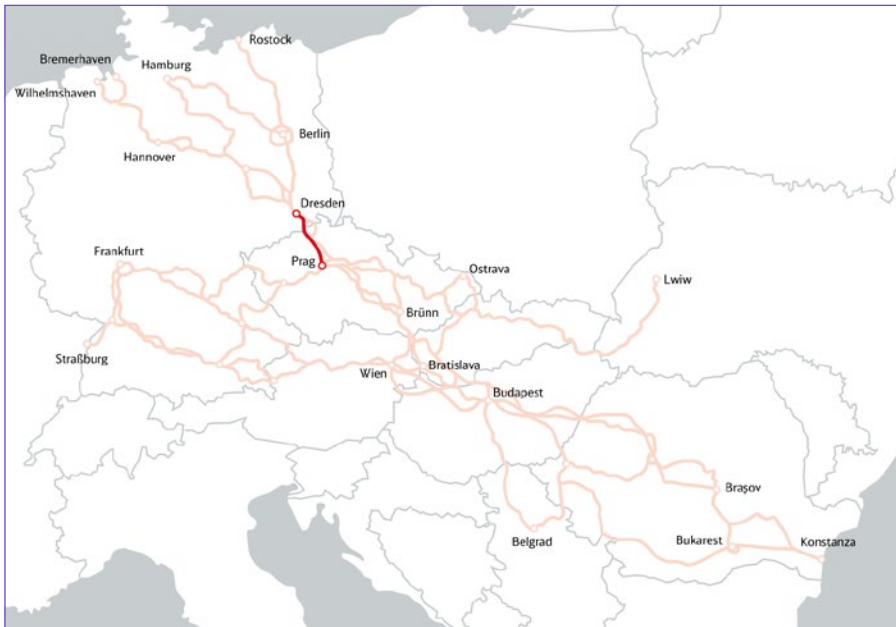


Abb. 1: Rhein-Donau Korridor: Kernnetzkorridor des Transeuropäischen Verkehrsnetzes

Quelle: DB InfraGO AG

Dresden und Prag. Kernstück ist ein grenzüberschreitender Basistunnel im Erzgebirge mit einer Länge von über 30 km. Die geplante Verbindung wird Teil des transeuropäischen Verkehrsnetzes „Rhein-Donau Korridor“ (Abb. 1) und verkürzt die Fahrzeit zwischen den beiden Metropolregionen Dresden und Prag von ungefähr zweieinhalb auf ca. eine Stunde.

Im Zusammenspiel mit anderen Projekten kann sich damit die Reisezeit von Berlin nach Prag auf ca. zweieinhalb Stunden sowie von Berlin nach Wien auf ca. vier Stunden reduzieren. Außerdem wird die Kapazität für den Schienengüterverkehr entsprechend dem ständig steigenden Verkehrsaufkommen erweitert und eine hochwassersichere Alternative für die Bestandsstrecke im Elbtal geschaffen. Nach Inbetriebnahme der Neubaustrecke (NBS) ergibt sich damit auch die Chance, den Güterverkehrslärm im Elbtal zu reduzieren.

Die DB InfraGO ist durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) mit den Planungsleistungen der Vorplanung auf deutscher Seite von Dresden bis zur Staatsgrenze beauftragt, welche den Projektabschnitt Dresden – Heidenau umfasst. Der grenzübergreifende Abschnitt Heidenau – Chabařovice wird gemeinsam mit der Správa železnic geplant. Auf tschechischer Seite werden die Abschnitte von Chabařovice bis Prag durch die Správa železnic in enger Abstimmung mit der DB InfraGO verantwortet (Abb. 2). In diesem Fachbeitrag werden die Ergebnisse der Vorplanung des Gewerkes Schall dargestellt, der tatsächliche Planungsumfang in den nächsten Planungsphasen kann erst nach der parlamentarischen Befassung bestätigt werden.

Im Rahmen der Vorplanung wurden zwei Varianten untersucht: eine teilweise oberirdische Streckenführung (Teiltunnelvariante) und ein durchgängiger Tunnel zwischen Heidenau und Chabařovice (Volltunnelvariante). Als Ergebnis der Vorplanung wurde die Volltunnelvariante als Vorzugsvariante festgelegt [1].

Die Leistungen für das Gemeinschaftsprojekt werden aus den Haushalten beider Länder finanziert. Zudem fördert die Europäische Union das grenzüberschreitende Projekt bereits in der frühen Planungsphase.

2 Schalluntersuchungen im Projektabschnitt Dresden – Heidenau

Der Projektabschnitt Dresden – Heidenau sieht in der Vorplanung den Ausbau der bestehenden Strecke vor, mit dem Ziel, abschnittsweise die Geschwindigkeit und die Kapazität insbesondere für zusätzliche Güterzugfahrten zu erhöhen.

Für die Kapazitätserhöhung sind mehrere Überholgleise z.B. im Bf Heidenau, Dresden-Niedersedlitz geplant. Derzeit sind an der Bestandsstrecke nur stellenweise Schallschutzwände (SSW) vorhanden (z. B. in Dresden-Niedersedlitz), ansonsten sind keine aktiven Schallschutzmaßnahmen, außer den im Jahr 2022 an der Fernbahnstrecke installierten Schienenstegdämpfern, vorhanden. Die geplanten Maßnahmen

Sie möchten mehr lesen?

Bestellen Sie das aktuelle EIK 2026 in unserem Shop:

www.dvvmmedia-shop.de/EIK-2026-Eisenbahn-Ingenieur-Kompodium/978-3-96892-284-3M



Sie haben Interesse, einen Fachbeitrag im EIK zu veröffentlichen?

Chefredaktion

Dr.-Ing. Norbert Klaus Apel

+49 160 97421111

norbert.apel.extern@dvvmmedia.com

Verlagsredaktion

Aline Jehl

+49 40 23714-146

aline.jehl@dvvmmedia.com

Die Checkliste für Autoren können Sie hier herunterladen:

www.eurailpress.de/EIK-Autoren-Checkliste



Sie möchten Ihre Werbung im EIK platzieren?

Anzeigenverkauf

Tim Feindt

+49 40 23714-220

tim.feindt@dvvmmedia.com

Hier finden Sie die Mediadaten zum Download:

www.eurailpress.de/fileadmin/user_upload_archiv/Mediadaten_EIK_2027.pdf

