

Daten- verfügbarkeit entscheidet

Bestandsdaten für die
Schieneninfrastruktur
mit **Multisensorsystemen**



Deutsche InfraSoft
Technologie. Infrastruktur. Zukunft.

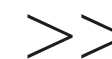


Inhalt

Executive Summary	5
Das Problem	6
Die Lösung	8
Aus der Praxis	15
HLB – Königsteiner Bahn	16
DB InfraGO – 4.000 km durch Deutschland	17
Grenzen und Ausblick	21
Glossar	24
Quellenverzeichnis	25
Impressum	27

Executive Summary

Der Zustand des Schienennetzes bleibt angespannt, und wer über Erneuerung entscheidet, braucht aktuelle, vollständige Bestandsdaten. Zwei Projekte zeigen, wie mobile Multisensorsysteme Strecken in einer Befahrungskampagne erfassen, was die Daten leisten und wo ihre Grenzen liegen



Für wen dieses Papier geschrieben ist

Fachentscheider und Fachplaner bei Netzbetreibern, die Bestandsdaten für Planung, Instandhaltung und BIM-Vorhaben beschaffen oder bewerten. Es beschreibt Verfahren, Genauigkeitsklassen und Grenzen mobiler Multisensorsysteme anhand zweier Projekte der Deutschen InfraSoft Gruppe (2025/26). Grundlage sind Projektunterlagen und Interviews mit den Projektverantwortlichen, das DB-Regelwerk Ril 883 (referenziert), die Produktfreigabe PF-2025-00050 sowie die im Quellenverzeichnis genannten Veröffentlichungen.

Stand der Zahlen: August 2026.

Das deutsche Schienennetz ist in weiten Teilen älter, als es aussieht. Millionen Fahrgäste nutzen es täglich ^[20], doch der bauliche Zustand bleibt trotz erster Stabilisierung angespannt: Die Zustandsnote für das gesamte Schienennetz der DB InfraGO lag 2025 wie im Vorjahr bei 3,00 (Notenskala für den Fahrweg von 1 = neuwertig bis 5 = mangelhaft, vergeben von der DB InfraGO im jährlichen Zustandsbericht). Die Anlagenklasse Gleise hat sich dagegen wieder verschlechtert – von 2,91 im Jahr 2024 auf 3,00 im Jahr 2025; rund 9.600 Gleiskilometer befinden sich im zustandsbasierten Erneuerungsbedarf ^[2]. Das ist keine Randnotiz für Fachleute. Verspätungen, Streckensperrungen sowie Brücken mit hohem Erneuerungsbedarf und in die Jahre gekommene Stationen gehören zu den sichtbaren Folgen.

Ein Teil des Problems ist weniger sichtbar: Wer über Erneuerung, Ausbau oder Sperrungen entscheidet, braucht eine aktuelle und vollständige Datengrundlage. Gerade bei historisch gewachsener Infrastruktur liegen Bestandsdaten jedoch in unterschiedlicher Qualität, Aktualität und Struktur vor und reichen teils für ein BIM-taugliches Bestandsmodell nicht aus ^[6]. Klassische Vermessung liefert in der Fläche nur Ausschnitte und skaliert für größere Netzabschnitte nur mit erheblichem Aufwand.

Die Deutsche InfraSoft Gruppe setzt genau hier an. Mit mobilen Multisensorsystemen (MSS) erfasst sie ganze Streckenabschnitte in einer einzigen Befahrungskampagne und bereitet die Daten in der eigenen Prozesskette bis zum anschlussfähigen Datenprodukt auf – als Datengrundlage für Entscheidungsträger.

Zwei Projekte zeigen, wie das in der Praxis aussieht: die vollständige Bestandsvermessung der Königsteiner Bahn für die HLB Basis AG und die Befahrung von rund 4.000 Gleiskilometern im Netz der DB InfraGO. Beide Fälle folgen demselben Grundgedanken. Wer heute in eine bessere Datenlage investiert, gewinnt vor allem eines: Entscheidungssicherheit – und Zeit für die nächste Entscheidung.

39.000 km

Schienennetz in Deutschland

105,9 Mrd. €

Wiederbeschaffungswert der Anlagen im zustandsbasierten Erneuerungsbedarf (DB InfraGO, 2025)

> 9.000 km

Hochleistungsnetz (Streckenkilometer), Zustandsnote 3,04

4.000 km

befahrene Gleiskilometer in einem einzigen Projekt



Das Problem

01

Hoher Erneuerungsbedarf trifft auf eine lückenhafte Datenlage: Der Erneuerungsbedarf ist hoch, die Datenlage lückenhaft. Anlagen im Wert von 105,9 Milliarden Euro sind erneuerungsbedürftig [2], die Nachfrage steigt, klassische Vermessung liefert nur Ausschnitte – und BIM verlangt ein vollständiges digitales Abbild des Bestands

Das deutsche Schienennetz umfasst rund 39.000 Kilometer [1]. Den größten Teil davon, rund 33.400 Kilometer Betriebslänge (Stand Ende 2024), verantwortet die DB InfraGO AG; rund 62 Prozent des DB-Netzes sind elektrifiziert [1][3]. Seit dem Bahnreformjahr 1994 ist das Gesamtnetz von 44.600 auf rund 39.000 Kilometer geschrumpft [1]. Gleichzeitig steigt die Nachfrage: 2025 nahm die Zahl der Fahrgäste im Eisenbahnnahverkehr um rund ein Prozent, im Fernverkehr um rund drei Prozent zu (vorläufige Ergebnisse) [20].

Erneuerungsbedarf auf hohem Niveau

Der Erneuerungsbedarf der deutschen Schieneninfrastruktur bleibt trotz erster Fortschritte auf einem sehr hohen Niveau. Nach Angaben der DB InfraGO befinden sich im Jahr 2025 Anlagen im Wert von 105,9 Milliarden Euro im zustandsbasierten Erneuerungsbedarf. Dies entspricht 16,2 Prozent des Wiederbeschaffungswerts des bewerteten Anlagenportfolios. Gegenüber dem Vorjahr ist das eine leichte Verbesserung: Der Anteil erneuerungsbedürftiger Anlagen sank von 16,8 auf 16,2 Prozent, der absolute Erneuerungsbedarf um 3,9 Mil-

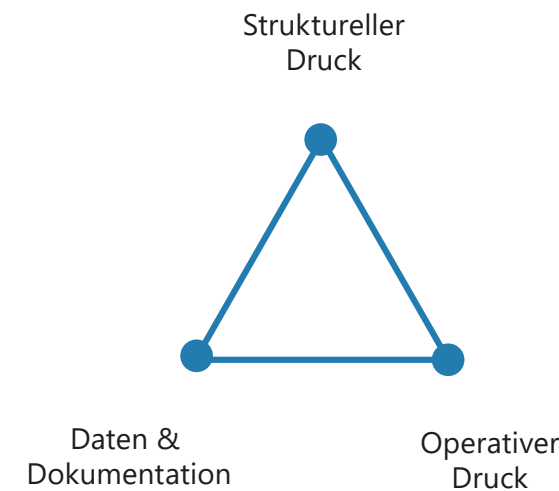
Im Jahr 2025 befinden sich Anlagen im Wert von ca. 106 Mrd. € im zustandsbasierten Erneuerungsbedarf

liarden Euro. Dennoch bleibt ein erheblicher Investitionsbedarf, um die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit der Infrastruktur langfristig sicherzustellen. Die höchste Belastung trägt das Hochleistungsnetz: mehr als 9.000 Streckenkilometer, rund ein Viertel des Gesamtnetzes [42], mit einer durchschnittlichen Zustandsnote von 3,04 (2024: 3,05) – trotz leichter Verbesserung etwas schlechter als das Gesamtnetz [2].

Klassische Verfahren halten kaum Schritt

Dieser Rückstand trifft auf Verfahren, die mit ihm kaum Schritt halten können. Tachymetrische Messungen, eine der gängigsten klassischen Methoden, erfordern den Aufenthalt im Gleisbereich und damit Sicherheitsmaßnahmen – Sicherungspersonal oder Gleissperrungen [4][5]. Schon für größere Netzabschnitte skalieren sie nur mit erheblichem Personal-, Sicherheits- und Zeitaufwand und liefern jeweils Ausschnitte des Gesamtbilds. Je schlechter der Anlagenzustand, desto mehr korrektive statt vorbeugende Instandhaltung fällt an – so die Maßnahmenindikation der DB InfraGO nach Zustandsnote [2]; die DB InfraGO stellt ihre Instandhaltung deshalb von reaktiven auf proaktive Ansätze um [30].

Die Druckfelder sind vielfältig, lassen sich aber auf drei Kernpunkte zurückführen:



Struktureller Druck:

- Investitionsstau mit Folgen
- Altersbedingte Störanfälligkeit
- Instabiler Fahrplan
- Wachsende Überlastung des Netzes
- Mehr Fahrgäste bei einem Netz mit höherem Instandhaltungsbedarf

Operativer Druck:

- Verschärfte Sicherheitsanforderungen [5]
- Wachsende Bedeutung militärischer Verkehre – auch auf der Schiene – im Rahmen der Landes- und Bündnisverteidigung („Drehscheibe Deutschland“) – mit entsprechendem Bedarf an aktuellen Lichtraum- und Engstellennachweisen für außergewöhnliche Transporte vgl. [4][26][41]
- Klassische Vermessungsmethoden:
 - erfordern teilweise Gleissperrungen
 - sind zeitintensiv
 - sind auf kürzere Abschnitte begrenzt und liefern nur einen Ausschnitt des Gesamtbildes

Daten- und Dokumentationsdruck:

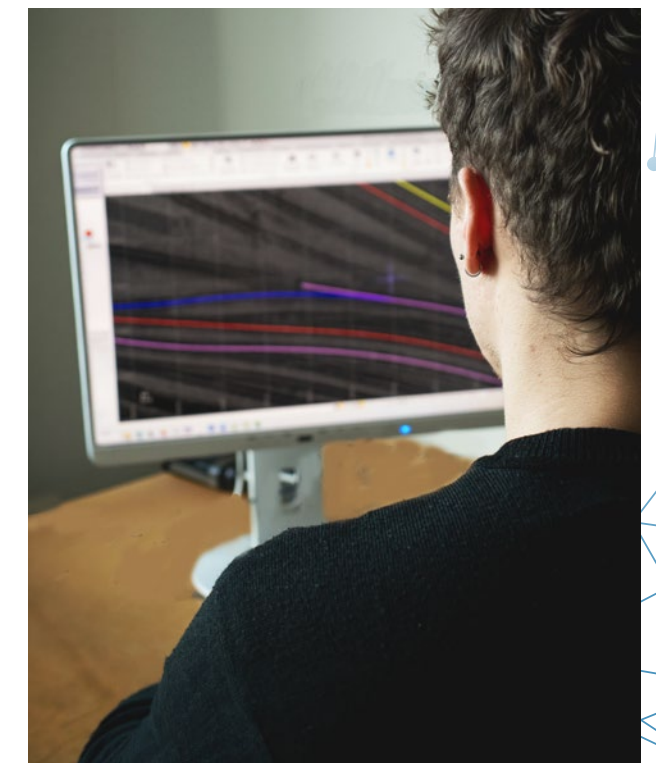
- Unterschiedliche Qualität und Konsistenz von Daten
- Variierende Aktualität von Daten
- Unterschiedliche Zuständigkeiten

BIM erhöht den Anspruch an die Datentiefe

Der Anspruch an die Datentiefe wächst. Die DB wendet die BIM-Methode (Building Information Modeling) bei neu startenden Infrastrukturprojekten regelmäßig an [7]. Vorausgesetzt wird ein konsistentes, vollständiges digitales Abbild des Bestands – ein BIM-taugliches 3D-Planungs- oder Bestandsmodell [6]. Die DB selbst hält in der 2025 fortgeschriebenen BIM-Strategie ihrer Infrastruktur fest, dass eine präzise Kenntnis und Bewertung der bestehenden Infrastruktur auf Basis aktueller Daten sowohl für das Planen und Bauen als auch für den anschließenden Anlagenbetrieb essenziell ist [28]. Das ist eine Anforderung, die der heutige Stand der Bestandsdokumentation nicht durchgängig erfüllt [6].

Drei Druckfelder, ein Ansatz

Die drei Druckfelder verstärken sich gegenseitig: Ein alterndes Netz erzeugt mehr Instandhaltungsbedarf, steigende betriebliche und sicherheitspolitische Anforderungen erhöhen den Druck, und veraltete Bestandsdaten erschweren fundierte Investitionsentscheidungen. Was Infrastrukturbetreiber brauchen, ist deshalb kein weiteres Einzelinstrument, sondern ein Ansatz, der Erfassung, Analyse und Dokumentation in einem Prozess zusammenführt.



Auswertung am Bildschirm:
Aus der georeferenzierten Punktwolke einer Befahrung werden Gleislage und Bestandsobjekte abgeleitet – die Datengrundlage, die BIM-Vorhaben voraussetzen.

Die Lösung

02

Eine vollständige Datenlage statt Stückwerk: Multisensorsysteme erfassen Gleis, Umfeld und Bilddaten in einer Befahrungskampagne – ohne Personal im Gleis während der Aufnahme – und liefern eine Datenbasis, die sich vielfach auswerten lässt. Das Kapitel erklärt Prinzip und System, Prozesskette und Auswerteprodukte bis zum Baustein für den Digitalen Zwilling

Die Deutsche InfraSoft Gruppe setzt auf eine grundlegend bessere Datenlage statt auf noch mehr Einzelmessungen. Mit Multisensorsystemen wird eine Strecke im Rahmen einer Befahrungskampagne erfasst; alle Sensordaten entstehen dabei gleichzeitig.

2.1 Prinzip Multisensorik: Warum die Kombination mehr ist als der einzelne Sensor

Die Stärke mobiler Multisensorsysteme liegt nicht im einzelnen Sensor, sondern im Zusammenspiel: GNSS, Inertialmesseinheit, Laserscanner und Kameras (Panorama- und Einzelbildkameras) erzeugen in einer Befahrungskampagne ein durchgängiges, dreidimensionales Abbild der Streckenumgebung. Abschnitt 2.1.1 erläutert die Grundlagen, 2.1.2 und 2.1.3 das eingesetzte System samt Erweiterungen; Tabelle 1 in Abschnitt 2.4 fasst die Genauigkeitsanforderungen je Anwendungsgebiet zusammen.

2.1.1 Grundlagen mobiler Multisensorsysteme im Bahnkontext

Multisensorsysteme für die mobile Bestandserfassung oder für die Infrastrukturvermessung kombinieren mehrere Sensortechnologien in einer einzigen Plattform und ermöglichen so die simultane, dreidimensionale Erfassung der gesamten Streckenumgebung während der Fahrt. Das Grundprinzip basiert auf dem Zusammenspiel dreier Komponenten, die jeweils unterschiedliche Aufgaben übernehmen und erst in ihrer Kombination ein vollständiges Bild liefern. Den Kern der Positionierung bildet ein GNSS-Empfänger in Verbindung mit einer hochpräzisen Inertialmesseinheit (IMU) und einem Odometer. Gemeinsam bestimmen sie die Raumtrajektorie der Messfahrt und verankern die aufgezeichneten Daten im geodätischen Bezugssystem; bei GNSS-Abschattung – etwa in Tunneln oder dichter Bebauung – überbrücken Inertialmesseinheit und Odometer die Positionsbestimmung, in Abschattungsbereichen über 100 m Länge ist der Odometer-Einsatz vorgeschrieben [10]. Die geometrische Erfassung der Streckenumgebung übernehmen Laserscanner, die die Umgebung mit hoher Punktdichte dreidimensional aufnehmen. Aus den entstehenden Punktwolken lassen sich Gleislage, Überhöhung, Gleisabstand, Lichtraumprofile sowie topografische Objekte präzise, reproduzierbar und ohne Aufenthalt im Gefahrenbereich bestimmen [4][5][10][24][29].

Bilddaten ergänzen die Geometrie

Ergänzt wird das System durch Kamerasysteme wie Panoramakameras und planare Einzelbildkameras, welche Bilddaten für die visuelle Verifikation und die Identifikation von Infrastrukturobjekten wie Weichen, Signalen und Kilometrierungstafeln liefern. Die Bilddaten bilden zudem die Grundlage für maschinelles Lernen und KI-gestützte Objektklassifikation [32] und – zusammen mit Punktwolke und Anlagendaten – für digitale Abbilder, die zum Baustein eines Digitalen Zwillings werden können (Abschnitt 2.6). Das Ergebnis einer MSS-Befahrung ist damit kein Einzelmesswert, sondern ein integrierter, georeferenzierter Datensatz, der gleichzeitig geometrische, visuelle und positionsbezogene Informationen enthält. Dies ist eine umfangreiche Datengrundlage, die klassische Einzelverfahren strukturell nicht liefern können.

2.1.2 Trimble MX9



INFO

- **2 Laserscanner** (Butterfly-Anordnung)
- Bis zu 3,6 Mio. Punkte/s (Herstellerangabe [9]; für Anwendungen nach PF-2025-00050 gelten die dort festgelegten Aufnahmeparameter, u. a. 500.000 Punkte/s je Scanner, Rotationsrate 250 Hz, Bildaufnahmeabstand 4 m [10])
- **Panoramakamera** 30 MP (6 × 5 MP)
- **3 Planar-Kameras** (2× seitlich, 1× rückwärts/nach unten gerichtet; je 12 MP laut aktueller Herstellerangabe [9])
- Ergänzung um eigenständige **Zusatzsensorik** am Trägerfahrzeug möglich (außerhalb der Produktfreigabe, Abschnitt 2.1.3)
- GNSS-, IMU- und Odometer-gestützte **Positionierung**
- Georeferenzierte **3D-Datenerfassung**
- Freigegebenes **Geschwindigkeitsband** 40–100 km/h

Quellen: Herstellerangaben Trimble [9]; Scanneranordnung nach [5]; Freigabewerte gemäß Produktfreigabe PF-2025-00050 [10]

Der Trimble MX9 ist das von der Deutschen InfraSoft Gruppe im Mobile Mapping eingesetzte Multisensor-

system. Das System lässt sich auf unterschiedlichen Fahrzeugen montieren, beispielsweise auf Pkw, Booten oder verschiedenen Schienenfahrzeugen [5]. Dabei benötigt es eine fahrzeugspezifische Unterkonstruktion, die auf das Trägerfahrzeug abgestimmt ist. Die geometrische Erfassung übernehmen zwei Laserscanner in einer sogenannten Butterfly-Anordnung; sie minimiert Abschattungen und erzeugt eine dichte, homogene Punktwolke. Die Scandaten werden durch eine Panoramakamera und drei Planar-Kameras ergänzt. Die georeferenzierte Positionierung erfolgt über die im System integrierte GNSS-, IMU- und Odometer-Kombination [5].

2.1.3 Erweiterungssensorik

Über die freigegebene Systemkonfiguration hinaus kann das Trägerfahrzeug projektbezogen um zusätzliche Sensorsysteme ergänzt werden. Hierzu zählen u. a. das eigenständige Mobile-Mapping-System JAWESO Panora Pro PL, dessen 200-MP-Panoramakamera hier genutzt wird [11], sowie zusätzliche JAWESO-Planar-Einzelbildkameras (je 24,4 MP), die vom MX9 ausgelöst werden [12], beispielsweise zur Defekterkennung im Gleisbereich. Drei dieser Kameras sind über Kreuz auf das Gleisbett und die Schieneninnenkanten gerichtet. Die Aufnahmen sind als Grundlage für künftige Auswertungen angelegt – etwa zur Unterstützung von Oberbaukontrollen: Risse in Schwellen, Bewuchs im Gleisbett oder fehlende Kleineisen. Als weiteres eigenständiges System kann ein mehrkanaliges Georadar mitgeführt werden; eingesetzt wird ein ImpulseRadar Raptor mit 450-MHz-Antennen [27]. Die Einzeltechnologien existieren bereits länger und werden auch von anderen Anbietern angewendet vgl. [4][6]. Solche Erweiterungen – zusätzliche Kamerasysteme ebenso wie das Georadar – sind nicht Gegenstand der Produktfreigabe und werden je Projekt gesondert vereinbart (siehe Abschnitt 2.2). Wie diese Sensorkombination im Projektmaßstab zusammenspielt, zeigt Abschnitt 3.2.

2.2 Von der Datenerfassung zum digitalen Infrastrukturmodell

Die Erfassung von Eisenbahninfrastruktur mittels Mobile-Mapping-Systemen erfolgt häufig im Rahmen größerer Befahrungskampagnen. Soweit die Messaufgabe Anwendungen nach Produktfreigabe umfasst, sind die dort vorgesehenen Kontroll- und Mehrfachaufnahmen Bestandteil der Kampagne [10]; bei großflächigen Bestandserfassungen richtet sich das Befahrungsregime nach der vereinbarten Messaufgabe. Im Gegensatz zu klassischen Einzelmessungen steht dabei nicht die einmalige Aufnahme eines bestimmten Streckenabschnitts

im Vordergrund, sondern die systematische und wiederholbare Erfassung größerer Netze. Durch die Verwendung eines Multisensorsystems werden sämtliche Sensordaten synchron erfasst und in einem gemeinsamen geodätischen Bezugssystem gespeichert. Dadurch entsteht ein konsistenter Datensatz, der für unterschiedliche Fachanwendungen genutzt werden kann.

Qualitätssicherung während der Kampagne

Zur Sicherstellung der Datenqualität werden die aufgenommenen Daten nach definierten Qualitätsanforderungen überprüft. Abhängig von den Anforderungen des jeweiligen Projekts können hierfür ergänzende Kontrollaufnahmen oder Plausibilitätsprüfungen durchgeführt werden. Ziel ist die Sicherstellung einer reproduzierbaren und belastbaren Datengrundlage für die nachfolgenden Auswertungs- und Planungsprozesse.

Geringer Eingriff in den Bahnbetrieb

Ein wesentlicher Vorteil mobiler Befahrungen liegt im geringen Eingriff in den Bahnbetrieb. Die eigentliche Datenerfassung erfolgt vom Trägerfahrzeug aus, sodass für die Aufnahme selbst kein Personal im Gleisbereich eingesetzt werden muss. Dadurch werden Sperrpausen gegenüber konventionellen Vermessungsverfahren reduziert. Projektvorbereitende Tätigkeiten, beispielsweise die Planung der Befahrung oder gegebenenfalls erforderliche geodätische Referenzarbeiten, sind davon ausgenommen und richten sich nach den Anforderungen der jeweiligen Messaufgabe. Zu diesen Vorarbeiten zählt das Setzen von Targets (Zieltafeln). Diese sind signalisierte, terrestrisch eingemessene Referenzpunkte; sie dienen der Georeferenzierung und der Kontrolle der erreichten Genauigkeit. Sofern kein geeignetes geodätisches Festpunktfeld vorhanden ist, wird es im Vorfeld angelegt beziehungsweise verdichtet. Hierfür muss der Gleisbereich weiterhin betreten werden.

Georadar: Blick in den Untergrund

Ergänzend zur optischen und laserbasierten Datenerfassung kann ein Georadar (GPR = Ground Penetrating Radar) eingesetzt werden. Dieses stellt jedoch keine Standardkomponente des freigegebenen Mobile-Mapping-Systems dar, sondern wird projektbezogen als zusätzliche Sensorik verwendet. Mithilfe elektromagnetischer Signale können Informationen über den Aufbau des Untergrunds gewonnen werden, beispielsweise zu Schotterzustand, Feuchteverteilungen, Schichtgrenzen oder der Lage von Fremdobjekten und Leitungen im Untergrund. Die Aussagekraft der Ergebnisse hängt jedoch stark von den örtlichen Bedingungen sowie der Dateninterpretation ab. Darüber hinaus bestehen technische Grenzen hinsichtlich Auflösung, Eindringtiefe und der eindeutigen Identifizierung einzelner Strukturen,

weshalb die Ergebnisse häufig durch weitere Untersuchungen ergänzt oder validiert werden. Der Stand der Forschung bestätigt beides – Nutzen und Grenzen: Laborversuche und Feldvalidierungen zeigen, dass sich Verschmutzung und Durchfeuchtung des Schotters über seine dielektrischen Eigenschaften und das Frequenzverhalten der Radarsignale erfassen lassen^[15]; Laboruntersuchungen belegen zudem, dass sich aus dem Frequenzspektrum die Korngrößen des Schotters abschätzen lassen^[16]. Zugleich ist belegt, dass GPR-basierte Zustandsindikatoren nicht unmittelbar mit der gemessenen Gleislagequalität korrelieren müssen. Georadar-Ergebnisse ersetzen deshalb keine Gleismessung, sondern ergänzen sie^[17].

2.3 Integrierter Workflow der Deutschen InfraSoft Gruppe

Die Deutsche InfraSoft GmbH mit Hauptsitz in Berlin ist die Dachgesellschaft einer Unternehmensgruppe an der Schnittstelle von Infrastruktur und Digitalisierung. Mit ihren spezialisierten Tochtergesellschaften unterstützt die Deutsche InfraSoft Gruppe Kunden aus dem öffentlichen und privaten Sektor bei Projektierung, Bau, Betrieb und Instandhaltung von Infrastruktur. Die Gruppe bündelt Vermessung, Mobile Mapping, Software & Datenmanagement, Modellierung & Kartierung sowie Geotechnik & Umwelt unter einem Dach. Die Zusammenarbeit folgt dabei nicht den Gesellschaftsgrenzen: Ingenieur- und Vermessungsbüro Ralf Frentzel GmbH (IVF), GEO Net solution GmbH (GNS) und GTA GeoService GmbH (GTA) sowie die weiteren Tochtergesellschaften arbeiten nicht als getrennte Einheiten, sondern in gemeinsamen Projektteams. Timon Kabelac, Geschäftsbereichsleiter Mobile Mapping der Gruppe und Geschäftsführer der GNS, betont, dass täglicher Austausch als Steuerungsinstrument statt formaler Übergabeprozesse essenziell sei, um komplexe Projekte gesellschaftsübergreifend zu bearbeiten. Er beschreibt die Zusammenarbeit so:



Wir arbeiten als eingespieltes Team über Gesellschaftsgrenzen hinweg an einem gemeinsamen Ergebnis und ohne formale Übergaben zwischen einzelnen Firmen.

Timon Kabelac, Geschäftsbereichsleiter Mobile Mapping der Deutschen InfraSoft Gruppe und Geschäftsführer der GEO Net solution GmbH

Die Prozesskette: Von der Vorbereitung zur Auswertung

Bevor aus einer Befahrung nutzbare Daten werden, durchläuft ein Projekt mehrere Schritte. Die Kette ist im Detail komplex, lässt sich aber in drei Arbeitspakete gliedern, die hier vereinfacht dargestellt sind:



INFO

SCHRITT 1

Geodätische Vorbereitung:

Aufbau des Festpunktfelds, Einmessung der Passpunkte, Anmeldung und Sicherung im Gleisbereich

SCHRITT 2

MSS-Befahrung:

Operative Durchführung – Lok und Triebfahrzeugführer organisieren, Fahrpläne koordinieren, Aufbau, Systemcheck, Befahrung, Datensicherung

SCHRITT 3

Datenauswertung und Qualitätssicherung:

Verarbeitung der Rohdaten zu Lageplänen, Zwangspunkten, Lichtraumanalysen, Trassierungsentwürfen und BIM-Modellen; Qualitätssicherung

Deutsche InfraSoft als Dachgesellschaft: Vertragsmanagement, Kundenschnittstelle, Budgetplanung, Angebotserstellung

Die Schritte verteilen sich projektabhängig auf die spezialisierten Gesellschaften der Gruppe. Wie diese Prozesskette im Projektmaßstab funktioniert, zeigen die beiden Anwendungsfälle in Kapitel 3.

2.4 Auswerteprodukte und daten-gestützte Infrastrukturanalyse

Bei einer Befahrung entstehen mehrere Datentypen gleichzeitig: hochauflösende Laserpunktwolken der gesamten Streckenumgebung, Bilddaten aus Panorama- und Einzelbildkameras sowie die georeferenzierte

Position jedes einzelnen Punkts. Bei Einsatz des Georadars wird der Untergrund unterhalb der Gleise erfasst; daraus lassen sich Hinweise auf Schichtenaufbau, Schotterzustand und Auffälligkeiten im Untergrund ableiten. Die Datenerfassung und Georeferenzierung bilden dabei die Grundlage für die weitere Auswertung. Aus diesen Rohdaten können konkrete Planungsprodukte abgeleitet werden: Lagepläne, Gleisachsen und Gleislagendaten, Zwangspunkte der Trassierung, Lichtraumengstellen nach Ril 883.7400 in Verbindung mit Ril 458.0108, Querprofile, Soll-Ist-Vergleiche, Digitale Geländemodelle (DGM), strukturierte Bestandsdaten nach den Vorgaben der Ril-Familie 885 und, wo gefordert, ein BIM-Bestandsmodell, welches aus den Messdaten und vorhandenen Bestandsunterlagen aufgebaut wird.

Genauigkeitsklasse folgt der Messaufgabe

Die Auswerteprodukte unterscheiden sich in ihren Genauigkeitsklassen. Gleisbezogene Produkte wie Gleisachsen und Zwangspunkte entstehen im Millimeterbereich nach den Anforderungen der Ril 883 (vgl. Tabelle 1), topografische Bestandsdaten hingegen liegen im Bereich weniger Zentimeter bis Dezimeter ($\sigma \leq 0,1-0,2$ m absolut). Welche Klasse gefordert ist, ergibt sich aus der jeweiligen Messaufgabe. Die erhobenen Bestandsdaten können darüber hinaus aktuelle Ausrüstungsvorhaben wie den ETCS-Ausbau^{vgl. [14]} unterstützen: Die digitale ETCS-Planung setzt konsistente Gleisnetz- und Bestandsdaten der Strecke voraus, die definierte Qualitätskriterien erfüllen^[21].

Nutzen für Betreiber: wiederholbar, ohne erneuten Gleisaufenthalt

Betreiber bekommen damit eine wiederholbare Grundlage, um Instandhaltung zu priorisieren, Sanierungen schneller zu planen und Veränderungen über mehrere Befahrungen hinweg zu dokumentieren. Damit erfolgen viele Auswertungen und Nachmessungen vom Schreibtisch aus, ohne erneuten Gleisaufenthalt und ohne neue Sperrpausen. Zugleich wächst so die Datengrundlage, auf der künftig KI-gestützte Auswertungen für die Instandhaltungsplanung aufsetzen können. Die Verwendungsmöglichkeiten dieser Daten sind vielfältig: Sie können u. a. als Grundlage für Soll-Ist-Vergleiche, die Bewertung von Engstellen, die Erstellung Digitaler Geländemodelle sowie die strukturierte Kartierung von Objekten und Vegetation entlang der Strecke (z. B. Lärmschutzwände, Baumreihen) dienen^[4]. Dadurch lassen sich Zustandsentwicklungen, Abweichungen und der Erfolg von Instandhaltungsmaßnahmen anhand definierter Kennzahlen nachvollziehen und dokumentieren.

Tabelle 1 Genauigkeitsanforderungen je Anwendungsgebiet

Anwendung	Bezug	Charakter	Genauigkeit
Aufnahme Gleis	Gleisvermarkung (GVP mit GV-Targets)	relativ	$\sigma \leq 5$ mm in Lage und Höhe
Zwangspunkte der Trassierung	Gleisvermarkung	relativ	$\sigma \leq 5$ mm (Lage, Höhe, Überhöhung)
Lichtraum für die Lichtraumdatenbank	Lokales Gleiskoordinatensystem	relativ	$\sigma \leq 15$ mm quer/hoch, Gleisabstand $\sigma \leq 15$ mm, $\sigma \leq 2$ mm Überhöhung, längs $\sigma \leq 500$ mm; Targets nicht erforderlich
Topografische Objekte	DB_REF2016	absolut	$\sigma \leq 0,1\text{--}0,2$ m (objektabhängig); Passpunkte $\sigma \leq 3$ cm (Passpunktpaare)
Panoramabilder	DB_REF2016 (Aufnahmestandorte)	–	Keine gesonderte Genauigkeitsklasse
Gleise/Zwangspunkte – absolute Einzelpunktgenauigkeit (Ril 883.3100)	ETRF89/DB_REF	absolut	$\sigma \leq 20$ mm (3D); relativ zum Festpunktfeld $\sigma \leq 5$ mm
Trajektorie (ohne Passpunkte, guter GNSS-Empfang)	ETRS89	absolut	$\sigma \leq 6$ cm

Quelle: Freigabewerte gemäß Produktfreigabe PF-2025-00050 [10]; Zeile „Gleise/Zwangspunkte“: Anforderung gemäß Ril 883.3100 (referenziert); die Werte ± 20 mm absolut/ ± 5 mm relativ zum Festpunktfeld sind öffentlich – für Weichen nach HB 88301 – in [4] wiedergegeben. Die Produktfreigabe nennt sechs Anwendungsgebiete; die „Aufnahme Lichtraum“ (geodätische Abnahme) wird mit den Zwangspunkten geregelt. Die Software zur Ableitung der Zielgrößen aus der Punktwolke ist nicht Gegenstand der Produktfreigabe [10].

Teilautomatisierte Auswertung

In der Auswertung setzt die Deutsche InfraSoft teilautomatisierte Verfahren ein: Die von der Produktfreigabe geforderte Anonymisierung von Personen und Kfz-Kennzeichen [10] in Panoramabildern erfolgt KI-gestützt; für die automatische Erkennung von GV-Targets in Punktwolke und Bild befindet sich ein eigenes Verfahren im produktiven Aufbau. Die Objekterkennung von Signalen, Masten und kleinteiligen Merkmalen wie Schweißnähten oder Walzzeichen ist Gegenstand laufender Forschungs- und Entwicklungsarbeit – in der Gruppe wie in der Fachwelt [29][32][33].

2.5 Vom Vermesser zum Datenprovider

Bei Großbefahrungen ist die Messfahrt nur der Anfang. Was auf der Strecke entsteht, sind Rohdaten im Terabyte-Maßstab. Wertvoll werden sie erst durch das, was danach passiert: Die Trajektorien werden nach-

prozessiert, die Sensordaten zu konsistenten, georeferenzierten Datensätzen zusammengeführt, geprüft und dokumentiert. Das Ergebnis sind keine Pläne im klassischen Sinn, sondern eine nutzbare, auswertbare Datenbasis, aus der sich die in 2.4 beschriebenen Produkte ableiten lassen. Das gilt heute wie bei künftigen Fragestellungen – ohne erneute Befahrung. Damit verschiebt sich die Rolle des Vermessungsdienstleisters: vom Lieferanten einzelner Messergebnisse zum Provider strukturierter Bestandsdaten. Dazu gehört die Übergabe in den Formaten und Strukturen des Auftraggebers ebenso wie der passende Übergabeweg – vom Datenträger über Downloadbereitstellung bis zunehmend zu cloudbasierten Zugängen. Ergänzend gewinnen browserbasierte Viewer an Bedeutung, mit denen Auftraggeber Punktwolken und Bilddaten ohne Spezialsoftware sichten können. Der Maßstab ist dabei nicht die Datenmenge, sondern die Anschlussfähigkeit: Daten, die Planung, BIM-Modellierung und Bestandsmanagement direkt weiterverwenden können. Das ist die Voraussetzung für alles, was die folgenden Abschnitte beschreiben.

2.6 Vom digitalen Abbild zum digitalen Zwilling

Multisensorsysteme ermöglichen die flächendeckende Befahrung langer Streckenabschnitte und schaffen damit eine über ganze Netzabschnitte konsistente Datengrundlage zu Geometrie und sichtbarem Zustand der erfassten Anlagen. Häufige Einzelmessungen und gesonderte Aufmaß- oder Erkundungsfahrten lassen sich dadurch reduzieren. Angesichts des hohen Erneuerungsbedarfs (Kapitel 1) ist genau das entscheidend: Nicht jede Maßnahme kann gleichzeitig umgesetzt werden. MSS-Daten können für die datenbasierte Priorisierung von Maßnahmen eine Grundlage liefern. Dennoch bleiben die Entscheidungen selbst Aufgabe von Zustandsbewertung, Asset-Strategie und Planung. Die Datenlage sorgt dafür, dass sie auf aktuellen Informationen basieren.

Einheitliche Datenbasis für BIM

Die Fragmentierung der Bestandsdaten stellt eine Herausforderung dar. MSS-Befahrungen liefern eine einheitliche, reproduzierbare Datenbasis, die nach standardisierten Verfahren erhoben wird und damit heterogene, veraltete Bestandsunterlagen ergänzt und schrittweise aktualisiert. Dies kann die BIM-Strategie der Deutschen Bahn [7][28] unterstützen. Punktwolken bilden für das BIM-Bestandsmodell eine zentrale Datengrundlage; je nach Projekt werden sie mit vorhandenen Bestands- und Fachdaten kombiniert [6].

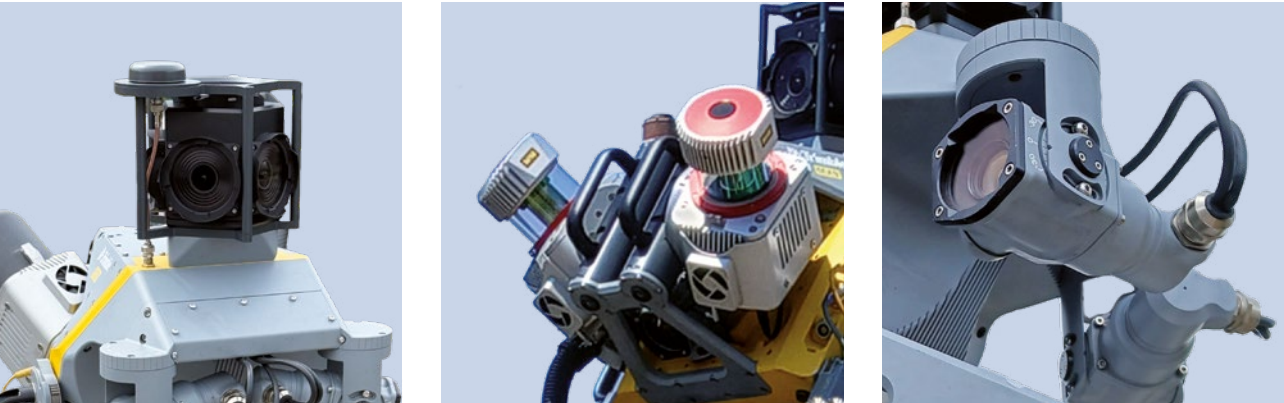
Zeitreihen als Baustein des Digitalen Zwillings

Werden die Befahrungen regelmäßig durchgeführt, entsteht mehr als eine Momentaufnahme: ein periodisch aktualisiertes Lagebild des Streckennetzes, aus dem sich Zustandsveränderungen und Trends ableiten lassen. Das Modell wächst mit der Realität mit. In Verbindung mit strukturierten Anlagendaten und automatisierten

Aktualisierungsprozessen kann es zum Baustein eines Digitalen Zwillings werden, der den Lebenszyklus der Infrastruktur begleitet [8][25] – das Zielbild, das die DB in ihrer Infrastrukturstrategie formuliert: ein Digitaler Zwilling, der den jeweiligen Stand der Infrastruktur exakt abbildet [28]. Durch den Vergleich mehrerer Befahrungen lassen sich Zustandsveränderungen frühzeitig erkennen, auch dann, wenn sie noch innerhalb der Toleranzgrenzen liegen. Solche Monitoring-Daten sind eine wichtige Voraussetzung für Predictive-Maintenance-Ansätze. Dafür braucht es zusätzlich geeignete Zustandsindikatoren, historische Ereignis- und Instandhaltungsdaten sowie validierte Prognosemodelle. Liegen diese vor, lassen sich Instandhaltungsmaßnahmen zunehmend nach Datenlage statt nach festen Intervallen planen [18][19]. Damit die Daten diese Wirkung entfalten, müssen sie in die Bewertungs- und Planungsprozesse der Betreiber integriert werden.

Beispiel: Predictive Maintenance im Gleis

Im Schienenkontext kann das so aussehen: Eine Strecke wird in regelmäßigen Abständen mit dem MSS befahren. Der Soll-Ist-Vergleich über mehrere Aufnahmeepochen zeigt, dass sich die Gleislage eines Abschnitts gegenüber der Soll-Trassierung verschiebt – noch im zulässigen Bereich, aber mit erkennbarem Trend [4]. Ein Predictive-Maintenance-Ansatz würde die Instandhaltungsmaßnahme, etwa eine Gleisdurcharbeitung, in ein geplantes Instandhaltungsfenster einordnen, bevor der Abschnitt eine Langsamfahrstelle, eine Störung oder eine ungeplante Sperrung nach sich zieht. Die Prüfung der inneren Gleisgeometrie im Rahmen der Regelinspektion bleibt Aufgabe der Gleismessfahrzeuge; die MSS-Daten ergänzen sie um die absolute (äußere) Gleisgeometrie, die Zwangspunkte und das Streckenumfeld. Das kann Kosten senken und ungeplante Betriebsunterbrechungen vermeiden helfen [4][30].



Sensorik des eingesetzten Multisensorsystems im Detail (v. l. n. r.): GNSS-Antenne und Panoramakamera, Laserscanner in Butterfly-Anordnung, seitliche Planarkamera. Alle Komponenten arbeiten synchron und liefern ihre Daten in einem gemeinsamen geodätischen Bezugssystem.

Aus der Praxis

03

Zwei Anwendungsfälle: Eine Systemplattform, zwei Aufgaben. Die Königsteiner Bahn wird für die HLB Basis AG in der Genauigkeit der Ril 883 vermessen und als BIM-Bestandsmodell abgebildet; für die DB InfraGO wurden in rund sechs Wochen 4.000 Gleiskilometer erfasst. Beide zeigen die Prozesskette im Projektmaßstab



Zwei Projekte der Deutschen InfraSoft Gruppe zeigen, wie der Ansatz in der Praxis aussehen kann. Dieselbe Systemplattform kommt in beiden Fällen zum Einsatz, erfüllt aber unterschiedliche Aufgaben und Genauigkeitsklassen: bei der Königsteiner Bahn ein Gleisaufmaß auf Basis eines Festpunktfeldes mit GV-Targets (3D-Zieltafeln zur Signalisierung für das MSS), für das der Auftraggeber die Genauigkeit der geodätischen Aufnahme nach Ril 883.3100 vorgegeben hat; bei der Befahrung für die DB InfraGO eine großflächige Bestandserfassung, deren Genauigkeit an GNSS-vermessen Kontrollpunkten mit 3 bis 10 Zentimetern in Lage und Höhe überprüft wurde.

3.1 HLB – Königsteiner Bahn: Bestandsvermessung und BIM-Bestandsmodell

Ausgangslage und Auftrag

Die Königsteiner Bahn verbindet auf rund 16 Kilometern Frankfurt-Höchst mit Königstein im Taunus. Die Infrastruktur wird von der HLB Basis AG betrieben. Der Fahrbetrieb liegt bei einem externen Eisenbahnverkehrsunternehmen. Die vorhandenen Bestandspläne waren in Teilen veraltet und für eine moderne, digitale Planung nur eingeschränkt nutzbar; eine durchgängige, an den DB-Referenzrahmen angebundene digitale Datengrundlage fehlte. Eine vorausschauende, datenbasierte Instandhaltung war damit nur begrenzt möglich, da Entscheidungen auf lückenhaften Plänen beruhen mussten, die heutigen Anforderungen an Planung, Dokumentation und Auswertung nicht mehr entsprechen. Die HLB beauftragte die Deutsche InfraSoft daher mit einer vollständigen Bestandsvermessung der Strecke und der Erstellung eines digitalen BIM-Bestandsmodells. Ziel ist eine aktuelle, konsistente und reproduzierbare Datengrundlage über die gesamte Streckenlänge (km 0,0 bis 16,0) als Basis für künftige Planungs-, Instandhaltungs- und Trassierungsaufgaben.

Umsetzung: die gesamte Prozesskette aus einer Hand

Die drei Schritte der Prozesskette greifen dabei ineinander: Die IVF verantwortete die geodätische Vorbereitung – das Festpunktfeld (Netzmessung teilweise durch einen Nachunternehmer) sowie mit Targets signalisierte Referenzpunkte in der Genauigkeit der Ril 883 entlang der gesamten Strecke – und schuf damit die Grundlage für die hochgenaue Georeferenzierung. Die GNS führte anschließend das Gleisaußmaß mit dem Trimble MX9 durch. Ergänzend wurden in Abschattungsbereichen terrestrische Laserscans und, wo die geforderte Detailtiefe es erforderte, tachymetrische Detailmessungen ausgeführt. Im Rahmen der MSS-Befahrung wurden die Gleisanlage und die Streckenumgebung als hoch-

dichte, georeferenzierte Punktwolke erfasst. Auf dieser Datengrundlage hat die GTA die weitere Auswertung übernommen. Darüber hinaus leitet die IVF aus den Vermessungsdaten die mit dem Auftraggeber abgestimmte Trassierung ab.



INFO

- Auftraggeber: **HLB Basis AG**
- Strecke: **Königsteiner Bahn**, Frankfurt-Höchst ↔ Königstein im Taunus (VzG 9360)
- Streckenlänge: **rund 16 km** (km 0,0 – 16,0)
- Beteiligte **Gesellschaften**:
 - Deutsche InfraSoft GmbH,
 - Ingenieur- und Vermessungsbüro Ralf Frentzel GmbH (IVF)
 - GEO Net solution GmbH (GNS),
 - GTA GeoService GmbH (GTA)
- Eingesetztes **System**: Trimble MX9 (Panorama- und Planarkameras)
- **Lieferprodukte**: BIM-Bestandsmodell, Lagepläne, Zwangspunkte, Ist-Gleisanlage, Trassierungsentwürfe
- **Zeitraum**: 01.06.2025 – vsl. 31.12.2026

Auswertung und Nutzen

Auf Basis der erfassten Daten und um vorhandene Bestandsunterlagen ergänzt, entsteht ein durchgängiges digitales Abbild der Strecke. Im Zuge der Auswertung entstehen ein BIM-Bestandsmodell und Lagepläne. Außerdem wird die Ist-Gleislage (Gleisachse, Gradienten, Überhöhung) ermittelt. Darüber hinaus lässt sich aus den Vermessungsdaten eine rekonstruierte Soll-Trassierung ableiten: eine geglättete Referenzgeometrie, die lokale Fehllagen des Ist-Zustands ausgleicht und so als Bezugsgröße für die weitere Gleisdurcharbeitung dient. Abweichungen lassen sich so objektiv bewerten und Maßnahmen gezielt planen – bis hin zur Ableitung von Hebe- und Richtwerten für den Leitcomputer der Stopfmaschine. Der wesentliche Vorteil liegt damit nicht in einem pauschalen Zeitgewinn, sondern in der höheren Qualität der Planungs- und Instandhaltungsprozesse. Mit Projektabschluss verfügt die HLB über eine durchgängige, digitale Datengrundlage für die gesamte Strecke. Das Projekt belegt zugleich die geschlossene

Prozesskette innerhalb der Deutschen InfraSoft Gruppe: von der geodätischen Vorbereitung über das mobile und terrestrische Laserscanning bis hin zur Trassierung, BIM-Modellierung und fachlichen Auswertung. Damit wird praxisnah nachgewiesen, dass sich die gesamte Wertschöpfungskette der digitalen Bestandserfassung und -aufbereitung nahezu vollständig innerhalb der Unternehmensgruppe abbilden lässt.



Für eine Strecke wie die Königsteiner Bahn lagen bisher Bestandspläne unterschiedlichen Alters vor. Einedurchgängige digitale Datenbasis macht die Instandhaltung planbarer und bildet für neue Projekte eine geeignete Datengrundlage – diese stellt auch das BIM-Bestandsmodell dar.

Thomas Schenck,
Infrastrukturmanagement,
HLB Basis AG

3.2 DB InfraGO – 4.000 km durch Deutschland

Im Herbst 2025 beauftragte die DB InfraGO AG die Deutsche InfraSoft GmbH mit der Befahrung von rund 4.000 Gleiskilometern (rund 2.000 Streckenkilometern) in fünf ihrer sieben Regionen (Mitte, Nord, Ost, Südost und West) in den Kalenderwochen 45 bis 51; die erfassten Daten werden der DB konsolidiert bereitgestellt.

Umsetzung: Sensorkombination im Netzmaßstab

Die Deutsche InfraSoft Gruppe nutzte dafür eine Sensorkombination: Trimble MX9, JAWESO Panora Pro PL (hier als 200-MP-Panoramakamera genutzt) und 3 × JAWESO Planar (je 24,4 MP) wurden gleichzeitig betrieben. Zudem setzte ein Nachunternehmer ein Georadar (ImpulseRadar Raptor, 450 MHz) ein. Das Ergebnis sind Daten, die sowohl oberirdische Strukturen als auch den Untergrund abbilden. Laserscandaten, Bilddaten und Georadardaten entstanden in einer einzigen Befahrungskampagne.

213 km/Tag
Median je Messfahrt-Tag
bei der 4.000-km-Kampagne;
Spitze 323 km

Herausforderungen im Projektalltag

Rund sechs Wochen, fünf Regionen, täglich wechselnde Bedingungen. Der Projektalltag stellte das Team vor Herausforderungen, die sich nicht alle im Voraus planen ließen. Regen und Schnee streuten Laserstrahlen, kurze Tageslichtfenster begrenzten die Aufnahmezeit. Dies führte dazu, dass an mehreren Tagen Befahrungen abgebrochen oder nachgeholt werden mussten. Systemausfälle durch starke Lokvibrationen, Stellwerksstörungen und die geringe Priorität gegenüber dem Regelverkehr gehörten zum Alltag. Dazu kamen Datenmengen im Terabyte-Bereich, die die IT-Infrastruktur

zeitweise nah an ihre Grenzen brachten. Trotz dieser Bedingungen wurden an 21 Messtagen im Median rund 213 Kilometer pro Tag erfasst, in der Spitze 323 Kilometer; an zwölf Tagen lag die Tagesleistung bei mindestens 200 Kilometern, an den übrigen Tagen wetter- und betriebsbedingt darunter. Flexibilität, Belastbarkeit und täglicher enger Austausch im Team waren die entscheidenden Faktoren, um den Projektfortschritt trotzdem zu sichern. Daniel Kelm (Projektleiter MSS, Deutsche InfraSoft GmbH), der die Befahrung operativ koordinierte, fasst die Arbeitsweise zusammen:



Die Kombination ist die eigentliche Innovation, aber sie verlangt auch eine völlig neue Art zu arbeiten.

Daniel Kelm,
Projektleiter MSS,
Deutsche InfraSoft GmbH

Ergebnisse

Die Befahrung wird in weiteren Netzabschnitten fortgesetzt. Die erreichte Positionsgenauigkeit wurde an GNSS-vermessenen Kontrollpunkten in Bahnhofsbereichen validiert. Über die rund 4.000 befahrenen Gleiskilometer liegen die an diesen Kontrollpunkten ermittelten Abweichungen der Punktwolke in Lage und Höhe in der Regel zwischen 3 und 10 cm. Damit liegen die Daten in der Genauigkeitsklasse topografischer Bestandsdaten (vgl. Tabelle 1) und eignen sich für Planung, Dokumentation und Infrastrukturmanagement – etwa für Objektkataster, Lichtraumanalysen und Vegetationsauswertungen.

Ausgeschöpft ist der Datenbestand damit nicht: Punktwolken, Panorama- und Gleisbettaufnahmen sowie die Georadardaten der Kampagne liegen gesichert vor.



Aktuelle Geo-Basisdaten sind keine Vorstufe zur Digitalisierung, sie sind ihr Fundament und sollten zukünftig als wichtiges Asset betrachtet werden. Sie benötigen dieselbe Aufmerksamkeit wie die IT-Systeme und Prozesse, die über den gesamten Lifecycle darauf aufsetzen.

René Schaffran,
Leiter Bestandsdatenmanagement,
DB InfraGO AG

Weitere Auswertungen – etwa Lichtraumanalysen, Vegetationsanalysen für das Grünschnittmanagement, Objektkataster entlang der Strecke oder die Auswertung der Gleisbettaufnahmen für Oberbaukontrollen (Abschnitt 2.1.3) – lassen sich daraus ohne erneute Befahrung ableiten. Die dafür erforderlichen Auswertungsverfahren werden projektbezogen entwickelt und aufgebaut; die Datengrundlage dafür ist vorhanden. Für die Deutsche InfraSoft ist das Projekt der Beleg dafür, dass sich die eigene Prozesskette auch im großen Maßstab bewährt.



INFO

- **Auftraggeber:** DB InfraGO AG, Bestandsdatenmanagement
- **Projektumfang:** **rund 4.000** befahrene Gleiskilometer (rund 2.000 Streckenkilometer, beide Richtungsgleise)
- **Zeitraum der Befahrung:** November–Dezember 2025 (KW 45–51)
- **Regionen (DB InfraGO):** Mitte, Nord, Ost, Südost, West
- **Beteiligte Gesellschaften:**
 - Deutsche InfraSoft GmbH,
 - Ingenieur- und Vermessungsbüro Ralf Frentzel GmbH (IVF)
- **Eingesetztes System:**
 - Trimble MX9,
 - JAWESO Panora Pro PL (genutzt als 200-MP-Panoramakamera),
 - 3 × JAWESO Planar (Gleisbett-kameras, je 24,4 MP)
 - Georadar (ImpulseRadar Raptor; durch einen Nachunternehmer)



Aufbau und Systemcheck vor der Messfahrt: Sensoren und Halterungen werden geprüft – Systemchecks, Wartung und Ersatzsysteme sind fester Teil der Kampagnenlogistik.

Grenzen und Ausblick

04

Was heute geht – und was es voraussetzt: Produktfreigabe, Festpunktfeld, Witterung und Datensicherheit setzen den Rahmen für Mobile Mapping im Netzmaßstab. Zugleich wächst der Bedarf an aktuellen Bestandsdaten – auch als Grundlage für KI-gestützte Auswertungen

Die bisherigen Projekte zeigen, dass die Digitalisierung der Schieneninfrastruktur im großen Maßstab längst keine Zukunftsvision mehr ist. Die Bestandsvermessung der Königsteiner Bahn und die Befahrung von rund 4.000 Gleiskilometern für die DB InfraGO belegen, dass Mobile Mapping die Anforderungen einer großräumigen Bestandserfassung heute erfüllt. Das gelingt in einer Größenordnung, die mit klassischen Verfahren nur mit erheblich höherem Zeit- und Ressourcenaufwand erreichbar wäre ^[4]. Zugleich gilt: Die erfolgreiche Umsetzung setzt geeignete technische, betriebliche und organisatorische Rahmenbedingungen voraus.

Rahmenbedingungen: Festpunktfeld, Freigabe, Witterung

Je nach geforderter Genauigkeit und Anwendung kann ein geeignetes Fest- beziehungsweise Passpunktfeld erforderlich sein; Art und Umfang ergeben sich aus der Messaufgabe und den projektspezifischen Vorgaben. Multisensorsysteme dürfen im Streckennetz der DB InfraGO AG für Aufgabenstellungen nach HB 88301 nur mit gültiger Produktfreigabe eingesetzt werden (Ril 883.6000, referenziert). Für das Mobile-Mapping-System Trimble MX9 liegt mit PF-2025-00050 eine bis 31. Dezember 2026 gültige Produktfreigabe der DB InfraGO AG vor (Stand August 2026) ^[10]. Ebenso erfordert eine qualitativ hochwertige Datenerfassung definierte betriebliche Rahmenbedingungen. Witterung

setzt der optischen Erfassung Grenzen: Regen und Schnee streuen die Laserstrahlen, Tropfen auf der Kameralinse zeichnen sich in Panoramabildern und eingefärbten Punktwolken ab, und Georadar-Messungen verändern sich mit der Durchfeuchtung des Schotterbetts ^[15]. In Tunneln und Abschattungsbereichen sinkt die GNSS-Qualität, die durch Inertialmessung und Odometer überbrückt wird. Auch die Messsysteme selbst stehen im Dauereinsatz unter Belastung: Vibrationen und Witterung führen zu Ausfällen; Systemchecks, Wartung und vorgehaltene Ersatzsysteme sind deshalb fester Teil der Kampagnenlogistik.

Aufnahmebedingungen der Produktfreigabe

Für die freigegebenen Anwendungen ist das keine Ermessensfrage – die Freigabe definiert die Aufnahmebedingungen ausdrücklich: kein Regen- oder Schneefall, keine Sichtbehinderung durch Nebel, Panoramabilder nur bei Tageslicht ab 15° Sonnenstand oder mit künstlicher Beleuchtung von mindestens 100.000 Lumen, Letzteres unter definierten betrieblichen Bedingungen wie gesperrten Nachbargleisen und dem Ausschluss jeder Blendung ^[10]. Für Aufnahmen bei Dunkelheit setzt die Gruppe bei Bedarf LED-Großflächenleuchten vom Typ POWERMOON Hexaspace ein (110.000 Lumen ^[13]); reine Gleisaufnahmen lässt die Produktfreigabe auch ohne Beleuchtung zu ^[10]. Witterungsfenster sind damit fester Bestandteil der Kampagnenplanung. Bei kleineren

Vorhaben und Einzelaufträgen lassen sich Befahrungen kurzfristig verschieben. Bei Großkampagnen mit lange im Voraus angemeldeten Fahrplänen und gebundener Logistik wird planmäßig gefahren. Dabei können Abschnitte mit Daten entstehen, welche die Anforderungen nicht erfüllen. Diese müssen dokumentiert und, soweit betrieblich möglich, nachgeholt werden. Diese Trennung von Aufnahme und Verwertbarkeitsprüfung unterscheidet eine belastbare Bestandsdatenerfassung von einer bloßen Datensammlung und erklärt die Ausfall- und Nachholtage aus der Praxis.

Datenmengen und Datensicherheit

Mit zunehmender Digitalisierung wachsen zudem die Anforderungen an den Umgang mit den erfassten Daten. Hochauflösende Bilddaten, Laserscans und Punktwolken erzeugen innerhalb kurzer Zeit sehr große Datenmengen, deren Verarbeitung, Speicherung und langfristige Bereitstellung leistungsfähige IT-Infrastrukturen erfordern. Gleichzeitig gewinnen Datensicherheit und kontrollierte Zugriffsrechte an Bedeutung, da es sich bei den erfassten Informationen um detaillierte Abbildungen kritischer Verkehrsinfrastruktur handelt. Die Digitalisierung umfasst daher nicht nur die Datenerfassung selbst, sondern den gesamten Lebenszyklus der Daten von der Aufnahme über die Verarbeitung bis zur langfristigen Nutzung.

Potenziale: Datengrundlage für KI-gestützte Auswertungen

Den Einschränkungen stehen erhebliche Potenziale gegenüber. Die Erfahrungen aus den bisherigen Projekten zeigen, dass die notwendigen Technologien bereits verfügbar sind und im großflächigen Einsatz einen konkreten Beitrag zur Digitalisierung der Eisenbahninfrastruktur leisten können. Je größer das zu verwaltende Streckennetz wird, desto wichtiger werden aktuelle und belastbare Bestandsdaten als Grundlage für fundierte Entscheidungen.

Zugleich entstehen bei Betreibern und Forschungseinrichtungen zunehmend KI-Verfahren, die Infrastrukturdaten automatisiert auswerten – von der KI-gestützten Analyse von Schienenprüfdaten für die Instandhaltungsplanung^[22] bis zur hochgenauen digitalen Streckenkarte als Grundlage des automatisierten Bahnbetriebs^[23].

Auch die Streckeninspektion selbst wird zunehmend digital unterstützt: Die DB InfraGO erkennt Bewuchs am Gleis bereits KI-gestützt aus Führerstandsvideos, um Begehungen zu reduzieren oder gar zu vermeiden^[31]. Gleisbettaufnahmen aus MSS-Befahrungen (Abschnitt 2.1.3) können eine solche digitale Vorbereitung der Begehung leisten – abhängig von der eingesetzten Sensorik, also von Auflösung, Beleuchtung und Aufnahmegeschwindigkeit. Weil dabei Massendaten entstehen, ist eine KI-gestützte Auswertung Voraussetzung:

Deep-Learning-Verfahren klassifizieren Befestigungsmittel und Schwellen bereits aus Inspektionsbildern^[32], standardisierte Datensätze und Benchmarks für die Validierung fehlen jedoch noch^[33]. Solche Auswertungen ersetzen die regelwerkliche Inspektion nicht, sondern bereiten sie vor und lenken den Blick auf auffällige Abschnitte. Erst regelmäßig wiederholte, ausgewertete Aufnahmen liefern zudem die Zustandsreihen, auf denen Predictive Maintenance aufsetzt (Abschnitt 2.6). Alle diese Anwendungen setzen dasselbe voraus: großräumig verfügbare, qualitätskonsistente und georeferenzierte Bestandsdaten. Genau diese Datengrundlage liefern MSS-Befahrungen – wiederholbar und in dokumentierter Qualität.

Ausblick

Die Deutsche InfraSoft Gruppe entwickelt ihre Abläufe und Systeme entsprechend weiter. Seit Sommer 2026 verfügt die Gruppe über ein eigenes, für gleisgebundene Messungen ausgelegtes Georadarsystem, das künftig projektbezogen mit den Befahrungen kombiniert wird; nach entsprechender technischer Anpassung lässt es sich auch für Straßen- und Flächenmessungen einsetzen.

Die Sensorplattform ist dabei nicht auf die heutige Konfiguration festgelegt. Das Trägerfahrzeug kann projektbezogen um weitere eigenständige Messsysteme

ergänzt werden – im Rahmen dessen, was Trägerfahrzeug und Fahrzeugzulassung, Energieversorgung sowie Zeitsynchronisation und Kalibrierung^{vgl. [34]} erlauben; für freigabepflichtige Anwendungen bleibt die freigegebene Konfiguration maßgeblich^[10]. Welche Kombination sinnvoll ist, ergibt sich aus der Messaufgabe. Was Forschung und Praxis bereits belegen:

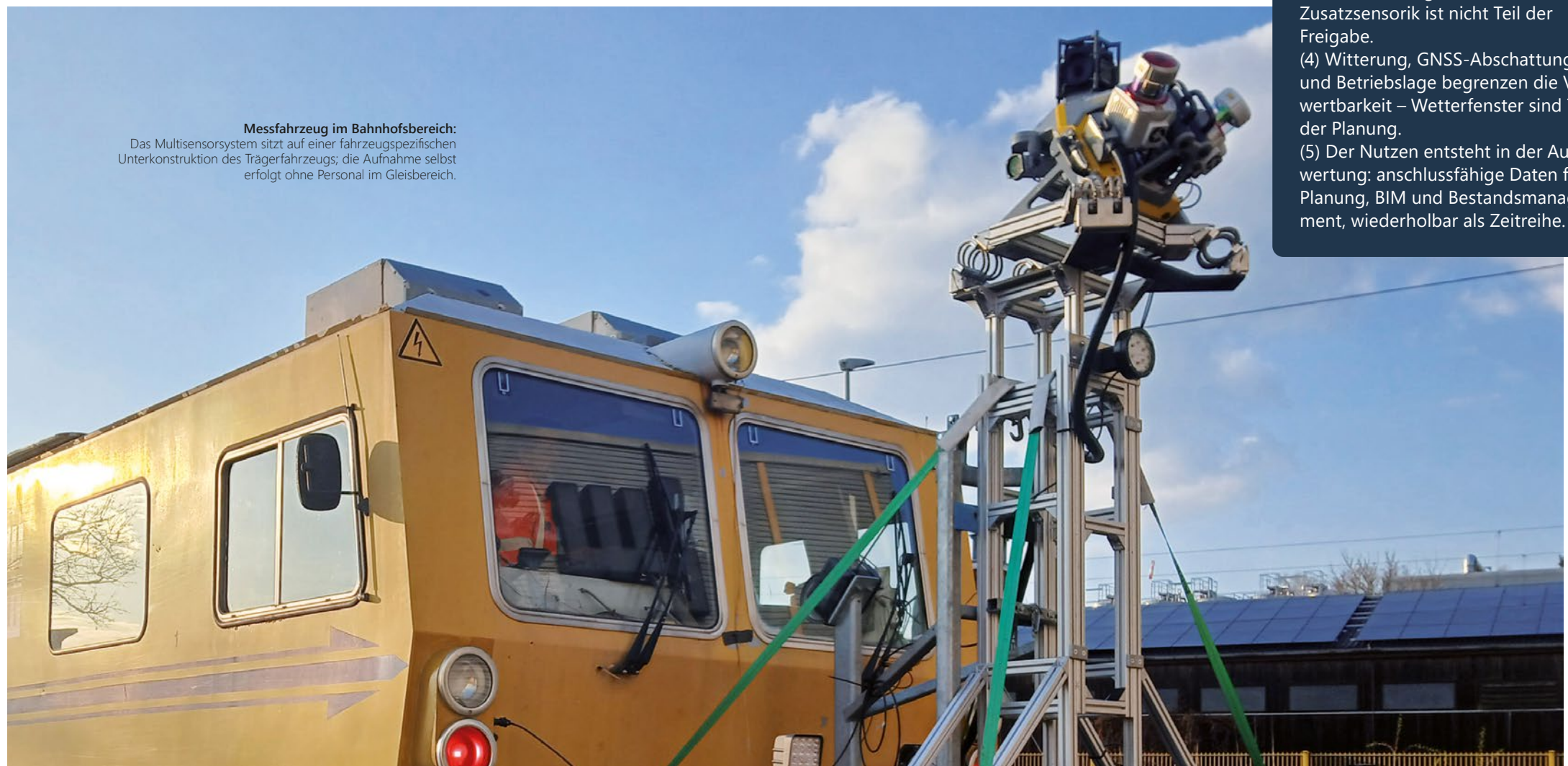
Aus Punktwolken lassen sich Tragwerke, Fahrdrachhöhe und Seitenlage der Oberleitung ableiten^{[35][36]}; Georadar untersucht Gleiskörper und Untergrund zerstörungsfrei (Abschnitt 2.2); Messempfänger für die Funkversorgung (GSM-R, künftig FRMCS) lassen sich mitführen – für GSM-R ist eine Mindestversorgung vorgeschrieben (–98 dBm bei 95 Prozent Versorgungswahrscheinlichkeit für Sprache und nicht sicherheitskritische Daten; auf ETCS-Level-2-Strecken –95 bis –92 dBm nach EIRENE/TSI)^{[37][43]}, und die Funkplanung wird mit der Migration auf FRMCS anspruchsvoller^[38]. Auch schienenennahe Prüfsysteme wie die Wirbelstromprüfung, die Rollkontaktermüdung (Head Checks) an der Schienenoberfläche anzeigt und fahrzeuggebunden in Prüfzügen eingesetzt wird^[39], kommen als eigenständige, schienengeführte Systeme für ein Trägerfahrzeug grundsätzlich in Betracht; ihre Ergebnisse geben Hinweise für die Instandhaltungsplanung und ergänzen die regelwerkliche Schienenprüfung, ohne sie zu ersetzen^[40].

Der Anspruch bleibt derselbe: Wer Infrastruktur heute betreibt oder politisch verantwortlich, braucht eine Datengrundlage, die mit der Realität mitwächst, nicht eine, die ihr hinterherläuft.



DAS WICHTIGSTE IN KÜRZE

- (1) Mobile Multisensorsysteme erfassen Gleis, Umfeld und Bilddaten in einer Befahrungskampagne – ohne Personal im Gleis während der Aufnahme.
- (2) Welche Genauigkeitsklasse erreichbar ist, entscheidet die Messaufgabe: Millimeter mit Festpunktfeld und Targets (Ril 883), Zentimeter bis Dezimeter für die topografische Bestandserfassung.
- (3) Im Netz der DB InfraGO sind für die freigegebenen Anwendungen ausschließlich freigegebene Systeme und Konfigurationen zulässig; Zusatzsensorik ist nicht Teil der Freigabe.
- (4) Witterung, GNSS-Abschattung und Betriebslage begrenzen die Verwertbarkeit – Wetterfenster sind Teil der Planung.
- (5) Der Nutzen entsteht in der Auswertung: anschlussfähige Daten für Planung, BIM und Bestandsmanagement, wiederholbar als Zeitreihe.



Messfahrzeug im Bahnhofsbereich:
Das Multisensorsystem sitzt auf einer fahrzeugspezifischen Unterkonstruktion des Trägerfahrzeugs; die Aufnahme selbst erfolgt ohne Personal im Gleisbereich.

Glossar

BIM – Building Information Modeling; Methode, die Geometrie und Sachdaten eines Bauwerks in einem digitalen Modell bündelt; ein BIM-Bestandsmodell bildet den vorhandenen Zustand ab.

DB_REF2016 / ETRS89 (ETRF89) – geodätisches Bezugssystem der DB (Ril 883.2000) beziehungsweise europäisches Referenzsystem; das DB_REF baut auf dem ETRS89 (Realisierung 2002) auf, Koordinaten werden im DB-Regelwerk als ETRF89-Koordinaten bezeichnet; in ihnen werden Punktwolken und Trajektorien ausgewertet.

Digitaler Zwilling – virtuelles Abbild eines physischen Objekts, Prozesses oder Systems, das fortlaufend mit den Daten der realen Anlage aktualisiert und mit ihr verknüpft ist. Defin. nach [28]; ohne diese Rückkopplung spricht die DB vom digitalen Schatten.

Digitales Geländemodell (DGM) – digitale Beschreibung der Geländeoberfläche, abgeleitet aus den Messpunkten der Punktwolke; Auswerteprodukt (Abschnitt 2.4).

ETCS – European Train Control System; europäisches Zugbeeinflussungssystem, dessen Ausrüstung belastbare Streckendaten voraussetzt.

Festpunktfeld, GVP, GV-Target – vermarkte, koordinatenmäßig bekannte Punkte entlang der Strecke (Gleisvermarkungspunkte); mit Targets (Zieltafeln) signalisiert, damit das Messsystem sie erfasst.

Georadar (GPR) – elektromagnetisches Verfahren zur Erkundung des Untergrunds (Schichtgrenzen, Feuchte, Schotterzustand).

Georeferenzierung – Überführung der Messdaten in ein amtliches beziehungsweise bahnspezifisches Koordinatensystem.

GNSS, IMU, Odometer (DMI) – Satellitenpositionierung, Inertialmesseinheit und Wegstreckensensor; gemeinsam bestimmen sie die Trajektorie des Messfahrzeugs, auch bei zeitweisem Satellitenausfall.

GSM-R / FRMCS – GSM-Rail: heutiges Bahnfunksystem für Sprach- und ETCS-Datenfunk mit vorgeschriebener Mindestversorgung; FRMCS (Future Railway Mobile Communication System): der 5G-basierte Nachfolger, dessen Funkplanung und Versorgungsnachweis komplexer sind nach [37][38].

Head Checks – Rollkontaktermüdungsrisse im Fahrkantenbereich des Schienenkopfs; werden fahrzeuggebunden mit der Wirbelstromprüfung angezeigt nach [39].

Hochleistungsnetz (HLN) – von der DB InfraGO abgegrenzter Teil des Streckennetzes mit der höchsten betrieblichen Belastung (mehr als 9.000 Streckenkilometer, rund ein Viertel des Gesamtnetzes [42]); weitere Segmente sind das Flächennetz und – seit dem Bericht 2025 – die Serviceeinrichtungen. Schwerpunkt des Sanierungsprogramms der DB InfraGO [2].

Lichtraumprofil / Lichtraumdatenbank – freizuhaltender Raum um das Gleis; Engstellen werden für die Beförderung außergewöhnlicher Sendungen dokumentiert.

Multisensorsystem (MSS) / Mobile Mapping – fahrzeuggebundene Messplattform aus Laserscannern, Kameras und Positionierungssensorik, die die Streckenumgebung während der Fahrt erfasst.

Passpunkt / Kontrollpunkt – Passpunkte gehen in die Georeferenzierung ein; Kontrollpunkte dienen der unabhängigen Prüfung der erreichten Genauigkeit.

Predictive Maintenance – voraussagende (vorausschauende) Instandhaltung nach DIN EN 13306: Instandhaltungsmaßnahmen werden nach prognostiziertem Zustand geplant statt in vorausbestimmten Intervallen.

Produktfreigabe (PF) – Freigabe eines Messsystems durch die DB InfraGO AG für definierte Anwendungsgebiete und Bedingungen; hier PF-2025-00050 für das AllTerra-Trimble MX9 (Rechteinhaber: AllTerra Deutschland GmbH).

Punktwolke – Menge dreidimensionaler Messpunkte aus dem Laserscanning, aus der Geometrien und Objekte abgeleitet werden.

Relative / absolute Genauigkeit – Genauigkeit bezogen auf das umgebende Festpunktfeld beziehungsweise auf das übergeordnete Koordinatensystem.

Ril / HB 88301 – Richtlinie der DB InfraGO AG; das Handbuch 88301 „Gleis- und Bauvermessung“ bündelt die Module der Ril-Familie 883. Weitere hier referenzierte Regelwerke: Ril 458.0108 (Engstellendokumentation) und Ril-Familie 885 (Vorhaltung technischer und raumbezogener Bestandsdaten).

σ (Sigma) – Standardabweichung als Genauigkeitsmaß (Vertrauensniveau rund 68 Prozent je Koordinatenkomponente; für Lage- und 3D-Angaben entsprechend geringer).

Tachymetrie – terrestrische Vermessung mit dem Tachymeter, das Richtungen und Strecken zu einzelnen Zielpunkten misst; klassisches Verfahren der Gleisvermessung, das den Aufenthalt im Gleisbereich erfordert.

Trajektorie – zeitlich aufgelöster Fahrweg (Position und Orientierung) des Messsystems; Grundlage der Georeferenzierung aller Sensordaten.

Trassierung – mathematisch-geodätische Beschreibung der Gleisachse (Soll-Lage) als Grundlage für Planung und Gleisdurcharbeitung.

Wirbelstromprüfung – zerstörungsfreies Prüfverfahren, das oberflächen-nahe Risse im Schienenkopf über induzierte Wirbelströme anzeigt; fahrzeuggebunden in Prüfzügen eingesetzt, Aussagekraft u. a. vom Oberflächenzustand der Schiene abhängig nach [39][40].

Zwangspunkt der Trassierung – Objekt im Gleis oder in Gleisnähe, das die Trassierung oder den freizuhaltenden Lichtraum bedingt (zum Beispiel Masten, Brücken, Bahnsteigkanten).

Quellenverzeichnis

[1] Allianz pro Schiene e. V.: Schienen-netz Deutschland: Die Bahnstrecken im Überblick. Online verfügbar unter: <https://www.allianz-pro-schiene.de/themen/infrastruktur/schienen-netz/> (Stand laut Seitenmetadaten: 15.07.2026; Zugriff am: 05.09.2026).

[2] DB InfraGO AG: InfraGO-Zustandsbericht Netz und Personenbahnhöfe 2025. Frankfurt am Main: DB InfraGO AG, 2026. Online verfügbar unter: https://www.deutschebahn.com/resource/blob/13865548/20add12224f2c4eb-00394670fc5f8be8/InfraGO-Zustandsbericht_2025_Final-data.pdf (Zugriff am: 05.09.2026).

[3] Deutsche Bahn AG: Integrierter Bericht 2024. Berlin, 2025. Online verfügbar unter: https://ir.deutschebahn.com/fileadmin/Deutsch/2025/DB_IB24_d_web_01.pdf (Zugriff am: 05.09.2026).

[4] Wegener, V.: Eisenbahngeodäsie – 5 mm bei 80 km/h. Ein modernes Verfahren zur effizienten und präzisen Vermessung und Digitalisierung der Eisenbahn-Infrastruktur. In: zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement 150 (2025), Heft 5, S. 311–318. DOI: 10.12902/zfv-0528-2025.

[5] Ramann, J.; Sinning, A.; Wegener, V.: Einführung von Mobile Mapping für die Gleisvermessung. Die DB Netz AG erteilt dem Multisensorsystem AllTerra-Trimble MX9 die Produktfreigabe für Aufgaben der Gleisvermessung nach Ril 883. In: EI – Der Eisenbahningenieur, Heft 4, April 2023, S. 19–24. Hamburg: DVV Media Group GmbH, 2023.

[6] Vaatz, A.; Dumitsch, R.: 360°-Multisensorplattform – Gleisgebundene Datensammlung. Teil 1: Das schnellfahrende, modulare Messsystem liefert detailreiche Informationen über die Gleisumgebung als Grundlage für die Planung und Arbeiten im Bestand. In: EI – Der Eisenbahningenieur, Heft 4, April 2023, S. 25–31. Hamburg: DVV Media Group GmbH, 2023.

[7] Deutsche Bahn AG: BIM-Strategie. Themenseite, o. D. Online verfügbar unter: https://www.deutschebahn.com/de/konzern/bahnwelt/bauen_bahn/BIM-6875938 (Zugriff am: 05.09.2026).

[8] Kushwaha, D.; Kumar, A.; Harsha, S. P.: Advancements and applications of digital twin in the railway industry: a literature review. In: International Journal of Rail Transportation 13 (2025), Heft 5, S. 865–890 (online 2024). DOI: 10.1080/23248378.2024.2434834.

[9] Trimble Inc.: Trimble MX9 Mobile Mapping System – Produktseite und technische Daten. Online verfügbar unter: <https://geospatial.trimble.com/en/products/hardware/trimble-mx9> (Zugriff am: 05.09.2026).

[10] DB InfraGO AG, Geschäftsbereich Fahrweg: Produktfreigabe PF-2025-00050 – Multisensorsystem AllTerra-Trimble MX9. Gültig vom 01.02.2025 bis 31.12.2026; ersetzt PF-2022-00292. Vertraulichkeit: DB Offen.

[11] JAWESO GmbH: Datenblatt JAWESO Panorama Pro PL. o. D. Online verfügbar unter: https://www.jaweso.com/files/public/img/Files/Datasheets/Datenblatt_JAWESO%20Panora%20Pro%20PL.pdf (Zugriff am: 05.09.2026).

[12] JAWESO GmbH: Datenblatt JAWESO Planar. o. D. Online verfügbar unter: https://www.jaweso.com/files/public/img/Files/Datasheets/Datenblatt_JAWESO%20Planar.pdf (Zugriff am: 05.09.2026).

[13] POWERMOON GmbH: POWERMOON® HEXASPACE® – Produktseite und Betriebsanleitung (Betriebsanleitung Rev. 1004_DE: 110.000 Im; Produktseite: 5.700 K). Online verfügbar unter: <https://www.powermoon.de/de/produkt/grossflaechenleuchten/powermoon-hexaspace.html> und <https://www.powermoon.de/images/produkte/betriebsanleitungen/BA-HEXASPACE.pdf> (Zugriff am: 05.09.2026).

[14] Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV): ETCS in Deutschland – Chancen und Herausforderungen. Positionspapier, Köln, April 2025 (Stand 14.04.2025). Online verfügbar unter: <https://www.vdv.de/de/2020410-vdv-pp-etcs.pdf> (Zugriff am: 05.09.2026).

[15] Leng, Z.; Al-Qadi, I. L.: Railroad Ballast Evaluation Using Ground-Penetrating Radar – Laboratory Investigation and Field Validation. In: Transportation Research Record 2159 (2010), S. 110–117. DOI: 10.13141/2159-14.

[16] Bianchini Ciampoli, L.; Tosti, F.; Brancadoro, M. G.; D’Amico, F.; Alani, A. M.; Benedetto, A.: A spectral analysis of ground-penetrating radar data for the assessment of the railway ballast geometric properties. In: NDT & E International 90 (2017), S. 39–47. DOI: 10.1016/j.ndteint.2017.05.005.

[17] Scanlan, K. M.; Hendry, M. T.; Martin, C. D.; Schmitt, D. R.: The spatial correlation between track roughness and ground-penetrating radar inferred ballast degradation. In: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit 232 (2018), Heft 7, S. 1917–1931. DOI: 10.1177/0954409717753817.

[18] Audley, M.; Andrews, J. D.: The effects of tamping on railway track geometry degradation. In: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit 227 (2013), Heft 4, S. 376–391. DOI: 10.1177/0954409713480439.

[19] Soleimanmeigouni, I.; Ahmadi, A.; Kumar, U.: Track geometry degradation and maintenance modelling: A review. In: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit 232 (2018), Heft 1, S. 73–102. DOI: 10.1177/0954409716657849.

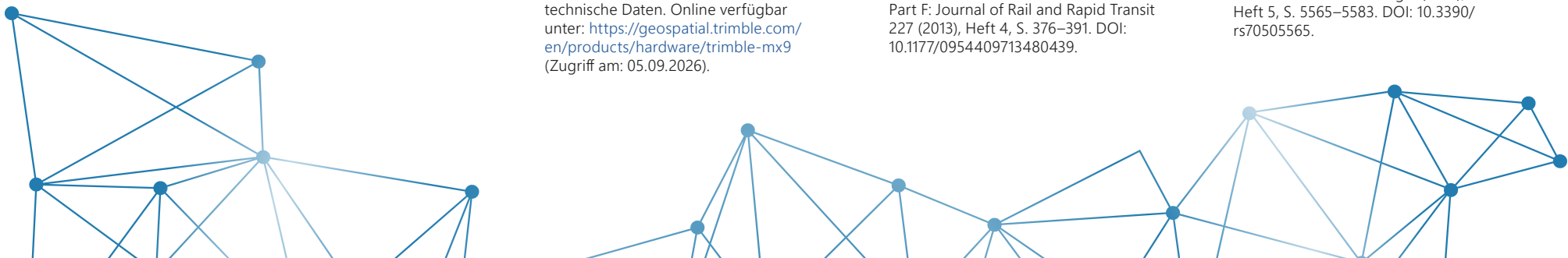
[20] Statistisches Bundesamt (Destatis): Linienverkehr mit Bussen und Bahnen im Jahr 2025: Fahrgastzahlen nahezu unverändert. Pressemitteilung Nr. 120 vom 08.04.2026. Online verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2026/04/PD26_120_461.html (Zugriff am: 05.09.2026).

[21] Lübs, J. O.; Klaus, C.; Maschek, U.; Trenchel, D.: Erkenntnisse aus erster prototypischer digitaler Planung für ETCS Level 2. In: EI – Der Eisenbahningenieur, Heft 1, Januar 2022, S. 19–23. Hamburg: DVV Media Group GmbH, 2022. Online verfügbar unter: [https://digitale-schiene-deutschland.de/Downloads/2201_EI_digit_ETCS_Planung_Luebs_et al%20\(1\).pdf](https://digitale-schiene-deutschland.de/Downloads/2201_EI_digit_ETCS_Planung_Luebs_et al%20(1).pdf) (Zugriff am: 05.09.2026).

[22] Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung (DZSF) beim Eisenbahn-Bundesamt: KI-basierte Analyse von Schienenprüfdaten für eine optimierte Instandhaltungsplanung (Artificial Intelligence For Rail Inspection, AIFRI). Forschungsprojekt 12/2021–05/2025, abgeschlossen. Online verfügbar unter: https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Standardartikel/DZSF/Projekte/Projekt_103_AIFRI.html (Zugriff am: 05.09.2026). Schlussbericht: Selch, M. u. a.: KI-basierte Analyse von Schienenprüfdaten zur Fehlerdetektion, Fehlerbewertung und Optimierung der Instandhaltungsplanung (AIFRI). Abschlussbericht mFUND-Projekt AIFRI. Hannover: Technische Informationsbibliothek, 2025. DOI: 10.34657/26663.

[23] Pfitzner, A.; Isaac, G.; Renner, T.: Digitale Karten für das vollautomatisierte Fahren auf der Schiene. Einblicke in Anwendung, Erstellung und Bereitstellung digitaler Karten für den automatisierten Bahnbetrieb. In: EI – Der Eisenbahningenieur, Heft 2, Februar 2025, S. 6–9. Hamburg: DVV Media Group GmbH, 2025. Online verfügbar unter: https://digitale-schiene-deutschland.de/Downloads/202502_Eisenbahningenieur_Digitale%20Karte%20f%C3%BCr%20vollautomatisiertes%20Fahren.pdf (Zugriff am: 05.09.2026).

[24] Oude Elberink, S.; Khoshelham, K.: Automatic Extraction of Railroad Centerlines from Mobile Laser Scanning Data. In: Remote Sensing 7 (2015), Heft 5, S. 5565–5583. DOI: 10.3390/rs70505565.



[25] Errandonea, I.; Beltrán, S.; Arrizabalaga, S.: Digital Twin for maintenance: A literature review. In: Computers in Industry 123 (2020), Art. 103316. DOI: 10.1016/j.compind.2020.103316.

[26] Bundesministerium der Verteidigung (BMVg): Drehscheibe Deutschland: Logistik für NATO und EU. 11.10.2022. Online verfügbar unter: <https://www.bmvg.de/de/aktuelles/drehscheibe-deutschland-transport-und-logistik-nato-und-eu-5505038> (Zugriff am: 05.09.2026).

[27] ImpulseRadar Sweden AB: Raptor – High-Speed 3D GPR Array. Produktseite (Raptor-45: 450 MHz; Raptor-80: 800 MHz; Arrays bis 30 Kanäle). Online verfügbar unter: <https://impulseradargpr.com/raptor/> (Zugriff am: 05.09.2026).

[28] Deutsche Bahn AG (Vorstandsressort Infrastruktur): Von BIM zum digitalen Anlagenlebenszyklus – Strategie der DB-Infrastruktur. Neue Strategie (Version 2025). o. O.: Deutsche Bahn AG, 2025. Online verfügbar unter: <https://www.deutschebahn.com/resource/blob/13987164/ecc2d5402aa594125414c46c7b00ea42/Von-BIM-zum-digitalen-Anlagenlebenszyklus-data-data.pdf> (Zugriff am: 05.09.2026).

[29] Soilán, M.; Sánchez-Rodríguez, A.; del Río-Barral, P.; Perez-Collazo, C.; Arias, P.; Riveiro, B.: Review of Laser Scanning Technologies and Their Applications for Road and Railway Infrastructure Monitoring. In: Infrastructures 4 (2019), Heft 4, Art. 58. DOI: 10.3390/infrastructures4040058.

[30] DB InfraGO AG: Hochleistungsinstandhaltung: Proaktiv für ein robustes Netz. Story vom 13.03.2025. Online verfügbar unter: <https://www.dbinfrago.com/web/aktuelles/Stories/hochleistungsinstandhaltung> (Zugriff am: 05.09.2026).

[31] DB InfraGO AG: KI-Anwendung für Nachhaltigkeit: Mit „BiGEye“ den Bewuchs im Gleis erkennen. o. D. Online verfügbar unter: <https://it.dbinfrago.com/digitalisierung/Mit-BiGEye-den-Bewuchs-im-Gleis-erkennen-12468304> (Zugriff am: 05.09.2026).

[32] Gibert, X.; Patel, V. M.; Chellappa, R.: Deep Multitask Learning for Railway Track Inspection. In: IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems 18 (2017), Heft 1, S. 153–164. DOI: 10.1109/TITS.2016.2568758.

[33] Kumar, A.; Harsha, S. P.: A systematic literature review of defect detection in railways using machine vision-based inspection methods. In: International Journal of Transportation Science and Technology 18 (2025), S. 207–226. DOI: 10.1016/j.ijtst.2024.06.006.

[34] Elhashash, M.; Albanwan, H.; Qin, R.: A Review of Mobile Mapping Systems: From Sensors to Applications. In: Sensors 22 (2022), Heft 11, Art. 4262. DOI: 10.3390/s22114262.

[35] Pastucha, E.: Catenary System Detection, Localization and Classification Using Mobile Scanning Data. In: Remote Sensing 8 (2016), Heft 10, Art. 801. DOI: 10.3390/rs8100801.

[36] Xu, L.; Zheng, S.; Na, J.; Yang, Y.; Mu, C.; Shi, D.: A Vehicle-Borne Mobile Mapping System Based Framework for Semantic Segmentation and Modeling on Overhead Catenary System Using Deep Learning. In: Remote Sensing 13 (2021), Heft 23, Art. 4939. DOI: 10.3390/rs13234939.

[37] International Union of Railways (UIC), Frequency Management Working Group: Assessment report on GSM-R current and future radio environment. O-8736-2.0, Paris, Juli 2014. Online verfügbar unter: <https://uic.org/IMG/pdf/o-8736-2.0.pdf> (Zugriff am: 05.09.2026).

[38] International Union of Railways (UIC), UIC Group on Frequency Aspects (UGFA): Report technical aspects FRMCS RAN for migration and beyond related to SRS v2.0 (Focus on FRMCS radio coverage and on-board aspects). O-8868, Version 1.0. Paris: UIC, 14.05.2024. Online verfügbar unter: https://uic.org/IMG/pdf/o-8868_ugfa_report_frmcs_ran_technical_aspects_v1_0.pdf (Zugriff am: 05.09.2026).

[39] Thomas, H.-M.; Heckel, T.; Hanspach, G.: Advantage of a combined ultrasonic and eddy current examination for railway inspection trains. In: Insight – Non-Destructive Testing and Condition Monitoring 49 (2007), Heft 6, S. 341–344. DOI: 10.1784/insi.2007.49.6.341.

[40] Rajamäki, J.; Vippola, M.; Nurmikolu, A.; Viitala, T.: Limitations of eddy current inspection in railway rail evaluation. In: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit 232 (2018), Heft 1, S. 121–129. DOI: 10.1177/0954409716657848.

[41] Hartmann, J.: Militärische Mobilität. Wie Deutschland seine Verkehrsinfrastruktur für die Zukunft rüstet. DGAP Policy Brief Nr. 12, Juli 2024. Berlin: Deutsche Gesellschaft für Auswärtige Politik e. V. (DGAP), 2024. Online verfügbar unter: https://dgap.org/system/files/article_pdfs/DGAP%20Policy%20Brief_Nr-12_Juli-2024_9S_0.pdf (Zugriff am: 05.09.2026).

[42] DB InfraGO AG: InfraGO-Zustandsbericht Netz und Personenbahnhöfe 2024. Frankfurt am Main: DB InfraGO AG, 2025. Online verfügbar unter: <https://www.dbinfrago.com/resource/blob/13362334/3eecd7b1b-2590e4647f456eb02089056/InfraGO-Zustandsbericht-2024-data.pdf> (Zugriff am: 05.09.2026).

[43] International Union of Railways (UIC): EIRENE System Requirements Specification, Version 16.1.0 (CCS TSI, Anhang A, Index 33). Paris: UIC, 2022. Online verfügbar unter: https://www.era.europa.eu/system/files/2023-09/index033_-_EIRENE_SRS_v1610.pdf (Zugriff am: 05.09.2026).

Referenzierte Regelwerke

(nur referenziert, nicht wiedergegeben)

DB InfraGO AG:
Handbuch 88301 „Gleis- und Bauvermessung“ (Ril-Familie 883), Version 10.0, gültig ab 15.03.2025 – insbesondere Ril 883.2000 (DB_REF-Festpunktfeld), Ril 883.3100 (Geodätische Fahrbahnvermessung; Geodätische Aufnahme), Ril 883.6000 und 883.6000Z01 (Geodätische Messinstrumente und -systeme kalibrieren und einsetzen; Produktfreigabe Multisensorsysteme (MSS)), Ril 883.7100 (Topografische Objekte aufnehmen) und Ril 883.7400 (Lichtraumengstellen auf-messen). DB-internes Regelwerk.

DB InfraGO AG:
Ril 458.0108 – Engstellendokumentation.

DB InfraGO AG:
Ril-Familie 885 „Vorhaltung technischer und raumbezogener Bestandsdaten“.

DIN EN 13306:2018-02:
Instandhaltung – Begriffe der Instandhaltung (Definition „voraussagende Instandhaltung“).

Impressum

Herausgeber:
Deutsche InfraSoft GmbH
Willi-Schwabe-Straße 1
12489 Berlin
www.deutsche-infrasoft.de

Druck:
Flyeralarm
Alfred-Nobel-Str. 18
97080 Würzburg

Autorin und Autor:
Zoe Wißwedel, Tarik Ilyas

Fachliche Mitwirkung:
Timon Kabelac, Daniel Kelm, Yannick Trog

Verantwortlich:
Tarik Ilyas, Kontakt: tarik.ilyas@deutsche-infrasoft.de

Grafik und Satz:
Irene Wilhelm, Regina Bense

Stand:
September 2026, Version 1.0

Bildnachweis:
Deutsche InfraSoft Gruppe,
Hannah Merx, Unsplash

Hinweis:
Zahlen und Regelwerksbezüge geben den
Stand August 2026 wieder; die Produktfreigabe
PF-2025-00050 ist bis 31.12.2026 befristet.



Deutsche InfraSoft
Technologie. Infrastruktur. Zukunft.

