

Deutsches Zentrum für
Schienenverkehrsforschung beim



Eisenbahn-Bundesamt

DZSF-Fachtagung Prädiktive Instandhaltung der Schieneninfrastruktur

Online, 30.09.2021

DZSF-Fachtagung

Prädiktive Instandhaltung der Schieneninfrastruktur

09:30 Grußwort Prof. Dr. Corinna Salander, Direktorin DZSF

09:45 – 10:45 Block 1: Zukunftsbild „Predictive Maintenance“

11:00 – 12:00 Block 2: Ist-Aufnahme PM im Sektor

12:00 – 13:00 Mittagspause

13:00 – 14:00 Block 3: Hürden und Hemmnisse für erfolgreiche PM-Lösungen

14:15 – 15:15 Aufgaben und Perspektiven für den Einsatz im Sektor

15:15 Umfragen und Abschluß



Instandhaltungsstrategie - Chancen von Predictive Maintenance

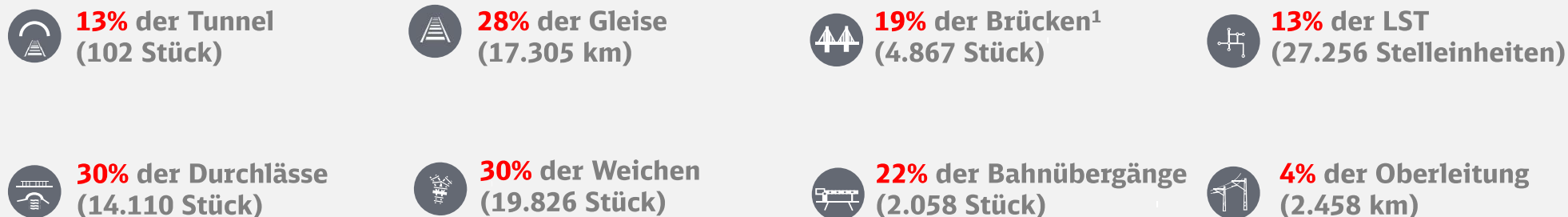
Fachtagung „Prädiktive Instandhaltung der
Schieneninfrastruktur“

DB Netz AG | Stefan Leistner | Analytik & Anlagenmanagement | 30.09.2021

Die zukünftige finanzielle Ausstattung gibt uns Rückenwind – aber die Ausstattung der vergangenen Jahre hat zu einer hohen Überalterung der Anlagen geführt

Modellmengen nach 3-i Modell (Stand 30.09.2020)

Anlagenüberalterung der DB Netz Schieneninfrastruktur



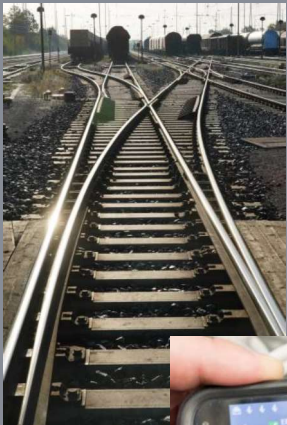
Das Anlagenalter hat zur Folge, dass die betroffenen Anlagen zunehmend Störungen verursachen (werden) – um dem entgegenzuwirken, müssen wir unsere Instandhaltung strategisch weiterentwickeln

(1) Ohne NE-Brücken

Der Aus- & Neubau der Infrastruktur braucht Zeit – kurzfristige Gegensteuerung bedingt Fokus auf Nachrüstungen im Bestand



Bestand „Nachrüstung“

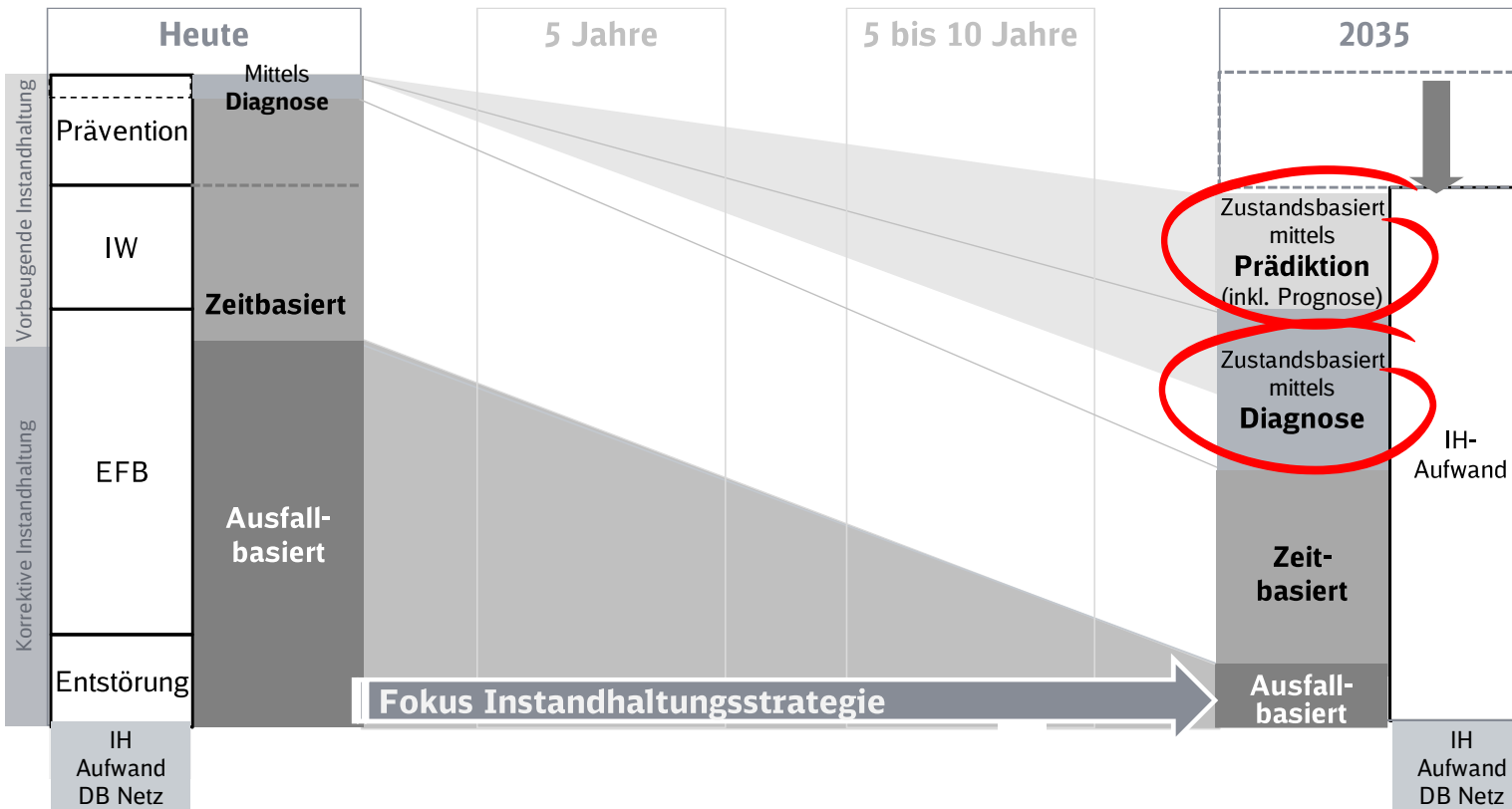


Aus- und Neubau „Vorkonfiguration“



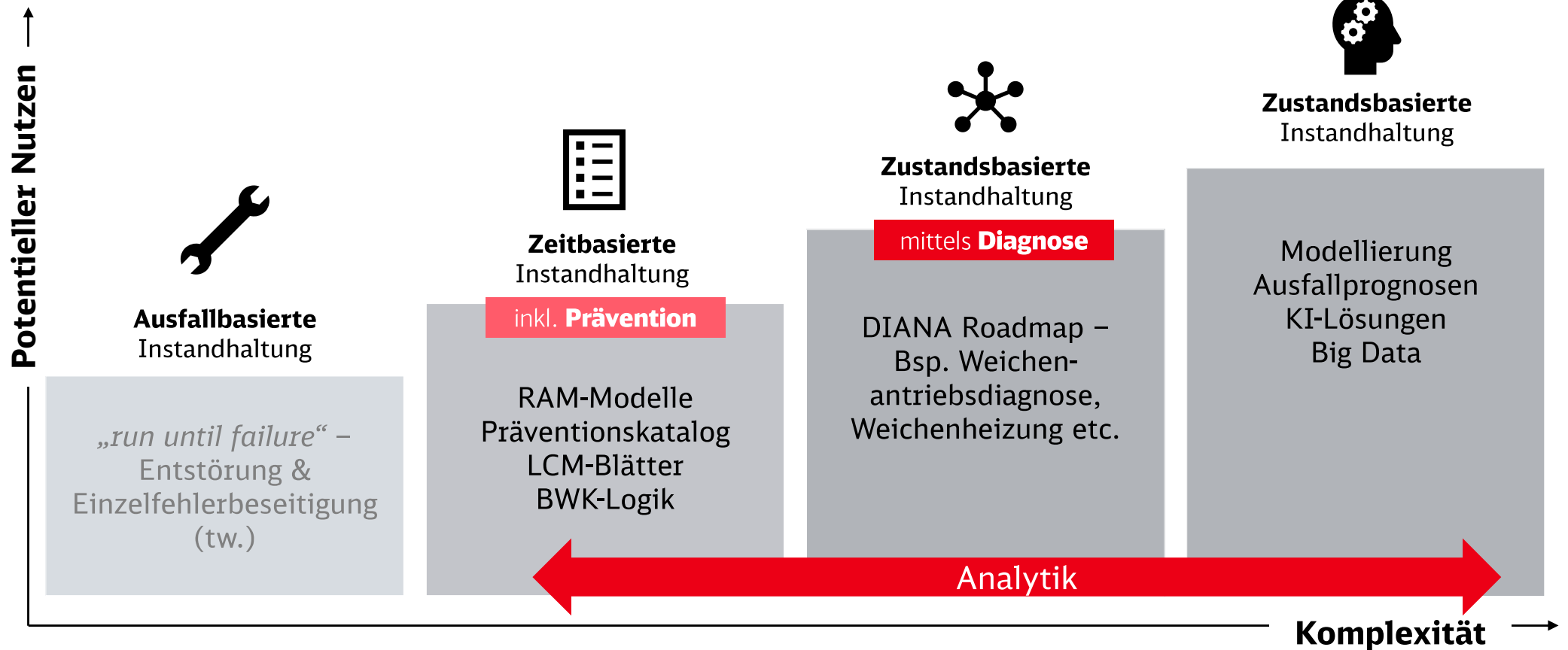
Die DB Netz AG hat sich ehrgeizige Ziele für den Ausbau der vorbeugenden Instandhaltung gesetzt

Schematisch



- IH-Strategie – unsere Ziele:**
- ↘ **Reduzierung ausfallbasierter IH** auf ein Minimum (Identifikation kritischer Komponenten)
 - ↘ **Reduzierung zeitbasierter IH**
 - ↗ Erhöhung des Anteils **zustandsbasierter IH mittels Diagnose**
 - ↗ **Aufbau prädiktiver IH** durch Analytik und perspektivisch KI (Entwickeln von Algorithmen)

Unser Weg führt über die zeitbasierte, präventive IH hin zum Ausbau von Diagnose und zukünftig zu prädiktiver IH



RAM = Reliability, Availability, Maintainability, LCM = Life Cycle Management

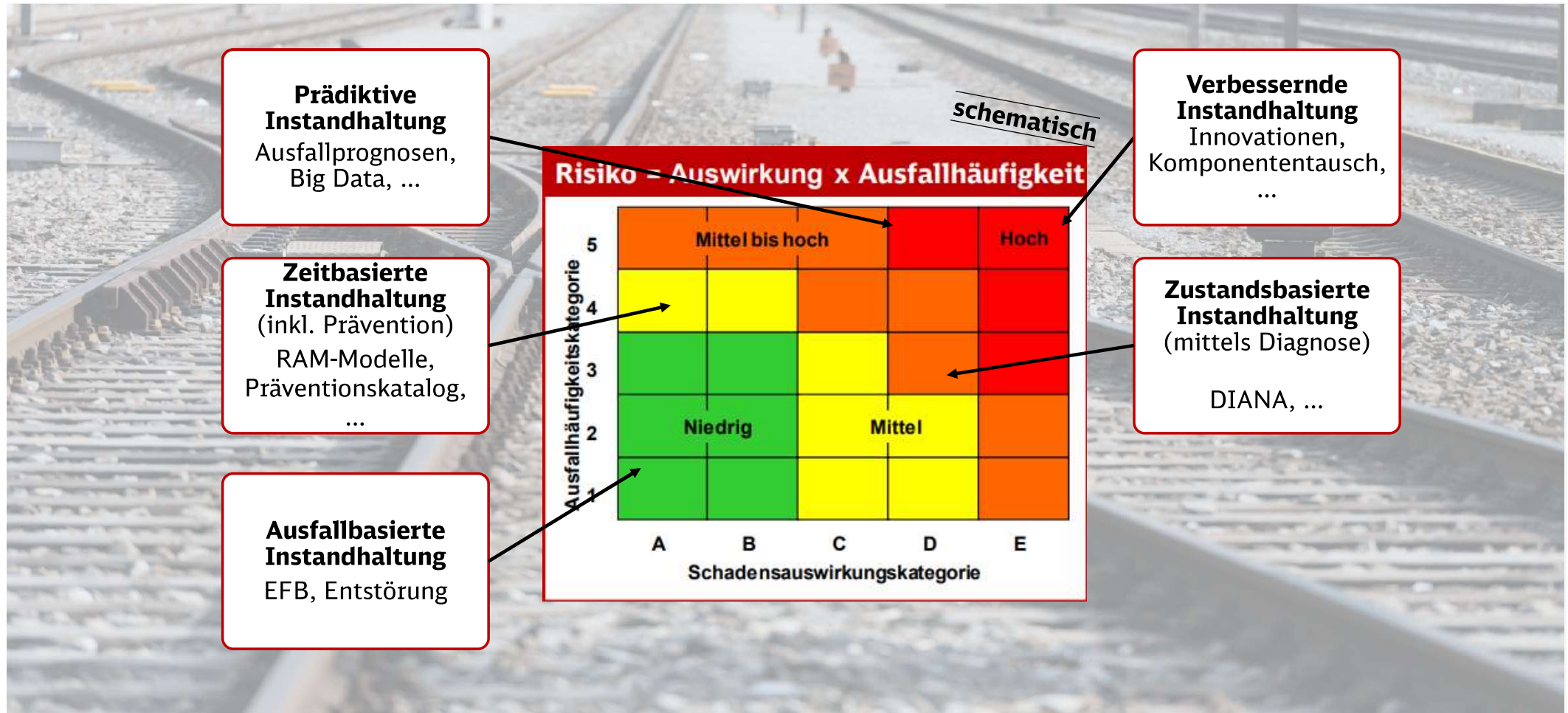
Die Operationalisierung der IH-Strategie findet über „Prescriptive **DB** NETZE Maintenance“ statt

Herausforderungen – **Vertrauen** der operativen IH-Mitarbeiter:innen **in die IH-Strategie, Analysen/Algorithmen und Sensorinformationen**

- Chancen**
- Den Herausforderungen des **demographischen Wandels** (weniger verfügbares Personal, Wissensverlust und Kluft zwischen analoger Technik vs. „Digital Natives“) entgegenwirken
 - **Vorschläge für konkrete Handlungsoptionen** statt „nur“ Ausfälle vorauszusagen (Weiterentwicklung „Predictive Maintenance“) – die Instandhalter:innen erhalten somit einen genauen Tätigkeitsplan
 - Bei **Automatisierung** können **Maßnahmen direkt eingeleitet** werden – z.B. Ressourcen reservieren und Arbeitsaufträge erstellen

Einsatzteambereich			Mo 20.09.2021	Di 21.09.2021	Mi 22.09.2021	Do 23.09.2021	Fr 24.09.2021
16FF/FF1/O1MUSD							
01 Team TI (14.08.17 - 31.12.22)	2000335469	1	8:15 (06:45-15:30)	8:15 (06:45-15:30)	8:15 (06:45-15:30)	8:15 (06:45-15:30)	6:00 (06:45-12:45)
02 Team Fb (14.08.17 - 31.12.22)	2000335470	2	16:30 (06:45-15:30)	24:45 (06:45-15:30)	16:30 (06:45-15:30)	16:30 (06:45-15:30)	12:00 (06:45-12:45)
03 Team Nacht I (14.08.17 - 31.12.22)	2000335474	3			8:00 (21:00-05:30)	8:00 (21:00-05:30)	
04 Team Nacht II (03.03.20 - 31.12.22)	2000727538	4					
05 Prins Kl. 1 (14.08.17 - 31.12.22)	2000335467	5	8:30 (07:00-16:00)	17:00 (07:00-16:00)	8:00 (07:00-15:30)	8:00 (07:00-15:30)	
06 Prins Kl. 2 (14.08.17 - 31.12.22)	2000335468	6			8:00 (07:00-15:30)	8:00 (07:00-15:30)	6:00 (07:00-13:00)
07 Prins Gr. 1 (14.08.17 - 31.12.22)	2000335465	7					
08 Prins Gr. 2 (14.08.17 - 31.12.22)	2000335466	8			24:45 (06:45-15:30)	24:45 (06:45-15:30)	18:00 (06:45-12:45)
09 Abnahme (01.03.21 - 31.12.22)	2000869448	9	8:00 (21:00-05:30)	8:00 (21:00-05:30)			

Um den richtigen Mix zu erhalten, verfolgen wir den Ansatz der risikobasierten Instandhaltung



Datenplattform DIANA spielt eine entscheidende Rolle bei der Weiterentwicklung von CBM und PM



Diagnose - exemplarisch



2016-2020
[in Anwendung]

Weichenantrieb **Weichenheizung** **Temperaturfühler**

2020-2025
[in Erprobung]

Bahnübergänge **Digitale Weiche 2** **Wasserveru. Entsorgeanlagen**

Klimaanlagen **MTA** **EGM**

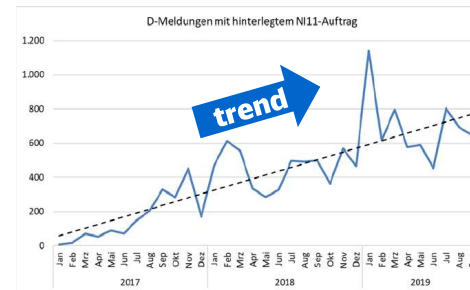
2025-2030
[in Aussicht]

Stellwerke **Achszähler** **Signale**

Derzeit in Weiterentwicklung

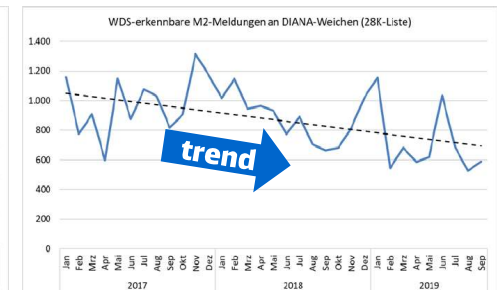
Weichendiagnosesystem DIANA - Überwachung am Beispiel der Weichenantriebsdiagnose

Diagnosemeldungen mit gespeicherten Prüfaufträgen



Die Anzahl der Wartungsaufträge aus Diagnosemeldungen ist kontinuierlich gestiegen

Erkennbare Störmeldungen an DIANA

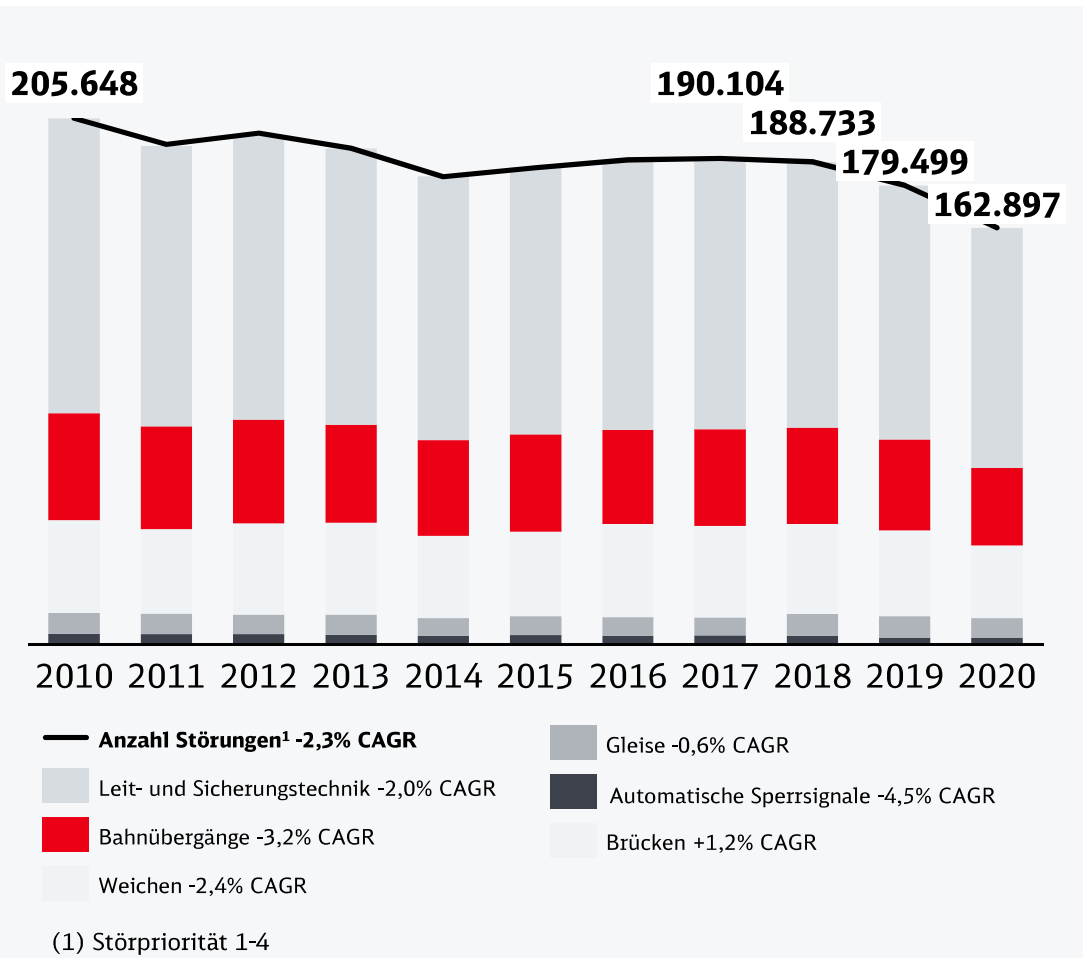


In den letzten 16 Monaten wurden >4.400 Störungen von DIANA-verbundenen Weichen vermieden

CBM + DIANA wird unser zentraler Zugangspunkt zu Diagnosedaten für verschiedene Anlagen

DIANA – Diagnose und Analytik-Plattform
WDS – Weichen Diagnose System

Predictive Maintenance besitzt beachtliches Potential um den bestehenden Herausforderungen entgegenzuwirken



Zusammenfassung

- Mittels **PM** kann **Verfügbarkeit der Infrastruktur gesteigert** werden
- **PM nicht „Allheilmittel“** – der richtige Mix und ein fokussierter Einsatz essentiell
- PM muss in **einfache Instandhaltungspläne** (Prescriptive Maintenance) übersetzt werden
- Die **Anpassung von Vorgaben und Regelwerk** muss aktiv und konsequent angegangen werden
- Dem **demographischen Wandel** kann und muss **entgegengewirkt** werden
- Die **Attraktivität der operativen Arbeit** wird für neue Mitarbeitende **gesteigert** (Gen Y & Z)

The logo for DB NETZE, featuring the letters 'DB' in white on a red square background, followed by the word 'NETZE' in white capital letters.

DB NETZE

A long-exposure photograph of a train at night, showing light trails from the train and station lights against a dark blue sky. The train is moving from left to right, leaving a long, bright white and yellow trail. The station platform is visible in the foreground, with a fence and a utility pole. The overall scene is illuminated by the warm glow of the train's lights and the cool blue of the twilight sky.

Vielen Dank



Systemtechnik

**Unser
Know-how
ist Ihr Erfolg.**



Best practice: Aktuelle Technologien und Entwicklungen und ihre Potenziale

DZSF-Fachtagung „Prädiktive Instandhaltung der
Schieneninfrastruktur“

Der Anspannungsgrad zur Weiterentwicklung der Instandhaltung für mehr Verfügbarkeit und geringere Kosten ist hoch.

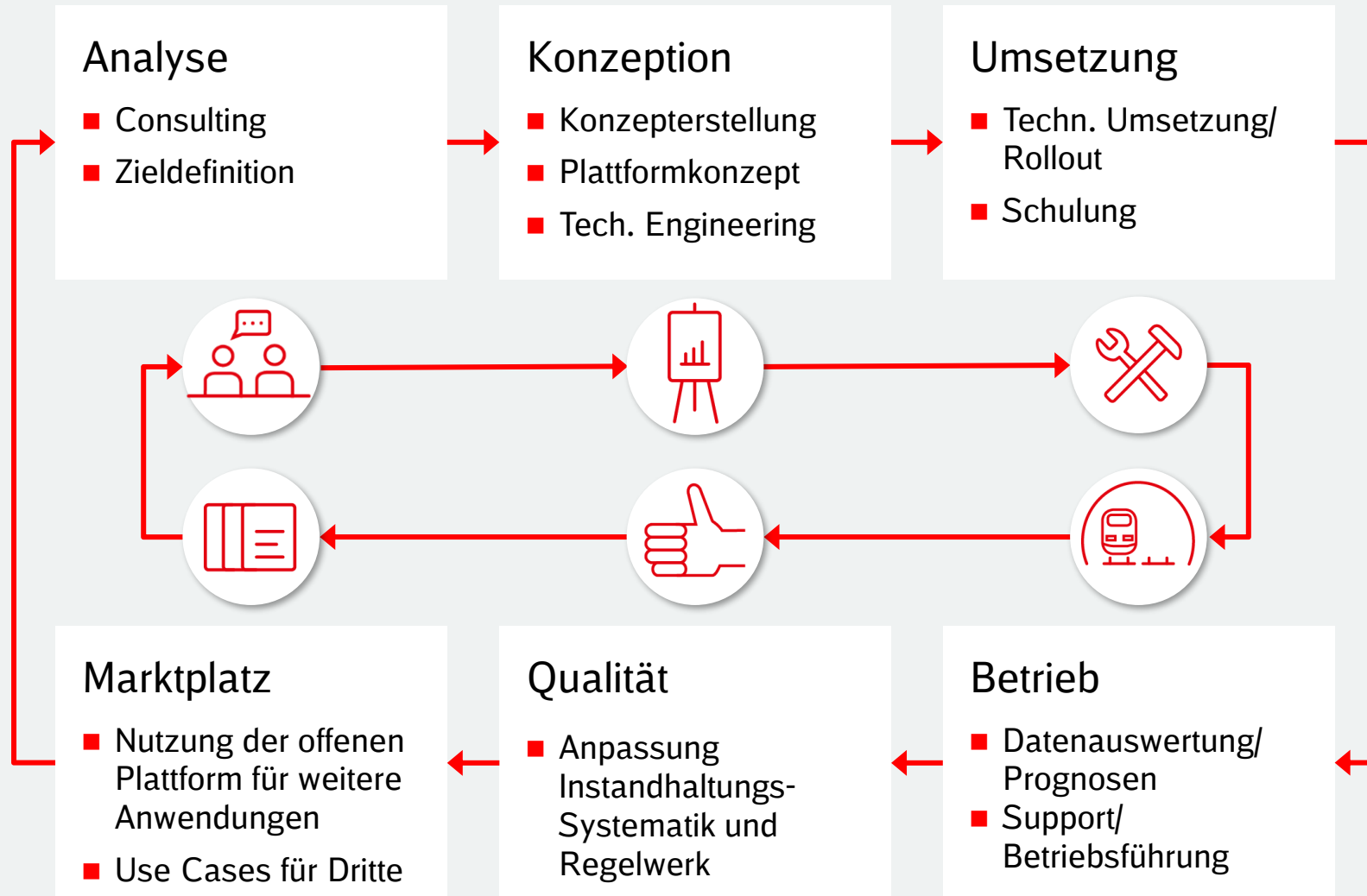


- Weitere **Reduzierung von Instandhaltungskosten, Ausfallkosten** und Betriebskosten ist gefordert.
- Ebenso ist **erhöhte Assetverfügbarkeit** und weiter optimierte Instandhaltung im laufenden Betrieb **unerlässlich**.
- **Konventionelle Instandhaltungsprozesse** stoßen heute **an die Grenzen** der Optimierungsmöglichkeiten.
- **Erhöhte Leistungsfähigkeit und Kostensenkung** ist möglich durch Nutzung der Diagnosedaten von Anlagen und Fahrzeugen.
- **Informationsverbesserung durch** Bereitstellung von Zustands- und Ortungsinformationen.
- **Der Verkehrssektor** und **auch DB Systemtechnik** entwickeln **Lösungen** zur **Condition Based** und **Predictive Maintenance**.

Automatisierte Zustandsbewertungen mit Ausfallprognosen aus vorliegenden Daten ist nächster Reifungsschritt der IH-Systeme.



Die Implementierung der Prädiktiven Instandhaltung führt zu einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess von Daten, Wissen und Erfahrung.



Die Nutzung einer gemeinsamen Plattform bringt Vorteile für die Instandhaltung von Infrastruktur und Fahrzeugen.



CTM - Continuous Track Monitoring erfasst den Gleiszustand und prognostiziert dessen zeitliche Entwicklung für die IH-Planung.



CTM2.0 – Fahrzeugseitiges Infrastrukturmonitoring Fahrzeuge mit CTM Messtechnik



- ICE 2 – CTM1.0
- IC2 (Doppelstock IC) – CTM2.0
- Güterzuglok – CTM1.0
- ICE 3 – CTM1.0
- ICE T – CTM2.0
- ICE 4 – CTM2.0
- STADLER FLIRT – CTM2.0



- Hochgeschwindigkeitszug in der Türkei – CTM2.0
- Nahverkehrsfahrzeug in der Schweiz – CTM2.0



- Messfahrzeug RAILab – CTM1.0
- Ausrüstung eines Messfahrzeuges – CTM2.0
- VT612 (DB ST) – CTM2.0

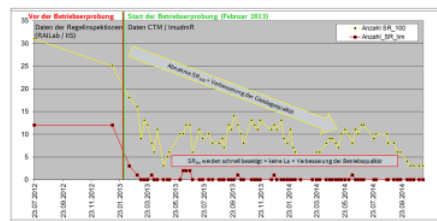
- Weitere Projekte in Bearbeitung und Planung

DB Systemtechnik GmbH | Dr.-Ing. Klaus Ulrich V

CTM2.0 – Fahrzeugseitiges Infrastrukturmonitoring Kontinuierliches Infrastrukturmonitoring bei der DB Netz AG



- ca. 2.700 km Gleis als Ergänzung zu den Regelinspektionen
- wöchentliche Zustandsberichte für die Infrastrukturverantwortlichen
- vollautomatisierte Berechnung der Gleislageparameter und Versenden der Zustandsberichte
- Reduzierung der Anzahl von Störstellen



DB Systemtechnik GmbH | Dr.-Ing. Klaus Ulrich Wolter | Fahrzeugseitiges Infrastrukturmonitoring | 15.06.2021



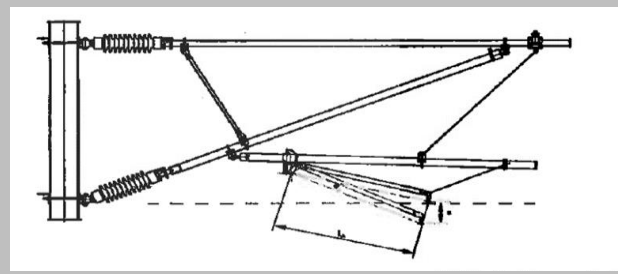
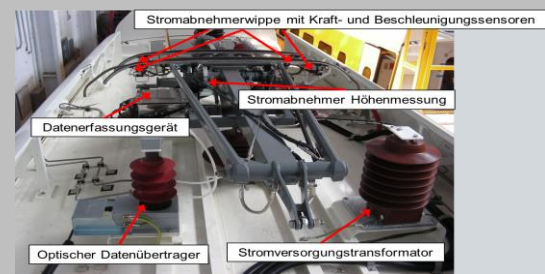
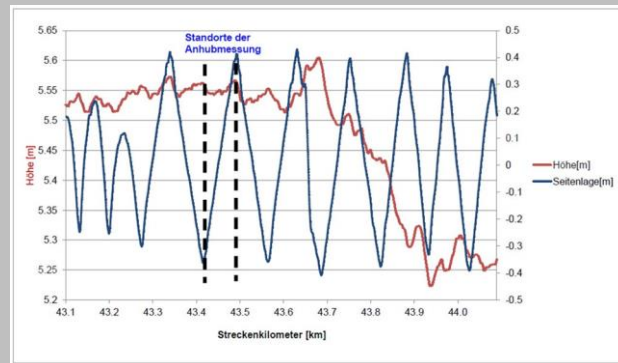
11

- Autarkes System
- Fernsteuerbar zur Überwachung von Messsystem und Datentransfer
- Kilometerleistung seit Inbetriebnahme der Messtechnik 2004: mehr als 5.800.000 km (ca. 1440 km pro Tag)
- Keine Beeinträchtigung des Betriebes und freie Disposition des Zuges
- Keine zusätzlichen Standzeiten in den Werken auf Grund Einbau des Messsystems und Wartungen
- Erfüllt Anforderungen entsprechend EN 13848-2 und hat Anwenderfreigabe der DB Netz AG

Systemtechnik

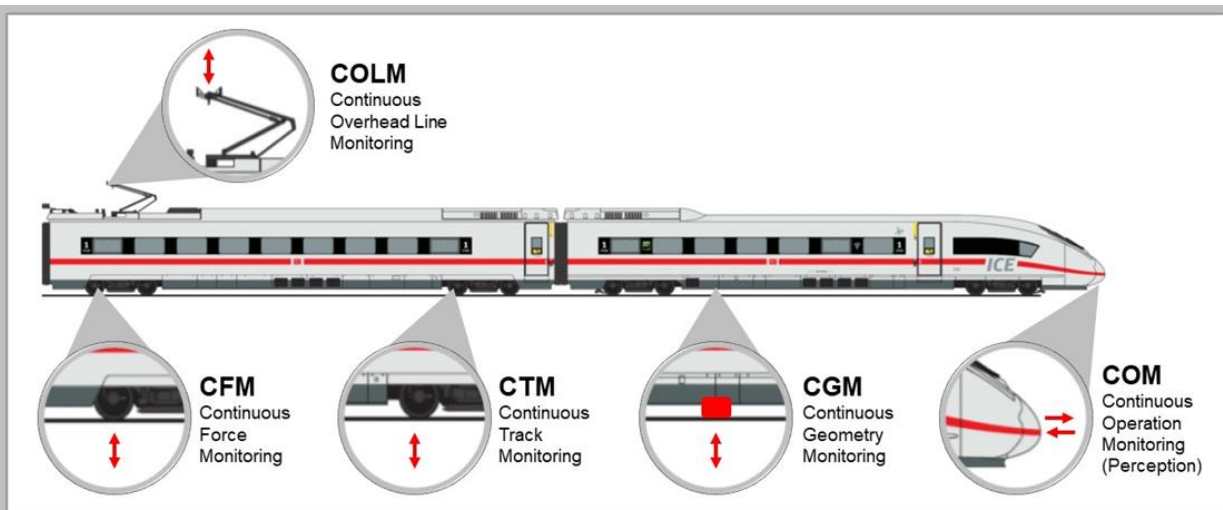
K.U. Wolter: Erfahrungen mit Onboard Track Monitoring, ÖVG Fachtagung Monitoring Rad-Schiene 2021

COLM- Continuous Overhead Line Monitoring dient der Sicherstellung der Energieversorgung von elektrischen Triebfahrzeugen.



- Güte der Stromabnahme als Bewertungskriterium.
- Festgeschrieben in internationalen Regelwerken (TSI, EN).
- Fahrdraht-Anhub und Kontaktkraft Schleifleiste/Oberleitung
- Oberleitungen und Oberleitungsanlagen.
- Stromabnahmesysteme.
- Dynamisches Verhalten.
- Kontaktkräfte zwischen Schleifleisten und Fahrdraht.
- Kontaktkräfte des dynamischen Höhenverlaufs bzw. der dynamischen Seitenlage des Fahrdrahtes.
- Sicherer und verschleißarmer Betrieb von Oberleitungen.
- Anhub Fahrdraht an um- und angelenkten Stützpunkten des Fahrdrahtes bei Durchfahrt von Stromabnehmern.

CIM - Continuous Infrastructure Monitoring durch Integration der einzelnen PM-Komponenten in einen Regelzug.



- Wenige Regelzüge überwachen eine große Infrastruktur!
- CIM bündelt messtechnische Verfahren zu Infrastrukturprüfungen zum Monitoring aus Regelzügen.
- CIM ist Baukastensystem der Messtechniken inkl. der Datenübertragung und der Auswertung der Ergebnisse.
- Ergebnisse erlauben es, die Instandhaltung von einer fristenbasierten „punktuellen“ Zustandserfassung in kontinuierliches Monitoring und damit in zustandsbasierte Instandhaltung der Infrastruktur zu überführen.
- Trendanalysen und Zustandsprognosen aus kontinuierlichem Monitoring des Infrastrukturzustandes durch
 - CFM - continuous force monitoring
 - COLM- continuous overhead line monitoring
 - CTM - continuous track monitoring
 - CGM - continuous geometry monitoring und
 - COM - continuous operation monitoring.

ASC Systemtechnik DB

CIM – Continuous Infrastructure Monitoring

- Erhöhung der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Eisenbahninfrastruktur
- Strategiewechsel bei der Instandhaltung der Infrastruktur
- Digitalisierung / Automatisierung
- Daten als Basis für die Entwicklung ‚digital twins‘

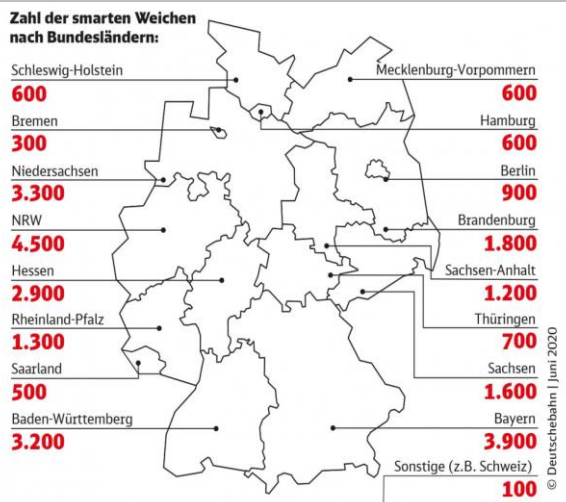
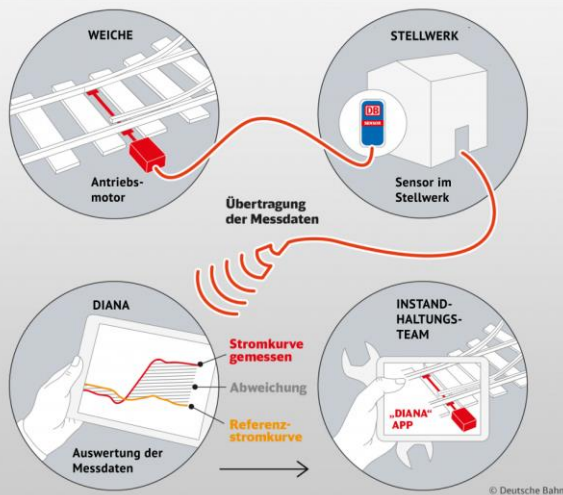
→ mehr Verkehr auf die Schiene

ASC GmbH | Renate Bay 1 DB Systemtechnik GmbH | Dr.-Ing. Klaus Ulrich Wolter

R. Bay; K.U. Wolter: Smarte Sensorsysteme für mehr Verkehr auf der Scheine, 7.. Railway Forum 2021

Systemtechnik

DIANA – Diagnose- und Analyseplattform von DB Netz erkennt bereits bei über 28.000 Weichen frühzeitig Verschleiß und Störungen.



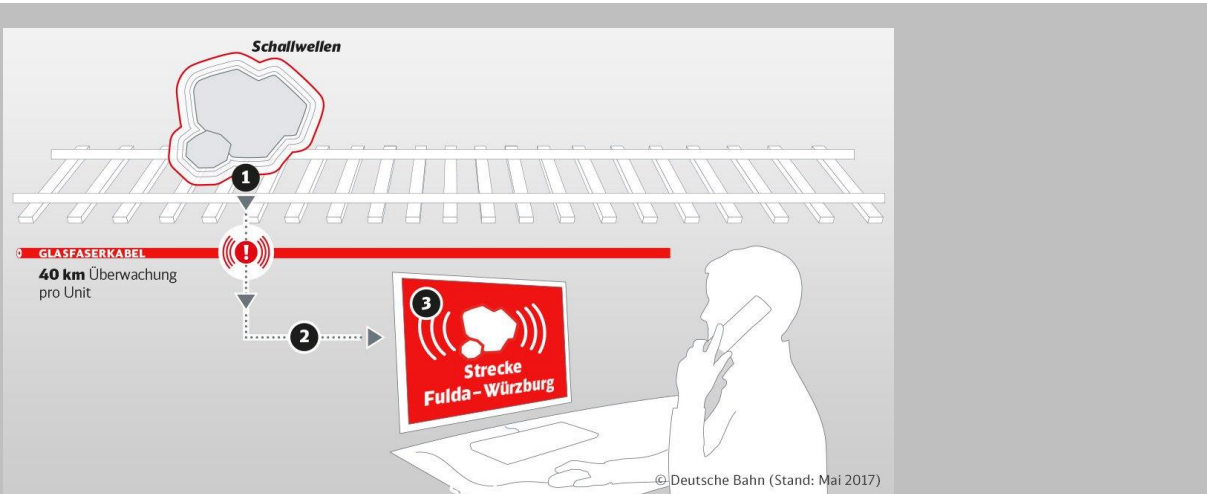
- DIANA ist spezielle Technik für die Beobachtung der Weichen im Schienennetz.
- „Intelligente Weichen“ machen den Zugverkehr zuverlässiger, da Verschleißvorgänge frühzeitig erkannt und behoben werden.
- Wenn die Weiche in Bewegung gesetzt ist, fließt Strom in den Motoren. Im Stellwerk erfassen Sensoren den Stromverbrauch und übermitteln die Daten an DIANA.
- DIANA gleicht die Ergebnisse mit dem Sollwert ab. Bei Abweichungen zur Referenzstromkurve schlägt DIANA Alarm.
- Auch ein großer Teil der Weichenheizanlagen wird an DIANA angebunden.
- In Pilotprojekten wird geprüft, wie Fahrbahnbauteile, Schwellenbewegungen, Bahnübergänge und Stellwerke mit der Technik überwacht werden können.



inside.bahn.de/digitale-weichendiagnose-diana

Systemtechnik

FOS - Fiber Optic Sensing registriert mit faseroptischem Sensorsystem Gegenstände im Gleis.

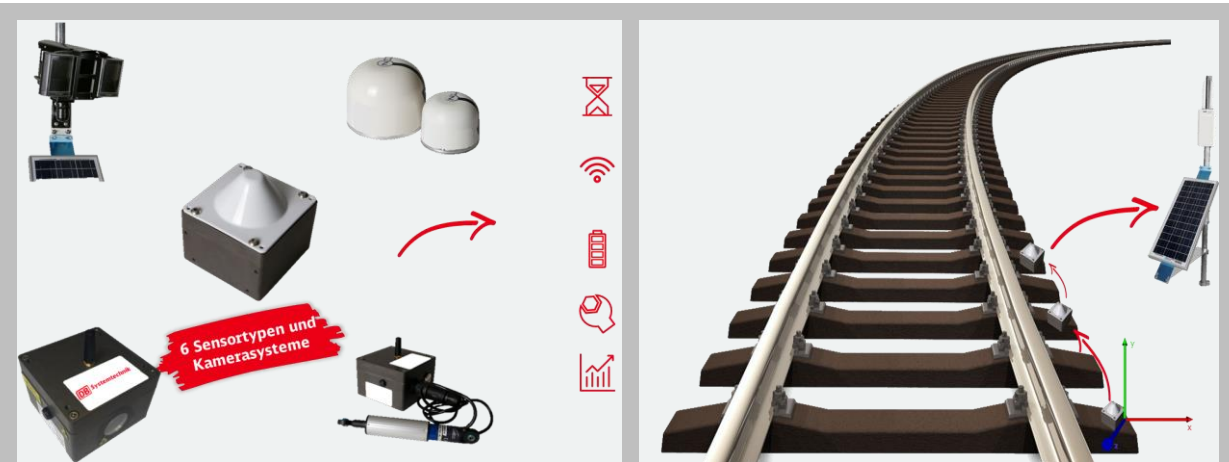


- Steigerung von Sicherheit und Qualität im Bahnbetrieb.
- Faseroptische Sensorsysteme - Fiber Optic Sensing FOS - können Tiere im Gleis, Hangrutsch oder Kabeldiebstahl schnell entdecken.
- Glasfaserkabel liegen entlang der Hälfte der Gleise als Kommunikationsleitungen für Leit- & Sicherheitstechnik.
- Vorbeifahrende Züge, Menschen, Tiere, Steine im Gleis lösen Schallwellen aus. Diese verursachen Mikrobiegungen des Lichtwellenleiters und damit charakteristische Reflexionen der darin ausgesandten Lichtimpulse.
- Vergleich permanent eingehender Akustikdaten mit bekannten digitalen Fingerabdrücken gibt in Echtzeit Auskunft über die aktuelle Geräuschquelle.
- Spezielle Filter helfen dabei, Typ, Position und Zeitpunkt zu bestimmen. Ereignisse sind bis auf +/- 5 Meter genau.
- BMVI-mFUND-Projekt „Faseroptische Sensorik für sicherheitsrelevante Bahnanwendungen - FoSSIL 4.0“ seit 2020

inside.bahn.de/fiber-optic-sensing
bmvj.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/mfund-projekte/fossil-4_0.html

Systemtechnik

STIM – Stationäres Infrastrukturmonitoring überwacht die Integrität der Infrastruktur gegenüber äußeren Einflüssen.



- 3-Achs-Neigungsmessung mit kabelloser Datenübertragung zwischen Sensoren
- Cloudsynchronisation über Solar-Gateway
- Meldungssystem über SMS und E-Mail
- Schnelle Installation (kleben, schrauben, magnetisch)
- Kabellose Datenübertragung, ausfallsicher und anpassbar
- Keine externe Spannungsversorgung
- Robust und langlebig
- Skalierbar von 3-300 Sensoren
- Gleislage, Bahndamm, Brücken, Oberleitungsmasten
- Tunnel, Bauen im Betrieb, Hangüberwachung



db-systemtechnik.de

Systemtechnik

Smart Turnout - ein System zur kontinuierlichen Überwachung von Weichen.



Systemtechnik
vossloh

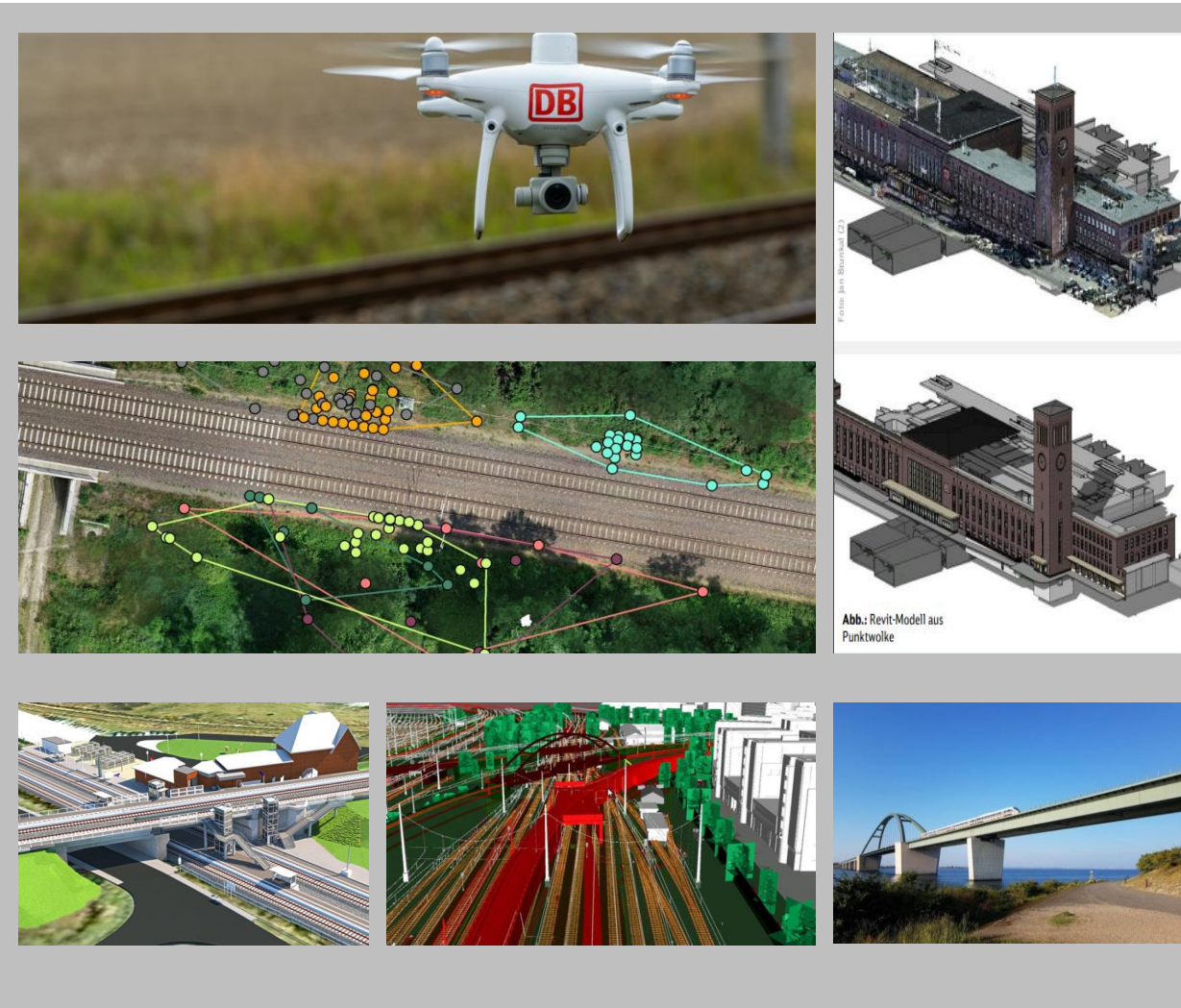


- Vibrationsmonitoring auf Weichenschwellen mit batteriebetriebener IoT-Sensorik.
- Analyse und Prädiktion von Hohllagen (vertikale Schwellenbewegungen).
- Aufnahme der Belastung (Zugtypen-Erkennung, Überfahrgeschwindigkeit).
- IH-Empfehlung bei Erreichen von Aufmerksamkeits- und IH-Schwellwerten.
- Langfristige Verfolgung der Instandhaltungseffektivität.
- Erhobene Daten werden auf einer Cloud-Plattform analysiert und dem Instandhalter in Form einfach zu nutzender Instandhaltungsempfehlungen angezeigt.
- Einsatz bei Trafikverket/ Schweden im 1000-Weichen-Monitoring.
- Vergleichbare Ausschreibung bei DB Netz AG.

DB Systemtechnik @ Digital Rail Demo Day 09.09.2021
A. Jahnke: Game Changer Digitalisierung, ETR Nr. 9/2021

Systemtechnik

UAS – Unmanned Aircraft Systems (Drohnen) liefern hochauflösende Foto- & Videodaten auch für die prädiktive Instandhaltung.



- Kamera-Befundung zur Bestandserhebung, Inspektion und Instandhaltung
- Digitale Geländemodelle als dreidimensionales, digitales Abbild der Bestandsanlage
- Bestandsanalyse als Abstands- und Freiraumanalysen mit Bauteildokumentation
- Bestandsmodellierung durch Schaffung von BIM-Eingangsdatengrundlagen mit Datenanreicherung und Objektklassifizierung
- Umwelt-Service durch Gutachtenerstellung und Umweltplanungsanalysen.
- Inspektionen ohne betriebliche Einflüsse
- Aufnahmen in unwegsamem Gelände
- Grundlage für zustandsorientierte bzw. vorausschauende Instandhaltungsmaßnahmen

db-engineering-consulting.com/de/insights/uas-unmanned-aircraft-systems

Systemtechnik

Einige Fragen zu PM ...



Welche weiteren PM-Techniken werden benötigt?

Wie kommen wir zu einer integrierten Datenplattform der EIU?

Wie lassen sich die PM-Techniken im IH-Alltag bündeln?

Wie nutzen wir die verschiedenen Datenwelten auch kombiniert?

Was sagen die Anlagenverantwortlichen?

Wie verhalten sich öffentliche Fördergeber?

Welche zusätzlichen Player benötigen wir für den PM-Erfolg?

Wie sieht die Data Governance aus ?

... ?

Systemtechnik

Haben Sie Fragen?

Ihre Ansprechpartner:



Sprechen Sie uns persönlich an

Dr. Burkhard Schulte Werning

DB Systemtechnik GmbH

Business Line Instandhaltungstechnik TT.TVI

☎ +49 3381 812-320

✉ Burkhard.Schulte-Werning@deutschebahn.com

Allgemein:

✉ db-systemtechnik@deutschebahn.com

Oder besuchen Sie unsere Website

www.db-systemtechnik.de

- Alle Ansprechpartner
 - Broschüren zum Download
 - Aktuelle Nachrichten
-



**Unser  Know-how
ist Ihr Erfolg.**

Systemtechnik



Transformation zur prädiktiven IH im Bestandssystem der DB Netz

Herausforderungen im Wandel von Prozessen,
technischen Grundlagen und Regelwerken



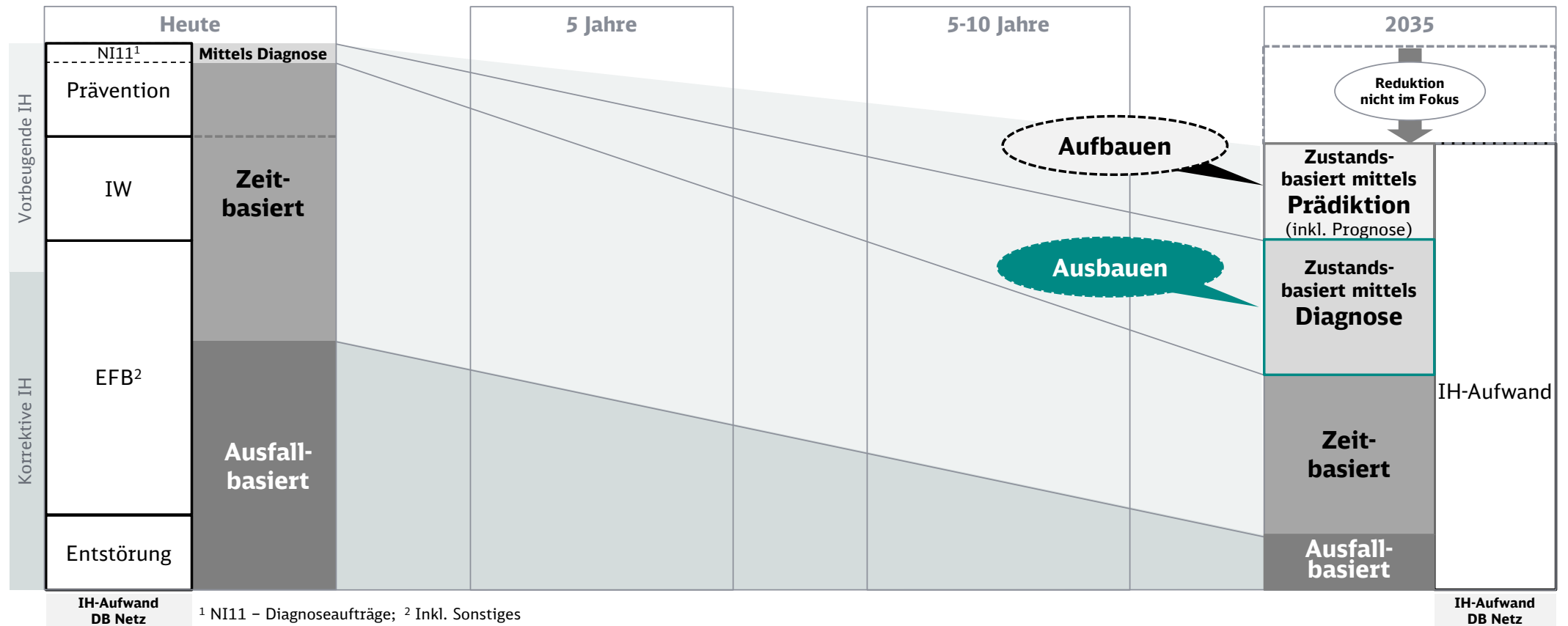
§

FORe

DB Netz AG | Kay Schatkowski | PM-Fachtagung DZSF | Berlin | 30.09.2021

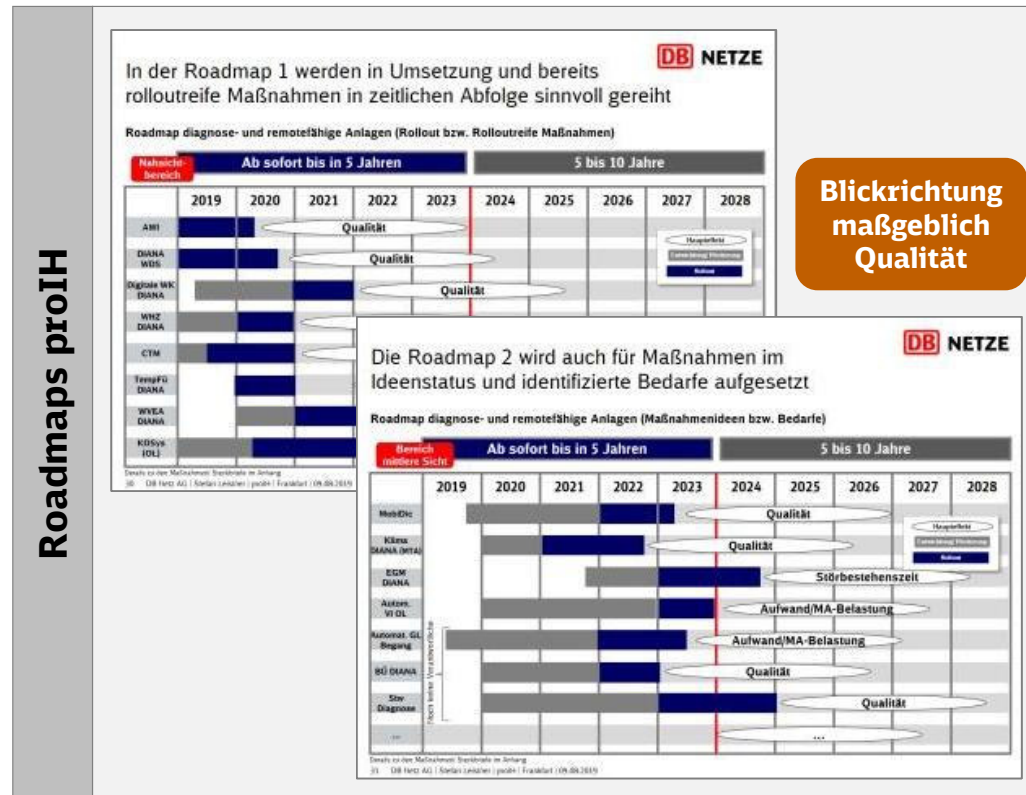
Veränderung Instandhaltungsstrategie Ressort I.NA der DB Netz

Gemäß Funktionalstrategie Instandhaltung ist der Anteil zustandsbasierter IH mittels Diagnose deutlich zu steigern



Wandel in IH-Tätigkeiten durch Digitalisierung und Innovationen **DB NETZE**

Im Rahmen Projekt „proIH“ wurde nächste Entwicklungsstufe in Richtung zustands- basierter Instandhaltung erarbeitet, identifizierte Maßnahmen sind in Roadmaps gereiht



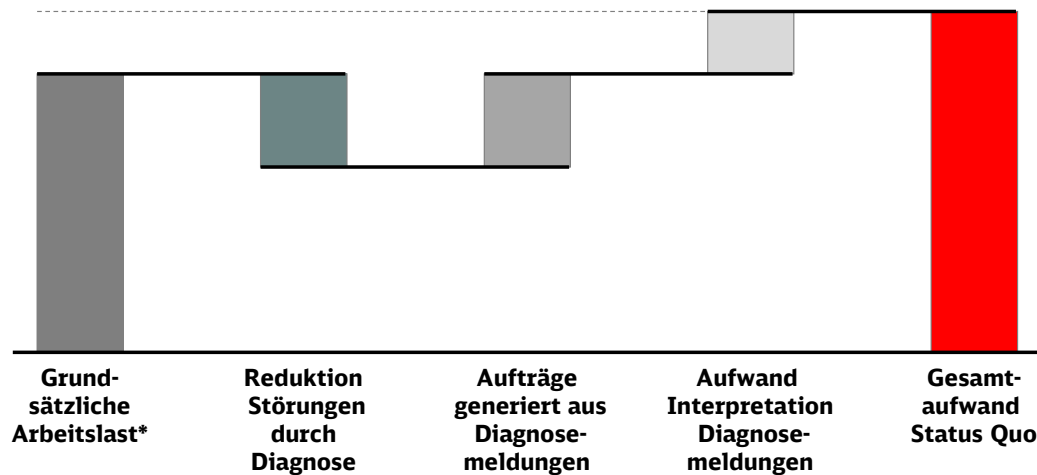
- In **Roadmap 1** werden **Anwendungen in Umsetzung und bereits rollout-reife Maßnahmen** in zeitlicher Abfolge sinnvoll gereiht
- Beim **Gewerk Weiche** beeinflussen **3 Anwendungen Fristenoptimierung: DIANA WDS, DIANA WHZ, DIANA Digitale WK**
- In **Roadmap 2** wird auch für **Maßnahmen im Ideenstatus und identifizierte Bedarfe** aufgesetzt
- Derzeit werden die **Maßnahmen** in die **langfristige Investitionsplanung** der DB Netz AG eingebracht

Automatisierung und Digitalisierung helfen zwar zunehmend Qualität zu steigern, induzieren jedoch zunächst – ohne Harmonisierung mit dem Regelwerk – Mehraufwand für die IH

Nutzung Diagnose in Inspektion (schematisch)

Harmonisierung von Diagnose und fristenbasierter Inspektion bietet Chance auf Effizienzen

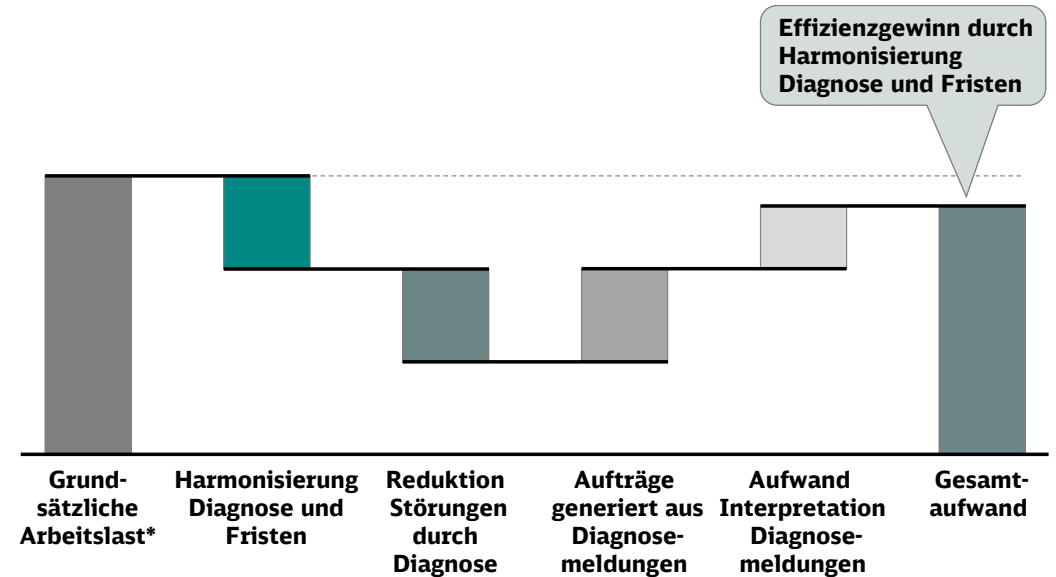
Diagnose aktuell



Erhöhung Gesamtaufwand trotz Reduktion Störungen, da starre Fristen von Diagnose entkoppelt

*) Inspektion und Wartung mit ausschließlich starren Fristen sowie Entstörung

Diagnose zukünftig



Effizienzen durch Vermeidung von Doppelungen von Inspektionen und Reduzierung Verweildauer im Gleis

Aktualität Regelwerksmodule am Beispiel Ril. 892

Die meisten Regelwerksmodule der Ril. 892 nutzen noch nicht die Möglichkeiten der Digitalisierung, anstehende Überarbeitungen bieten Chancen auf Anpassungen

892.02 Arbeitsinformationen		892.03 Merk- und Messblätter	
892.0202A1 Weichen mit UIC 60 Schienen 1.0 Anhang (PDF, 109 KB)	01.02.1993 26 Jahre	892.0302V1 Zungen- und Herzstückverschlüsse mit Übertragungs... 38.0 Vordruck (PDF, 537 KB)	01.09.1997 22 Jahre
892.0202A11 Hinweise zur Störungssuche an Weichen mit beweg... 1.0 Anhang (PDF, 90 KB)	01.10.1993 25 Jahre	892.0302V04 Weichensignale 35.0 Vordruck (PDF, 59 KB)	01.02.2000 19 Jahre
892.0202A111 Verzeichnis der Rz für Weichen mit beweglichen ... 1.0 Anhang (PDF, 26 KB)	01.10.1993 25 Jahre	892.0303V05 Weichenantrieb L 700M 35.0 Vordruck (PDF, 19 KB)	01.02.2000 19 Jahre
892.0202A19 Merk- und Meßblatt für Weichen mit beweglichen ... 1.0 Anhang (PDF, 68 KB)	01.10.1993 25 Jahre	892.0303V07 Merkblatt für Weichenantrieb S700, SuH 60, DB 2... 35.0 Vordruck (PDF, 19 KB)	01.02.2000 19 Jahre
892.0202A01 Weichenantrieb S 700/DB 700 1.0 Anhang (PDF, 397 KB)	01.01.1992 27 Jahre	892.0303V08 Zungenprüfkontakt Bauform Siemens (Zpk) 35.0 Vordruck (PDF, 20 KB)	01.02.2000 19 Jahre
892.0202A11 Weichenantrieb L 700 H 1.0 Anhang (PDF, 844 KB)	01.02.1993 26 Jahre	892.0303V09 Endtagenprüfer 319 Bauform Siemens (ELP-319) 35.0 Vordruck (PDF, 18 KB)	01.02.2000 19 Jahre
892.0202A21 Weichenantrieb Siemens und Halske 4325B, S und ... 1.0 Anhang (PDF, 512 KB)	01.01.1992 27 Jahre	892.0303V10 Weichenüberwachungseinrichtung WUE (Bauform SL... 35.0 Vordruck (PDF, 17 KB)	01.02.2000 19 Jahre
892.0202A19 Weichenantrieb S 700 K 1.0 Anhang (PDF, 279 KB)	01.01.1992 27 Jahre	892.0302A0 Ganzheitliche Herangehensweise bei der Sichtprü... 1.0 Anhang (PDF, 123 KB)	01.05.2013 6 Jahre
892.0202A1 Rückfederer für Rückfallweichen 1.0 Anhang (PDF, 221 KB)	01.10.1993 25 Jahre	892.0303A0 Merkblatt für Weichenantrieb S 700K und S 700KM 55.0 Anhang (PDF, 119 KB)	01.05.2013 6 Jahre
		892.0303A06 Merkblatt für Weichenantrieb L 700 H und L 826... 2.0 Anhang (PDF, 111 KB)	01.05.2013 6 Jahre
		892.0303A11 Merkblatt für Zungenprüfkontakt Bauform Thales 55.0 Anhang (PDF, 31 KB)	01.05.2013 6 Jahre
		892.0303A13 Merkblatt für Weichenantrieb S700K ab Version 2.0 Anhang (PDF, 223 KB)	01.05.2013 6 Jahre
		892.0303V01 Weichenantrieb S 700, SuH60, 4325B, DB 25B und ... 1.0 Vordruck (PDF, 136 KB)	01.07.2003 15 Jahre
		892.0303V02 Weichenantrieb S 700, DB 700, SuH 60, 4325B, DB... 1.0 Vordruck (PDF, 123 KB)	01.07.2003 15 Jahre
		892.0303V03 Weichenantrieb S 700, DB 700, SuH 60, DB 25B un... 1.0 Vordruck (PDF, 112 KB)	01.07.2003 15 Jahre
		892.0303V12 Merkblatt für Weichenüberwachungseinrichtung WE... 53.0 Vordruck (PDF, 48 KB)	17.03.2008 15 Jahre
		892.0302A5 Merkblatt Weichen mit Klemmverschlüssen 1.0 Anhang (PDF, 78 KB)	01.10.2018 < 1 Jahr
		892.0302A20 Merkblatt für Klemmverschlüsse CKA 12/13/15 (S... 1.0 Anhang (PDF, 65 KB)	01.07.2009 9 Jahre
		892.0302A24 Merkblatt für Zungenvorrichtungen 1.0 Anhang (PDF, 59 KB)	01.07.2009 9 Jahre
		892.0302A7 Maße, Toleranzen für Zungenaufschlag, Überdecku... 1.0 Anhang (PDF, 55 KB)	01.07.2009 9 Jahre
		892.0302A5 Inspektionsblätter-Messwerte für an der Weiche... 1.0 Anhang (PDF, 64 KB)	17.03.2008 11 Jahre
		892.0302V05 Merkblatt für ortsgestützte Weichen außerhalb v... 52.0 Vordruck (PDF, 84 KB)	01.08.2006 12 Jahre
		892.0302V10 Merkblatt für Weichen mit Klemmverschlüssen... 1.0 Vordruck (PDF, 107 KB)	17.03.2008 11 Jahre
		892.0302V13 Merkblatt für Weichen mit optimiertem Stößel... 53.0 Vordruck (PDF, 109 KB)	17.03.2008 11 Jahre
		892.0302V15 Maße und Toleranzen für Zungenaufschlag, Ober... 53.0 Vordruck (PDF, 107 KB)	17.03.2008 11 Jahre
		892.0302V11 Prüfblatt für Weichen mit Klemmverschlüssen 1.0 Vordruck (PDF, 304 KB)	01.07.2009 11 Jahre
		892.0302V08 Prüfblatt für Weichen mit opt. Subsystem und ... 49.0 Vordruck (PDF, 83 KB)	01.07.2003 15 Jahre
		892.0302V11 Tabelle zur Prüfung der Überdeckung, Zungen ... 49.0 Vordruck (PDF, 76 KB)	01.07.2003 15 Jahre
		892.0302V11 Prüfblatt für Weichen mit wartungsarmen Klemm... 54.0 Vordruck (PDF, 306 KB)	01.07.2009 9 Jahre
		892.0302V13 Maße und Toleranzen für Zungenaufschlag, Ober... 53.0 Vordruck (PDF, 89 KB)	17.03.2008 11 Jahre
		892.0302D11 Schienenstöße für Weichen 1.0 Anhang (PDF, 19 KB)	01.10.2018 < 1 Jahr
		892.0302A30 B1 Streckenanschlag S-Bahn Berlin 1.0 Anhang (PDF, 108 KB)	01.10.2018 < 1 Jahr
		892.0302V11 Prüfblatt der Antriebsbestimmenden Maße 1.0 Vordruck (PDF, 65 KB)	01.10.2018 < 1 Jahr
		892.0302V12 Antriebsmaßstäbe und Ausföhrungen (Antriebsbestand) 1.0 Anhang (PDF, 61 KB)	01.10.2018 < 1 Jahr
		892.0302V23 Zulässige Maßabweichungen Instandhaltung SINA 1.0 Anhang (PDF, 61 KB)	01.10.2018 < 1 Jahr
		892.0302V24 Zulässige Maßabweichungen Neu- u. Umbau SINA 1.0 Anhang (PDF, 63 KB)	01.10.2018 < 1 Jahr
		892.0302V25 Systemmaße des SINA ab Glas 1.0 Anhang (PDF, 63 KB)	01.10.2018 < 1 Jahr
		892.0302V26 Baubau Bemessung und Schienenlängen 1.0 Anhang (PDF, 57 KB)	01.10.2018 < 1 Jahr
		892.0302V27 Regel- u. Sonderausföhrungen des SINA 1.0 Anhang (PDF, 207 KB)	01.10.2018 < 1 Jahr

Quelle: I.NPF 121(W)

Das Projekt **FristenOptimierungRegelwerk (FORe)** untersucht sowie aktualisiert Regelwerke und stellt einen Einklang zwischen diesen Regelwerken und der Funktionalstrategie Instandhaltung her, Startbasis der Betrachtung ist die Weiche

Legende ■ Merk- und Messblatt älter als 5 Jahre
■ Merk- und Messblatt jünger als 5 Jahre

Zum Vergleich: Einführung Weichendiagnose 2016 → 5 Jahre

*) LST-Anlagen montieren und instandhalten

„Elevator Pitch“ zum Projekt FORe

FORe passt unter Wahrung der Sicherheit die Regelwerksfristen der installierten Technik und der aktuellen Arbeitsorganisation an



- Bei allen Fristenanpassungen ist stets die Sicherheit im Eisenbahnbetrieb zu gewährleisten
- FORe arbeitet aktuell an fünf Arbeitspaketen, Diagnose am Beispiel DIANA WDS wird heute vertieft vorgestellt

Vertiefung FOrE AP 4: Veränderte Denkweise durch Diagnose

Konventionelle „Blickrichtungen“ und Fragestellungen müssen sich ändern, um Diagnoseanwendungen für Inspektionen zur Anwendung zu bringen

Konventioneller Blick aus Regelwerkssicht

Checklistenartiges Überprüfen von technischen Parametern und möglicher Einflüsse der Bauteile auf Weichenstörungen

Erst bei Auffälligkeit sinnvoll

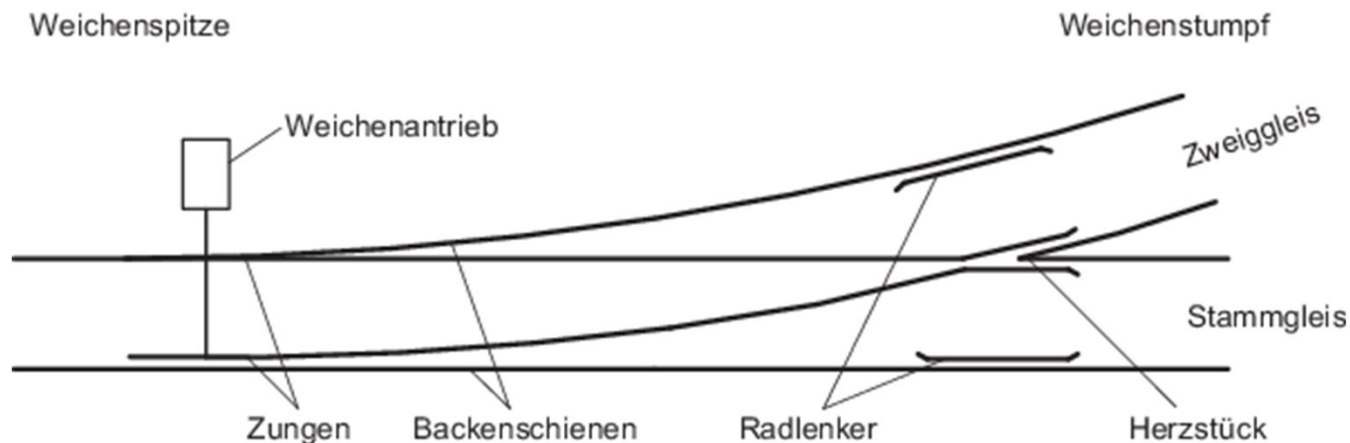
2.

Blick aus Sicht Diagnostik

Überwachen der Kernfunktion des Systems

Ohne Auffälligkeit weniger Detailprüfungen

1.



Vertiefung FOrE AP 4: Ziel und Nutzen

Ziel des FOrE AP 4 ist Transformation von ursachen- zu funktionsbezogener Sichtweise bei Inspektionen, Nutzen ist klar beschrieben

Konventioneller Blick

**Fokus:
Ursache**

Transformation

- Fluchtet der Antrieb ..?
- Sind Verbindungsstange und Stangenführung ordnungsgemäß eingebaut und funktionstüchtig?
- Läuft der Antrieb gleichmäßig?
- ...

Blick aus Sicht Diagnostik

**Fokus:
Funktion**

- Sind Weichenumläufe in der Referenz?
- Auffälligkeiten beim Umlauf erkennbar?
- Sind Grundfunktionen des Systems erfüllt?
- ...

Ziel

Punktuelle Überführung von Tätigkeiten aus Inspektionsfristen in die Permanentüberwachung durch systemische Nachweise

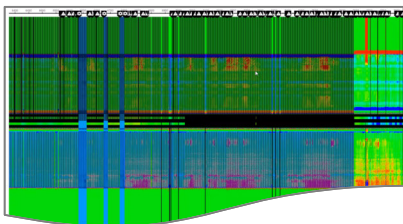
Nutzen

- Beschreibung systemischer Grundlagen
- Übergang von punktuellen Fristen zu Permanentüberwachung
- Identifikation Schnittmengen zwischen Diagnosemeldungen und Inspektionsleistungen an der Weiche

Anforderungen zur Herstellung Diagnosefähigkeit

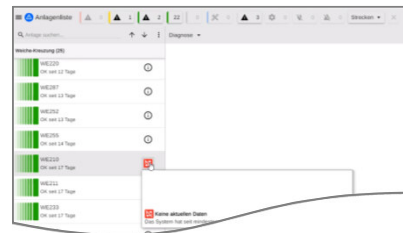
Wesentliche Voraussetzungen zur diagnosebasierten Inspektion wurden identifiziert

1. Grundsätzlicher Nachweis technische Verfügbarkeit des Systems



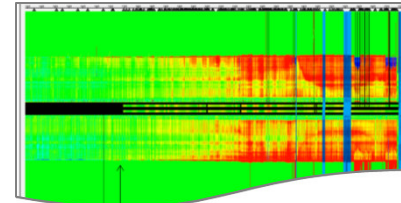
- Nachweise Verfügbarkeit
- zum Zeitpunkt der Inspektion erforderlich
- System ist für die Inspektion „bereit“
- Auch ein Diagnosesystem kann ausfallen oder nicht verfügbar sein

2. Nachweis dauerhafte technische Verfügbarkeit des Systems



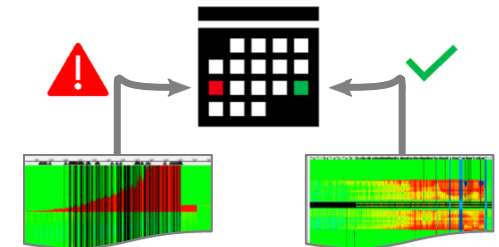
- Meldung bei Ausfall des Systems
- Sicherstellung Erkennung von Trends

3. Definition Eingriffsschwellen für Neuaufnahme von IW*-Tätigkeiten



- Abgleich mit bestehenden Warnstufen im System
- Weiterentwicklung Warnstufen

4. Darstellung Inspektionsnachweis und -historie



- Zukünftig Nachweis der Inspektion zu Nachweis- und Dokumentationszwecken
- Indikation bisheriger Inspektionen in zeitlicher Übersicht der Weichenumläufe

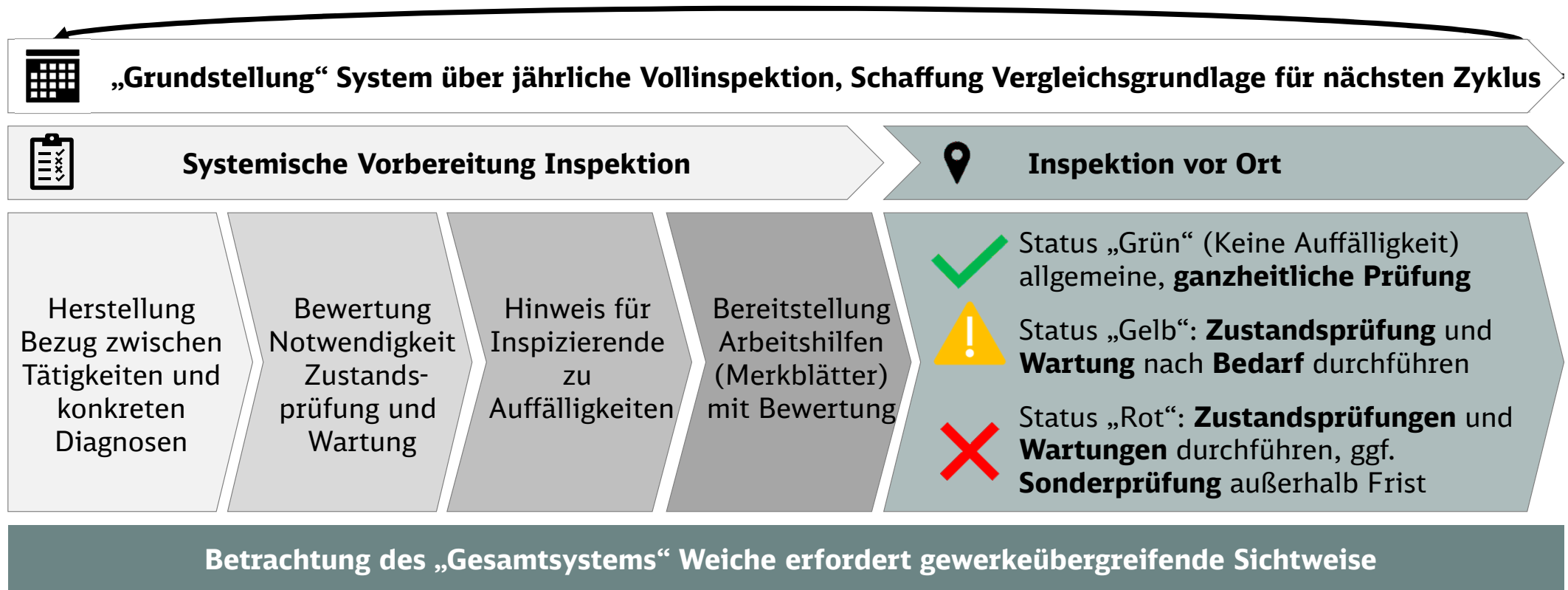
Neben den technischen Anforderungen ist auch ein angepasster Inspektionsprozess zu beschreiben

*) Inspektion und Wartung

Entwurf Prozess diagnoseunterstützte Inspektion

Der Prozess einer diagnosebasierten Inspektion ist schematisch beschrieben

SCHEMATISCH



Komplexität zur Überführung einer neuen technischen Anwendung in ein Regelwerk



Technische/ sicherheitliche Nachweisführung



Organisatorische Prozesse und Beteiligungen



0. Relevanz, Nutzen und Signifikanz



1. Herstellervorgaben zu Fristen auf Basis:

1.a. Sicherheitsbetrachtung Hersteller 1.b. Erweiterte DB-Vorgaben



2. Sichtung der „Lebenslaufakte“

2. a. Anpassung durch Hersteller, 2. b. Anpassung durch Felderfahrung



3. Vergleich baugleichen Komponenten in ähnlichen Bauteilen inkl. Schnittstellen



4. Auswertung Störanfälligkeit je Komponente (bezogen auf Gesamtstöraufkommen)



5. Ermittlung Befundhäufigkeit je Komponente (bezogen auf Gesamtbefundaufkommen)



6. Darstellung Einflussmöglichkeiten Fehler (FMEA)



7. Sicherheitsbetrachtung/ Nachweis gleicher Sicherheit gemäß Prozessen DB Netz AG

Einreichung Regelwerk sausschuss (RWA)

Internes Gremium zur techn. Bestätigung

Einreichung zur Gremienbeteiligung

Gesamtbetriebsrat nach §§ 2 o. 9 des BetrVG

Zulassung durch EBA im Rahmen § 27 EIGV

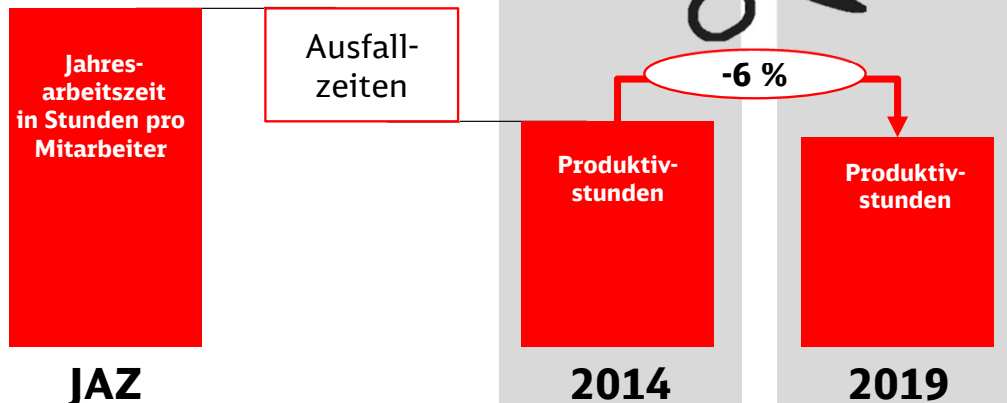
Erteilung der GIuV (Genehmigung zum Inverkehrbringen und verwenden)

Veröffentlichung

Weisung und Betriebliche Mitteilung

Entwicklung Arbeitsvolumen vs. Arbeitsvermögen

Harmonisierung von Diagnose und Inspektionen hilft, die Diskrepanz zwischen steigendem Arbeitsvolumen und sinkendem Arbeitsvermögen zu verringern



*) Maßstabgerechte Abbildung

Arbeitsvolumen* steigt !

(am Beispiel Entwicklung IH an eigenen Anlagen auf Herstellkostenbasis)

- Mittelverfügbarkeit steigt aus LuFV und „Starker Schiene Deutschland“ (mehr Menge in das Gleis)
- Diagnosemöglichkeiten noch nicht auf Ersatz starrer Fristen ausgerichtet

Arbeitsvermögen* sinkt !

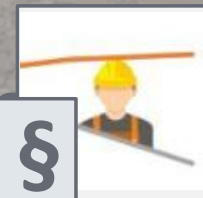
(am Beispiel der Entwicklung Prod. Std.)

- Mehr Urlaub (Wahlmodell Tarifvertrag)
- Mehr und veränderte Qualifikation
- Demographische Entwicklung, Nachwuchssicherung



NETZE

**Danke für Ihre Aufmerksamkeit,
ich freue mich nun auf die Diskussion**



§

FORe

DB Netz AG | Kay Schatkowski | PM-Fachtagung DZSF | Berlin | 30.09.2021



Prädiktive Instandhaltung der Schieneninfrastruktur

Forschungs- und Entwicklungsbedarf und Aufbau von
Rahmenbedingungen sowie Anreizen - was müssen wir tun?



Wir gestalten und vermitteln Wissen für das Wachstum und den Erfolg des Systems Bahn.



Medien und Verlagdienstleistungen für das globale Bahnsystem.



Globale Beratungsleistungen für den Eisenbahnfahrweg.



Personalentwicklung für das globale Bahnsystem.

Global Rail Consulting bietet Beratungsleistungen für das Wachstum und den Erfolg des globalen Bahnsystems. Mit aufbauend gestalteten Angeboten in drei Kernbereichen helfen wir Ihnen Ihren Fahrweg zu optimieren.



Infrastructure Maintenance Operations

Wir liefern Analysen und Empfehlungen zur technischen und wirtschaftlichen Optimierung Ihres Fahrwegs und Ihrer Instandhaltungsstrategie.



Infrastructure Condition Assessment

Wir führen für Sie qualitativ hochwertige Auswertungen Ihres Fahrwegzustandes für technische und wirtschaftliche Entscheidungen durch.

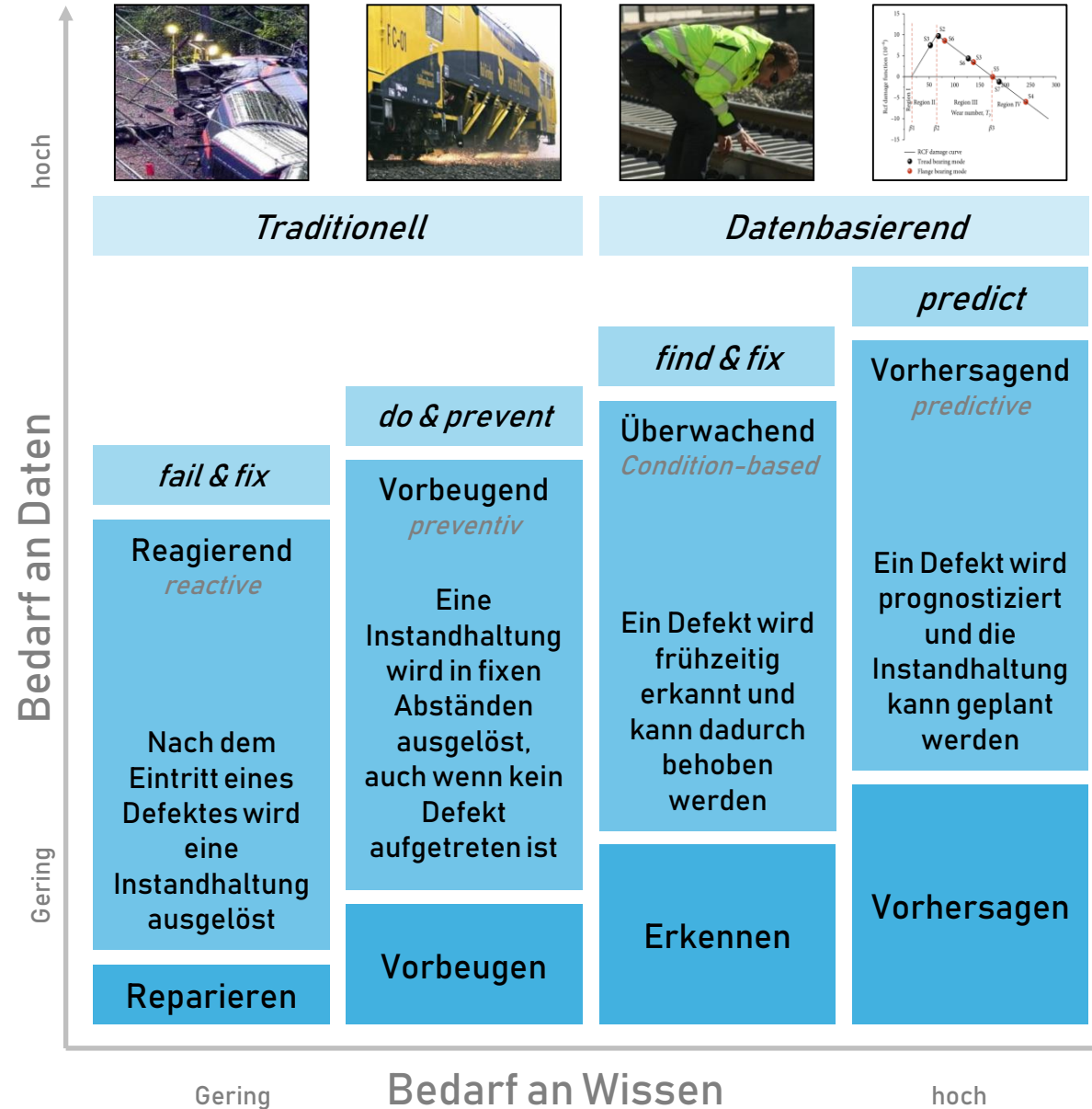


Technical Market Research

Wir erarbeiten für Sie maßgeschneiderte Lösungen für wirtschaftliche Entscheidungen in Bezug auf Ihren Fahrweg.

- 🌐 Michael Fellingner
- 🌐 Condition Assessment & Maintenance Operations
- 🌐 Promotion an der TU Graz 2020
- 🌐 “Sustainable Asset Management for Turnouts”
- 🌐 Messdatenanalyse | Verschleißmodelle | LCM

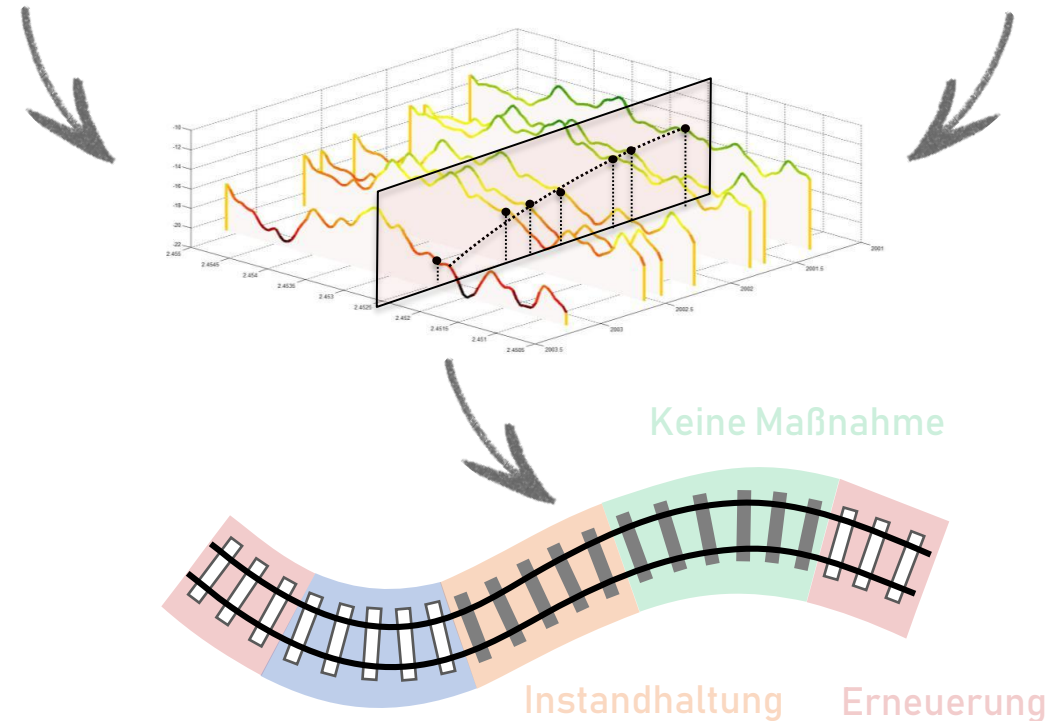
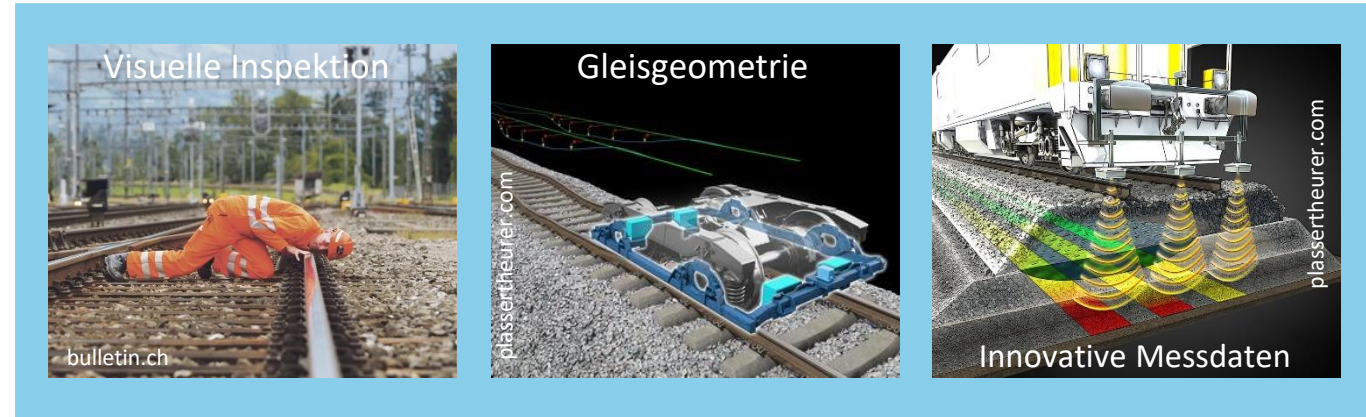
Überblick Instandhaltungskonzepte



- 🌐 Schienenverkehr nimmt zu
- 🌐 Belastung der Infrastruktur steigt
- 🌐 Verschleiß der Anlagen erhöht sich
- 🌐 Kapazitäten werden aufgebraucht



- 🌐 **Eingangsdaten**
 - 🌐 Verortete Messdaten
 - 🌐 Regelmäßige Zustandsevaluierungen
 - 🌐 Anlagendaten
- 🌐 **Verarbeitung**
 - 🌐 Messdatenauswertung
 - 🌐 Grenzwerte / Eingriffsschwellen
 - 🌐 Komponentenspezifische Zustandsbeschreibung
- 🌐 **Ergebnis**
 - 🌐 Zustands- und ortsabhängige Verschleißprognose
 - 🌐 Prognose notwendiger Instandhaltungstätigkeiten
 - 🌐 Basierend auf dem aktuellen technischen Zustand der Anlage



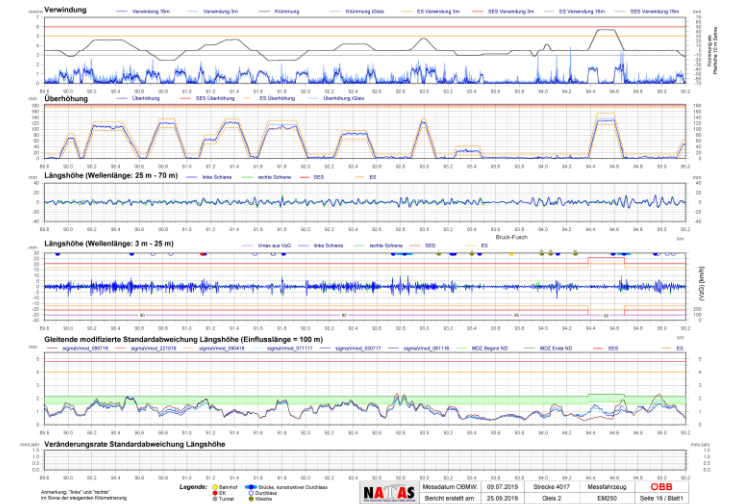
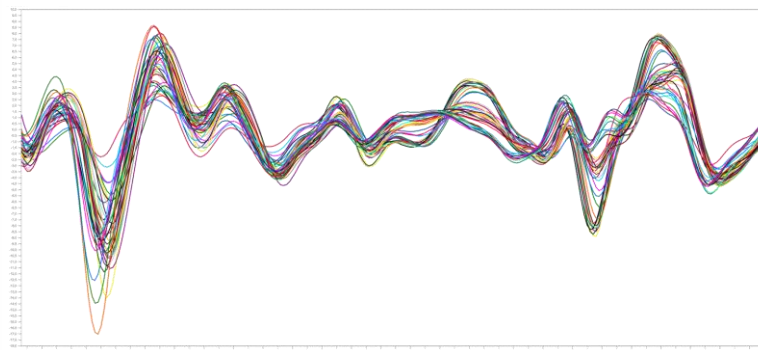
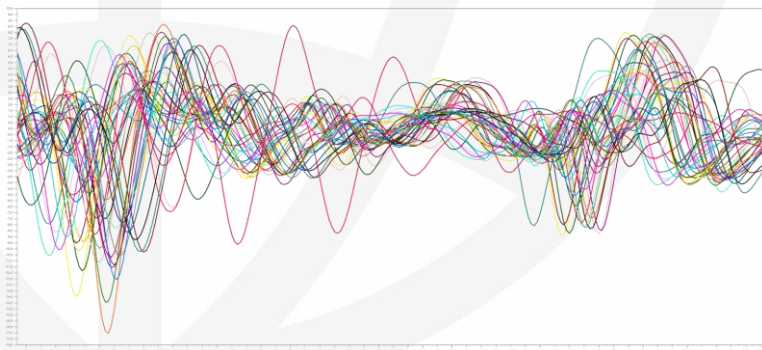
Verortete Messdaten

- Die Gleisinspektion findet seit Jahren und bei den meisten Infrastrukturbetreibern mittels Gleismesswagen / Diagnosefahrzeugen statt.
- Der Gleismesswagen ermittelt verschiedenste Gleisparameter bei Betriebsgeschwindigkeiten
- Das Gleis muss zur Inspektion nicht mehr gesperrt werden.
- Das Ergebnis der Oberbauinspektion sind verortete Messsignale.



Verortete Messdaten: JA | ABER:

- Ist die Qualität der Datenverortung ausreichend?
- Wie genau müssen Oberbaumessdaten verortet / gespeichert sein?

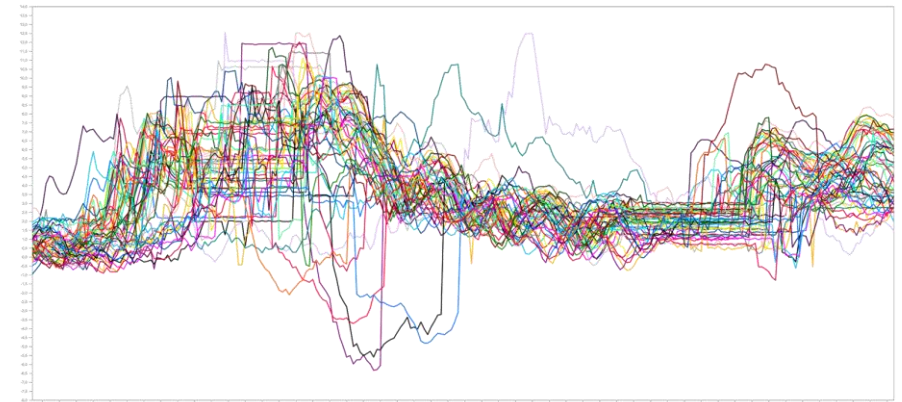
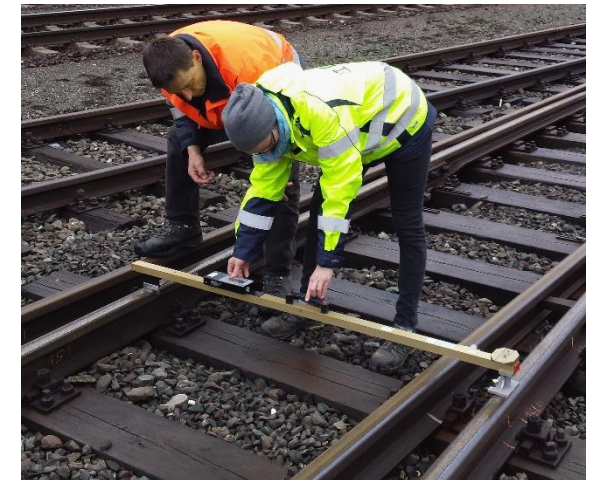
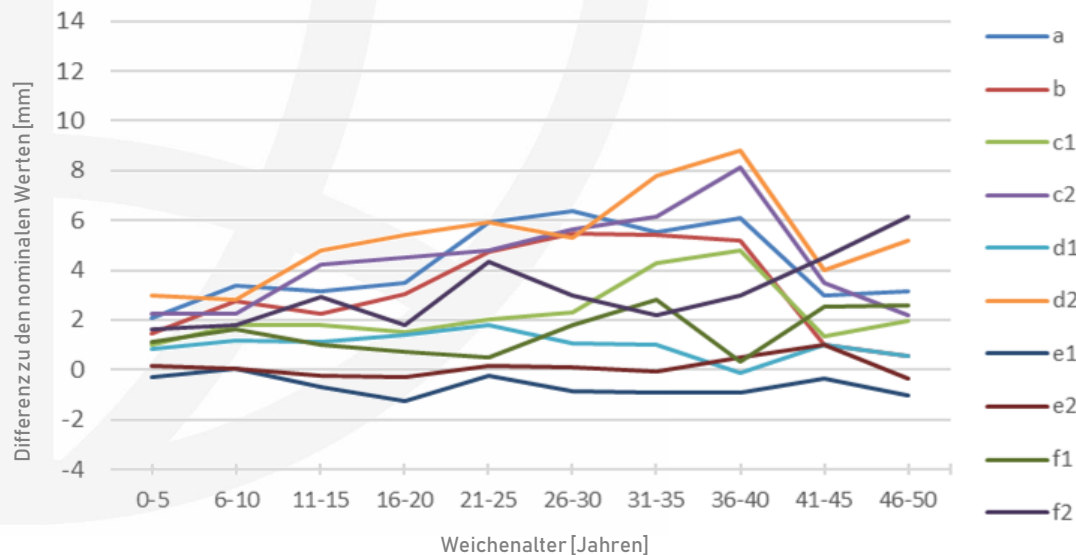


Regelmäßige Zustandsevaluierung

- Die Gleisinspektion findet seit Jahren und bei den meisten Infrastrukturbetreibern mittels Gleismesswagen / Diagnosefahrzeugen statt.
- Die Weicheninspektion hingegen wird bei den meisten Infrastrukturbetreibern noch manuell ausgeführt.
- Innerhalb fix definierter Zeitintervalle erfolgt die Begehung einer Weiche sowie die subjektive Zustandsbeschreibung.

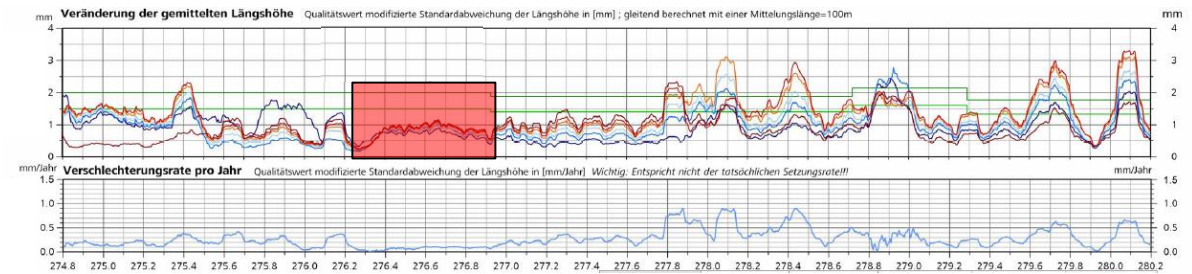
Regelmäßige Zustandsevaluierung: JA | ABER:

- Ist die Reproduzierbarkeit der Daten gegeben?
- Welche Aussagen über das Verhalten einer Weiche können mittels unbelasteter Messdaten sowie Zustandsbeschreibungen abgeleitet werden?



🌐 Anlagedaten

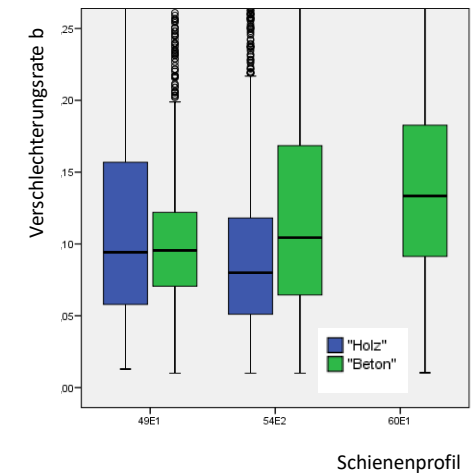
- 🌐 Neben den Messdaten bilden Anlagedaten wohl die wichtigste Grundlage, um in Richtung einer prädiktiven Instandhaltung zu denken.
- 🌐 Erst durch die Verschneidung dieser beiden Datenquellen lassen sich richtige Schlussfolgerungen ableiten.
- 🌐 Der „perfekte“ Oberbau (beinahe keine Setzungen)?



- 🌐 Der „schwere“ Oberbau weißt die höchsten Setzungsraten auf?

🌐 Anlagedaten: JA | ABER:

- 🌐 Wer ist zuständig für die kontinuierliche Pflege?
- 🌐 In welcher Auflösung sind diese Daten vorhanden?
- 🌐 Wird neben dem Oberbau auch der erweiterte Fahrweg umfasst?



🌐 Forschungs- und Entwicklungsbedarf

🌐 Verortete Messdaten



🌐 Regelmäßige Zustandsevaluierungen



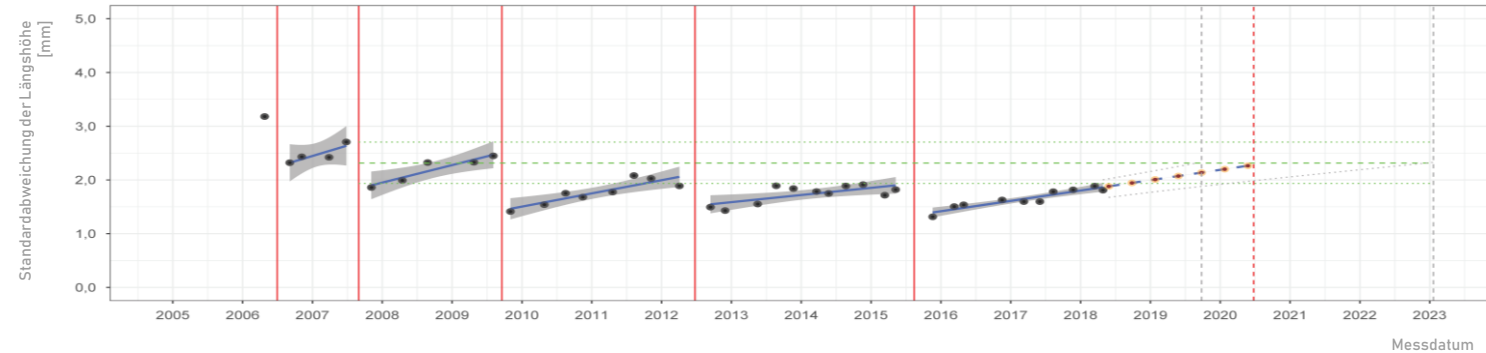
🌐 Anlagedaten



Forschungs- und Entwicklungsbedarf

🌐 Messdatenauswertung [Gleislageprognose]

- 🌐 Funktionierendes Messsystem, organisierte Datenspeicherung, präzise Stationierung sowie verknüpfte Bestandsdaten vorausgesetzt
- 🌐 Prognose der Standardabweichung der Längshöhe mittels linearer Regression als Indikator für die Gleislage hinreichen genau möglich

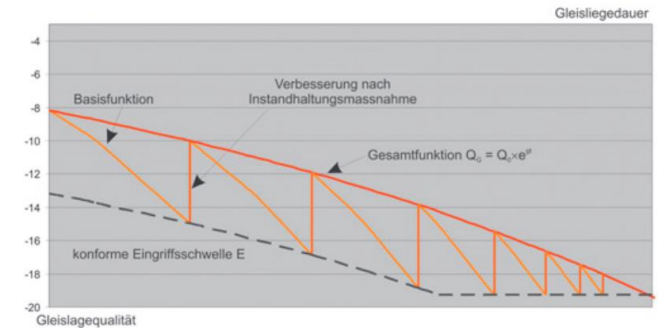


🌐 Messdatenauswertung: JA | ABER:

- 🌐 Was passiert nach der Instandhaltung?
- 🌐 Deskriptive Modelle können (mit ausreichender Genauigkeit) nur die nächste Instandhaltung prognostizieren!
- 🌐 Wären andere Modelle besser geeignet, um im Rahmen einer prädiktiven Instandhaltungsmethodik Anwendung zu finden?
- 🌐 Oder reicht es, die deskriptiven Prognosemodelle nach jeder neuen Messfahrt zu aktualisieren?

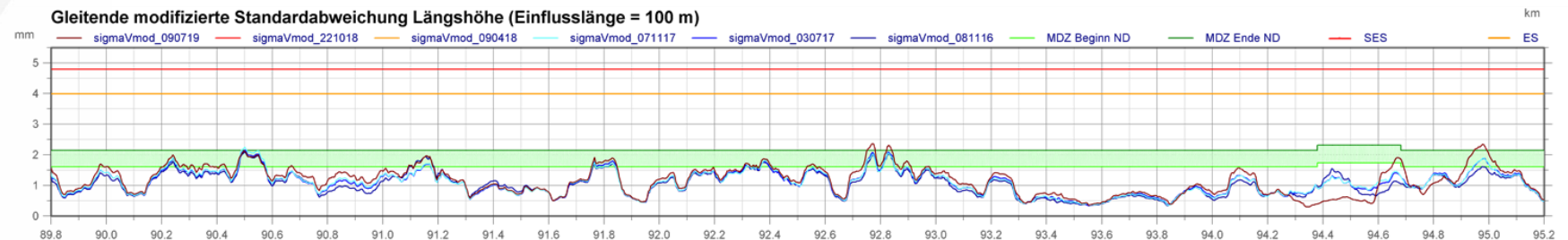
🌐 Grenzwerte / Eingriffsschwellen

- 🌐 Aufbauend auf den ermittelten Messwerten kann mittels verschiedenster Tools zur Datenverarbeitung einerseits das Überschreiten von Grenzwerten detektiert werden oder über eine Prognose der zeitliche Abstand bis zum Erreichen des Grenzwerts ermittelt werden.
- 🌐 Unter Zuhilfenahme von Regressions- bzw. Prognosefunktionen kann der Zeitpunkt der nächsten notwendigen Instandhaltung sehr exakt vorhergesagt werden.

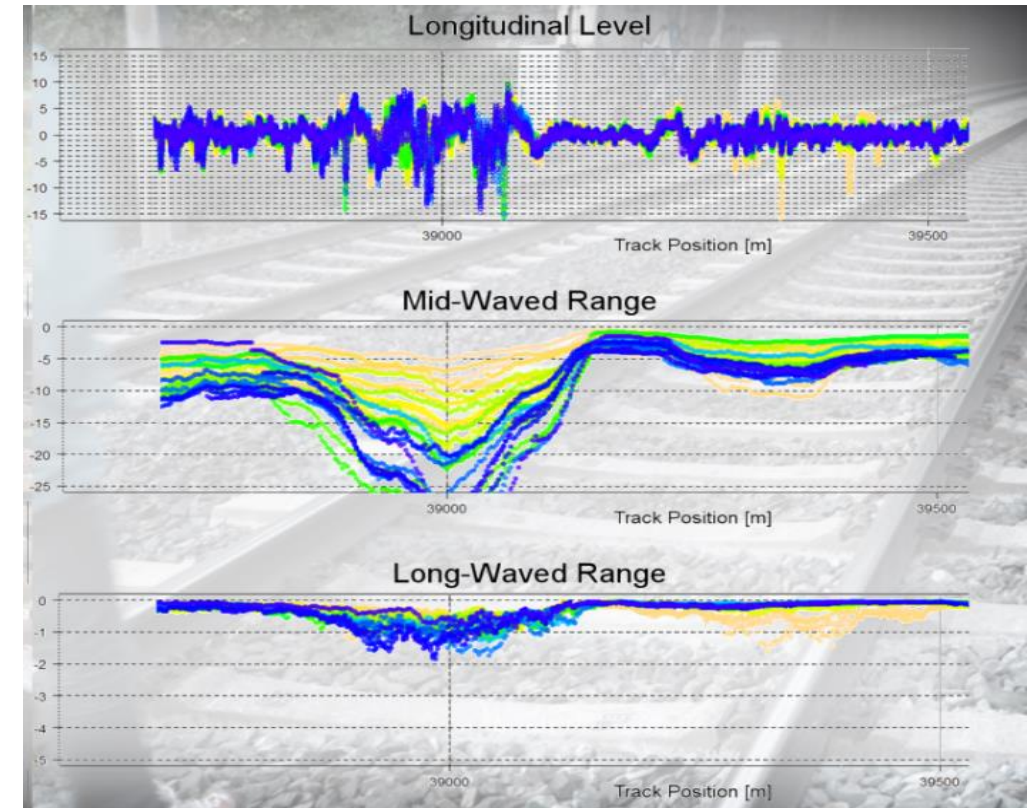


🌐 Grenzwerte / Eingriffsschwellen : JA | ABER:

- 🌐 Wer definiert diese Grenzwerte und sind diese mit den Zielen einer prädiktiven Instandhaltung abgestimmt?
- 🌐 Sind diese Grenzwerte konstant oder wären nicht konforme Eingriffsschwellen notwendig?



- 🌐 **Komponentenspezifische Zustandsbeschreibung**
 - 🌐 Zur Prognose eines Stopfeinsatzes wird üblicherweise die Standardabweichung der Längshöhe sowie deren Veränderung verwendet.
 - 🌐 Nimmt diese Methodik bedacht darauf, dass in gewissen Situation Stopfen den „Fehler“ nicht beseitigen kann?
 - 🌐 Der Verfall der Gleislage kann auch nur ein Indikator für ein anderswo verortetes Problem sein?
 - 🌐 Fraktalanalyse / Leistungsdichtespektrum
- 🌐 **Komponentenspezifische Zustandsbeschreibung: JA | ABER:**
 - 🌐 Ursache eliminieren und nicht nur die Symptome beseitigen.
 - 🌐 Holistische komponentenspezifische Zustandsbeschreibung möglich?



Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Verortete Messdaten



Regelmäßige Zustandsevaluierungen



Anlagedaten



Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Messdatenauswertung



Grenzwerte / Eingriffsschwellen



Komponentenspezifische Zustandsbeschreibung



Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Verortete Messdaten



Regelmäßige Zustandsevaluierungen



Anlagedaten



Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Messdatenauswertung



Grenzwerte / Eingriffsschwellen



Komponentenspezifische Zustandsbeschreibung

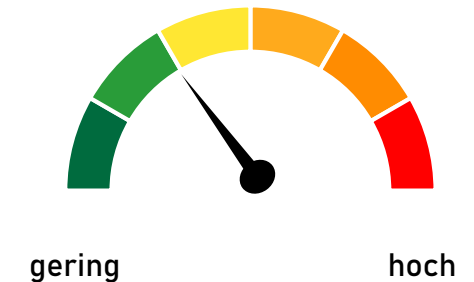


Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Zustands- und ortsabhängige Verschleißprognose

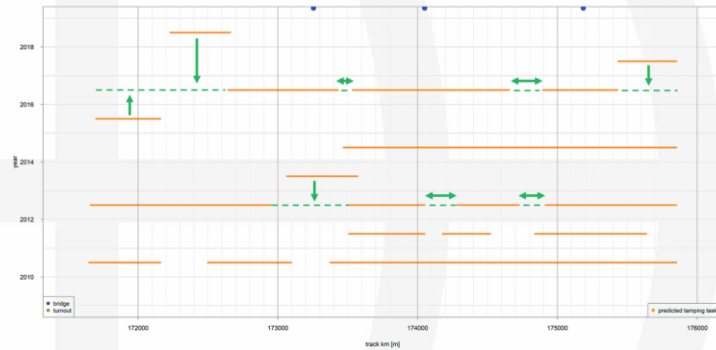


Prognose notwendiger Instandhaltungstätigkeiten



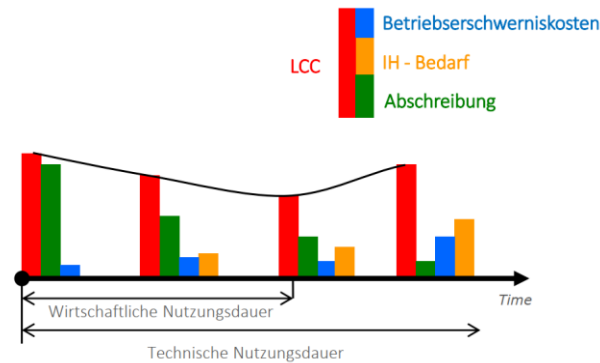
Homogenisierung

- Sinnvolle Abschnitte / Abschnittslängen wählen
- Sonderkonstruktionen / Randbedingungen beachten
- Baubetriebliche Aspekte



Wirtschaftliche Betrachtung

- Annuitätenmonitoring
- Lebenszyklusbetrachtungen
- Reihung nach „finanziellem Schaden“



Maßnahmenentscheid



- 🌐 **Kenntnis des Gesamtprozesses**
 - 🌐 Im Kontext einer prädiktiven Instandhaltungsstrategie sind meistens viele interne Institutionen involviert
 - 🌐 Eine prädiktive Instandhaltung muss somit als zentrales Thema vom Management vorgegeben werden
 - 🌐 Nur wenn jede beteiligte Instanz nach dieser Methodik arbeitet, kann das System erfolgreich sein
- 🌐 **Daten, Daten, Daten**
 - 🌐 Um von Daten zu Taten zu gelangen, sind Zeitreihen in Kombination mit Know-how über das System Bahn essentiell
 - 🌐 Das „Silo“-Denken, auch innerhalb eines Unternehmens ist diesbezüglich nicht förderlich
 - 🌐 Kombinierte Messdaten einer Anlage spiegeln den aktuellen Zustand bestens wieder
- 🌐 **Eingliederung der prädiktiven Instandhaltungsstrategie in ein nachhaltiges Anlagenmanagement**
 - 🌐 Rein technisch basierte Entscheidungen über notwendige Instandhaltungstätigkeiten greifen zu kurz
 - 🌐 Die wirtschaftliche Bestätigung von aus technischer Sicht notwendiger Instandhaltungstätigkeiten ist notwendig & nachhaltig
 - 🌐 Somit können Fehlentscheidungen vermieden und das Gesamtsystem technisch & wirtschaftlich optimiert werden

*Gesamtprozess-
Implementierung*

Open Data Policy

*Nachhaltiges
Anlagenmanagement*

Prädiktive Instandhaltung der Schieneninfrastruktur

Forschungs- und Entwicklungsbedarf und Aufbau von
Rahmenbedingungen sowie Anreizen - was müssen wir tun?