
connect@rail im Realbetrieb
KI-gestützte Gleisdiagnose bei den Graz Linien
GRAZ
HOLDING
ZF

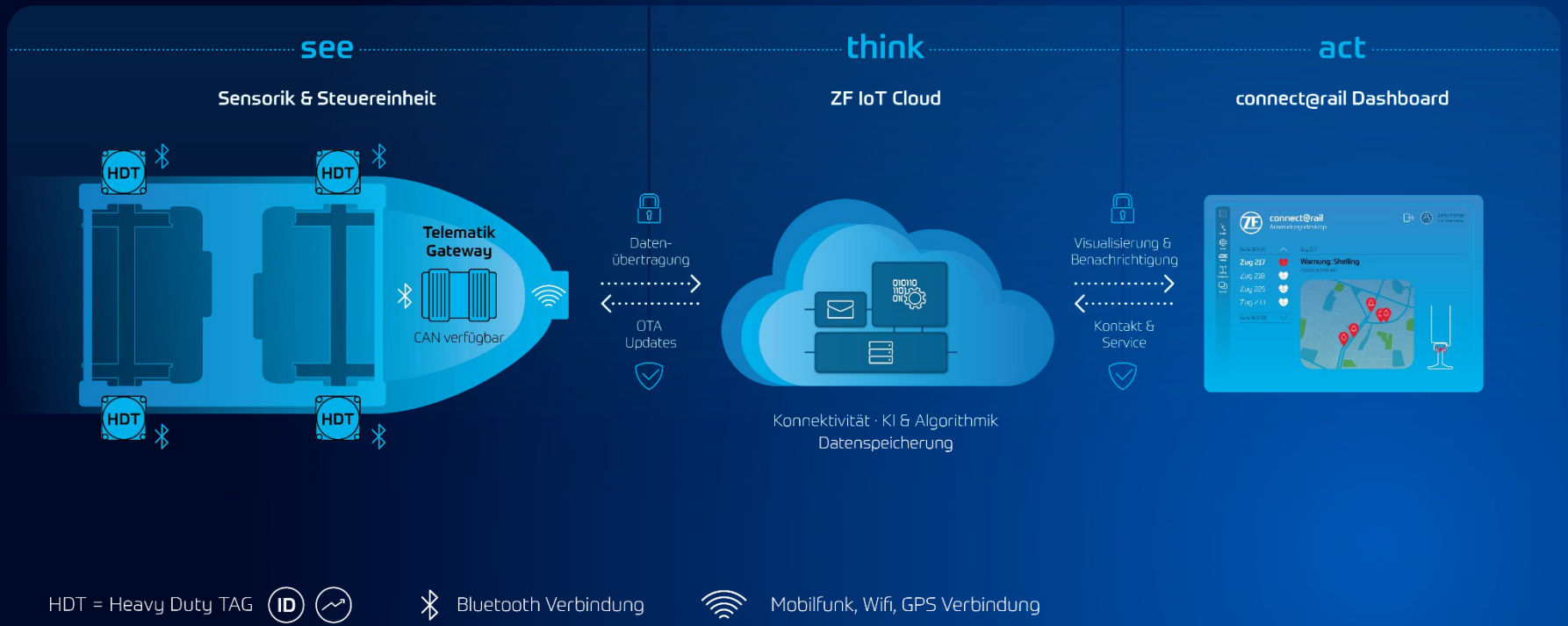
Infrastructure and Driveline Monitoring



- Infrastruktur
- Räder
- Antriebsstrang-Komponenten
- Komponenten-Identifikation

© ZF Friedrichshafen AG

Infrastructure and Driveline Monitoring
Portfolio der Konnektivitätslösung

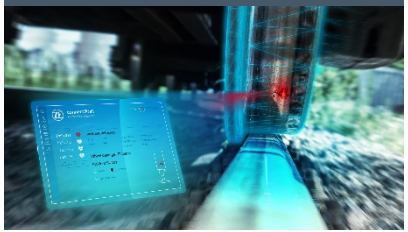


© ZF Friedrichshafen AG

connect@rail – Features

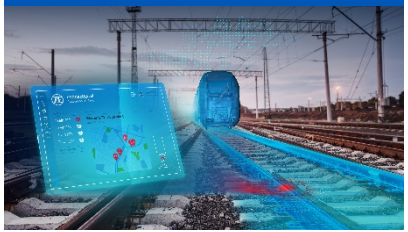
Radüberwachung

Feststellung von Schäden an Rädern, wie z.B. Flachstellen und Radlaufflächen-Verschleiß



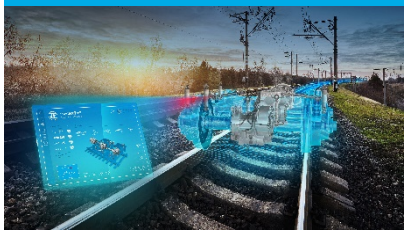
Infrastruktur-Monitoring

Kontinuierliche Überwachung der Schienenstrecke auf Beschädigungen oder Veränderungen



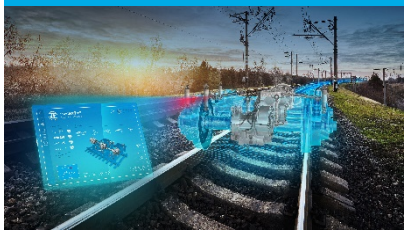
Lagerüberwachung

Kontinuierliche Überwachung der Achslager



Überwachung der Antriebsstrang-Komponenten

Intelligente Zustandsüberwachung von Komponenten wie Getrieben



© ZF Friedrichshafen AG

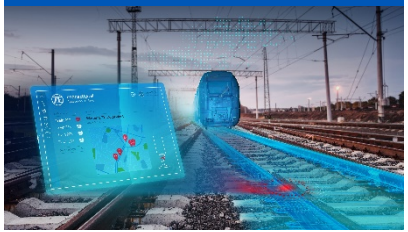
connect@rail – Features

Radüberwachung

Feststellung von Schäden an Rädern, wie z.B. Flachstellen und Radlaufflächen-Verschleiß

Infrastruktur-Monitoring

Kontinuierliche Überwachung der Schienenstrecke auf Beschädigungen oder Veränderungen



Lagerüberwachung

Kontinuierliche Überwachung der Achslager

Überwachung der Antriebsstrang-Komponenten

Intelligente Zustandsüberwachung von Komponenten wie Getrieben

© ZF Friedrichshafen AG

Feature: Infrastruktur-Monitoring



© ZF Friedrichshafen AG

Infrastruktur-Monitoring

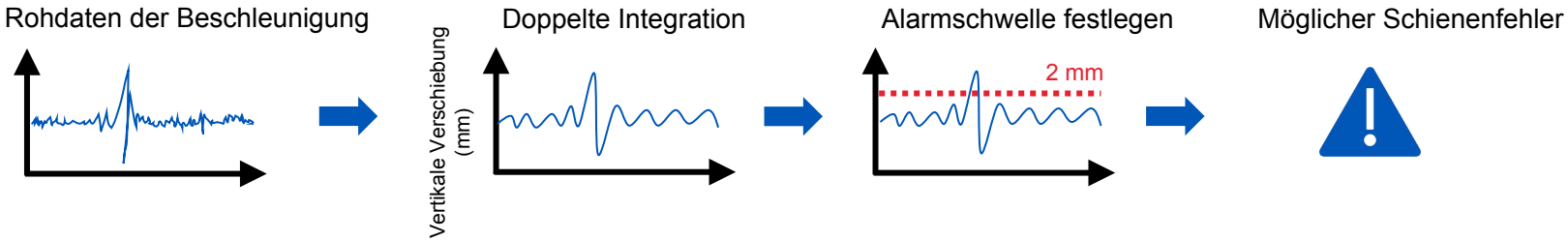
Auswirkungen auf Schienen erkennen.

- Kontinuierliche Überwachung des Schienennetzes auf Beschädigungen oder Veränderungen durch Erfassung von statistischen Beschleunigungsdaten
- Exakte Lokalisierung via GPS
- Übersichtliche Darstellung und Gruppierung von Verschleißerscheinungen wie Rillenbildung, defekte Schienenverbindungen, Ausbröckelungen, Radabrieb, Oberflächenausbrüche, Absenkungen
- Automatisierte Benachrichtigungen und Rückmeldungen in einem benutzerfreundlichen Dashboard
- Verwendung derselben Hardware wie für die Radüberwachung in einem Modus mit mehreren Funktionen
- Messequipment in Fahrzeugen des Regelverkehrs
  → kein spezielles, teures Messfahrzeug notwendig

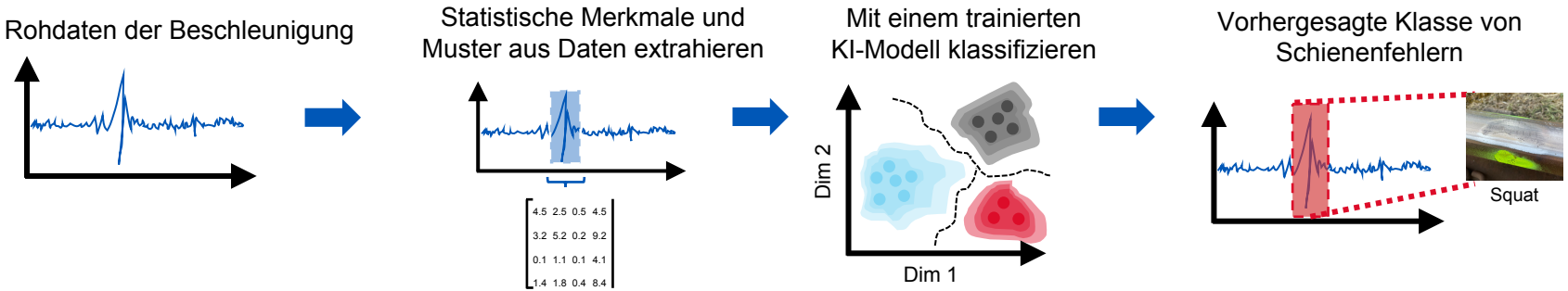


Infrastruktur-Monitoring
Prädiktion

Traditioneller regelbasierter Ansatz



ZF: KI-basierter Ansatz

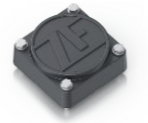


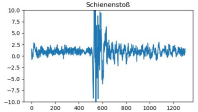
© ZF Friedrichshafen AG

Infrastruktur-Monitoring

Von der Vibration zum Defekttyp

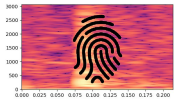
Schritt 1: “Zuhören”





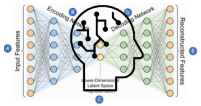
Sensoren zeichnen im regulären Fahrbetrieb die Vibrationen auf

Schritt 2: “Transformieren”



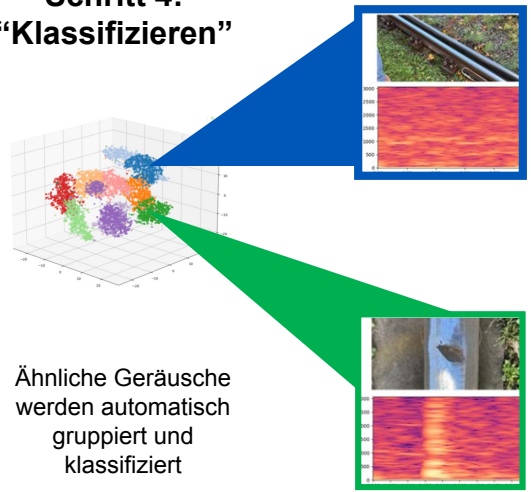
Das Signal wird in eine „fingerabdruckähnliche" Signatur umgewandelt

Schritt 3: “Lernen”



Das KI-System wird mit vielen bekannten Defektbeispielen trainiert

Schritt 4: “Klassifizieren”



Ähnliche Geräusche werden automatisch gruppiert und klassifiziert

Der Prozess funktioniert ähnlich wie bei einem erfahrenen Instandhaltungsingenieur, der in einem fahrenden Zug zuhört, um einen Schaden zu erkennen

© ZF Friedrichshafen AG

Kontinuierliche Überwachung der Gleise im Vergleich

Gleisinspektor



KI



KI ersetzt keine Streckenkontrolleure – sie skaliert deren Expertise jeden Tag über das gesamte Netz!

© ZF Friedrichshafen AG

connect@rail im Realbetrieb bei den Graz Linien

Success Stories
Infrastruktur-Monitoring in Graz

- Start der Infrastrukturüberwachung im Sommer 2025
- Aktuell sind **4 Fahrzeuge** mit der Funktion ausgestattet
- **150.000 km** analysierte Gleisstrecke
- **4 Milliarden** vom KI-System verarbeitete **Datenpunkte**
- Robuste Erkennung und Positionierung von Defekten



© ZF Friedrichshafen AG

Success Stories

Graz Linien: Netzabdeckung und Überwachung

~90 km
Gleisstrecke

~220
Weichen und Kreuzungen

~2 Monate
für eine vollständige Netzbegehung

Bestehende Inspektionspraxis

- Regelmäßige Gleisbegehungen umfassen die Schienen, die weitere Infrastruktur und die Umgebung
- Netzausbau und stärkere Nutzung erhöhen das Risiko von unerkannten Veränderungen zwischen den Inspektionen

Überwachung im Fahrgastbetrieb

- Alle Einsatzfahrzeuge sind mit connect@rail ausgestattet
- Vier Fahrzeuge nutzen das Track Monitoring Feature, um das Netz regelmäßig abzudecken – ohne zusätzliche Messfahrten
- Das System ergänzt die bestehenden Gleisbegehungen

© ZF Friedrichshafen AG

Success Stories

Graz Linien: Gezielte Inspektion und Instandhaltung

Gezielte Vor-Ort-Prüfungen

Das Web-Dashboard stellt erkannte Anomalien auf einer Karte dar, sodass Instandhaltungs-Teams die betroffenen Stellen prüfen und den Schienenzustand beurteilen können.

Frühere Intervention

Die Früherkennung unterstützt rechtzeitiges Handeln, einschließlich der Bewertung sicherheitsrelevanter Anomalien. Sie kann Folgeschäden und Instandhaltungskosten reduzieren.

Gezielter Ressourceneinsatz

Gemeldete Anomalien stimmen in hohem Maße mit den Vor-Ort-Befunden überein. Teams können Inspektion und Instandhaltung auf Stellen mit höherem Bedarf konzentrieren.

Langfristige Instandhaltungsplanung

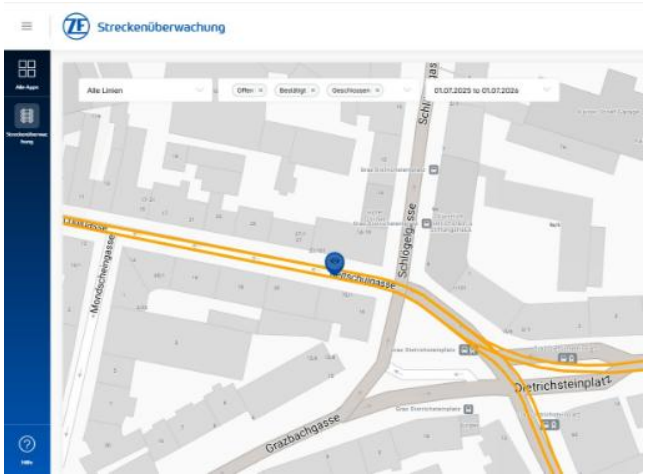
Kontinuierliche Daten zeigen wiederkehrende Anomalien und Bereiche mit häufigen Schäden. Diese Trends unterstützen eine vorausschauende, bedarfsorientierte Instandhaltung.

© ZF Friedrichshafen AG

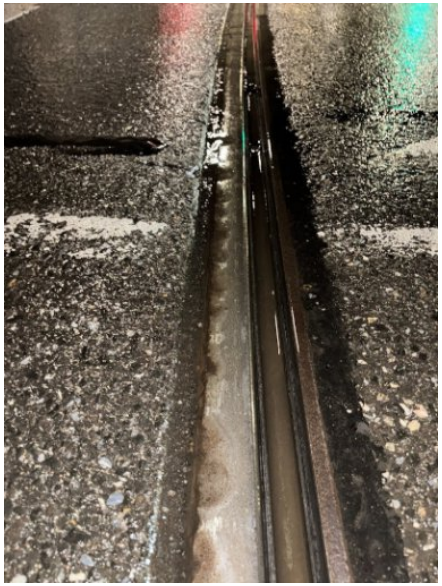
Success Stories

Graz Linien: Schleuderstellen und Riffelbildungen

Dietrichsteinplatz / Reitschulgasse, Fahrtrichtung stadtauswärts



Dashboard: erkannte Anomalie



Befund vor Ort: Schleuderstellen / Riffelbildungen

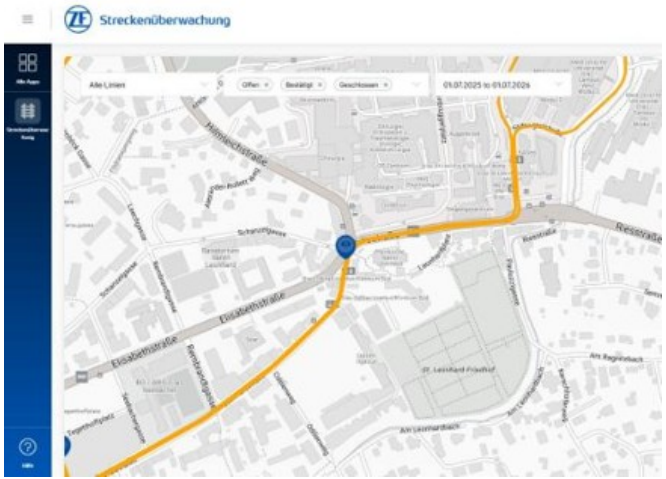
Vor Ort bestätigt

- connect@rail hat an der Kreuzung eine Anomalie gemeldet
- Die Vor-Ort-Inspektion bestätigte Schleuderstellen / Riffelbildungen
- Der Befund ermöglicht gezielte Prüfungen und eine rechtzeitige Instandhaltungsplanung

© ZF Friedrichshafen AG

Success Stories
Graz Linien: Squats

Leonhardstraße / Elisabethstraße



Dashboard: erkannte Anomalie



Befund vor Ort: Squats

Vor Ort bestätigt

- connect@rail hat an der Kreuzung eine Anomalie gemeldet
- Die Vor-Ort-Inspektion bestätigte Squats in der Schiene
- Die Früherkennung unterstützt eine zügige Bewertung und Planung von Instandhaltungsmaßnahmen

© ZF Friedrichshafen AG

Success Stories

Infrastruktur-Monitoring in Graz

Von der KI erkannte Fehler – bestätigt nach einer Streckenbegehung vor Ort



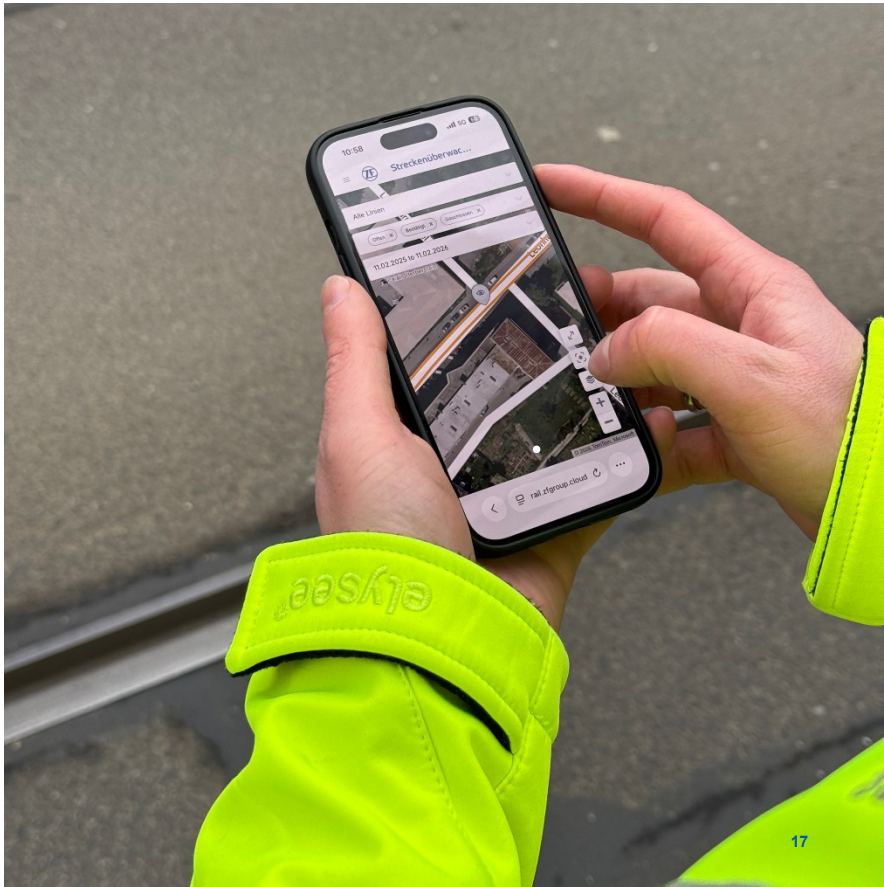
Flachstelle



Schienenbruch



Schienenriss



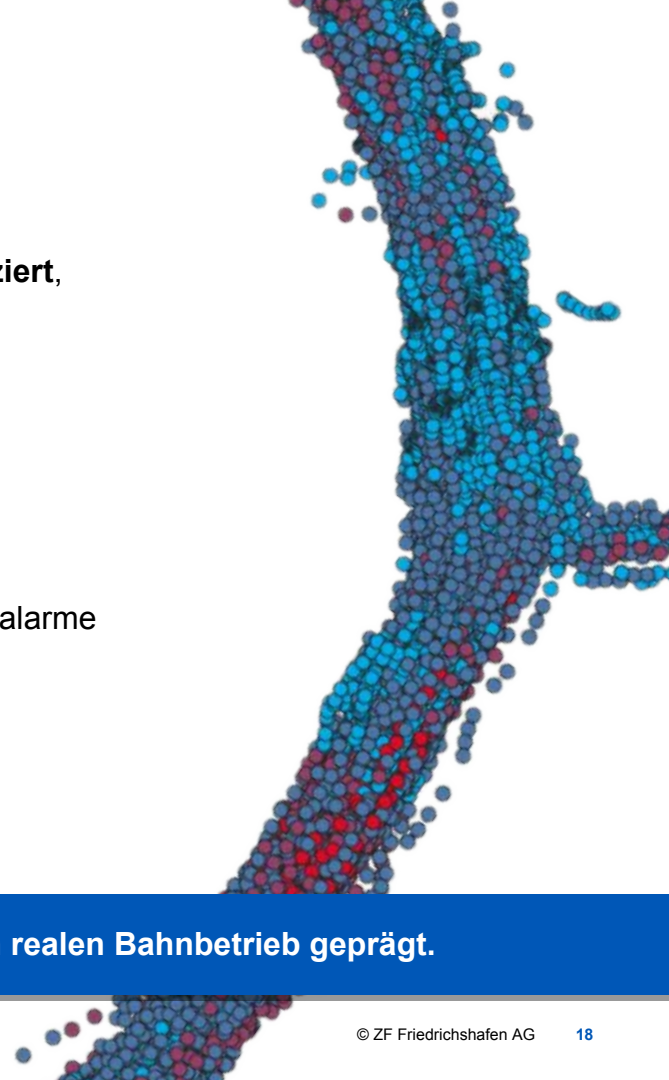
Vom Konzept zur Wirkung: Im Einsatz bewährt, von Kunden geschätzt

Betrieblicher Nutzen

- In den ersten Betriebsmonaten wurden **5 bislang unbekannte Defekte identifiziert**, darunter eine Riffelbildung, eine Schleuderstelle und ein Schienenbruch.
- Geringerer manueller Inspektionsaufwand durch automatisierte Erkennung und bessere Priorisierung kritischer Gleisdefekte
- Nahtlose Integration in bestehende Workflows der Instandhaltungsplanung

Kontinuierliche Optimierung

- Kundenfeedback wird genutzt, um Erkennungsschwellen zu kalibrieren und Fehlalarme zu reduzieren
- Regelmäßige Feedbackschleifen mit den Instandhaltungsteams
- Die Systemleistung verbessert sich fortlaufend



Das KI-gestützte System ist nicht statisch – es lernt ständig und wird vom realen Bahnbetrieb geprägt.

© ZF Friedrichshafen AG

Haben Sie Fragen?

Dann kontaktieren Sie uns gerne:



Alan Dittrich
alan.dittrich@zf.com



Adolf Polivka
adolf.polivka@holding-graz.at

Oder besuchen Sie uns online:
www.zf.com/connect-at-rail

© ZF Friedrichshafen AG

Vielen Dank



ZF Friedrichshafen AG behält sich sämtliche Rechte an den gezeigten technischen Informationen einschließlich der Rechte zur Hinterlegung von Schutzrechtsanmeldungen und an daraus entstehenden Schutzrechten im In- und Ausland vor.
ZF Friedrichshafen AG reserves all rights regarding the shown technical information including the right to file industrial property right applications and the industrial property rights resulting from these in Germany and abroad.

© ZF Friedrichshafen AG