



Foto: Volker Emersleben

FOS für dispositive Zugortung, Zuglängenbestimmung, Reisendenwarnung und –information

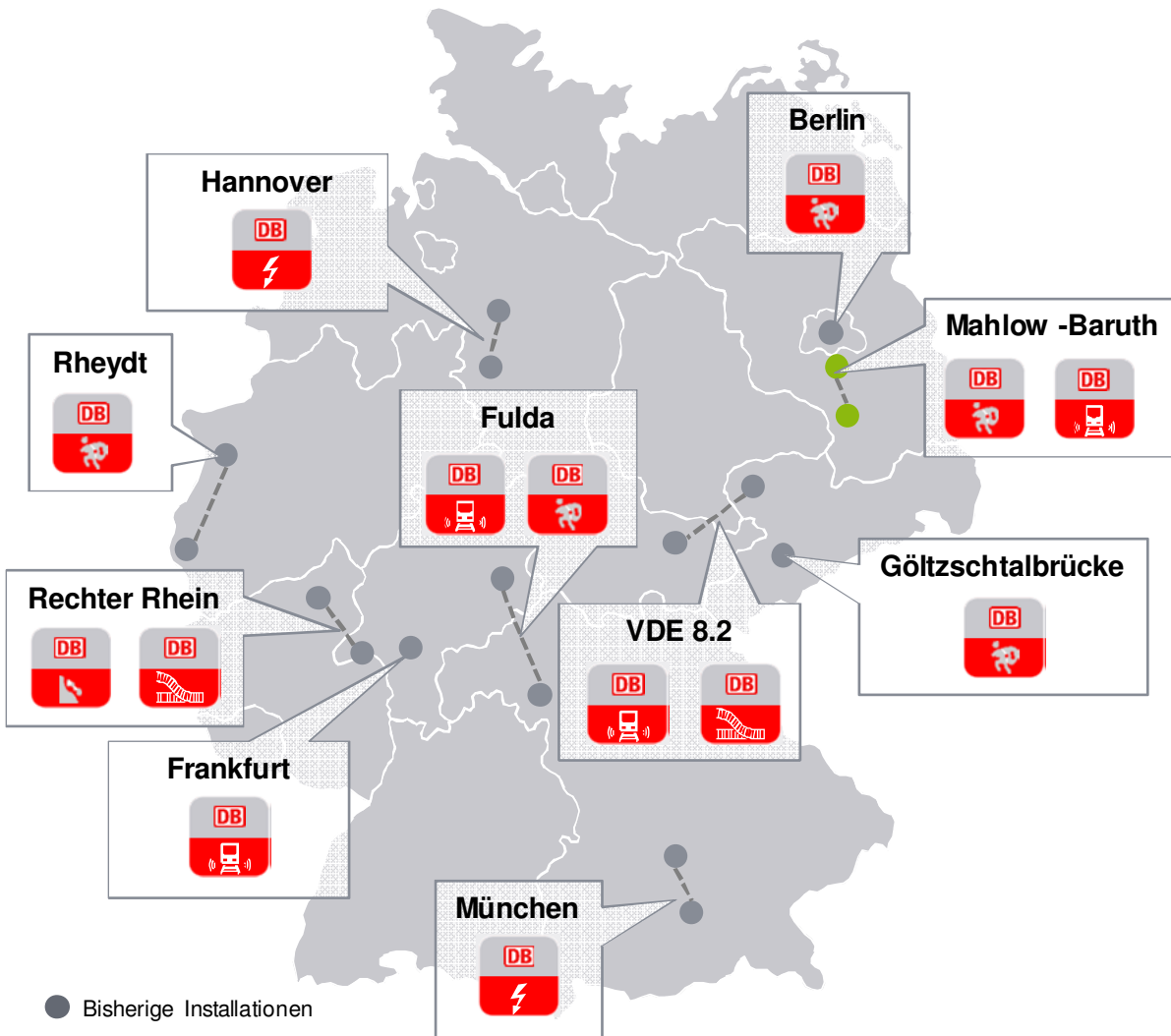
Agenda

- Einleitung
- Forschungsergebnisse BAM zum Thema Train Tracking
- Reisendenwarnung
- mFUND Forschungsvorhaben FoSSIL 4.0
- Reisendeninformation
- Fahrempfehlungen und Dispositionsentscheidungen

FOS – Einleitung

Installationen im eigenen Netz

Zielbild



Erforschung der Technik sowie deren Nutzbarkeit vor dem Hintergrund der Kapazität, Security und Qualität des Bahnbetriebes



● Bisherige Installationen

● Installationen in Betrieb

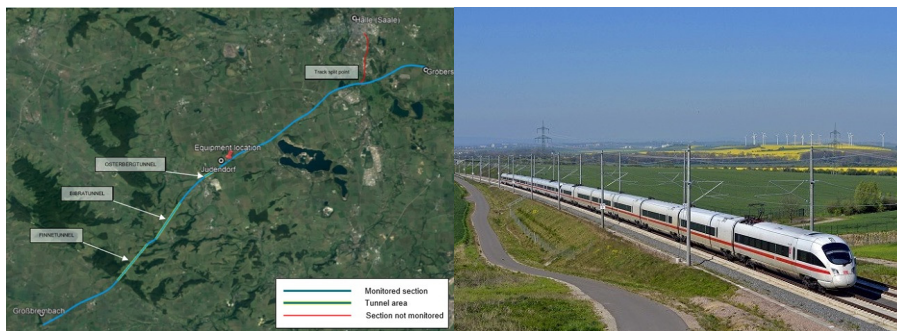
1 inkl. Zuggeschwindigkeit, -länge und Ankunftszeiten

2 inkl. "Detektion Flachstellen" und "laute/leise Güterwagen"

FOS – Forschungsergebnisse BAM zum Thema Train Tracking

- Die Zugverfolgung ist eine Basisfunktionalität von FOS
- Basierend auf den FOS Daten sind eine Vielzahl an möglichen Anwendungsszenarien vorstellbar, u.a.:
 - Effiziente Fahrempfehlungen
 - Dispositionshilfe
 - Reisendeninformation
 - Reisendenwarnung
 - Zugintegrität
 - Gleisfreimeldung
- Zusammen mit der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) wurde untersucht, ob sich FOS zur Zugverfolgung im non-SIL Bereich eignet (Bestimmung von Zugposition und Zuggeschwindigkeit) als auch Grundlegende Untersuchungen zum Thema Zugintegrität

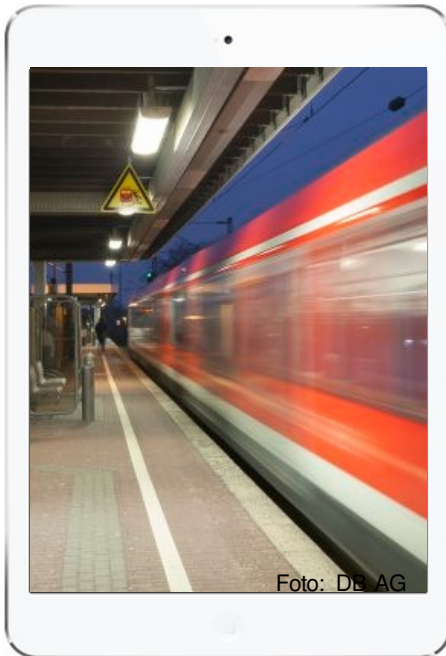
- 2 Messkampagnen
 - VDE 8 zwischen Erfurt und Leipzig (feste Fahrbahn)
 - Strecke Berlin – Dresden (Schotteroberbau)
- FOS Hardwaregeneration 1 (Fotech Helios DAS System)
- Die Untersuchung konnte aufzeigen, das je nach Zweck verschiedene Analyseverfahren zum Einsatz kommen können
 - Train View Methode (Zugposition im Zeitverlauf), schnelle Ermittlung von Position und Geschwindigkeit
 - Rail View (feste Messpositionen entlang der Strecke), etwas langsamere Ermittlung der Parameter, dafür wesentlich genauer und robuster
 - Artificial Neural Network Analyse, Kombination aus Rail View und AI zur Zählung von Drehgestellen -> Ermittlung der Zugintegrität
- Aus der Durchfahrzeit von Drehgestellgruppen konnte die Geschwindigkeit mit einer Genauigkeit von bis zu ± 1 km/h (bei 160 km/h) für ICE-Züge auf der festen Fahrbahn mit einem sehr guten, konstantem Signal



| $\delta v_{train-view}$ | $\delta v_{rail-view}$ | $\delta v_{bogie-cluster}$ |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| ± 24 km/h (avg. 2 s) | - | - |
| ± 5.1 km/h (avg. 7.5 s) | ± 4.8 km/h (avg. 341 m) | ± 1.2 km/h (avg. 341 m) |
| ± 4.5 km/h (avg. 15 s) | ± 3.5 km/h (avg. 681 m) | ± 0.8 km/h (avg. 681 m) |

- Die Forschungsergebnisse wurden auch in einem frei verfügbaren Artikel in der Fachzeitschrift MDPI Sensors veröffentlicht.
<https://www.mdpi.com/2076-3417/10/2/448>

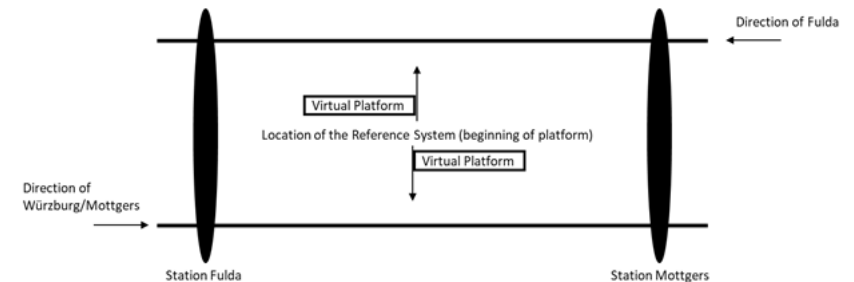
FOS – Reisendenwarnung



ERFAHRUNGEN

- Erste Versuche zur Geschwindigkeitsmessung und daraus Abgeleiteten Vorankündigung am Bahnsteig im Jahr 2014 mit der 1. Hardwaregeneration auf der Strecke Fulda – Würzburg.
- Für die Analyse wurde eine virtuelle Plattform genutzt. Als Referenzsystem wurde eine Anlage der Firma Dralle verwendet, welche punktuell verlässliche Daten über den Zug liefert. Der Beginn dieser virtuellen Plattform wurde so gewählt das dieser mit dem Referenzsystem übereinstimmt.
- Ergebnisse übersteigen die Lastenheftanforderungen an ein solches System.

| Anforderung (RW 30 s +/- 15 s) | Erzielte Genauigkeit |
|---|-------------------------|
| 95 % für durchfahrende Züge mit $V_{\max} \leq 160$ km/h | 99 % |
| 97 % für durchfahrende Züge mit $V_{\max} > 160$ km/h | 99,5 % |



SITUATION

- Heute erfolgt die Reisendenwarnung meist manuell
- automatische Systeme sind sehr teuer und nur für jeweils eine Station einsetzbar

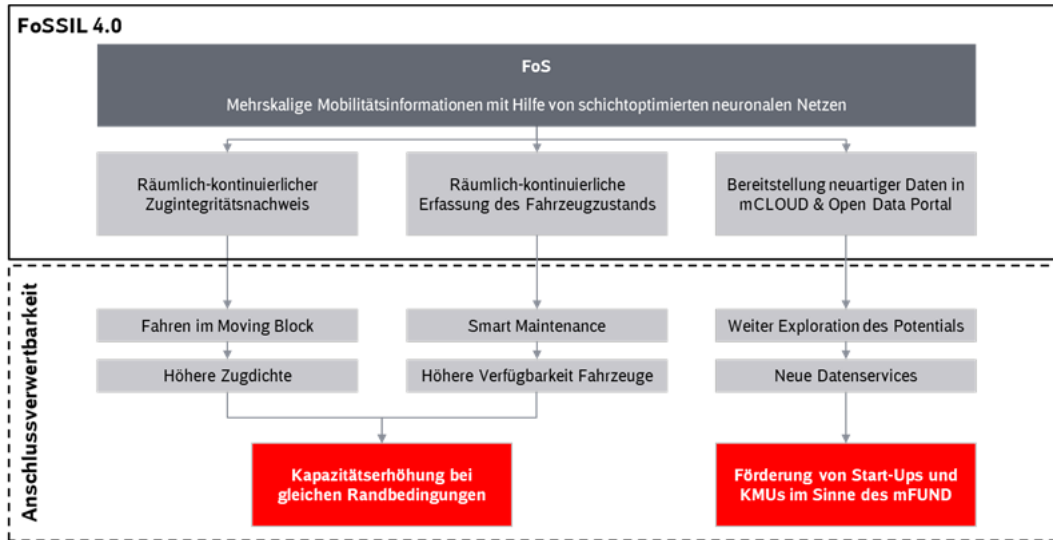
ANWENDUNG

- Verprobung eines automatischen Reisendenwarnsystems unter Verwendung von FOS-Technologie (2. Hardwaregeneration) für DB Station & Service auf einem Teilstück der Strecke zwischen Berlin – Dresden.
- Zur Umsetzung dieses Vorhabens wird eine IT-Plattform benötigt, die die Daten der Dispositionssysteme mit den Daten der Fiber Optic Sensing Systemen kombiniert, um einen Auslöser an die elektronische Lautsprecheransage zu senden, welche dann die Reisendenwarnung im vorgegebenen Zeitfenster durchführt.
- 1. Phase: Aufbau und Durchführung eines Proof of Concept zur Entwicklung einer Plattform für die Zusammenführung von FOS- und relevanten DB Netz-Daten (z. B. Zugnummer, eingestellte Fahrstraße, Planhalte, etc.) und deren Verarbeitung (Fachlogik) zur Ermittlung des korrekten Warnzeitpunkts

FOS – mFUND Forschungsvorhaben FoSSIL 4.0

Faseroptische Sensorik für sicherheitsrelevante (Safety Integrity Level) Bahnanwendungen

Konzept & Projektziele

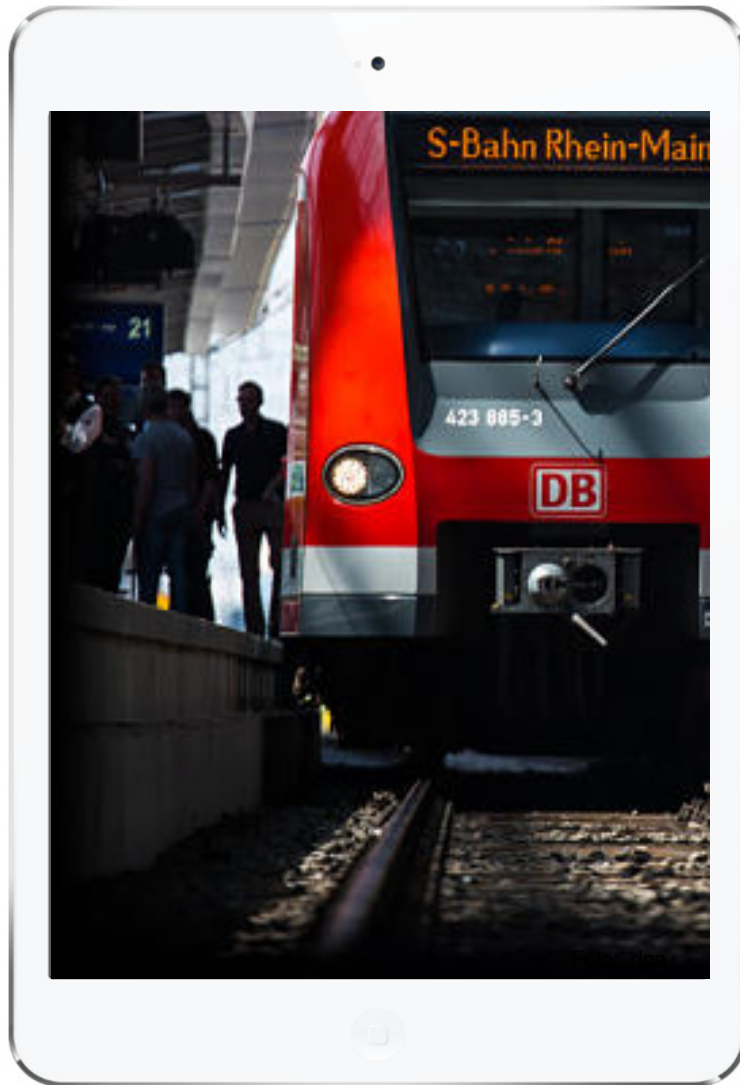


- Kooperation von DB Netz AG, AP Sensing GmbH und TU Darmstadt
- Qualifizierung und Demonstration von FOS für den räumlich-kontinuierlichen, sicheren Zugintegritätsnachweis
- Aufnahme, Auswertung und Veredelung von Echtzeitdaten zum Zustand des rollenden Materials sowie des Oberbaus und dessen Verschleiß über die Zeit (Smart Maintenance)
- Verfügbarmachung der Daten für Dritte (Startups, KMU, Universitäten, etc.) zur Identifikation der „Schätze“ in den Daten und Nutzbarmachung dieser

Anforderungen / Aufgaben

| | |
|---|--|
| Erstellung der Systemspezifikation | <ul style="list-style-type: none"> • FOS als SILx-System für GFM bzw. Zugintegrität • integrierbar in die bestehende DSTW/ETCS-Landschaft • Berücksichtigung der D-A-CH Region |
| kontinuierliche Verbesserung von Algorithmen | <ul style="list-style-type: none"> • Einsatz des maschinellen Lernens zur Erreichung von zuverlässigen Informationen |
| Erbringung des Sicherheitsnachweises für das eingesetzte maschinelle Lernen in FOS | <ul style="list-style-type: none"> • Erkennung von potenziellen Gefahren für den Bahnbetrieb in der Entwicklungsphase • Skizzieren eines Roadmaps für den Sicherheitsnachweis datengetriebener Algorithmen |
| Umgang mit neuartigen Daten im Rahmen der Mobilität für die Infrastruktur und Fahrzeuge | <ul style="list-style-type: none"> • Bereitstellung der Daten auf der mCLOUD und dem Open Data Portal der DB AG • Erkennung von Frequenzmustern durch Veredelung der erfassten Daten |

FOS – Reisendeninformation



KUNDEN- INFORMATION

SITUATION

*Hohe Varianz bei den
angezeigten Zuglängen der
Reisendeninformati-
onsysteme*



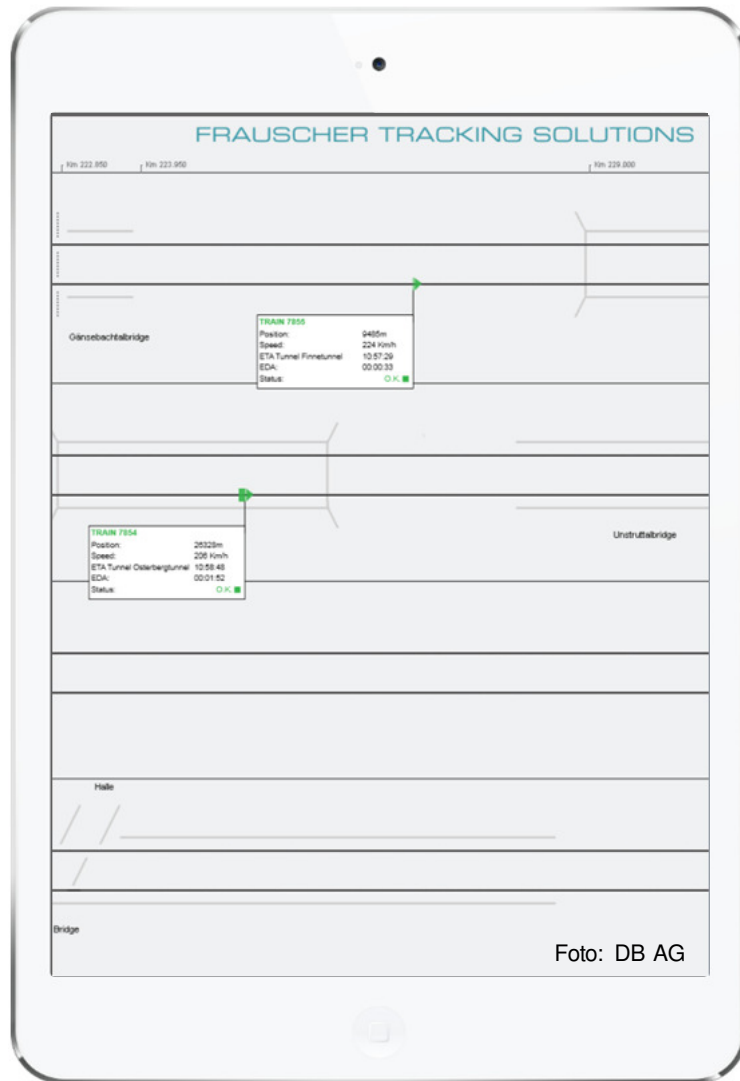
ANWENDUNG

*Anzeige aktueller Zuglänge
in Echtzeit ermöglicht geringere
Umsteigezeiten z.B. in
Knoten, insbesondere zur
Hauptverkehrszeit*

ERFAHRUNGEN

*Ergebnisse übersteigen
Genauigkeit aktueller
Systeme*

FOS – Fahrempfehlungen und Dispositionsentscheidungen



EFFIZIENTER ZUGBETRIEB

SITUATION

Zuggeschwindigkeiten entsprechen Planvorgaben und nicht aktuellen Gegebenheiten



ANWENDUNG

Kontinuierliche Zugortung ermöglicht zuverlässige Vorhersagen der Ankunftszeit und effiziente Fahr- und Dispositionsempfehlungen

ERFAHRUNGEN

Visualisierung der Züge auf Streckenspiegel (links) oder DB eigener Cloud; weitere Anwendung für Disposition oder Fahrempfehlungen in Vorbereitung

Vielen Dank!



*Andy Lämmerhirt
Mainzer Landstraße 199
60326 Frankfurt
T: +49 (0)69 265 28497
M: +49 (0)1523 7515428
andy.laemmerhirt@deutschebahn.com*



NETZE *Andy Lämmerhirt
Digitalisierung Bahnsystem (I.NAT 2)
Fiber Optic Sensing (FOS)*