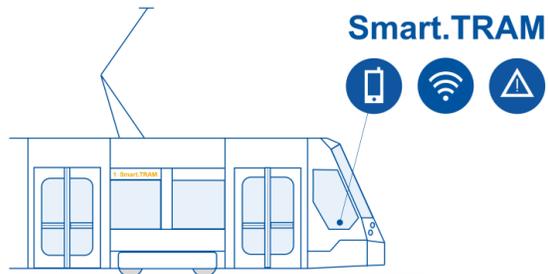




innocam.Stammtisch

Smart.TRAM - Smartphone-based Track Monitoring for digitalized Maintenance Planning of Railway Infrastructure

29. April 2025



1 **Institutsvorstellung**

2 **Vorstellung Projekt Smart.TRAM**

3 **Lessons Learned**

4 **Diskussion**

Institutsvorstellung

Institut für Schienenfahrzeuge (IFS)

Kurzinfos

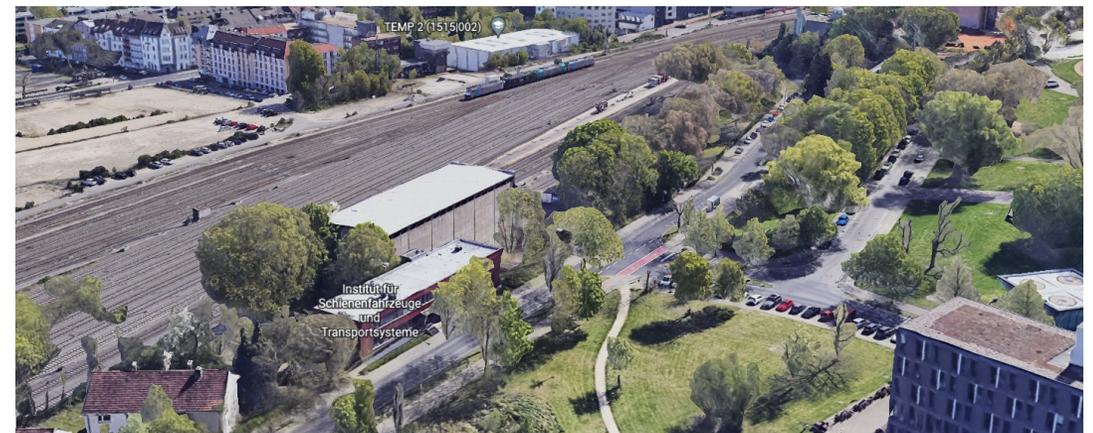
- Gegründet 1892; Aktuell ca. ~30 Mitarbeiter
- Leitung durch: Univ.-Prof. Dr. Raphael Pfaff
- Sieben eigene Lehrveranstaltungen
- Studiengang „Railway Systems Engineering“
- Versuchshalle mit diversen Prüfständen
- Anschluss an das DB Netz und eigene Gleise

Forschungsgruppen

Automatisierung

Fahrzeugdynamik

Fahrzeug- und Systementwicklung



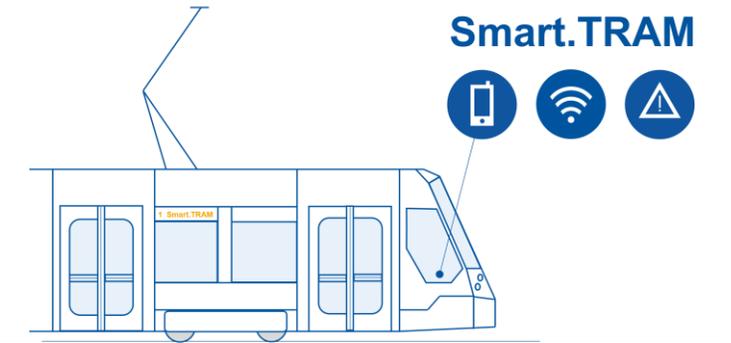
Institut für Schienenfahrzeuge (IFS)

Ausgewählte Forschungsprojekte

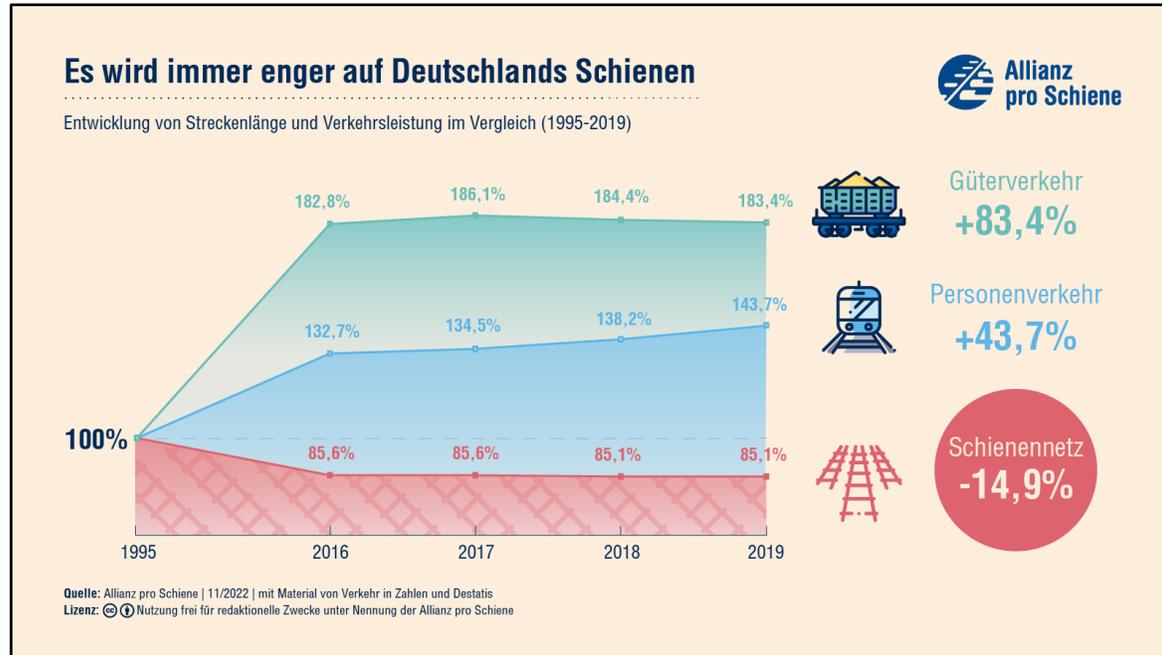
- **FlexSBus-LR (ARS):**
Flexibler Schienenbus für den ländlichen Raum (Aachener Rail Shuttle)
- **RailAixs:**
Entwicklung und Erprobung einer KI-basierten Umfelderkennung im Gleisbereich für fahrerlosen Schienenverkehr
- **DZSF-Projekt:**
Entwicklung eines Alternativverfahrens zur chemischen Vegetationskontrolle auf Gleisanlagen



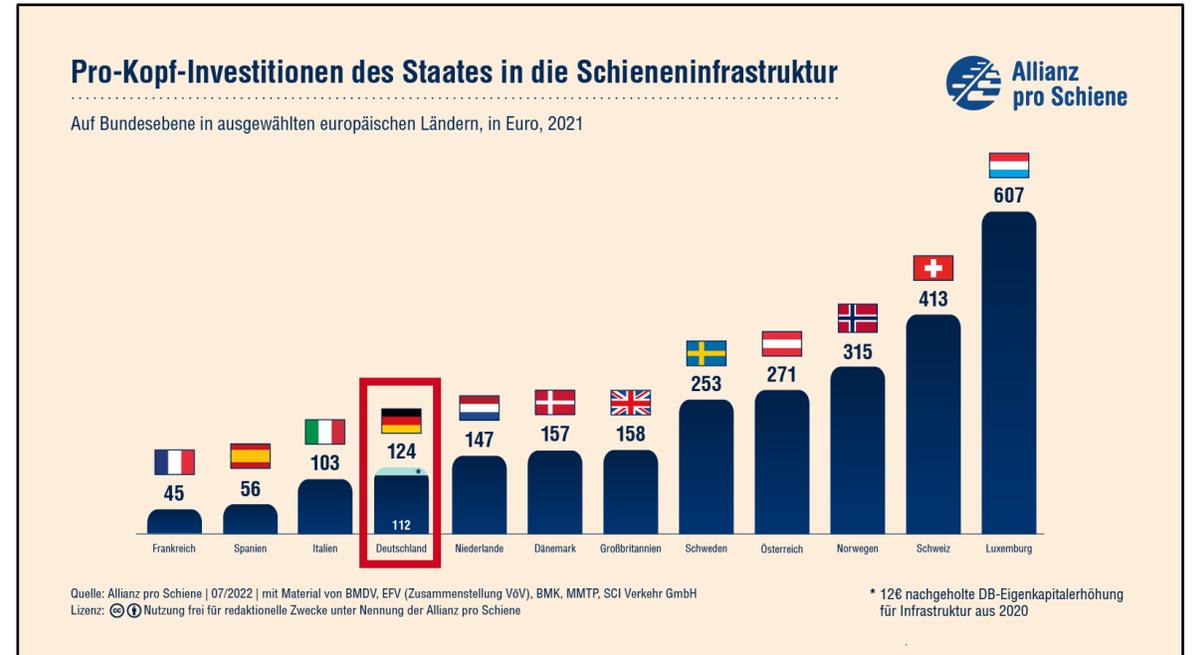
Projektvorstellung



Motivation



Beanspruchung des Fahrwegs steigt



Investitionen in Infrastruktur unzureichend

Motivation

rbb24

Fachkräftemangel: Bahnverbindung von Berlin nach Stettin wird erst 2027 fertig

Die Bahnverbindung zwischen Berlin und der polnischen Stadt Stettin verzögert sich um ein weiteres Jahr, wie die Deutsche Bahn mitteilte.

4 weeks ago



Manager Magazin

Meinung: Baustellen auf Straßen und Schienen: Marode Infrastruktur bremst Urlaubsreisende aus

Unser Land verliert sich im Mikromanagement, statt bei den wichtigsten Problemen groß zu denken. Das müssen zu Ferienbeginn gerade viele...

26 Jun 2024



tagesschau.de

Personalmangel: Bahn kann immer wieder Stellwerke nicht besetzen

Fernzüge der Deutschen Bahn waren zuletzt so unpünktlich wie selten zuvor. Das liegt auch daran, dass Personal für die Stellwerke fehlt.

10 Sept 2024



Antenne Münster

Weniger Züge durch Fachkräftemangel

Wer regelmäßig mit der Bahn zwischen Hamm und Münster unterwegs ist, muss sich erneut auf Einschränkungen einstellen.

22 Jan 2025



Fachkräftemangel

Motivation



Effiziente Planung von
Instandhaltungsmaßnahmen



Benötigt genaue Kenntnis
über den Zustand der Infrastruktur



Einsatz von Messfahrzeugen und Monitoring-
Lösungen

Vision

Trams überwachen Streckennetz im Fahrgastbetrieb

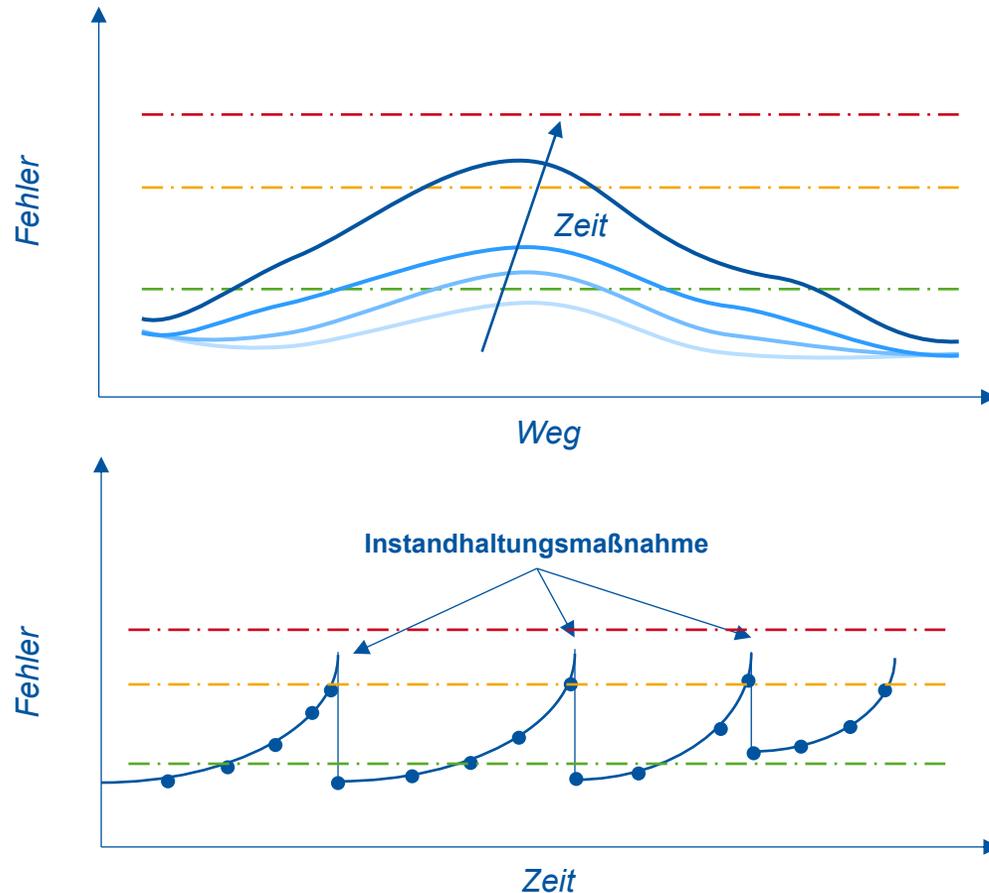
Algorithmen erkennen und melden Defekte

Darstellung des aktuellen Infrastrukturzustands im Dashboard

Schnellere und effizientere Instandhaltung



Infrastrukturmonitoring - Vorteile



Kontinuierliche Netzüberwachung

 Kontinuierliche Datenaufnahme ermöglicht Prognosen und Erkennung, nicht jede einzelne Messung.



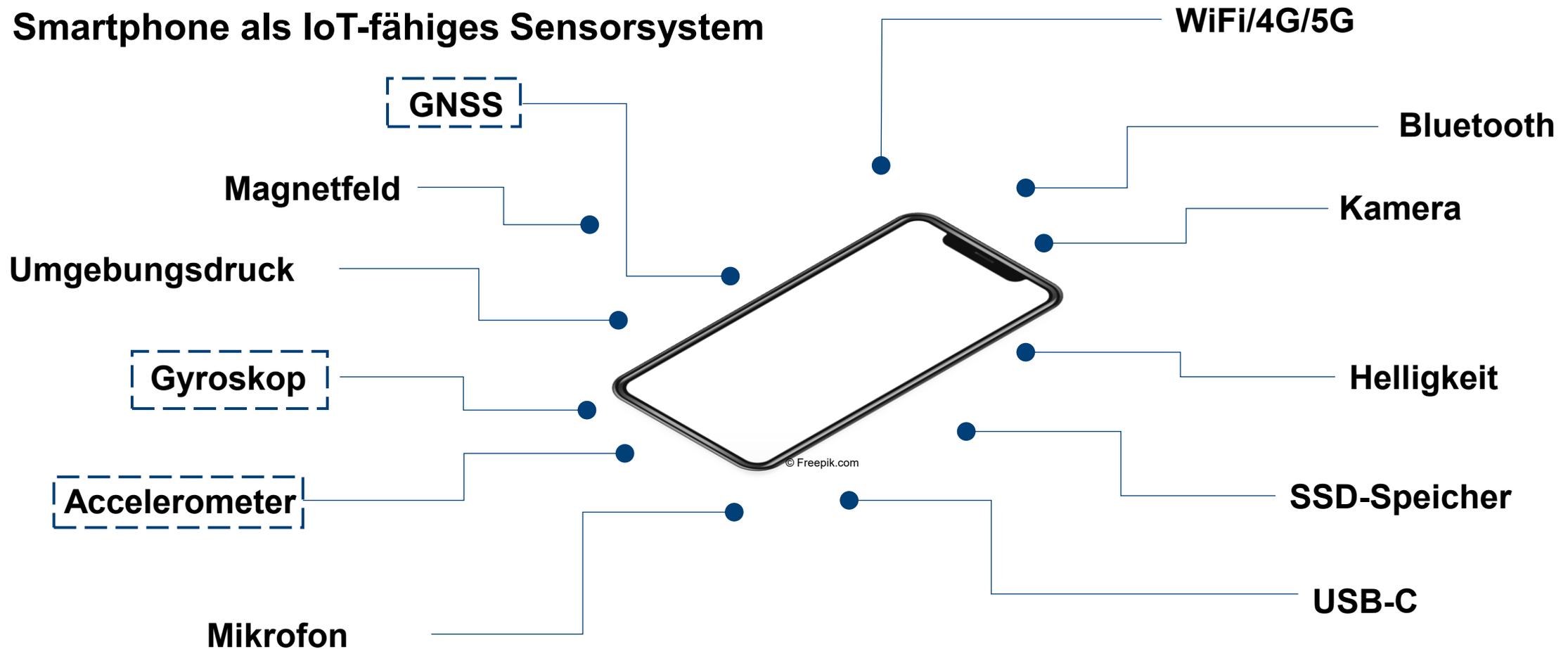
Fehlerprognose

Bessere Planung von Instandhaltungsmaßnahmen



Optimierung der Instandhaltungskosten

Smartphone als IoT-fähiges Sensorsystem



Smartphone als IoT-fähiges Sensorsystem

Vorteile

- Kostengünstig und schnell einsetzbar
- Keine aufwendige Installation am Fahrwerk
- Keine Genehmigungspflicht

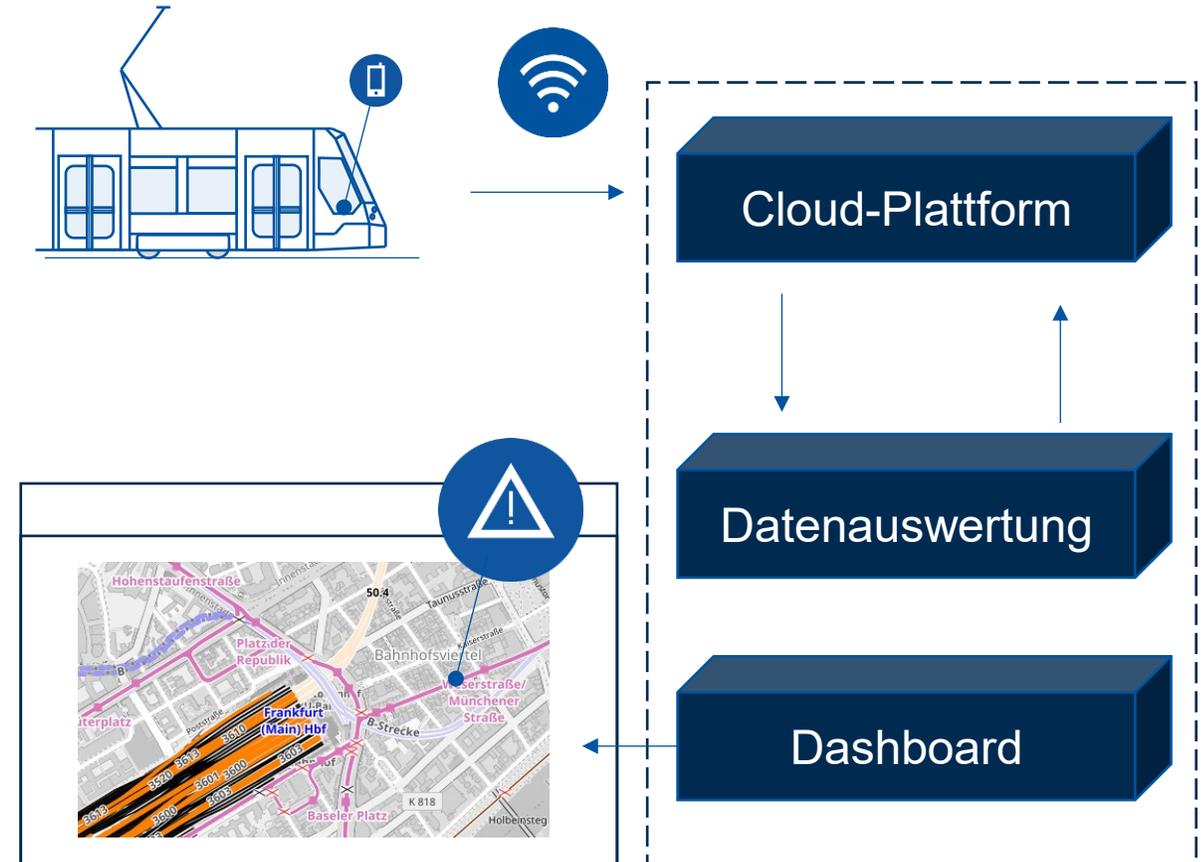
Nachteile

- Geringe Sensorgenauigkeit und Abtastrate (ca. 100 Hz)
- Nicht komplett autark
- Nicht zwangsläufig konsistent positioniert



Projektziele

- Kontinuierliche Datenaufnahme und –Auswertung hinsichtlich der Infrastrukturqualität mittels Smartphone-Sensorik
- Entwicklung eines digitalen Zwillings auf Basis offener Daten
- Erforschung neuer Algorithmen zur Auswertung der Daten
- Frühzeitige Erkennung von Defekten im Schienennetz
- Visualisierung der Ergebnisse in einem Web-Dashboard
- Nutzung von Beschleunigungs- und Kameradaten zur Bewertung

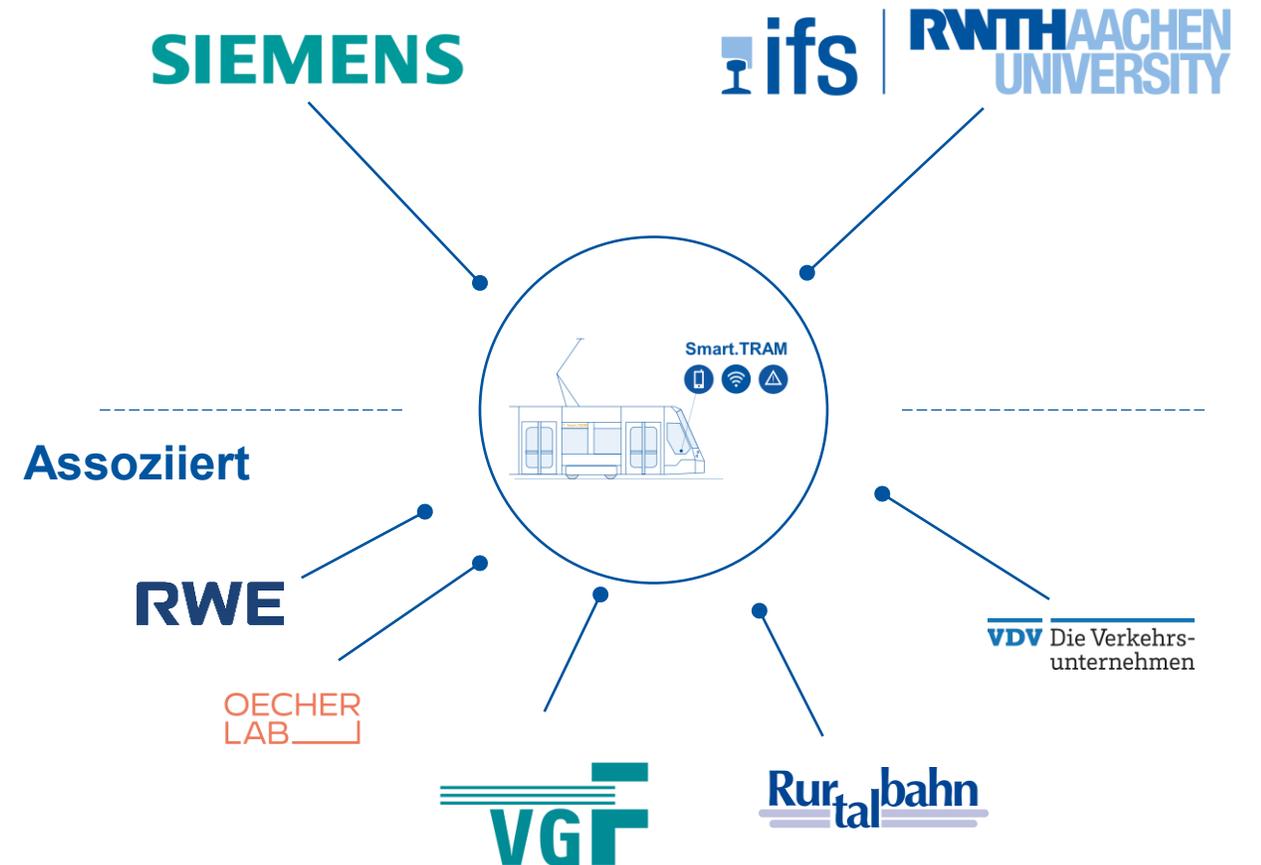


Projektvorstellung Smart.TRAM

Projektsteckbrief

- **Verbundkoordinator:**
Institut für Schienenfahrzeuge (IFS)
- **Projektlaufzeit:**
10/2023 bis 09/2026
- **Förderkennzeichen:**
01FV2060A
- **Förderung:**
mFUND Förderlinie 2 (BMDV)
- **Projektvolumen:**
1.662.291 Euro
(davon 70 % Förderquote durch BMDV)

Konsortialpartner



Projektstand

Zwei Smartphones kontinuierlich
in Frankfurt im Einsatz



Automatische Linienzuordnung

Fast 1000 Messungen aktuell

Fahrer starten bei
Schichtbeginn die Aufnahme

Tägliche Datenauswertung

Digitaler Zwilling



Streckeninformationen aus OSM

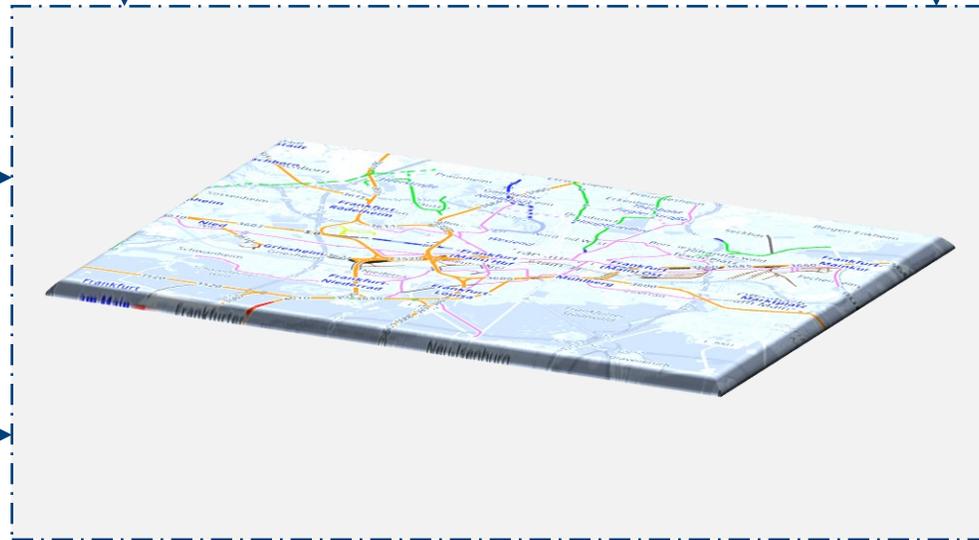


GIS-Daten der VGF



Smartphone Sensordaten

Geräte mit GPS/GNSS



Analytics



Dashboard

Linienzuordnung

Algorithmus erkennt Linie anhand des GPS-Tracks



Zuordnung der Datenpunkte zur Streckenknoten

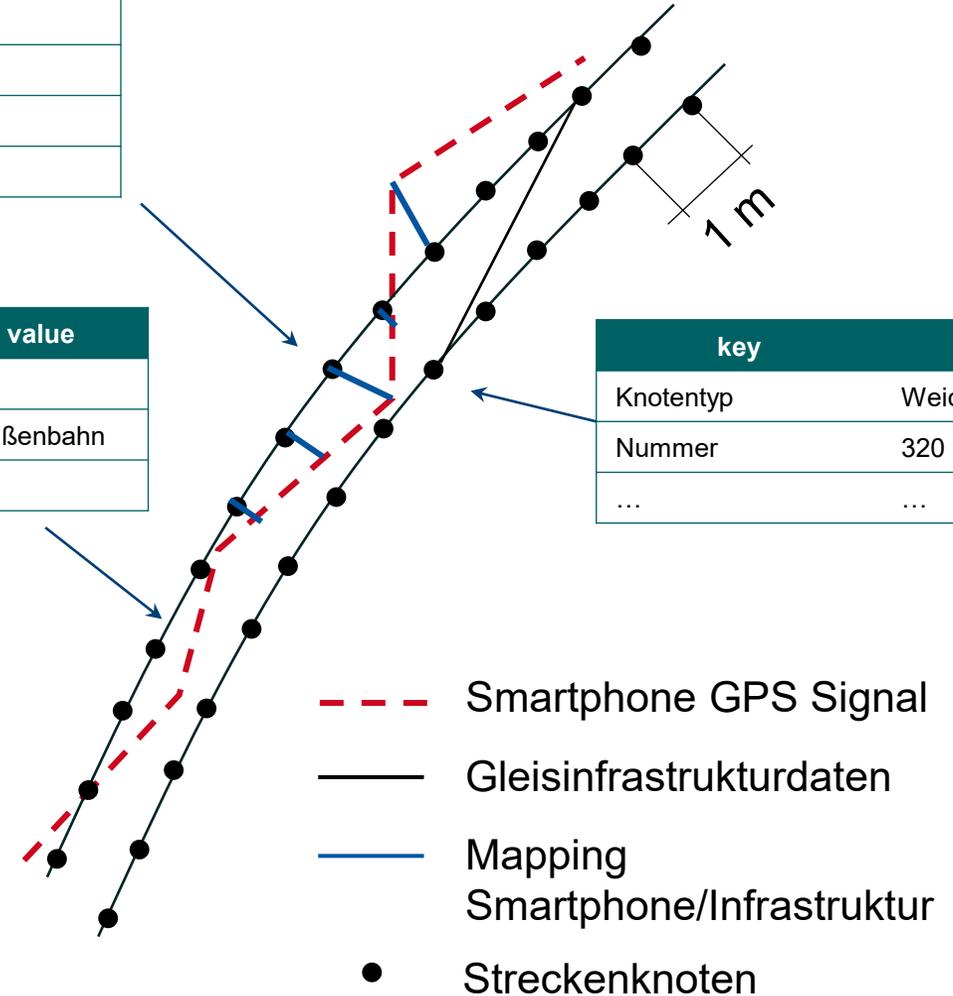


Vielfältige Datenabfragen möglich

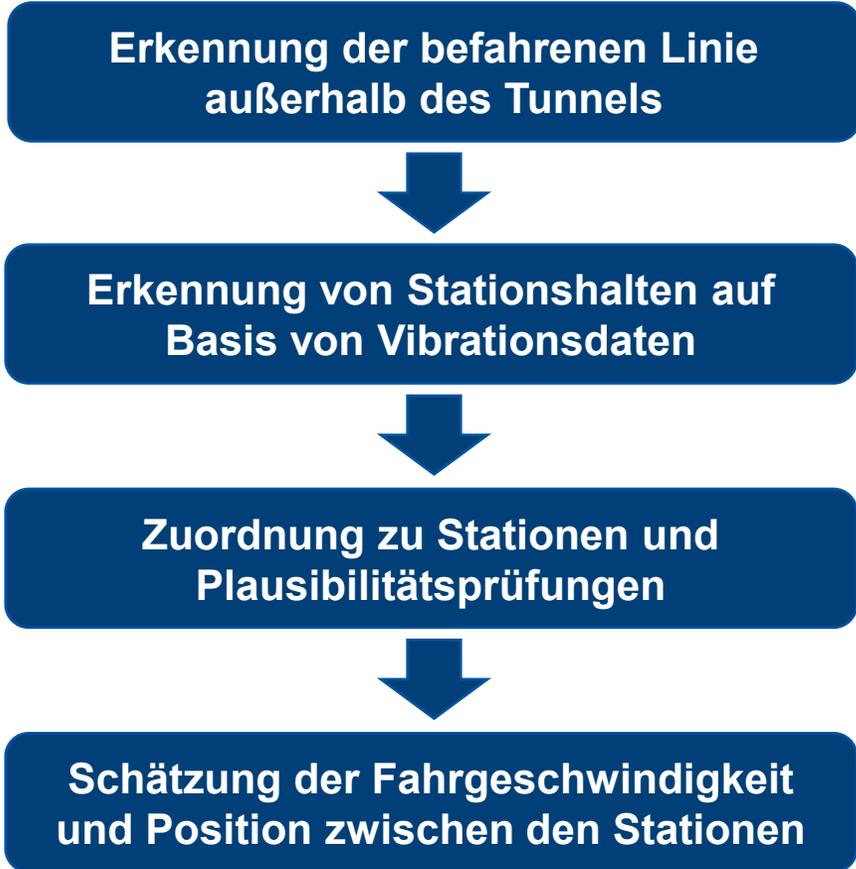
DateTime	a_z [m/s^2]
01.01.23 10:13	0.313
02.04.23 15:14	0.323
06.06.23 08:45	0.456
...	...

key	value
Linie	11
Art	Straßenbahn
...	...

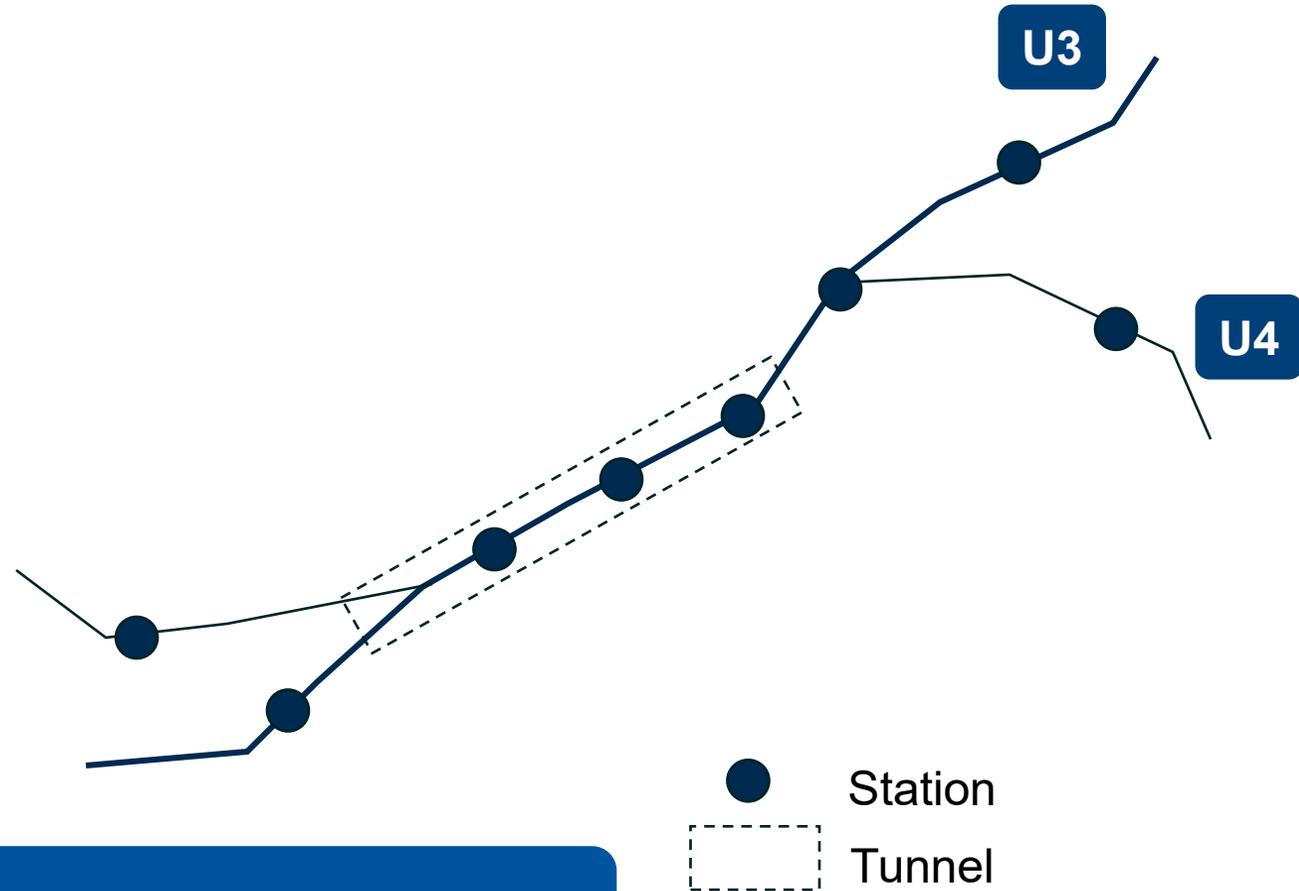
key	value
Knotentyp	Weiche
Nummer	320
...	...



Tunnelverortung



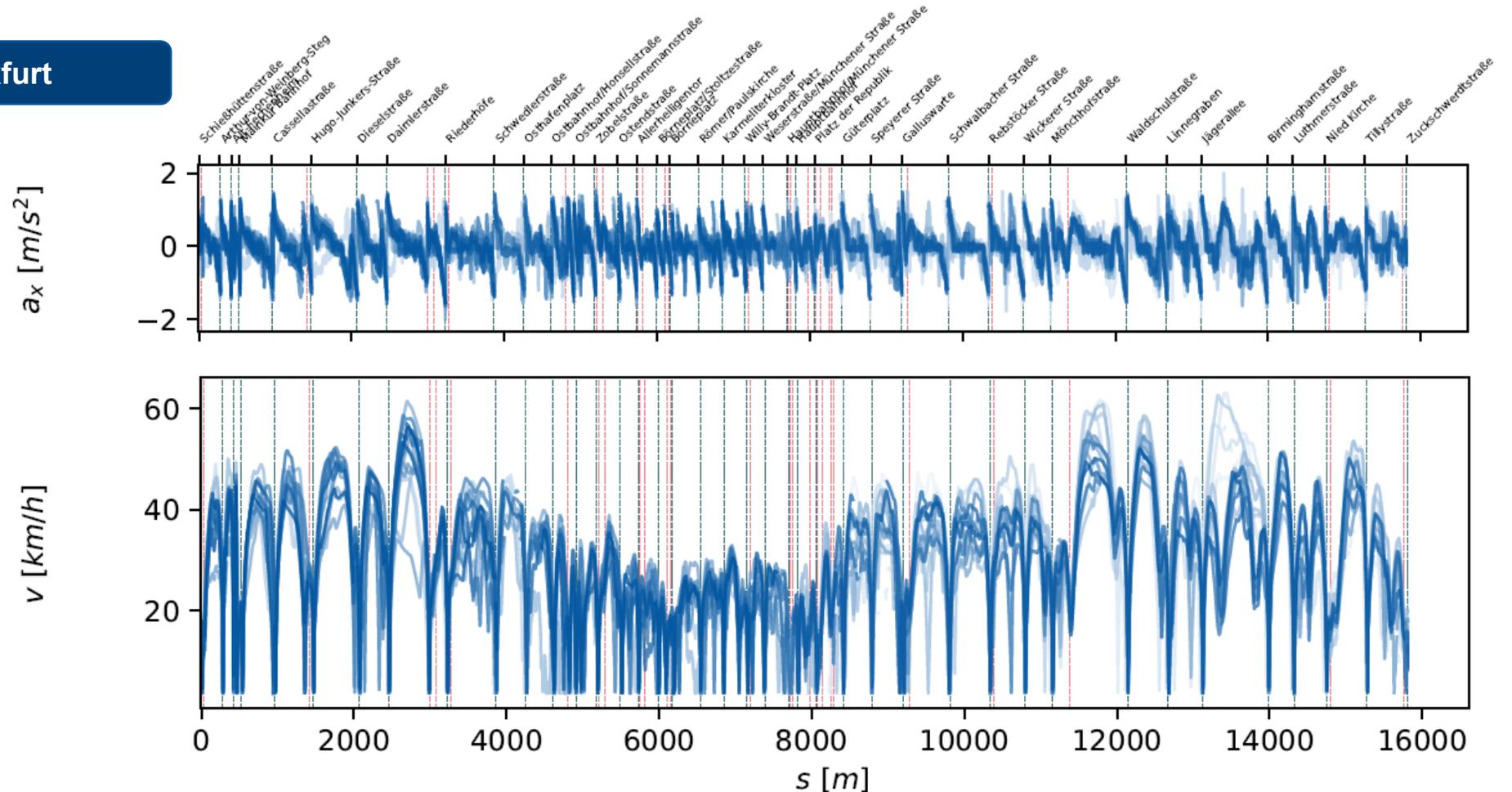
Genauigkeit von ~ 50 – 100 Meter



Auswertungen

Beispiel Linie 11 Frankfurt

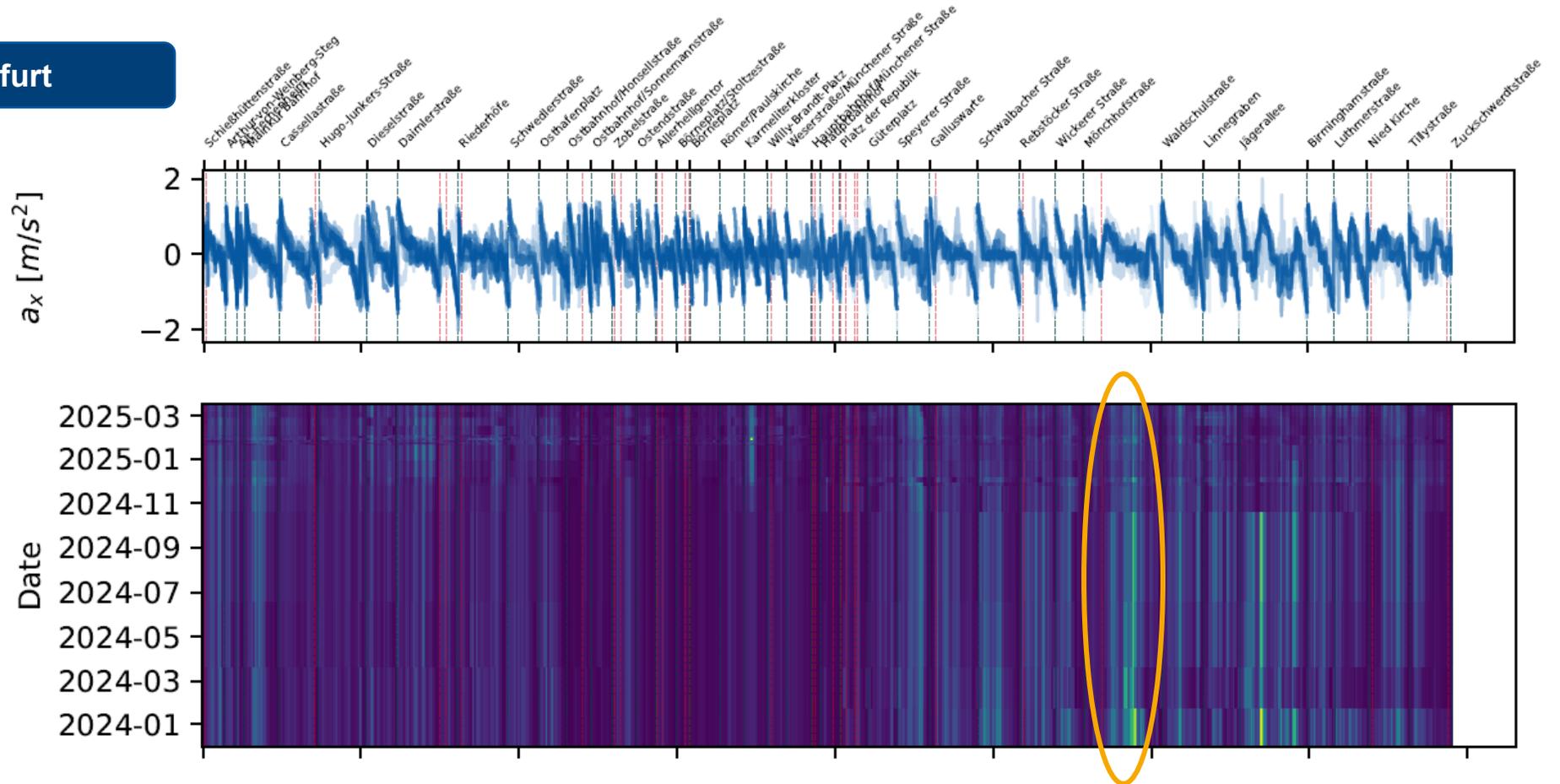
- Abfrage der Geschwindigkeit und Beschleunigung aus dem digitalen Zwilling
- Abfrage der Stationen aus dem digitalen Zwilling
- Messungen aus den letzten zwölf Monaten



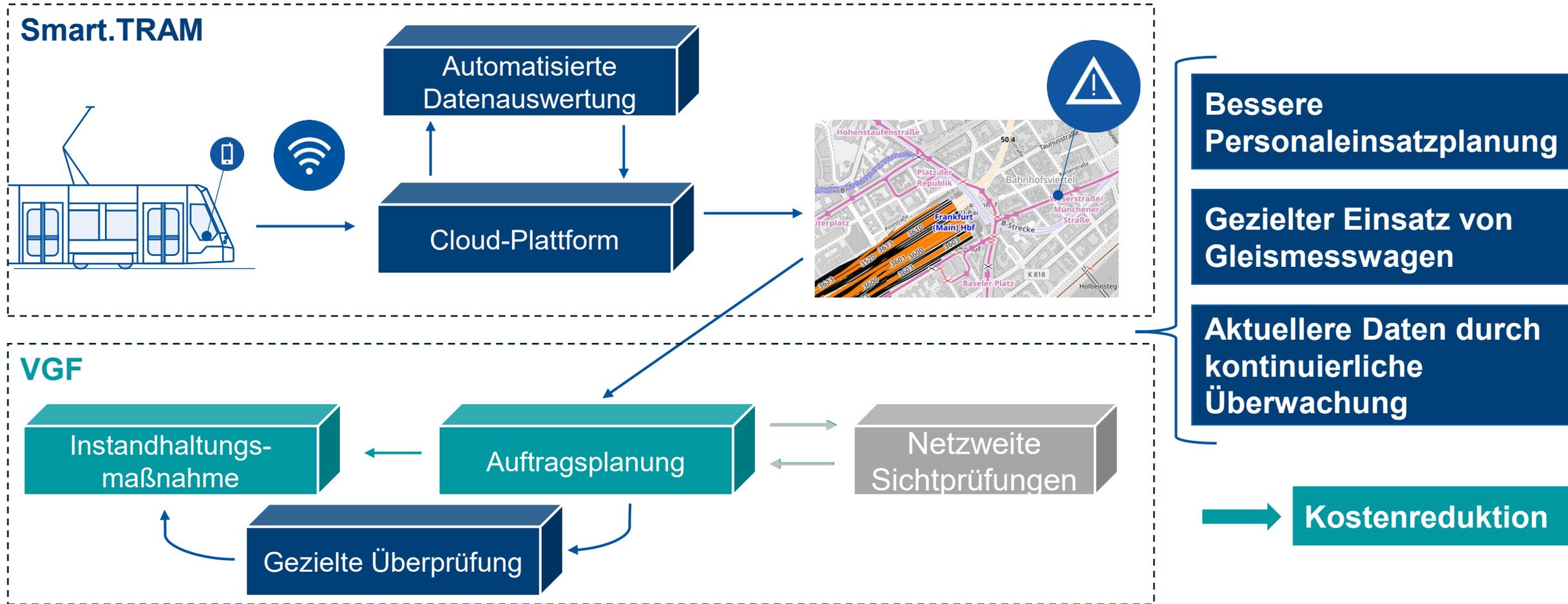
Auswertungen

Beispiel Linie 11 Frankfurt

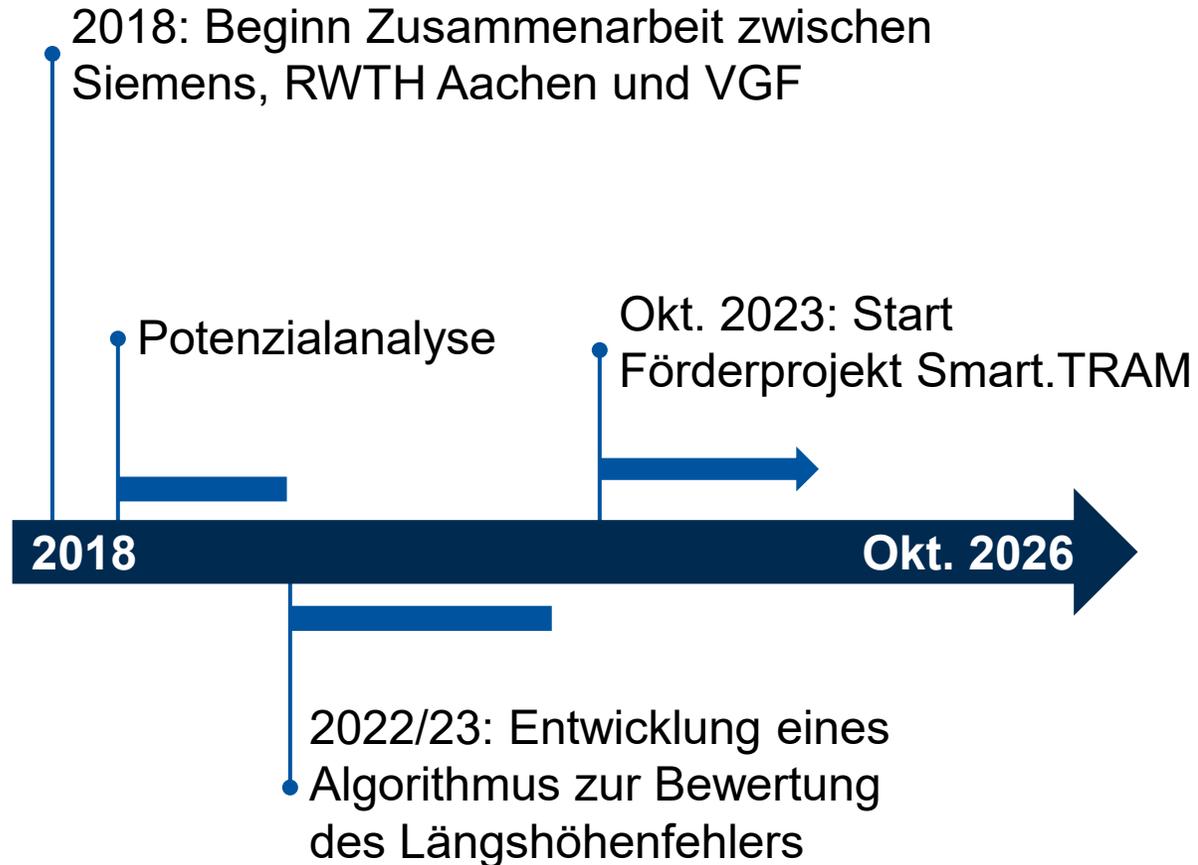
- Abfrage der Geschwindigkeit und Längs-/Vertikalbeschleunigung
- Indikator der Streckenqualität
- Zeitlicher Verlauf zeigt Veränderungen



Monitoring-Prozesskette am Beispiel der VGF



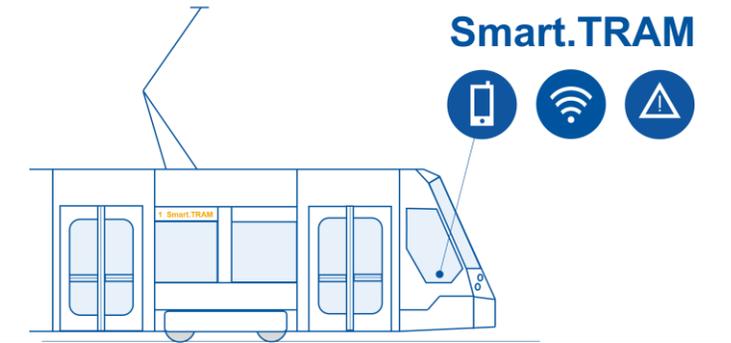
Projektfortschritt



Projekthalte

- Entwicklung kundennaher Prototyp
 - Datenbank ✓
 - Datenfusion ✓
 - Dashboard 🕒
- Weiterentwicklung von Algorithmen zur Fehlererkennung
 - Gleislagefehler 🕒
 - Schienenfehler 🕒
- Einbindung von Kameradaten 🕒
- Tunnelverortung 🕒
- Schnittstellenentwicklung zu VGF-Systemen
- Einbindung von VGF-Infrastrukturdaten

Lessons Learned



Lessons Learned – GIS-Daten



Datengrundlage aus öffentlich zugänglichen Daten, Spezialisierung mit Betreiberdaten



Streckeninformationen aus OSM



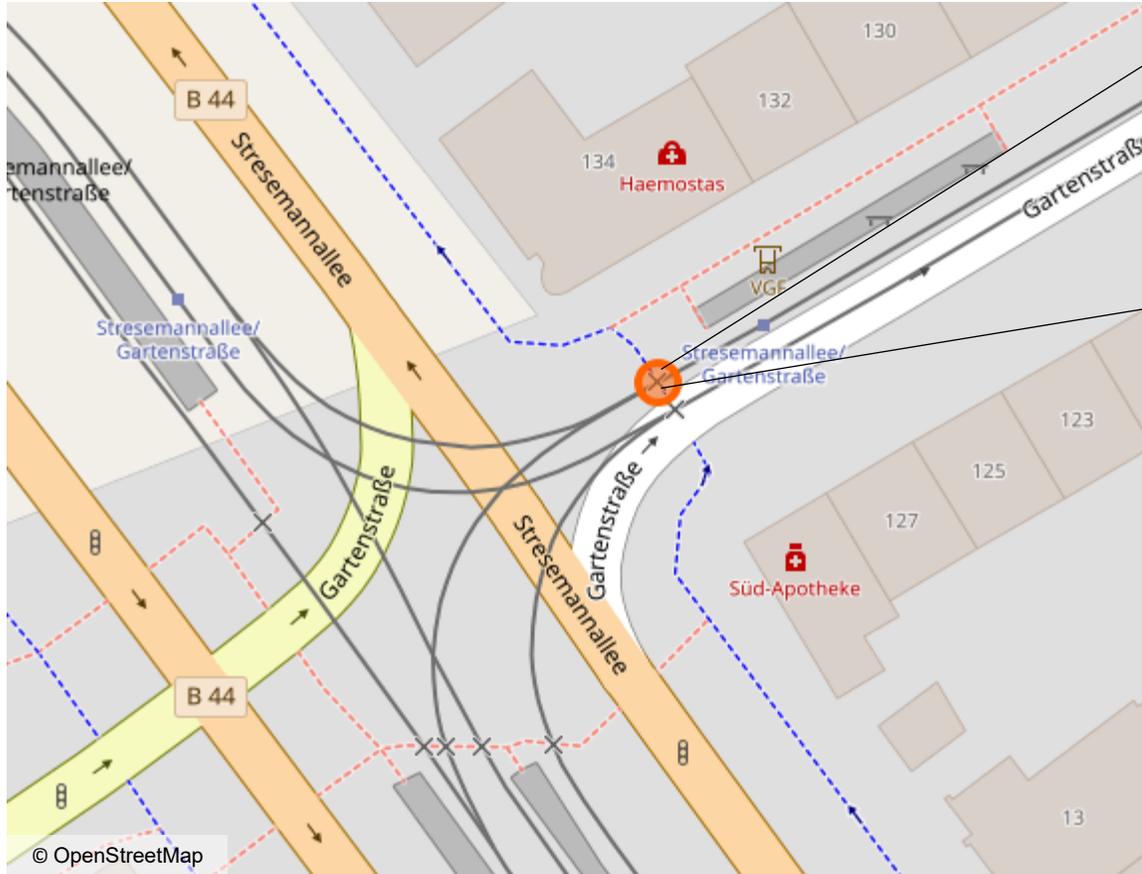
GIS-Daten der VGF



- Streckenverlauf
 - Linieninformationen
 - Position von Weichen, Kreuzungen, Haltestellen usw.
- Verwaltung via „Open Collaboration“

- Nummerierung von Weichen & Kreuzungen
- Streckenabschnitte inkl. Identifikation

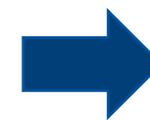
Lessons Learned – GIS-Daten



Tags

bicycle	yes
crossing	traffic_signals
railway	crossing

- Punkt ist als Übergang modelliert, stellt gleichzeitig aber eine Weiche dar

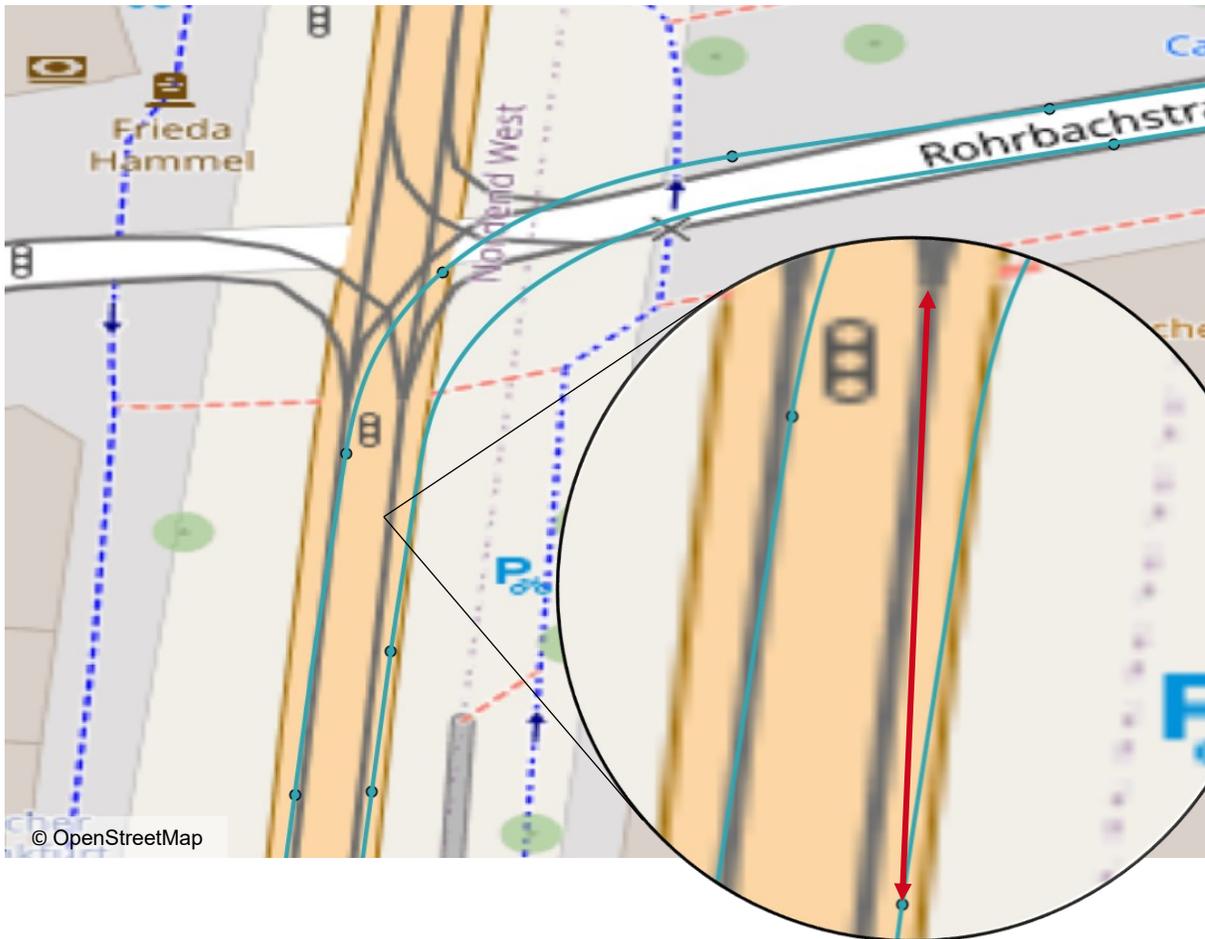


Vergebene Informationen in OSM nicht immer für unseren Anwendungszweck relevant



Funktion zum Finden von Weichen und Kreuzungen erforderlich

Lessons Learned – GIS-Daten



- Linienverlauf
- Weiche/Kreuzung

- Position der Linienverläufe unterscheiden sich teils zwischen OSM- und VGF-Daten
- Position der Weichen und Kreuzungen teils unterschiedlich
 - Berücksichtigung Position Herzstück?
 - Berücksichtigung Position Weichenzunge?



Datenzuordnung erforderlich, teils mit manueller Korrektur

Lessons Learned – Datenschutz

- Ziel: Einbindung von Kameradaten
- Bilddatenaufnahme mit Smartphones...
 - ...im Führerstand mit Ausrichtung auf die Schienen
 - ...auf dem Dach mit Ausrichtung auf den Stromabnehmer



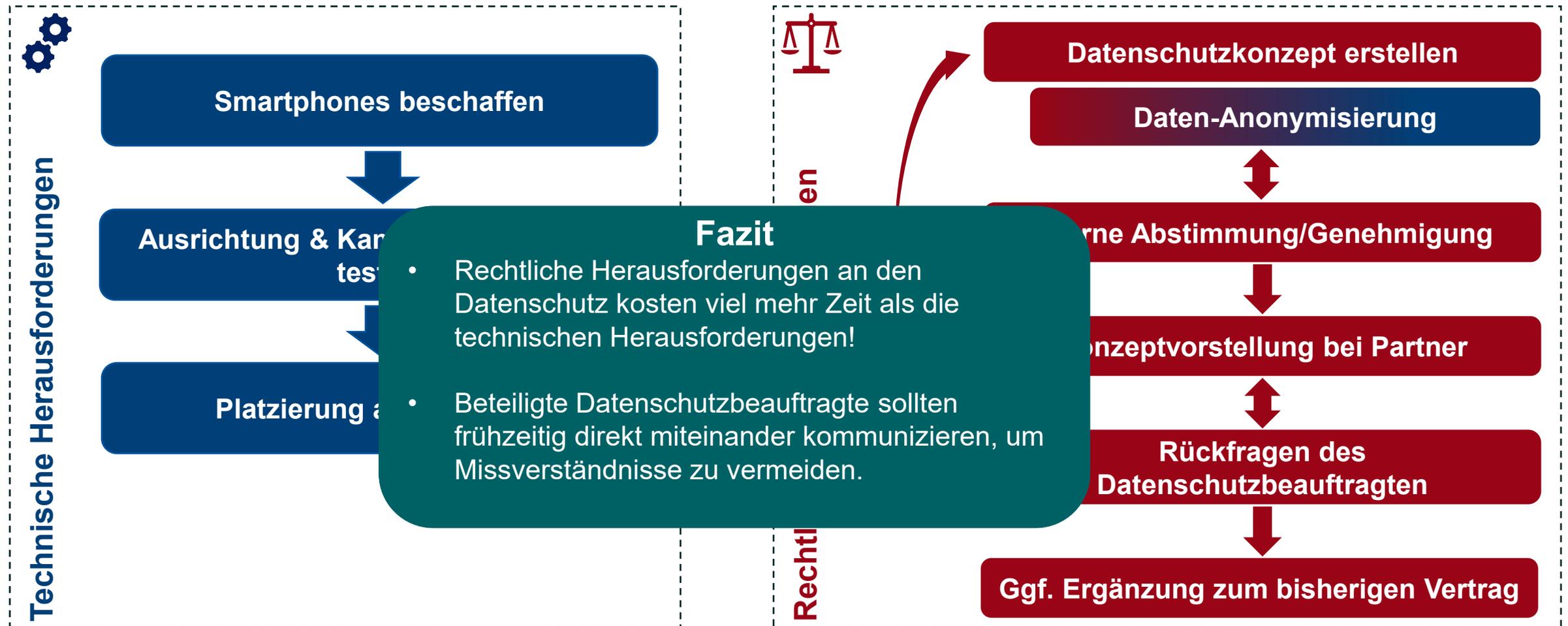
- Personen oder Kennzeichen teils erkennbar



- Datenschutzkonzept erforderlich



Lessons Learned – Datenschutz



Und sonst?

- Starke Zunahme an Monitoring Lösungen in den letzten Jahren
- ... aber nur selten enge Verknüpfung mit Infrastrukturdaten
- ... Betreiber oftmals zögerlich, werden aber zur Entwicklung benötigt
- ... sinnvolle Integration in die Instandhaltungsplanung noch teils unerforscht

FE The Financial Express

Indian Railways' new integrated track monitoring system- What it is and how it works?

The ITMS is a high-tech system capable of monitoring critical track parameters at speeds ranging from 20 to 200 km/h. Its advanced features...

12 Dec 2024



Golem

New Yorker Verkehrsbetriebe setzen bei Gleisinspektion auf Smartphones

Die MTA setzt auf innovative Technologie: Durch den Einsatz von Smartphones wollen die New Yorker Verkehrsbetriebe potenzielle Schäden an...

1 month ago



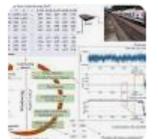
Mess- und Diagnosetechnik Fahrweg CTM 2.0 – Continuous Track Monitoring

EurekaAlert!

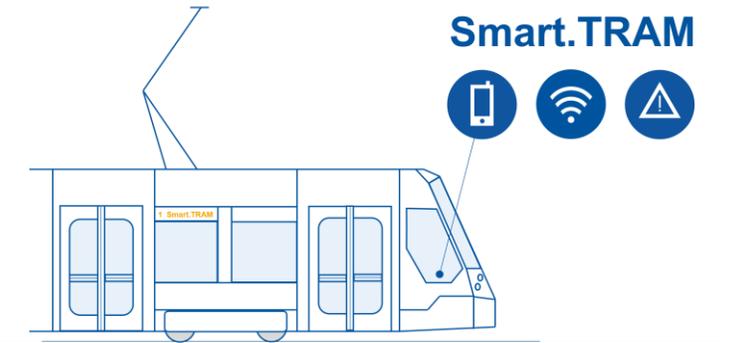
Revolutionizing railroad safety: A deep learning approach to remote condition monitoring

Remote condition monitoring of rail tracks using distributed acoustic sensing (DAS): A deep CNN-LSTM-SW based model.

5 Dec 2024



Diskussion





Kontakt

Philipp Leibner, M.Sc.
Jannik Goersch, M.Sc.

Lehrstuhl und Institut für Schienenfahrzeuge (IFS)
Seffenter Weg 8
52074 Aachen

E-Mail: {philipp.leibner;jannik.goersch}@ifs.rwth-aachen.de