Die Schiene im Feld

Empirie trifft Verschleiß

Dieter Knabl

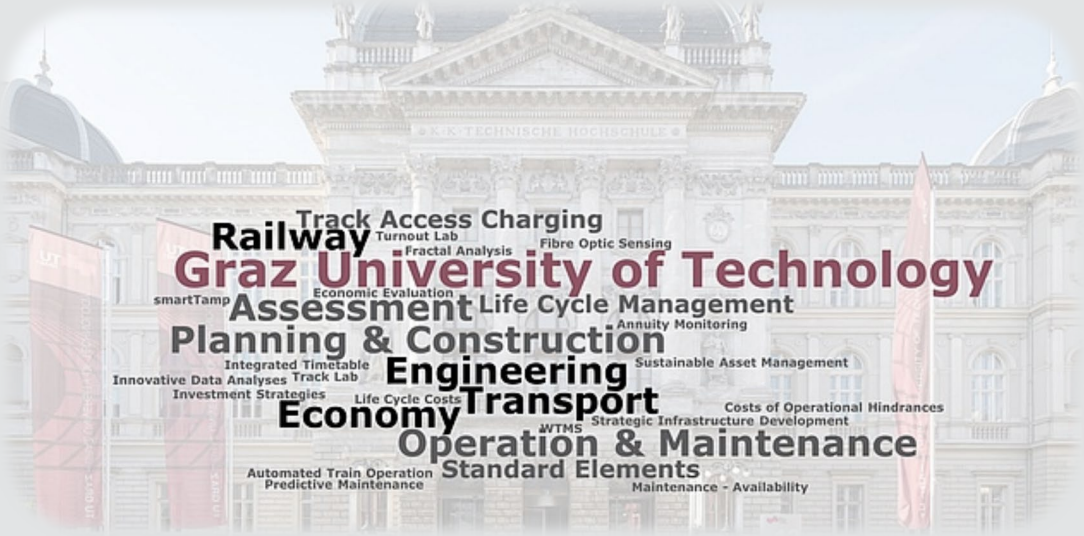
Fachseminar *Top of the rail*

Graz | 10.09.2025

Dieter Knabl, 2024

Vorstellung

- Dieter Knabl
  - Studium Maschinenbau @TU Graz
  - Masterarbeit „Wechselwirkungen im System *Rad-Schiene*“
  - Assistent @EBW seit 06/2023
  - Dissertationsthema: „Belastungsabhängige Einflüsse auf Schienenschädigungsmechanismen“



Einleitung

Forschungsschwerpunkte @ EBW TU Graz

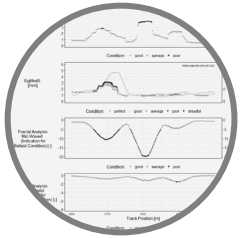
Weichen

Kurzwellige Effekte der Schienenoberfläche

Kosten der Nicht-Verfügbarkeit

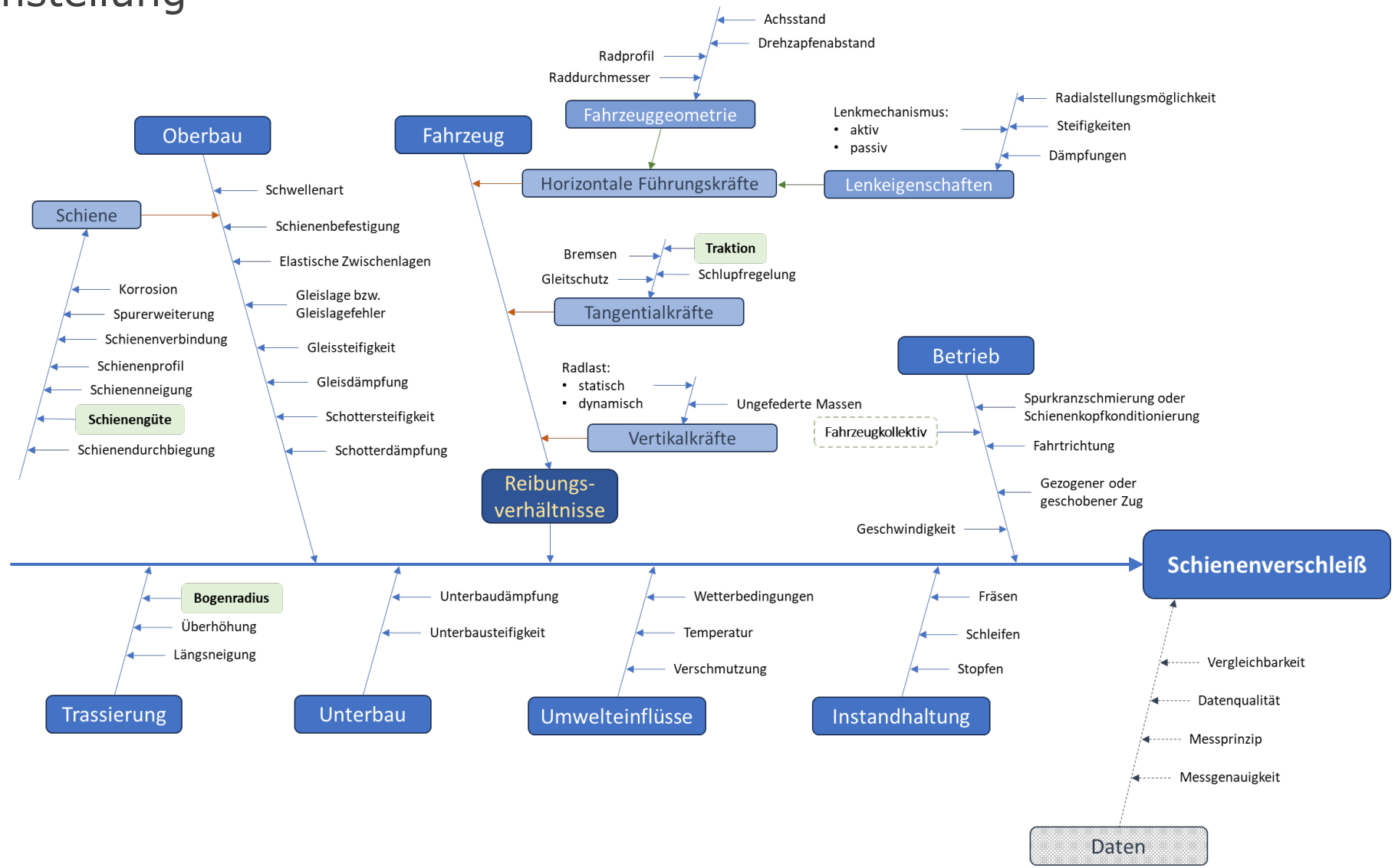
Fahrweg-Fahrzeug Interaktion

Automatisierte Instandhaltungs- und Erneuerungsplanung



Fahrweg-Anlagenmanagement bei steigender Verkehrsbelastung

Problemstellung



Zielsetzungen

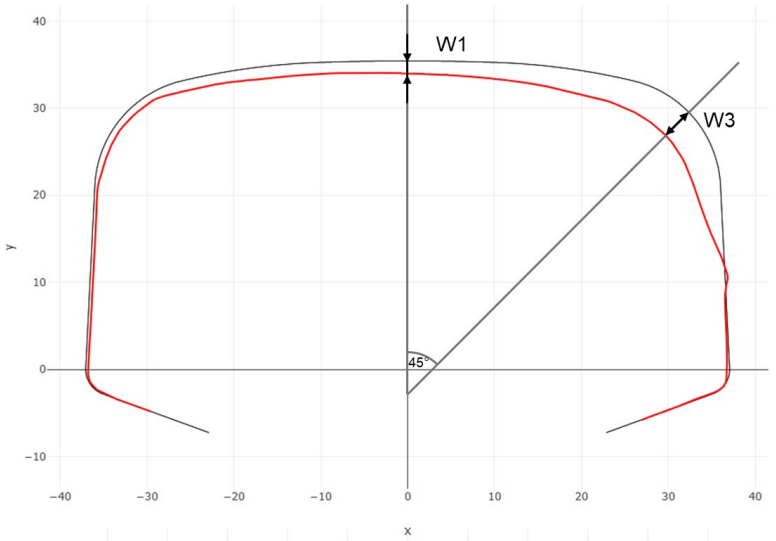
- Randbedingungsabhängige Verschleißprognose
- Parameter zur Beschreibung einer „Schienenschädigungsintensität"

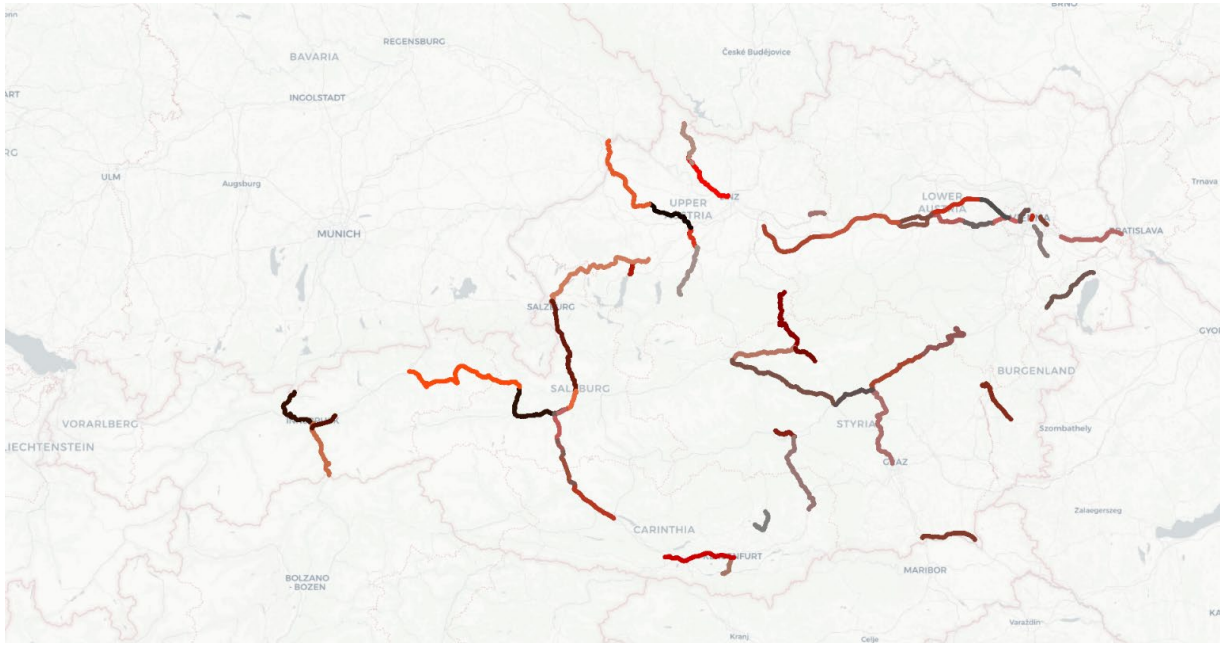
- Prognose von RCF und Schleifbedarf → Predictive Maintenance für die Schiene

- Stand-Alone Lösung zur datenbasierten Instandhaltungsdetektion

Methodik

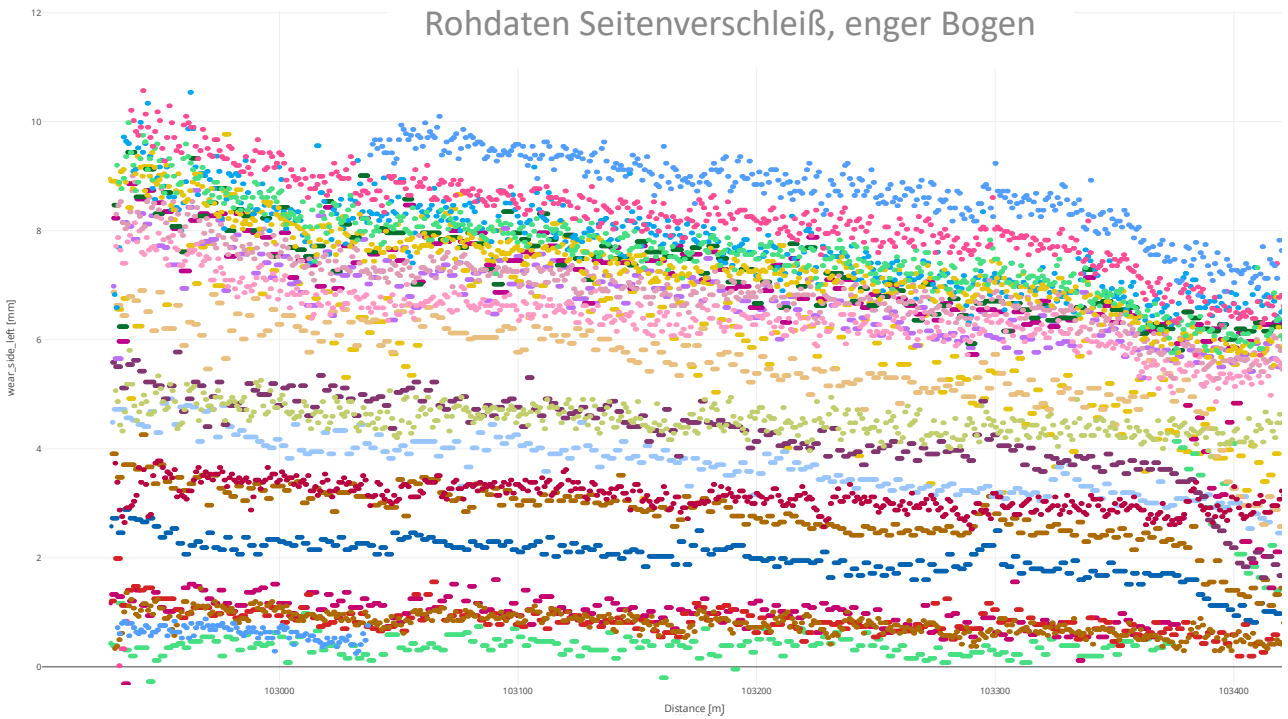
- Datengrundlage
  - Verschleiß: Messdaten des Oberbaumesswagens
  - Oberbaudaten: Trassierung und Komponenten
  - Belastungen der Einzelabschnitte
  - Dokumentation der Schienenoberflächenbehandlungen
- Auswahl repräsentativer Strecken
  - Guter Querschnitt des österreichischen Streckennetzes
- Einteilung in Elemente
  - Änderung von:
    - Radius
    - Oberbaukomponente





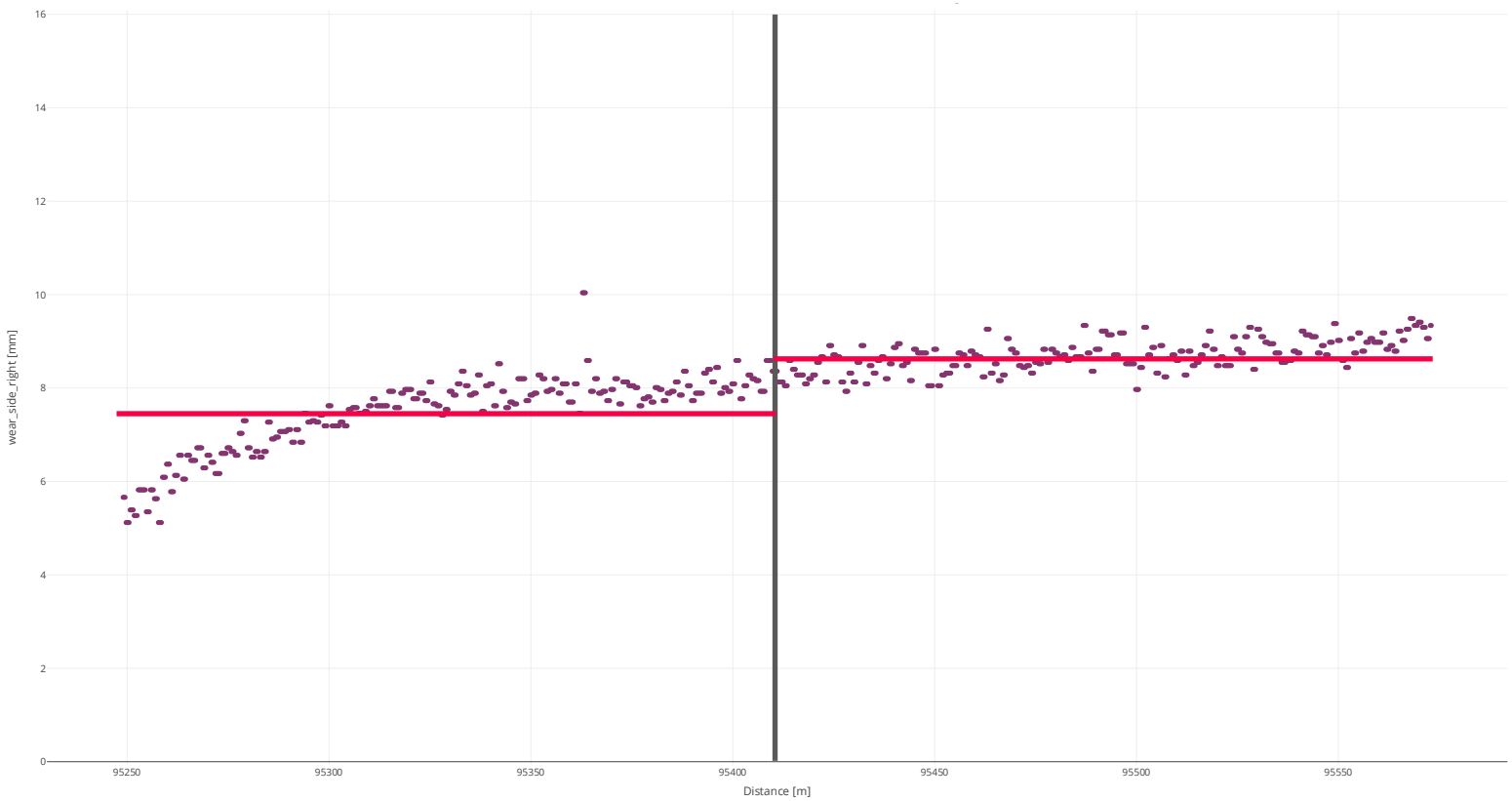
Methodik

- Auswertungsmethodik
  - Mittelwertbildung unter Berücksichtigung des Curve-In-Effekts
  - Detektion von Instandhaltungsmaßnahmen
  - Auswertung der Verschleißdaten zu Zeitreihen



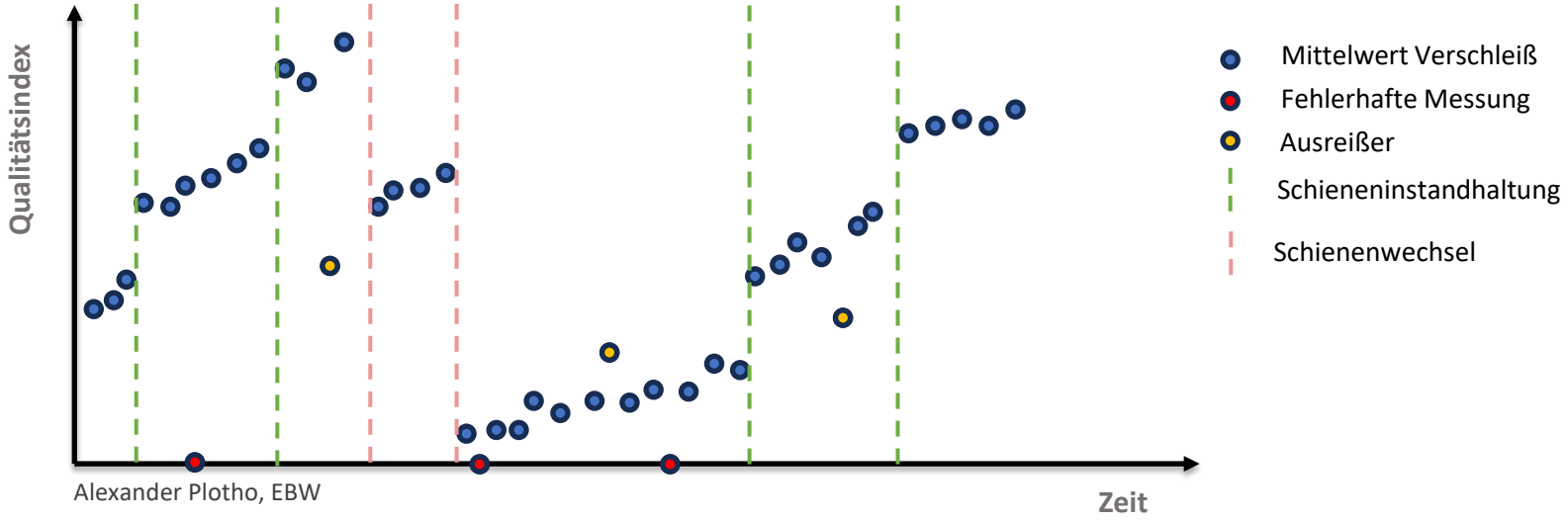
Methodik

- Auswertungsmethodik
  - Berücksichtigung des Curve-In-Effekts: Mittelwertbildung



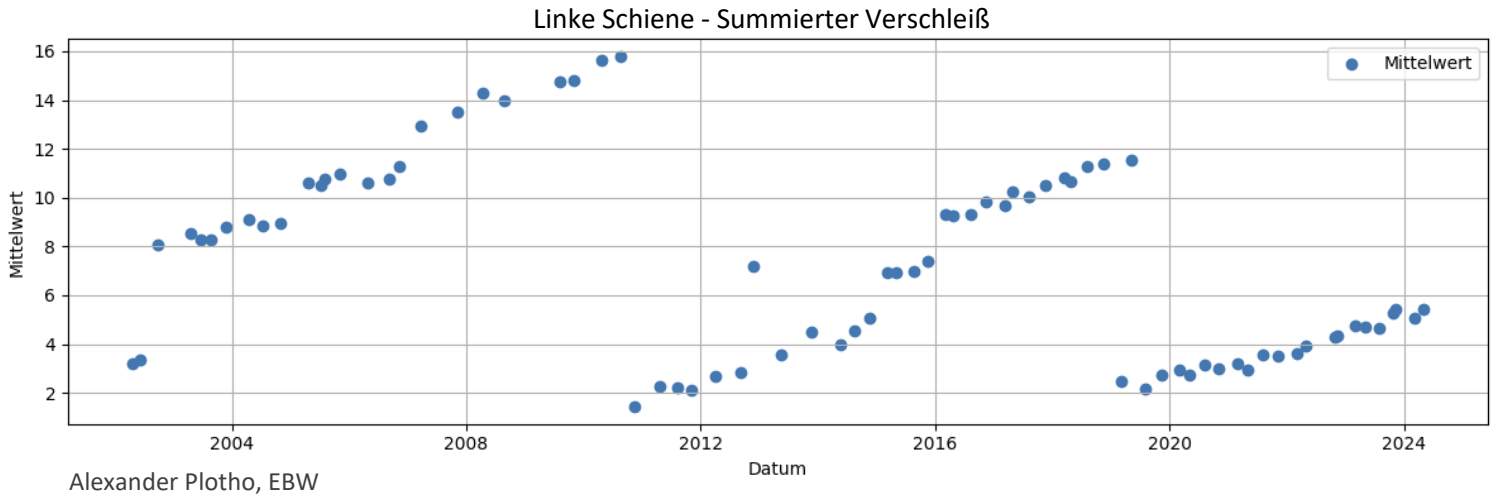
Funktionsweise Maßnahmenalgorithmus

- Datenvorbereitung
  - Summierter Mittelwert je Bogen (Summe aus Höhen- und Seitenverschleiß, gemittelt über den ganzen Bogen) für jede Schiene
  - Fehlerhafte Messung identifizieren
  - Ausreißer definieren
- Instandhaltungsmaßnahmen und Schienenwechsel erkennen
  - Durch Sprünge im Verschleißsignal
  - Positive Sprünge: Instandhaltungsmaßnahmen
  - Negative Sprünge: Schienenwechsel

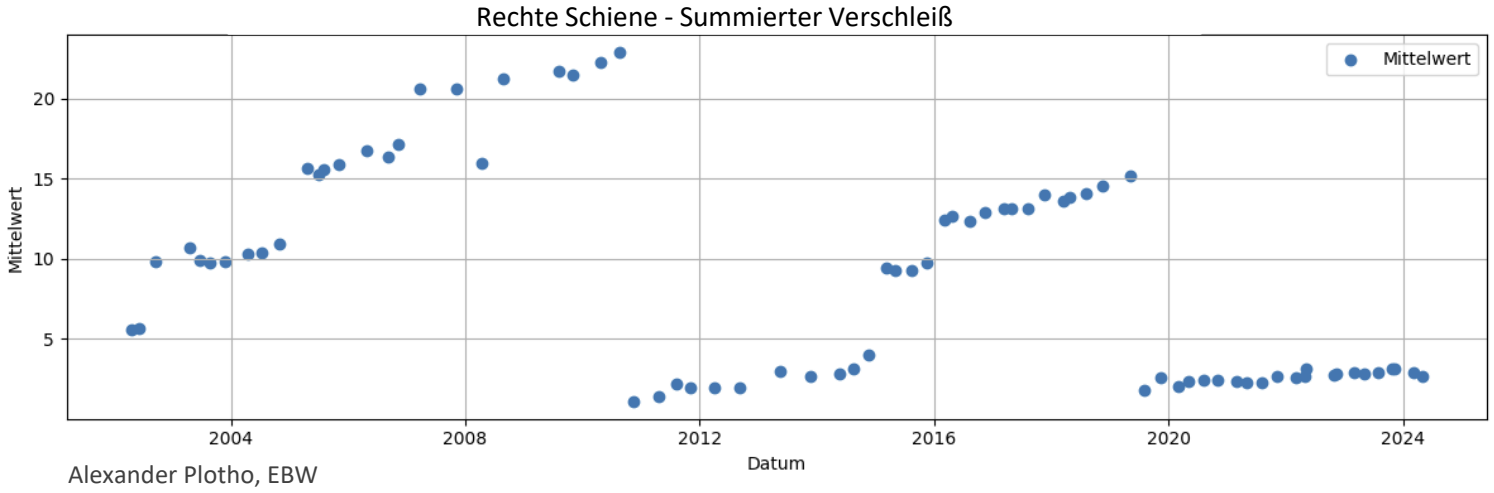


Alexander Plotho, EBW

Beispiel: Instandhaltungsdetektion in einem engen Bogen

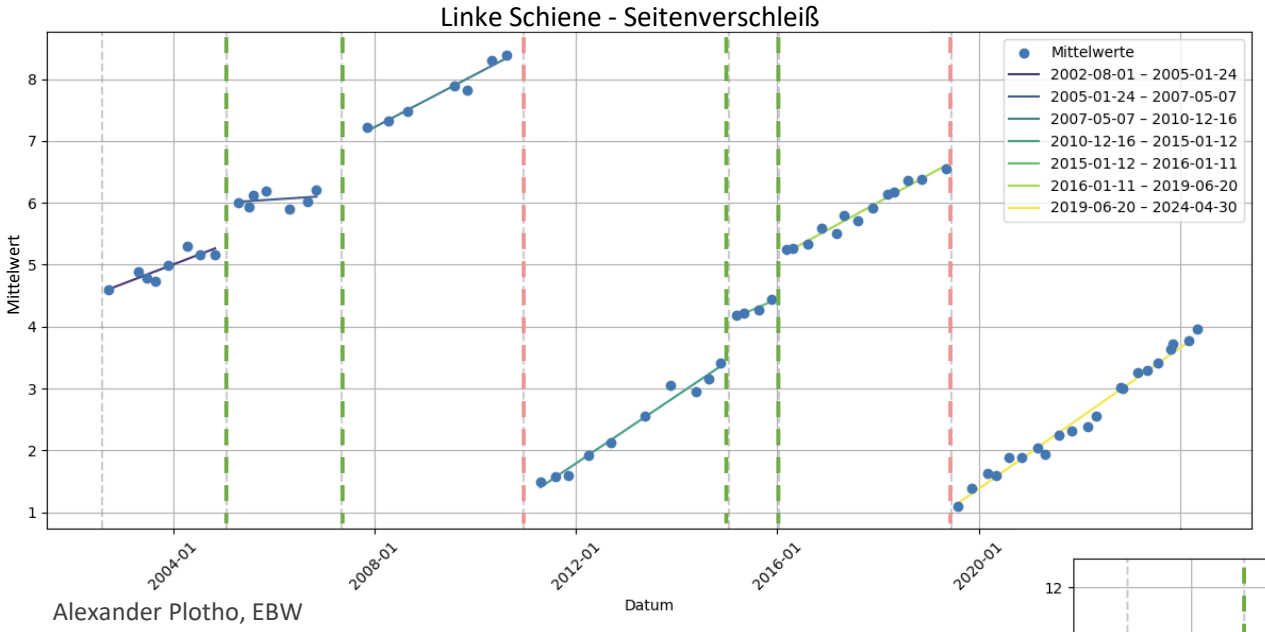


Alexander Plotho, EBW

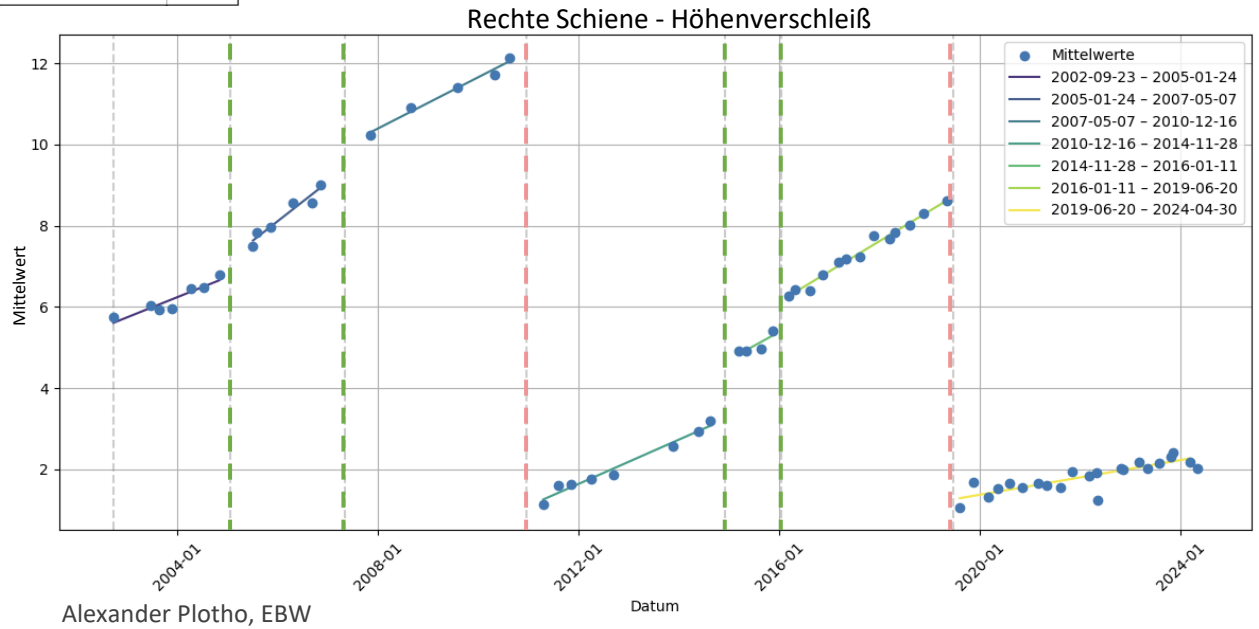


Alexander Plotho, EBW

Beispiel: Instandhaltungsdetektion in einem engen Bogen



Alexander Plotho, EBW



Alexander Plotho, EBW

Beispiel: Instandhaltungsdetektion in einem engen Bogen

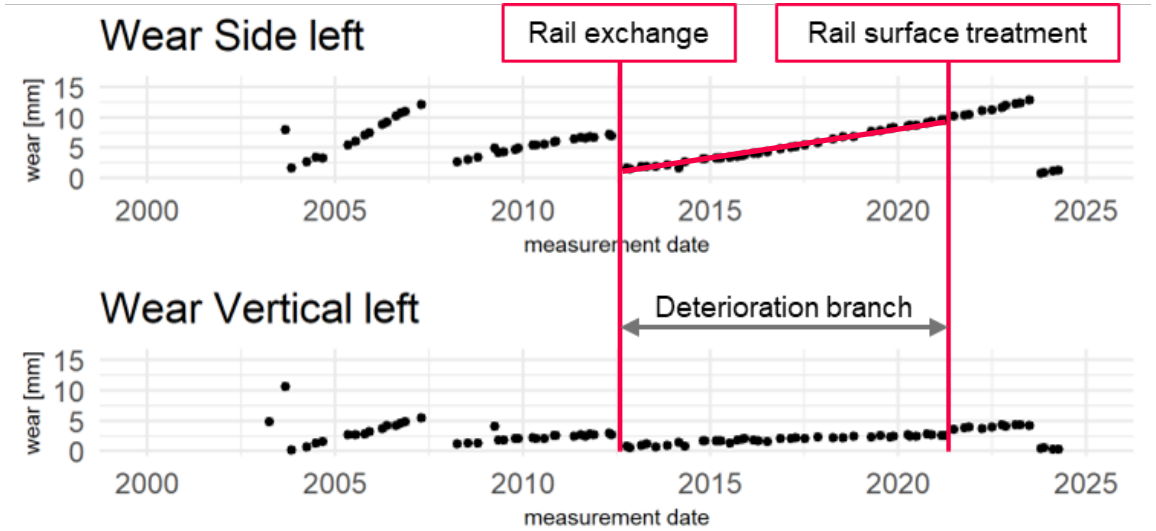
- Ausgabe der detektierten Instandhaltungen eines vorgegebenen Abschnitts

Track.No.	Bogen.ID	km.von (m)	km.bis (m)	Seite	Datum	Veränderung
1	90	88863	88990	links	01.08.2002	Schieneninstandhaltung
1	90	88863	88990	links	24.01.2005	Schieneninstandhaltung
1	90	88863	88990	links	07.05.2007	Schieneninstandhaltung
1	90	88863	88990	links	16.12.2010	Schienenwechsel
1	90	88863	88990	links	12.01.2015	Schieneninstandhaltung
1	90	88863	88990	links	11.01.2016	Schieneninstandhaltung
1	90	88863	88990	links	20.06.2019	Schienenwechsel
1	90	88863	88990	rechts	01.08.2002	Schieneninstandhaltung
1	90	88863	88990	rechts	24.01.2005	Schieneninstandhaltung
1	90	88863	88990	rechts	07.05.2007	Schieneninstandhaltung
1	90	88863	88990	rechts	16.12.2010	Schienenwechsel
1	90	88863	88990	rechts	28.11.2014	Schieneninstandhaltung
1	90	88863	88990	rechts	11.01.2016	Schieneninstandhaltung
1	90	88863	88990	rechts	20.06.2019	Schienenwechsel

Alexander Plotho, EBW

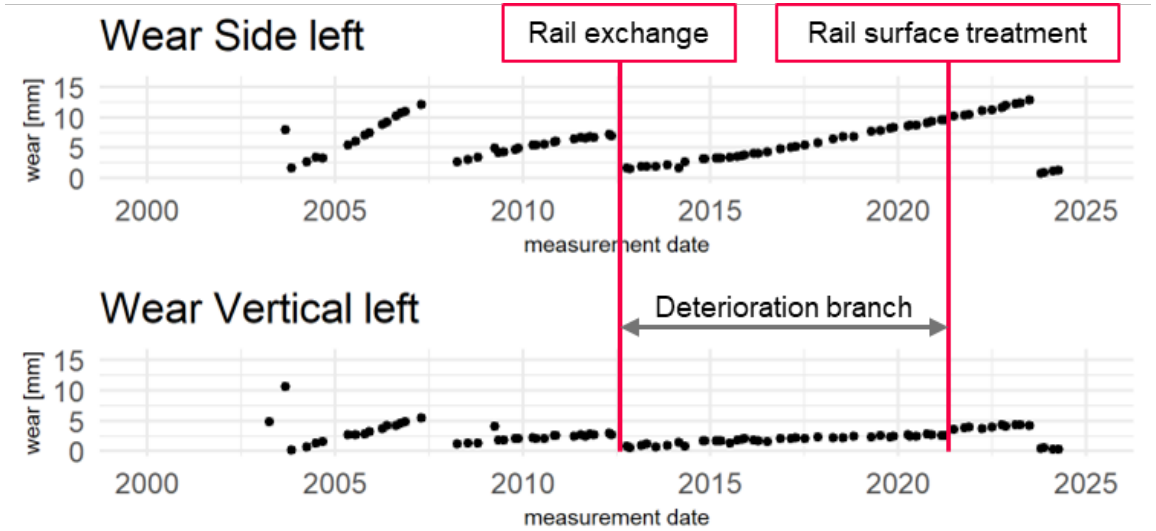
Methodik

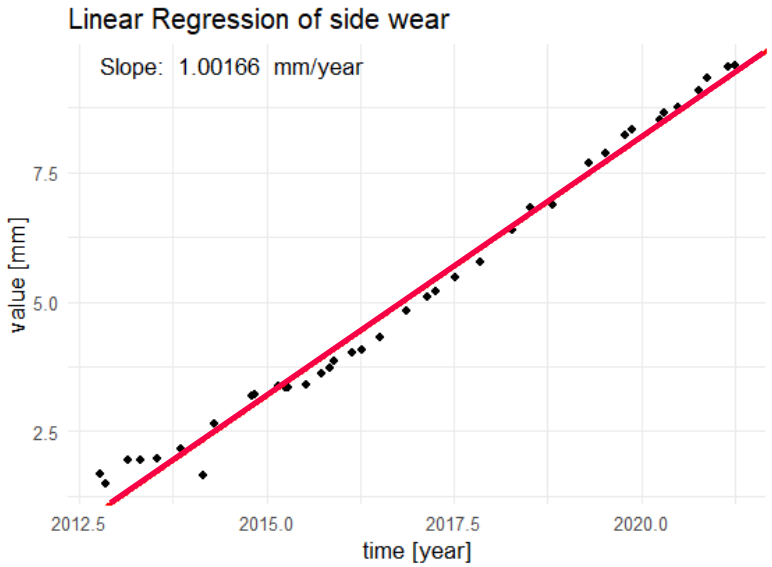
- Auswertungsmethodik
  - Auswertung der Verschleißdaten zu Zeitreihen



Methodik

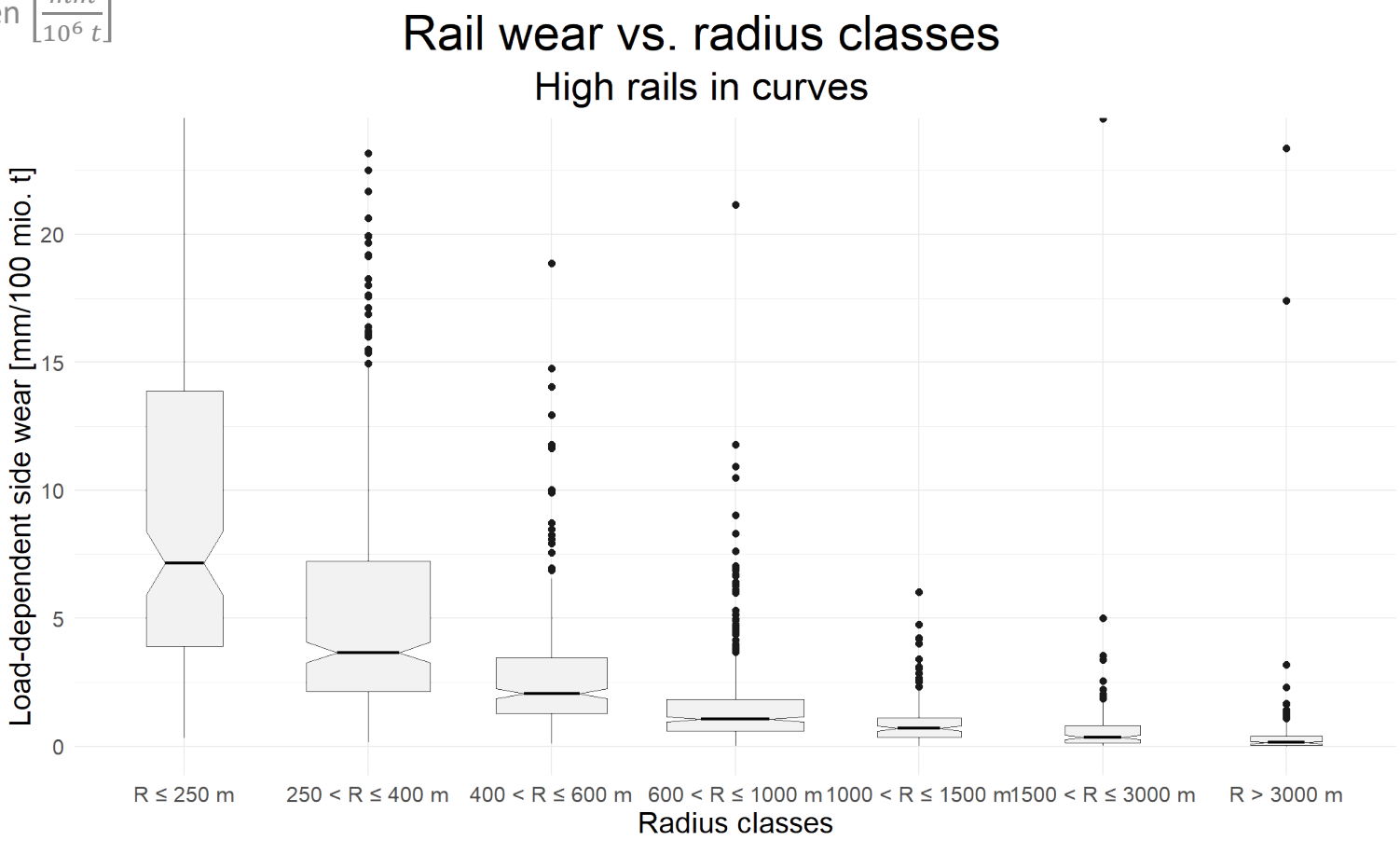
- Auswertungsmethodik
  - Auswertung der Verschleißdaten zu Zeitreihen





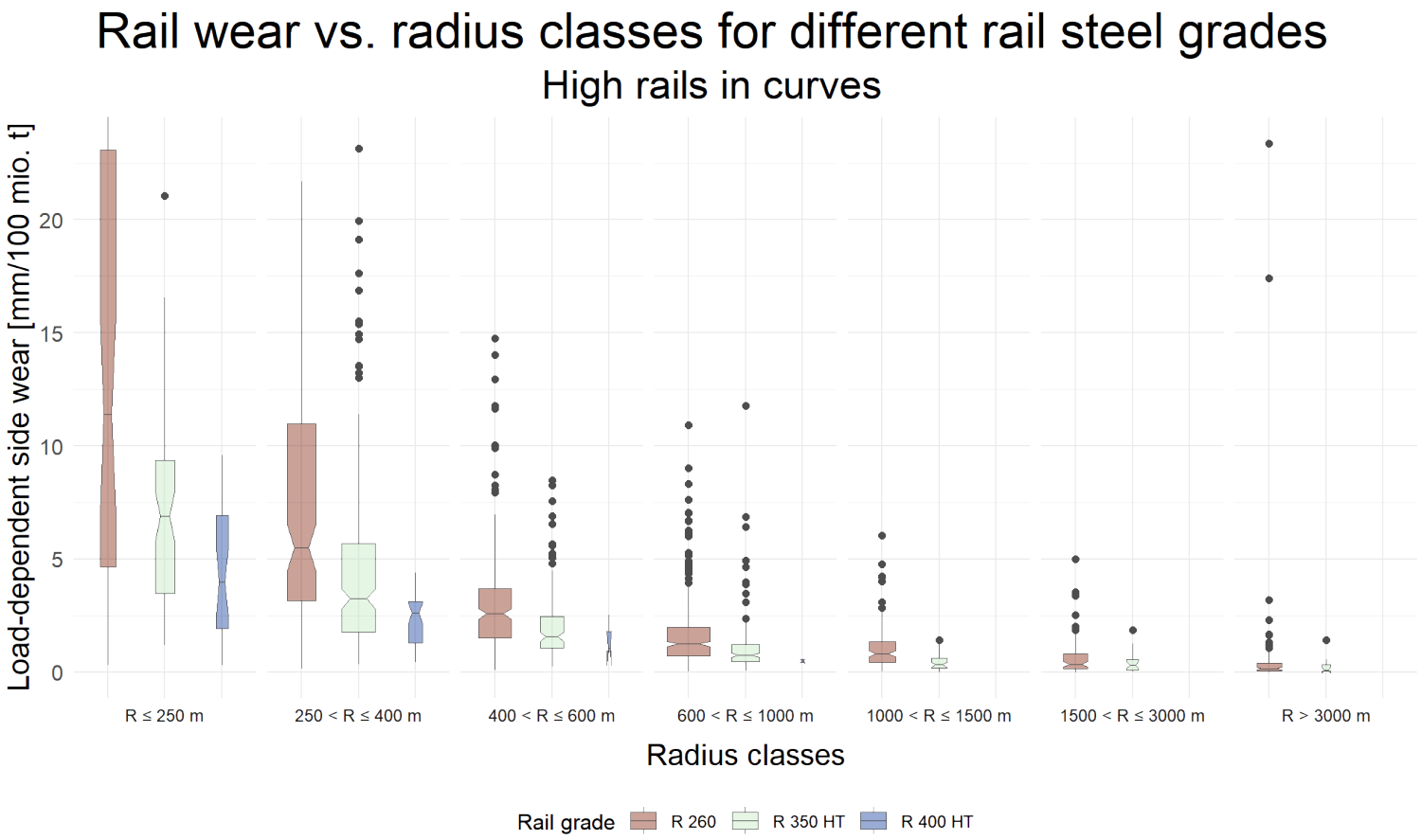
Ergebnisse

- Derzeitiger Stand: belastungsabhängiger Verschleiß
  - Verschleiß pro 100 Millionen Lasttonnen $\left[\frac{mm}{10^6\ t}\right]$
  - Bekannter Zusammenhang bestätigt Methodik
    - **Seitenverschleiß** der Außenschiene in Abhängigkeit der **Radiusklasse**



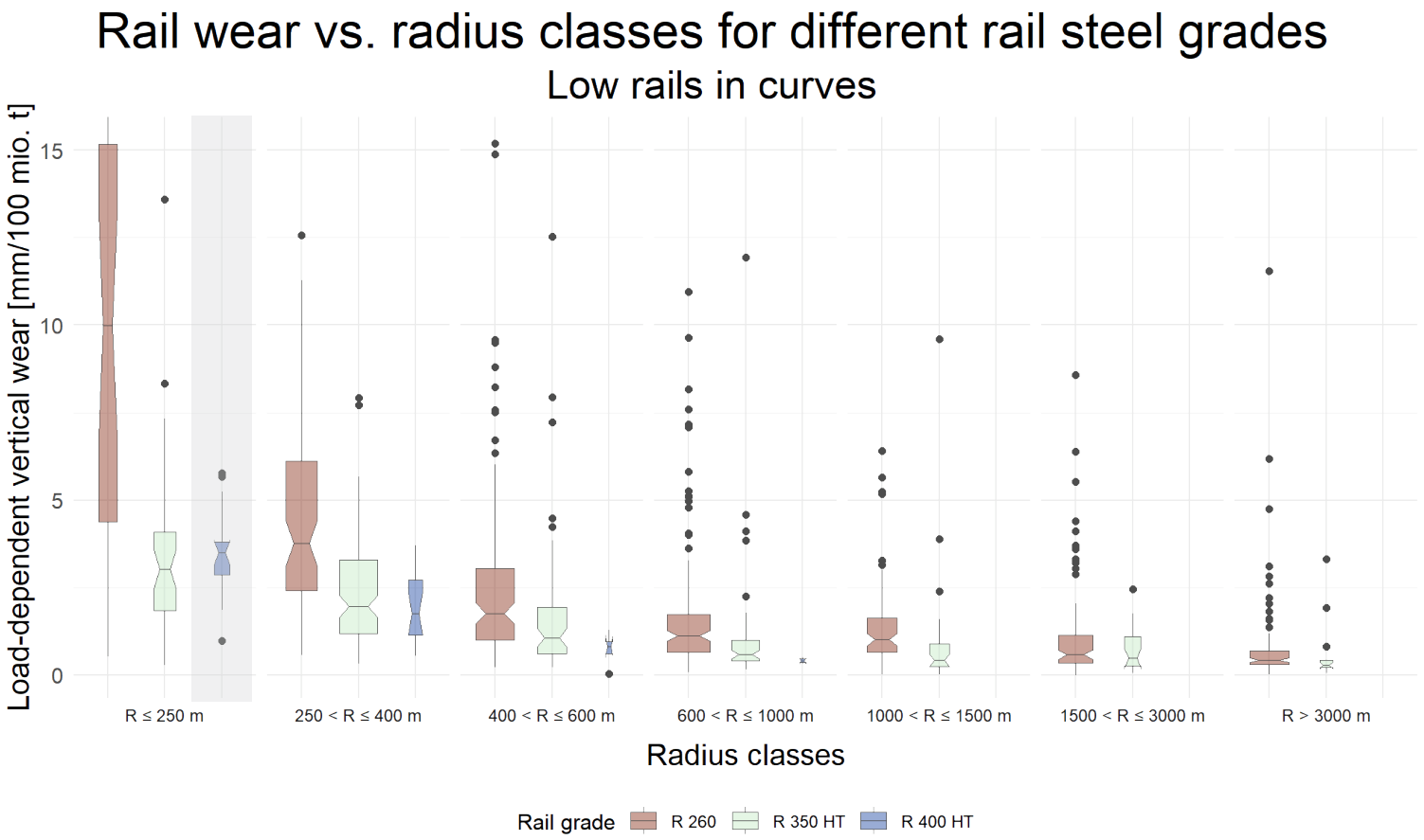
Ergebnisse

- Derzeitiger Stand: belastungsabhängiger Verschleiß
  - Bekannter Zusammenhang bestätigt Methodik
    - **Seitenverschleiß** der Außenschiene in Abhängigkeit von **Radiusklasse** und **Schienenstahlgüte**



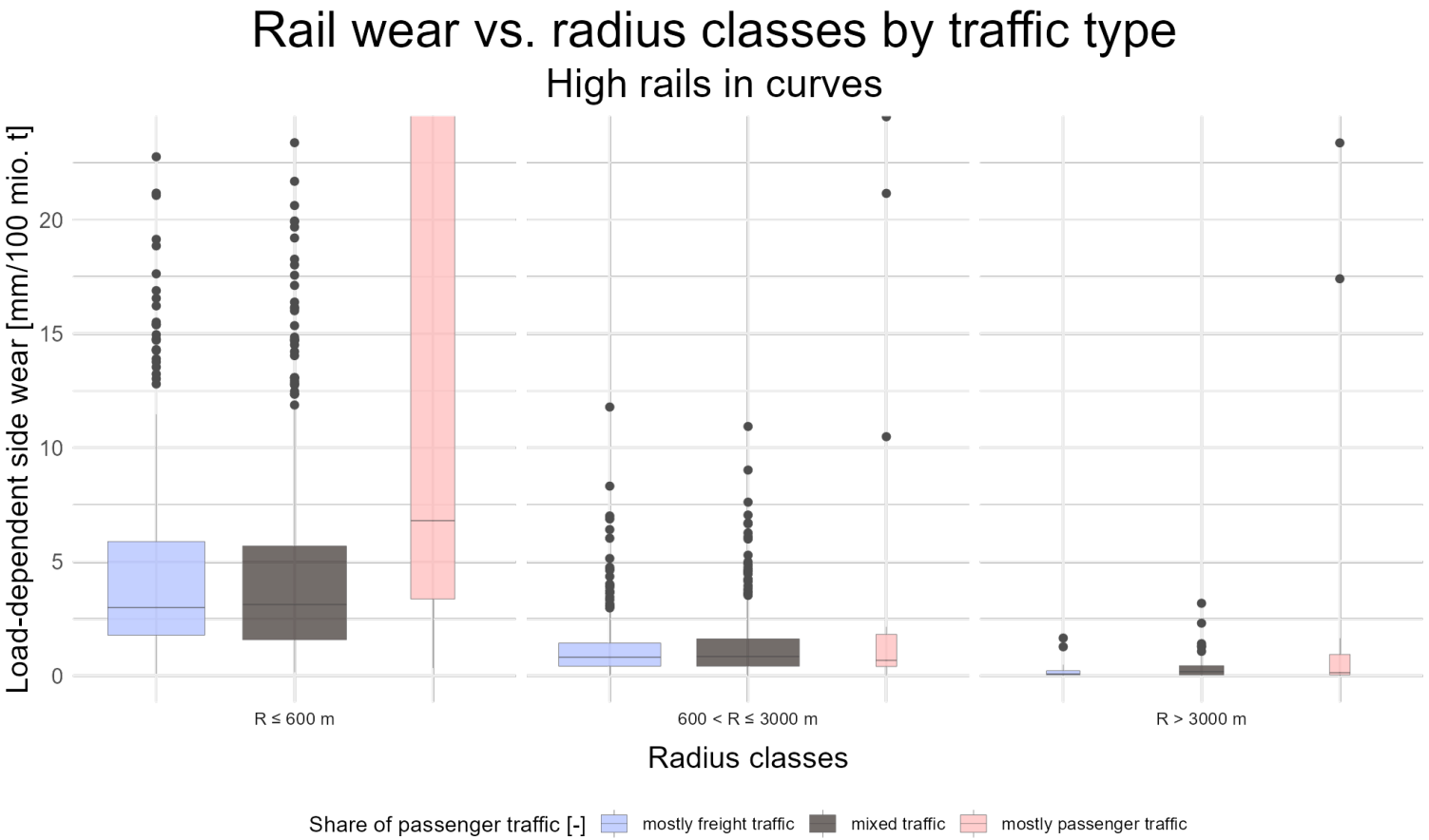
Ergebnisse

- Derzeitiger Stand: belastungsabhängiger Verschleiß
  - **Höhenverschleiß** der Innenschiene in Abhängigkeit von **Radiusklasse** und **Schienenstahlgüte**



Ergebnisse

- Derzeitiger Stand: belastungsabhängiger Verschleiß
  - **Seitenverschleiß** der Außenschiene in Abhängigkeit von **Radiusklasse** und **Verkehrsart**
  - Hinweis darauf, dass Personenverkehr in engen Bögen höheren Verschleiß verursacht
- Detaillierte Analyse des Kollektivs notwendig
  → derzeit: Datenlücke!

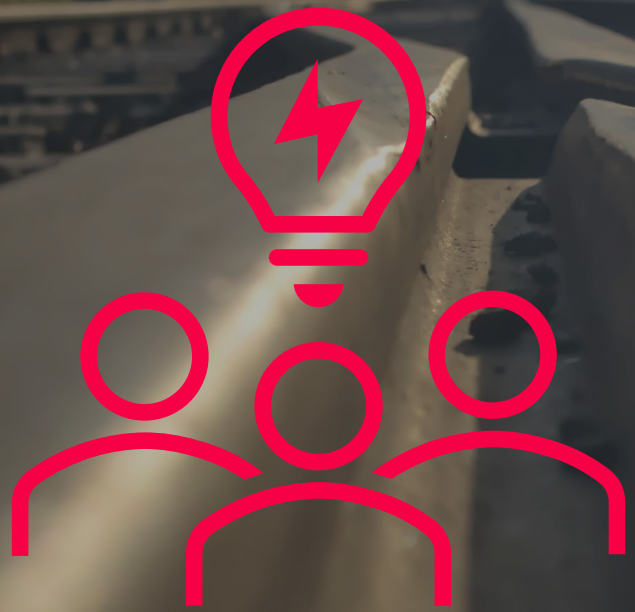


Ausblick

- Identifikation wesentlicher Einflüsse auf den Schienenverschleiß
  - Neben Radius, Schienenstahlgüte etc.

- Erweiterung: Rollkontaktermüdung (Head Checks) – Wirbelstromprüfdaten
- Belastungskollektiv auflösen – wenn möglich: fahrzeugscharf
- „Schienenschädigungsintensität": fahrzeugspezifisch
  - Parameter zur Bewertung eines Fahrzeugs hinsichtlich Verschleißes/HCs
- Entwicklung von Prognosemodellen für Verschleiß & HC
- Ableitung von Prognose für Schleifen & Schienenwechsel (abhängig von Fahrzeug- & Gleis-Parametern)

- Entwicklung eines Tools zur Identifikation von Schieneninstandhaltung
  - Zeitpunkt und **Bereich**



Dipl.-Ing. Dieter **Knabl**, BSc
Universitätsassistent
+43 316 873 6219 | dieter.knabl@tugraz.at
Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft
Technische Universität Graz
Rechbauerstraße 12/II, 8010 Graz, Austria
www.ebw.tugraz.at

Dieter Knabl, 2024