

30. Oktober 2025

Erkenntnisse und Empfehlungen zum Thema Rad-Schiene Interaktion aus Projekt 3

Interaktionstag, Bern

Friedrich-Christian Walther, RAILplus @ Zentralbahn



RAILPLUS – DIE METERSPURIGEN

Alle mit den gleichen «Herausforderungen» – Lösung: Nur gemeinsam sind wir stark!



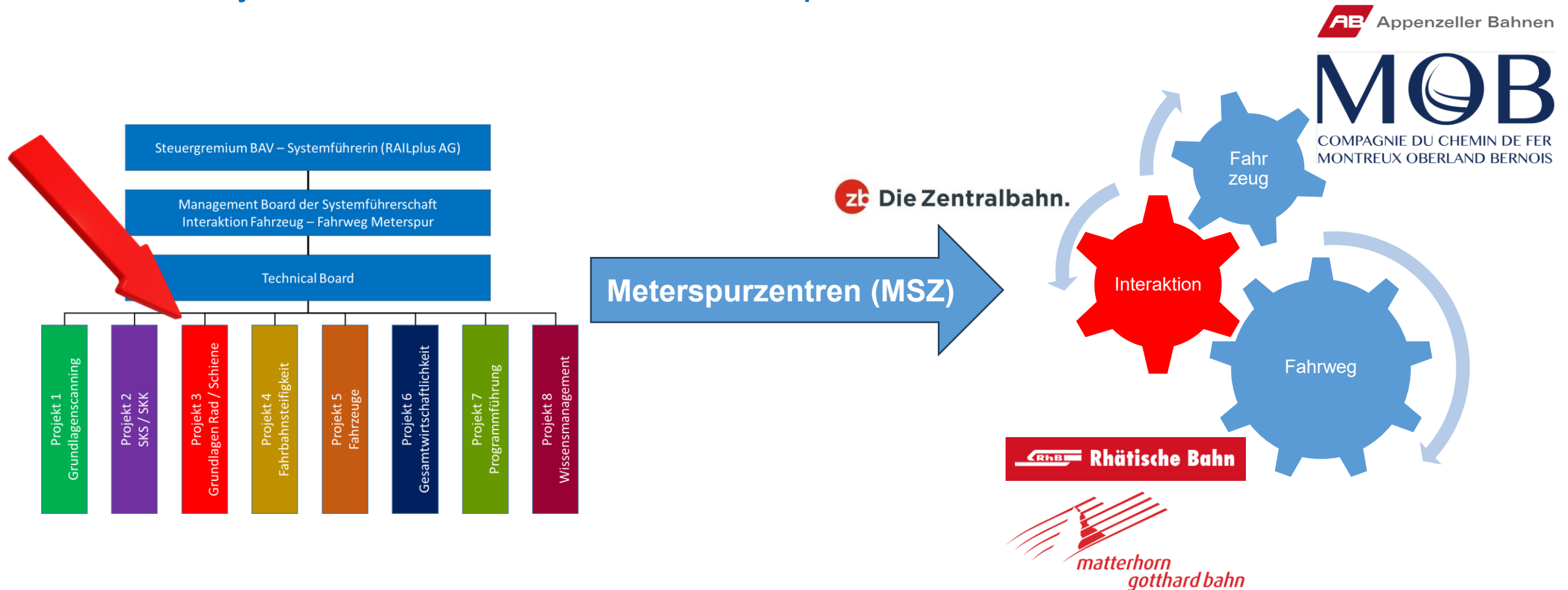
22 Bahnen



**1450 km
Meterspur**

INTERAKTION FAHRZEUG – FAHRWEG

Von der Systemführerschaft in die Meterspurzentren



1. WEG ZUM VERSCHLEISS- ANGEPASSTEN RADPROFIL

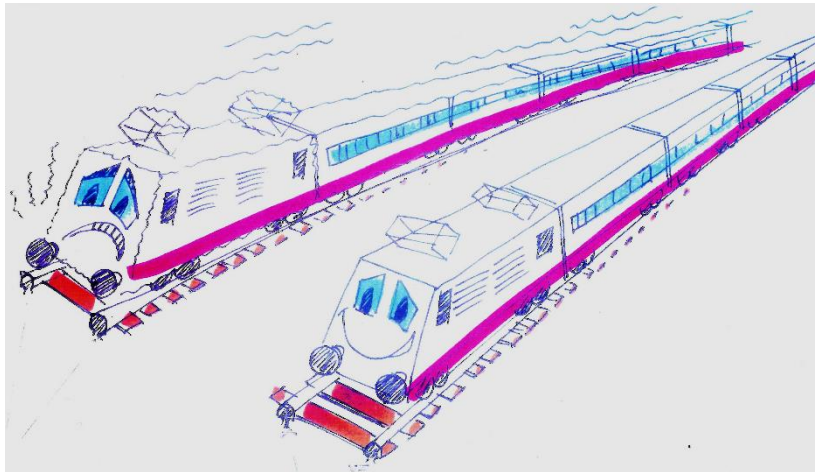


LAUFTECHNIK – INTERAKTION RAD/SCHIENE

Theorie in Kürze – die 2 wichtigsten Parameter

äquivalente Konizität

Bedeutung für Fahrt auf Geraden / bei höheren Fahrgeschwindigkeiten
(Mass für Fahrstabilität)



➤ Zu hohe Konizität → instabiles Fahrverhalten (DG-Instabilitäten/Schlingern)

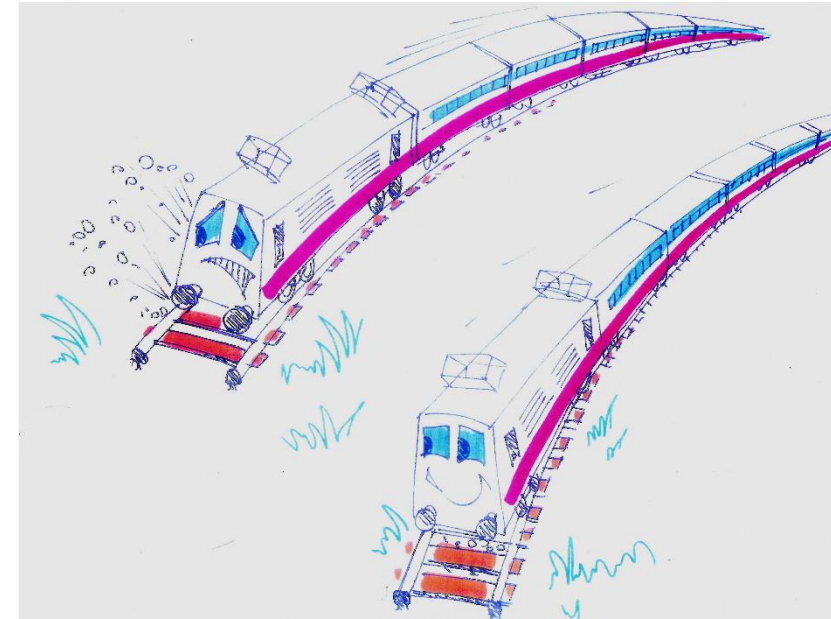
➤ Zu niedrige Konizität → «low frequency body motions» (Wagenkastenschwingungen)

➤ **Für optimale Profilpaarung: Gratwanderung zwischen zu niedrigen und zu hohen Konizitäten mit gleichzeitig guter Bogenlauffähigkeit.**

*Aus dem Radialstellungsindex ergibt sich der kleinste befahrbare Bogenradius, bei dem eine Radialstellung noch möglich ist.

Radialstellungsindex*

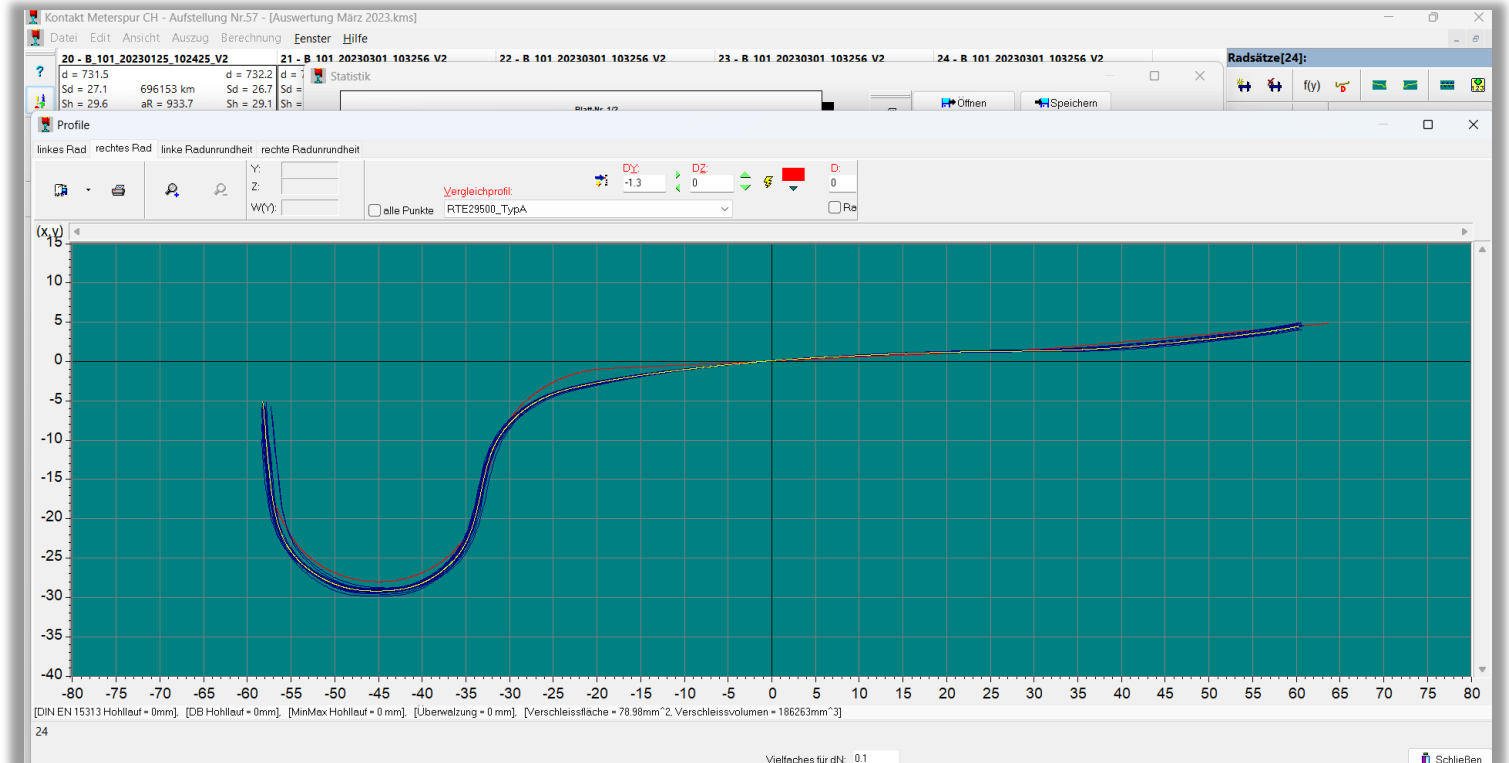
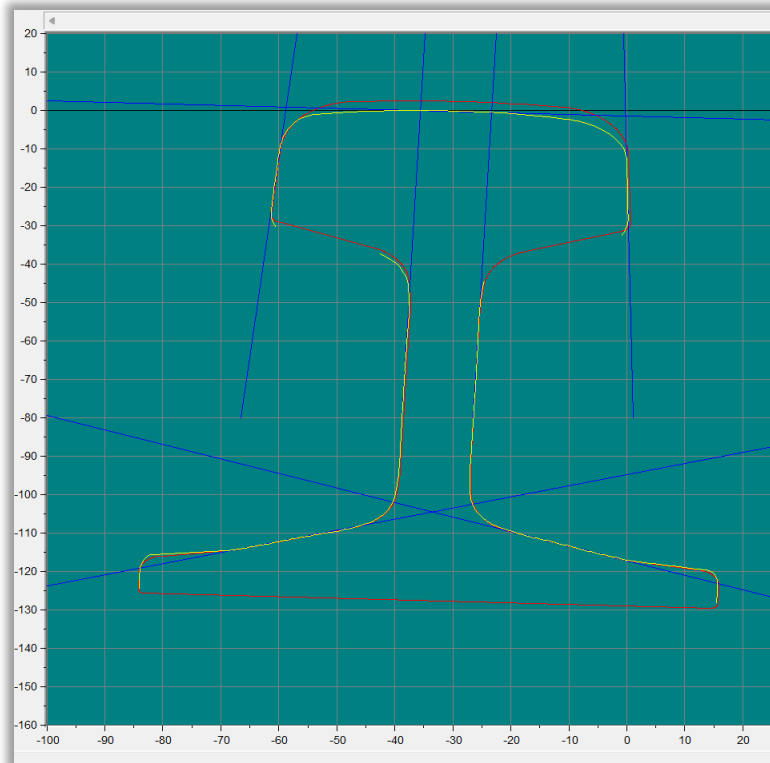
Bedeutung für Fahrt im Gleisbogen



Höherer Radialstellungsindex → schlechterer Bogenlauf (höherer Verschleiss)

ENTWICKLUNG VON OPTIMIERTEN PROFILEN

Auswertung der Profilmessdaten mittels Software*



➤ Um ein möglichst gut passendes Rad-/Schienenprofil zu entwickeln, muss man seine Verschleissprofile kennen!

*Plots aus «Gleis-/Rad-Kontakt Meterspur CH» Legende: «rot» = Neuprofil / «gelb» = Verschleissprofil im Mittel / «dunkelblau» = Einzelverschleissprofile

MESSUNG VON SCHIENENPROFILEN

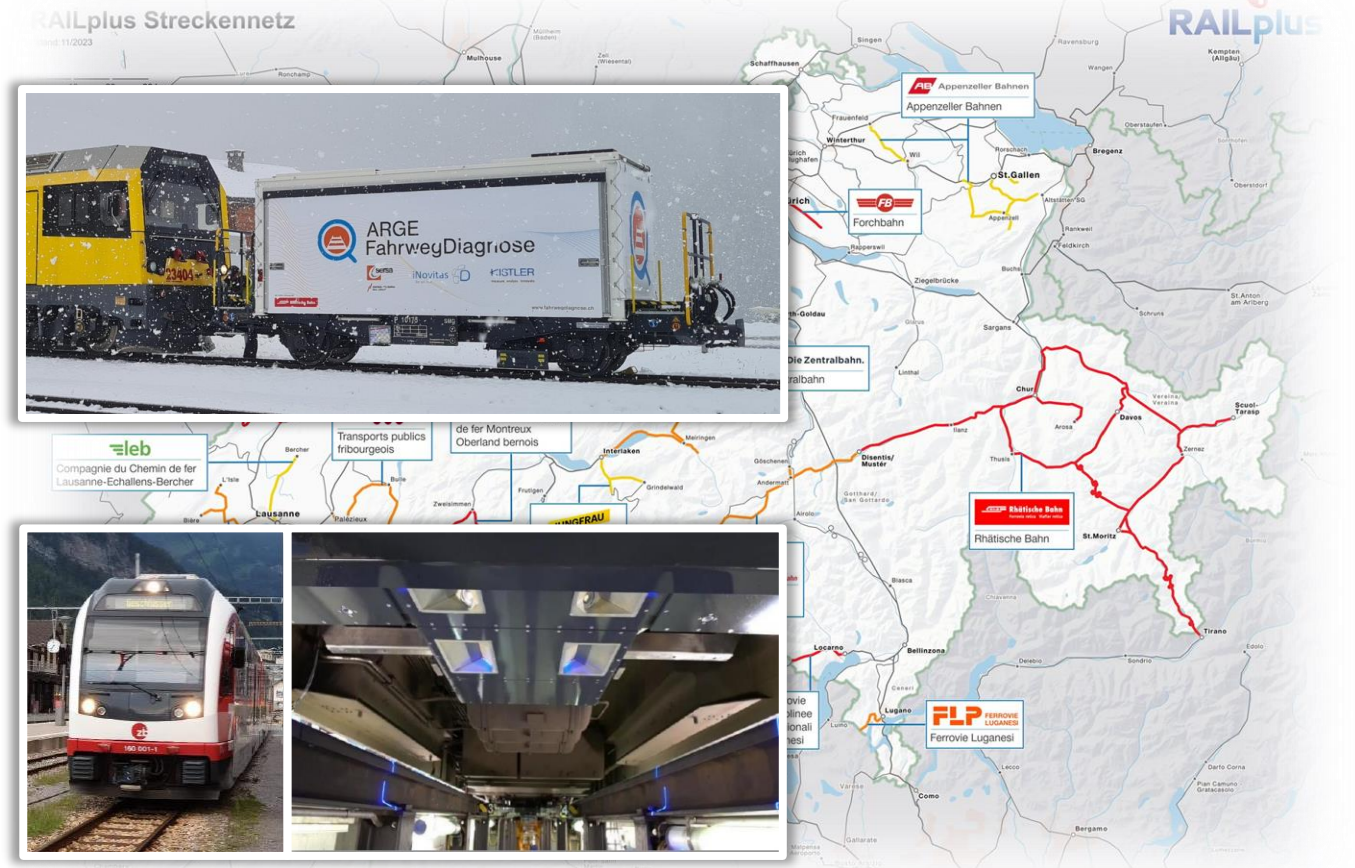
Schiene – Stand heute

Messwerterfassung:

- 22 Meterspurbahnen und viele* benutzen ein und denselben Messwagen Meterspur
- Ausnahme: Zentralbahn mit gleichem ATM-Messsystem in einem Regelzug

Sammlung Messdaten:

- 1 Datenbank für alle erfassten Schienenquerprofile
- Zentralbahn-Daten werden nun zukünftig auch in Diese mit aufgenommen



➤ **Somit ist eine einfache Auswertung und Vergleichbarkeit über das gesamte Meterspurnetz möglich.**

*Im Jahr 2024 gab es bis dato bei 12 Bahnen Messungen mit dem ARGE FahrwegDiagnose Messwagen.

MESSUNG VON RADPROFILEN

Rad – Stand heute

Optisches Handlasmessgerät CALIPRI:

- Viele* der 22 Meterspurbahnen von RAILplus benutzen CALIPRI zur Radprofilerfassung
- Einzelne nutzen OPTIMESS und MINIPROF

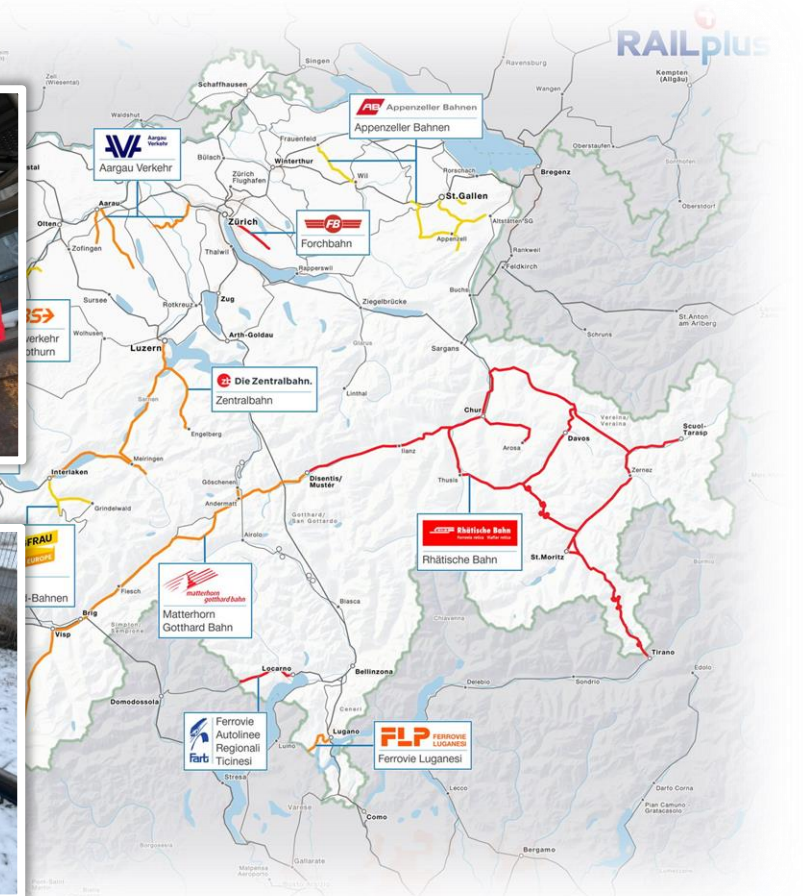
Überfahrmessanlagen:

- Für grosse Datenmengenerfassung eignet sich eine Überfahrmessanlage, welche Profilmasse oder Unrundheiten der Räder erfassen können

Sammlung Messdaten:

- Digital meist gar nicht!

RAILplus Streckennetz
Stand 11/2023

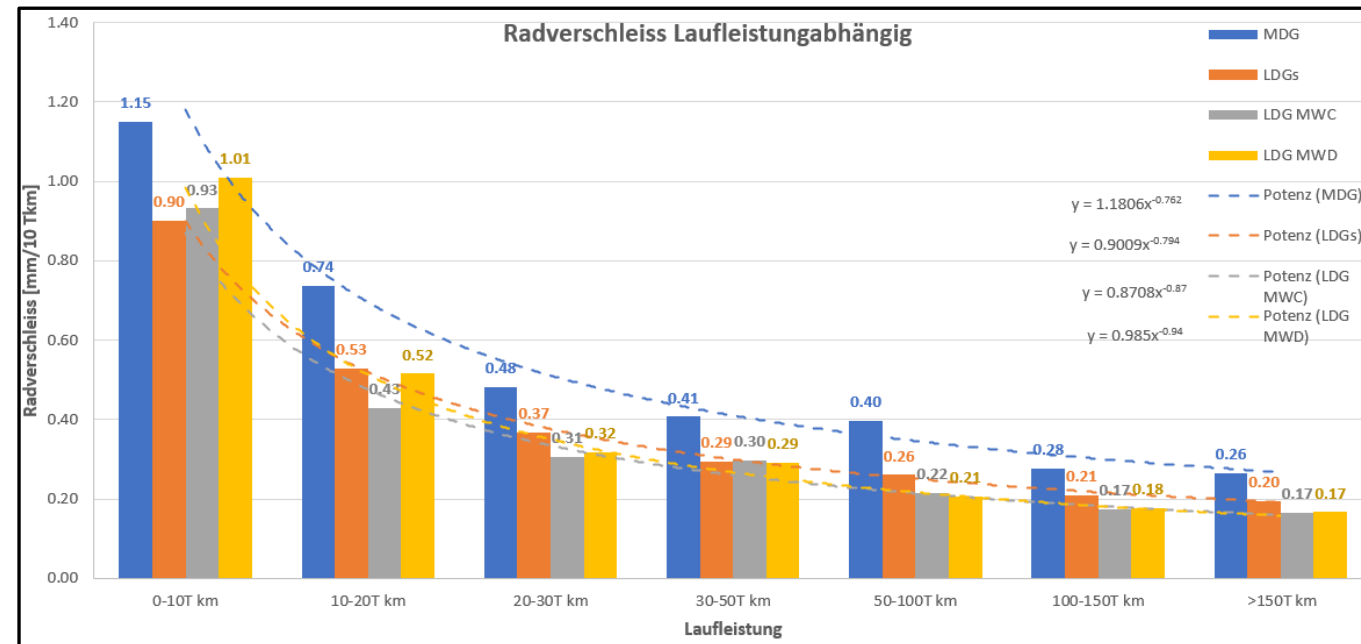


➤ **Ohne genügend Radprofilmessdaten ist keine Auswertung und anschliessende Profilverbesserung – weder fürs Rad noch die Schiene – möglich.**

*Im Jahr 2023 meldeten 13 Bahnen, dass sie CALIPRI im Einsatz haben.

VERSCHLEISSENTWICKLUNG RAD

Auswertung Radverschleiss über Laufleistung @RhB*



- Die derzeitig aufgedrehten nominellen Radprofile verändern ihre Profilform zunächst stark, bis sie im Verschleisszustand nur noch minimalen Laufflächenverschleiss zeigen und nahezu stabil bleiben.
- Die zusätzliche Auswertung des Radialstellungsindex zeigt, dass alle Radprofile bogenfreundlicher werden.

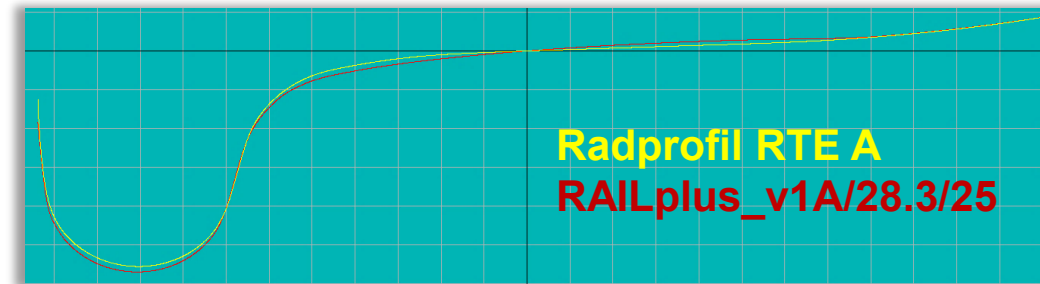
*Auswertung vom RTZ (Capricorn) aus dem Jahr 2024.

ENTWICKLUNG OPTIMIERTES RADPROFIL

Verschleissangepasstes Radprofil: RAILplus_v1A / B

Entwicklung* 2 optimierter spurkranzgeschwächter Verschleissprofile **RAILplus_v1A/28.3/25** für Typ A und **RAILplus_v1B/28.3/20** für Typ B:

- **Grundlage** ist das sich nach Zeit von **selbst einstellende reale Verschleissprofil**
- Für Bögen: Radialstellungsindex wird für **deutlich engere Radien** (im Gegensatz zum *RTE A* Profil) auf den betrachteten Strecken **erfüllt**
- Für Geraden: Auf Konizitäten für höhere Geschwindigkeiten überprüft und **kritische Stellen** sind «ungepflegte», **flache Schienenköpfe** sowie **Spurverengungen**
- Unempfindlich gegenüber Einbauneigungen und Spurweiten ≥ 1003 mm
- Durch leichte Verschiebung der Berührungspunkte/Fahrspiegel (aufgrund erhöhter Bogenlauffähigkeit) anfälliger für Traktionsprobleme bei überschmierten Schienenfahrflächen (gleich wie die heutigen Verschleissprofile)

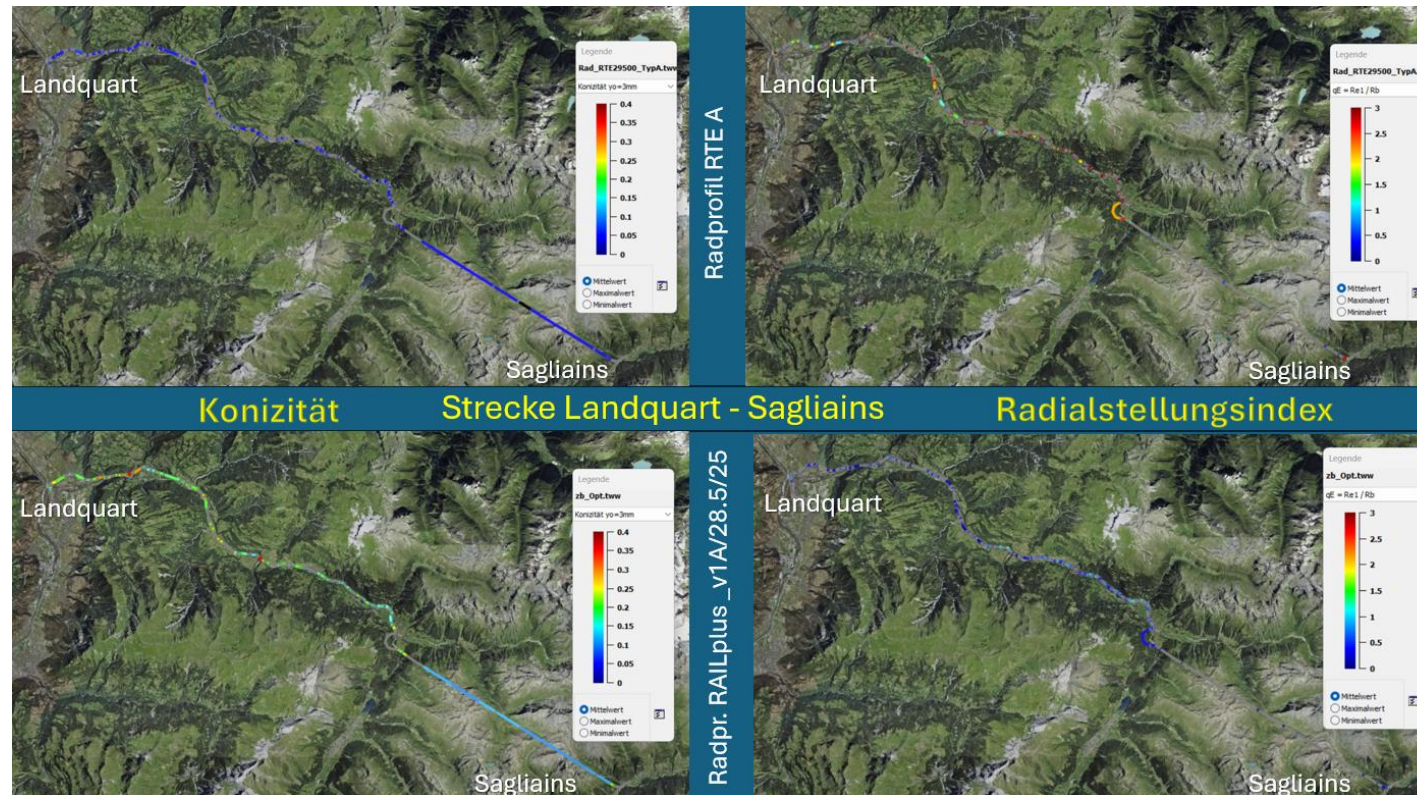


- **Ziel: Weniger Profilveränderung/Verschleiss, längere Laufleistung und breiter Fahrspiegel mit Reduktion der Schädigung an Rad/Schiene.**
- **Zu kleine Spurweite ist in jedem Falle im gesamten Netz zu vermeiden! Neu nominell nur noch (min.) 1003 mm verbauen.**
- **Schienenpflege auch in der Geraden bei flachen Schienenköpfen notwendig & Empfehlung für Smart SKK/SKS.**

*Durch Roland Müller im Jahr 2024.

REALE PROFILPAARUNG @RHB

Auswertung* mittels der Software «Rad/Gleis-Kontakt Meterspur CH»



➤ Daraus lassen sich Massnahmen für Fahrzeug/Fahrweg ergreifen (z.B. opt. Rad/Schiene-Profile, Instandhaltung).

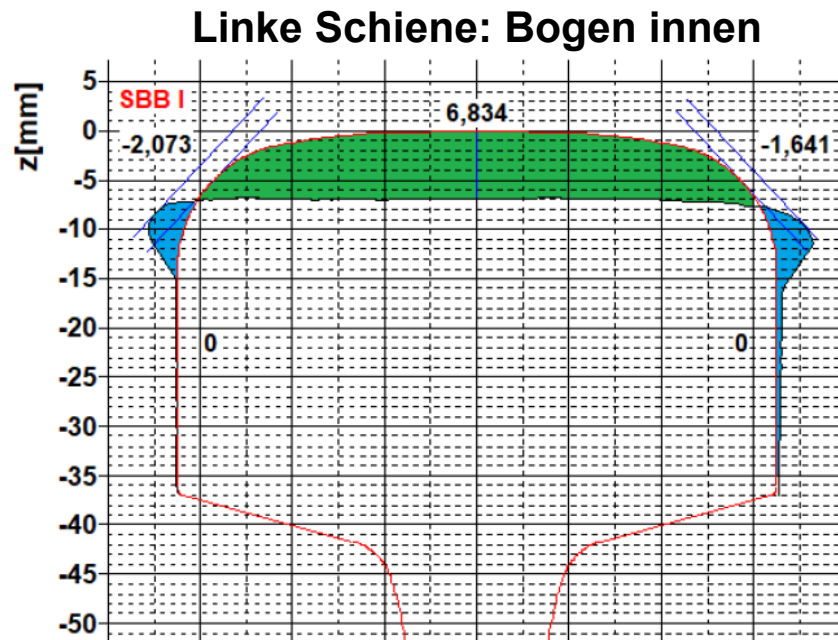
*Messdaten des ARGE FahrwegDiagnose Messwagens aus dem Herbst 2023.

2. WEG ZUM VERSCHLEISS- OPTIMIERTEN SCHIENENPROFIL



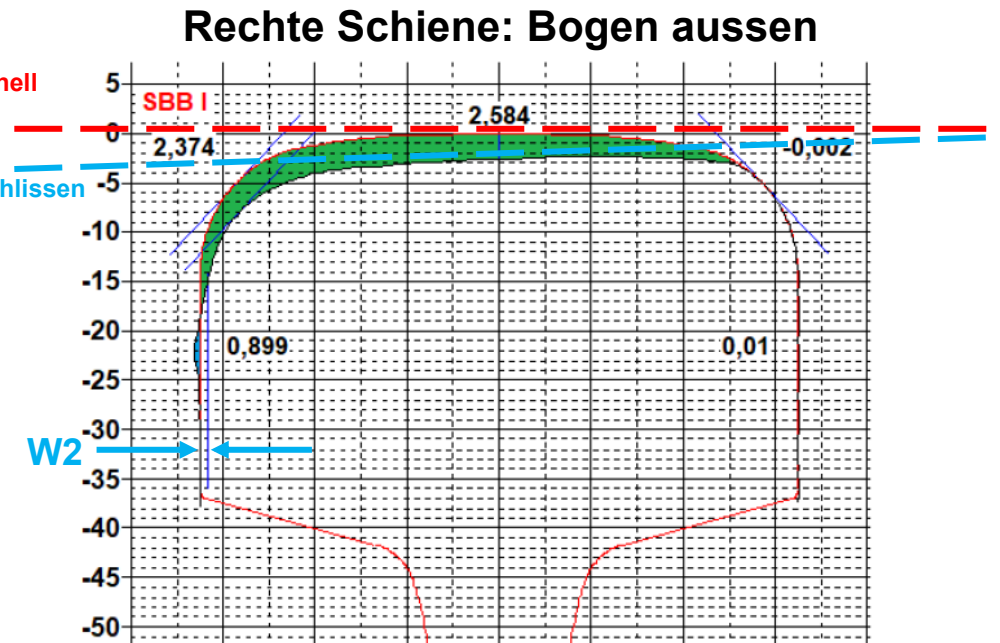
VERSCHLEISSENTWICKLUNG SCHIENE

Beispielhafter Schienenkopfverschleiss @MGB*



Neigung_{Fahrfläche_nominell}
 = **Neigung_{Schienenfuss}**
Neigung_{Fahrfläche_verschlissen}

**LINKS-
BOGEN**

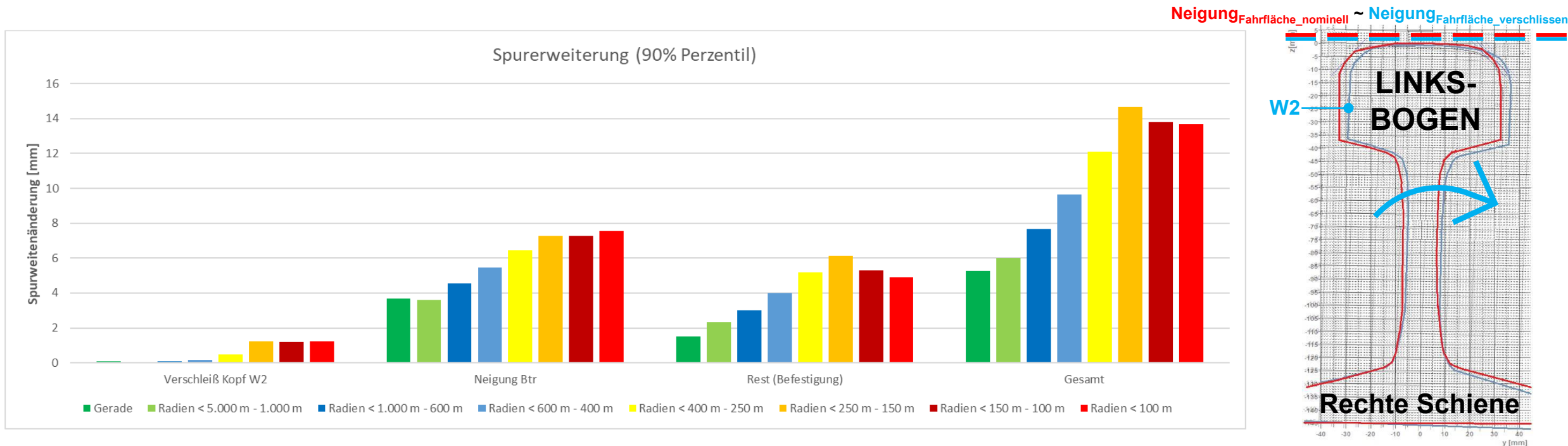


- Innenschienen im Bogen und Schienen auf der Geraden flachen ab.
- Aussenschiene weist nur minimalen Schienenflankenverschleiss (W2) auf.
- Die Fahrflächenneigung entspricht nicht mehr der Schienenfussneigung und die grosse Verschleisszone „schrägt ab“.
- Keine Schienenbearbeitung mit Nominalprofil Bogen aussen, wenn keine Schäden vorhanden sind!

*Messung aus dem Jahr 2023 von einem 194 m Linksbogen und Visualisierung durch die DB-Systemtechnik.

MESSUNG SPURERWEITERUNG

Einfluss* Fahrkantenverschleiss, Schienenneigung & Befestigungsmittel



- Vergrößerung der Spurweite in Bögen (bei funktionierender SKS) stammt zum grössten Teil nicht vom Schienenflankenverschleiss sondern vom Aufstellen der Schiene.
- Die Zwischenlagen und Befestigungsmittel halten den derzeitigen Belastungen nicht mehr Stand.

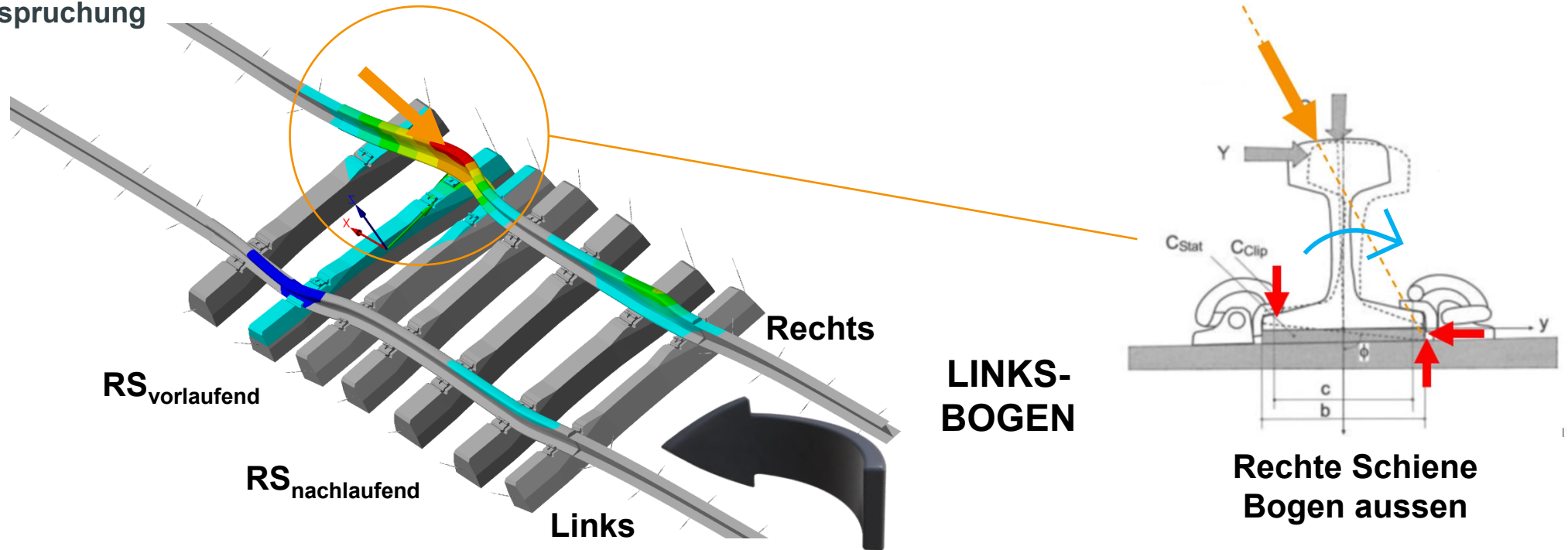
*Auswertung von Messdaten des ARGE FahrwegDiagnose Messwagens aus dem Herbst 2023 von der Strecke Brig-Zermatt (MGB) durch die DB-Systemtechnik

SIMULATION SPURERWEITERUNG

Nicht durch Verschleiss verursacht

Die reversible Spurerweiterung ist unter den definierten Bedingungen aus dem FE-Modell* und der Messung gering.

- **Monotone Beanspruchung**
- Max. ~3 mm



➤ Die hohen irreversiblen Spurerweiterungen sind eine Folge von zyklischen (Über-)Beanspruchungen.

*Aufgebaut und analysiert durch die DB-Systemtechnik im Jahr 2025 und mit Messdaten der MGB abgeglichen.

ENTWICKLUNG OPTIMIERTES SCHIENENPROFIL

Verschleissoptimiertes Schienenkopfprofil: RAILplus_v1S

Entwicklung* zunächst eines **asymmetrischen Schleifprofils** für den Bogen, um mit möglichst wenig Materialabtrag berührgeometrisch zu optimieren:

- **RAILplus_v1Si** für **Schiene im Bogen innen**
- **RAILplus_v1Sa** für **Schiene im Bogen aussen**
- Aufbau möglichst grosser Rollradiendifferenzen zur **Schlupfwellenverminderung** (damit auch Radpolygon- und Lärminderung)
- Nun folgt die Betriebserprobung bei mehreren Bahnen in Einzelbögen (inkl. Untersuchungen zu Zwischenlagen und Befestigungsmitteln)



➤ **Ziel: Weniger Profilveränderung/Verschleiss, längere Liegezeiten und definierter Berührungspunkt mit Reduktion der Schädigung an Rad/Schiene.**

*Durch Johannes Stephanides und Roland Müller im Jahr 2025.

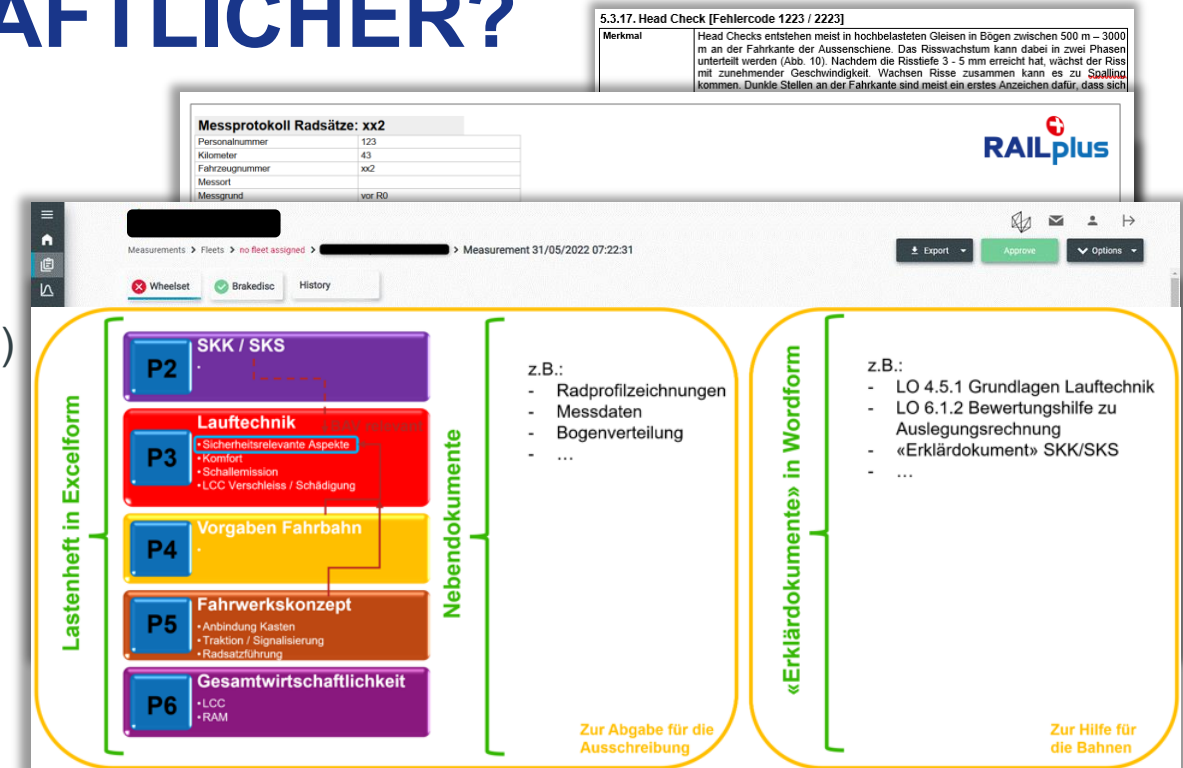
3. ZUSAMMENFASSUNG



WIE WERDEN WIR WIRTSCHAFTLICHER?

Von den Empfehlungen zur Umsetzung!

- Rollout RAILplus-Rad-/Schienenprofil
- Spurweite min. 1003 mm
- Standardisierte Vorgabendokumente (z.B. Schadenskatalog)
- Qualitative Schienenbearbeitung und nur dort wo nötig
- Bedarfsgerechtigkeit bei SKK/SKS
- Richtige Befestigungsmittel & Zwischenlagen
- RAILplus-Messplan für CALIPRI
- Traktionsoptimierung
- Gemeinsame Radsatzdatenbank
- Bahnspezifische Werkstoffempfehlungen
- Einheitliches Lastenheft Fahrwerk



- **Erhöhung der Sicherheit und Wirtschaftlichkeit durch Zusammenwachsen von Fahrzeug & Fahrweg und gemeinsamer Betrachtung/Auswertung von Zusammenhängen.**
- **Digitalisierung und zustandsbasierte Instandhaltung reduzieren Kosten und erhöhen Verfügbarkeit (Qualität).**
 - **Gemeinsame Problemlösung in den neuen Meterspurzentren erhöht auch die Wirtschaftlichkeit.**

Alle mit den gleichen «Herausforderungen» – Lösung: Nur gemeinsam sind wir stark!

KONTAKT



Friedrich-Christian Walther

+41 (0) 79 621 36 66

Flottenmanager / PL RAILplus P3 Interaktion Rad/Schiene
Sowie der Co-Leiter Meterspurzentrum Interaktion (MSZ-I)

friedrich-christian.walther@zentralbahn.ch

NEU: MSZ-I@zentralbahn.ch



MERCI!



RAILplus
Interaction