



**NETZE**



**Bahn Stuttgart**

# **Stammstreckensperrung 2022**

Erkenntnisse und weitere Vorgehensweise

---

18.01.2023 | Stuttgart | DB Netz AG, S-Bahn Stuttgart

# Im Sommer 2022 wurden auf der Panoramabahn und der Relation Vaihingen – Filderstadt erhöhte Radverschleiße festgestellt



## Ausgangssituation

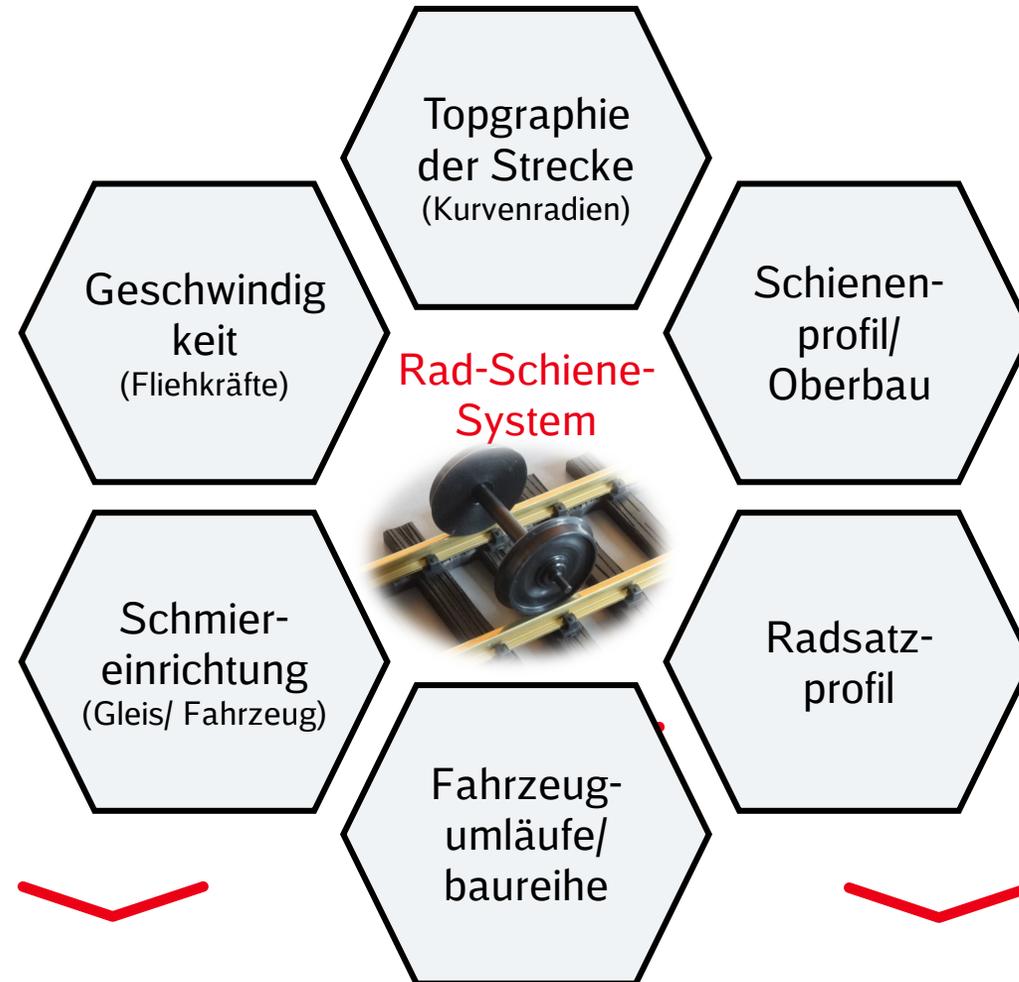
- **17. August 2022**  
Einstellung S-Bahn-Verkehr auf der Panoramabahn aufgrund erhöhtem Radverschleiß am ET 430
- **24./25. August 2022**  
Start Pendel (mit Dosto) auf der Panoramabahn; hierbei ebenfalls Radabnutzung über normalem Niveau gemessen
- **7. September 2022**  
Einstellung Verkehr zwischen Flughafen und Filderstadt aufgrund erhöhtem Radverschleiß am ET 430 und Einrichtung Busnotverkehr



## Weitere Vorgehensweise

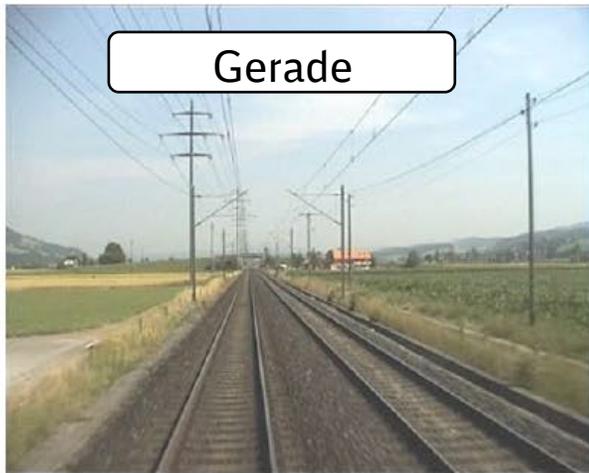
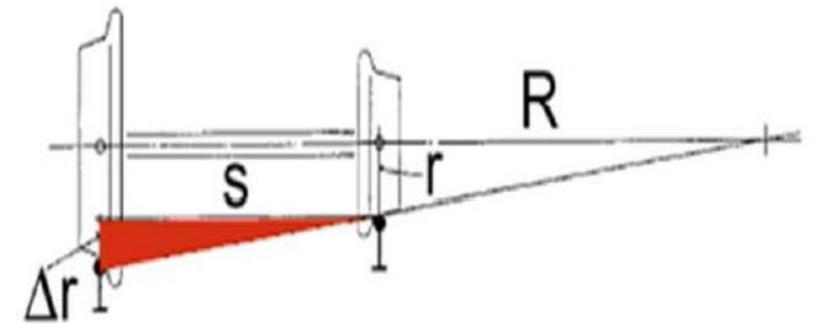
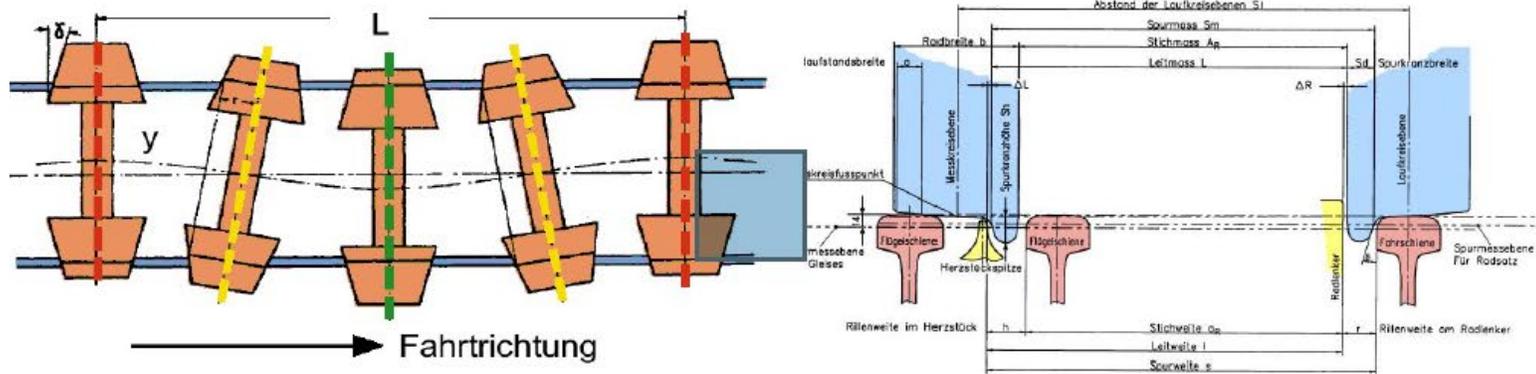
- Beauftragung externen Gutachter zur Ursachenanalyse
- Beauftragung DB Systemtechnik für Erstellung eines digitalen Zwillings für die Panoramabahn und den Abschnitt Flughafen – Filderstadt zur Ursachenanalyse und Maßnahmenableitung
- Einrichtung DB-Expertenteam zur Ursachenanalyse

# Das Rad-Schiene-System ist mit einem komplexen Ökosystem vergleichbar- mehrere Faktoren sind zu beachten



**Die jeweiligen Faktoren beeinflussen Berührgeometrie, Reibarbeit und letztendlich den Verschleiß von Rad und Schiene.**

# Das Rad-Schiene-System zeigt bei Fahrten in Bögen, Weichen und Geraden spezifische Fahreigenschaften



Gerade



Weiche



Bogen

- Sinuslauf
- gleichmäßige Belastung

- Belastung Fahrfläche, Spurkranzinnen- und außenseite
- Punktelle, kurzzeitige Belastung

- Starre Achse ohne Differential
- Einseitige Belastung Spurkranz

# An den Berührungspunkten Rad-Schiene wird stets Reibarbeit geleistet- Schmierung ist daher ein wesentlicher Baustein



früher



heute



- Öl, Fett, Diesel, Abwasser

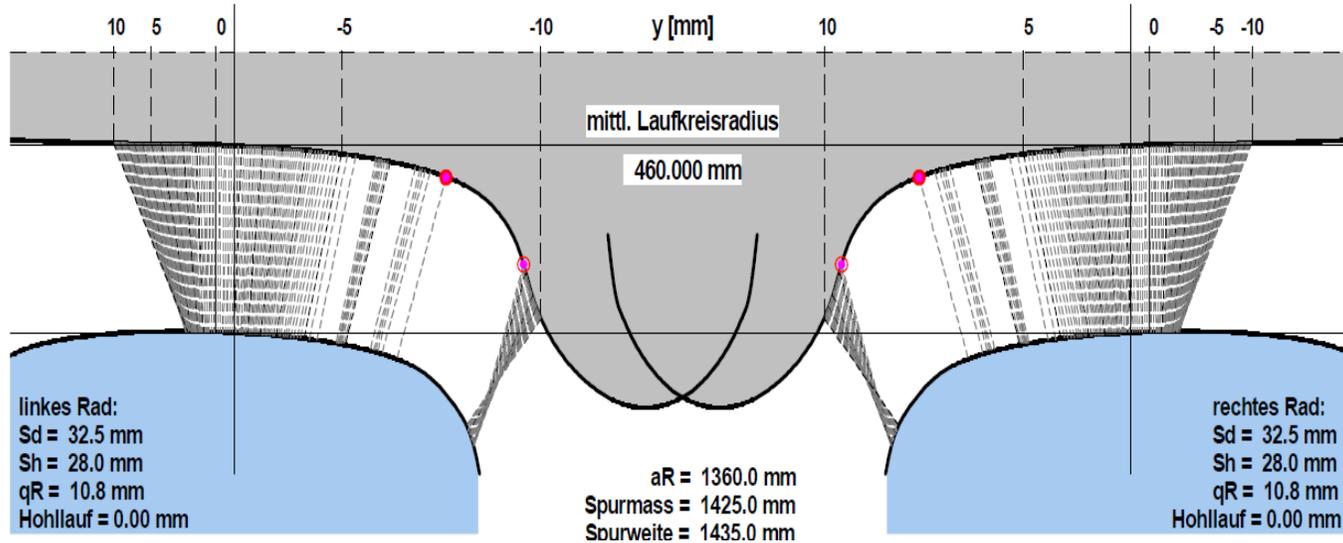


- saubere E-Traktion, geschlossene Toilettensysteme
- Lange trockene Sommer
- umweltfreundliches Schmiermittel



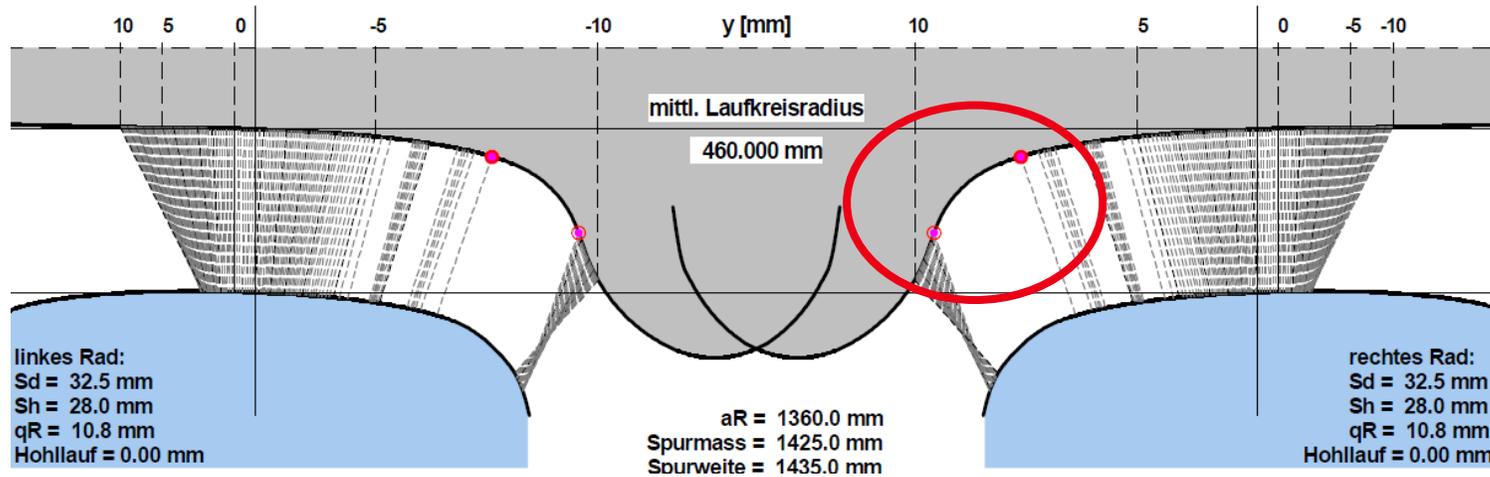
- Fahrzeug- und infrastrukturseitige Schmiereinrichtungen

# Die Wirksamkeit des Schmiermittels ist abhängig von der Berührgeometrie zwischen Rad und Schiene

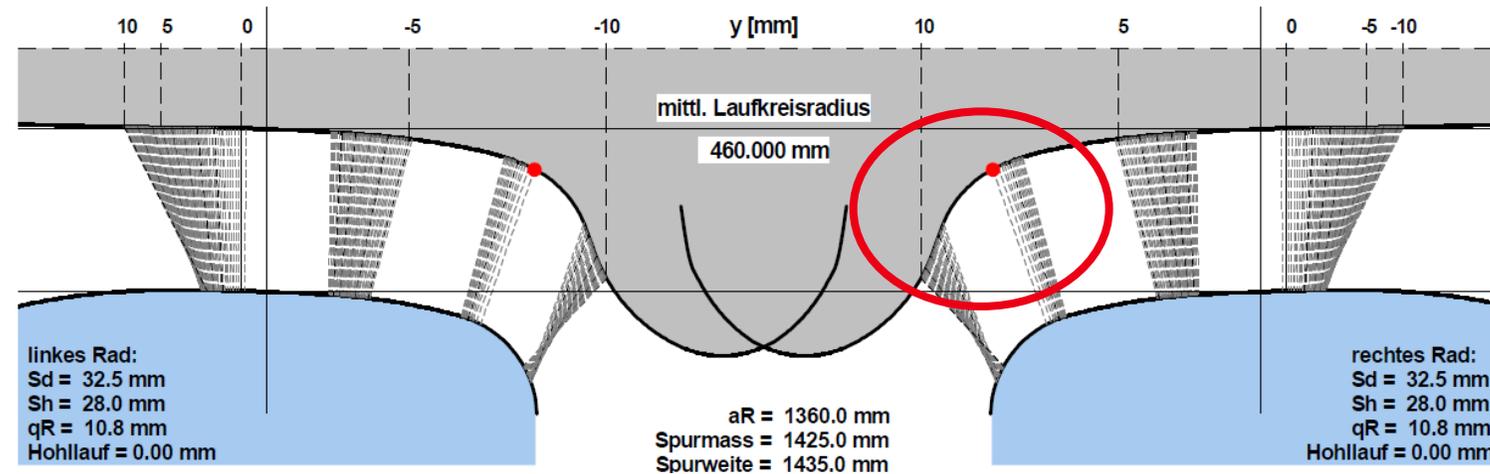


- Die Schmierung des Spurkranzes bzw. der Schiene muss an den Stellen erfolgen, an denen eine Berührung zwischen Rad und Schiene stattfindet
- Die Spurkranzschmierung ist auf die sogenannte Spurkranzkehle eingestellt- zudem wird i.d.R. nur das führende Fahrzeug geschmiert

# Die Berührgeometrie zwischen Rad und Schiene ist von Radsatz- und Schienenprofil abhängig



Standardprofil  
E02  
mit Radsatzprofil  
S1002

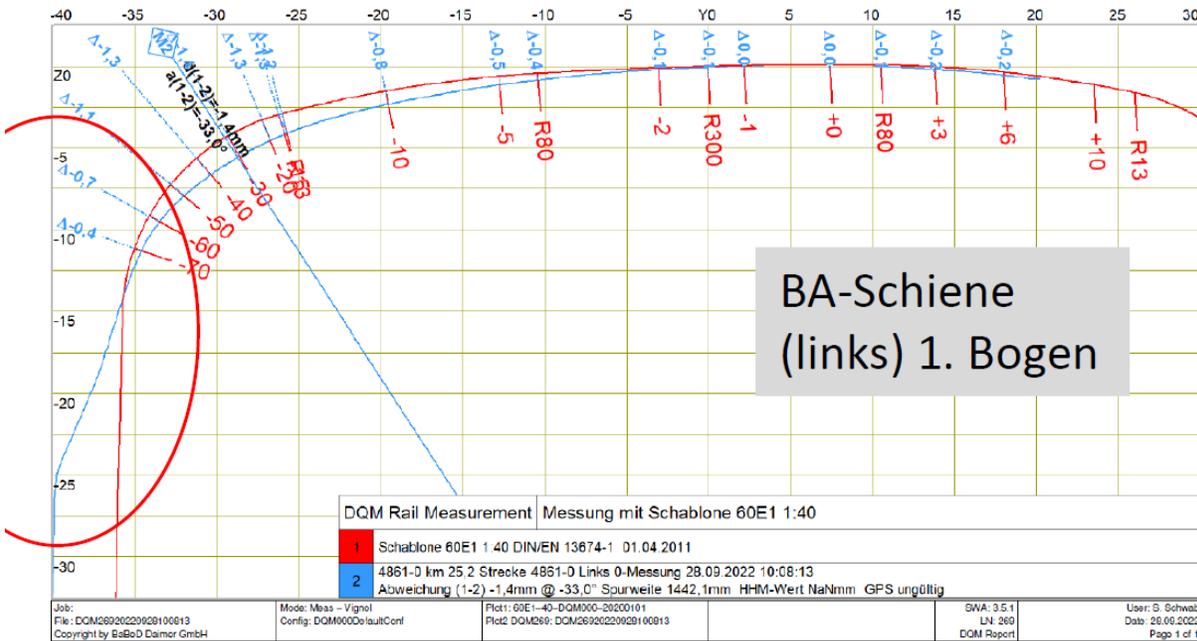


Profil  
E1  
mit Radsatzprofil  
S1002

# Sowohl Radsatz- als auch Schienenprofile verändern sich durch Abnutzung im Regelbetrieb

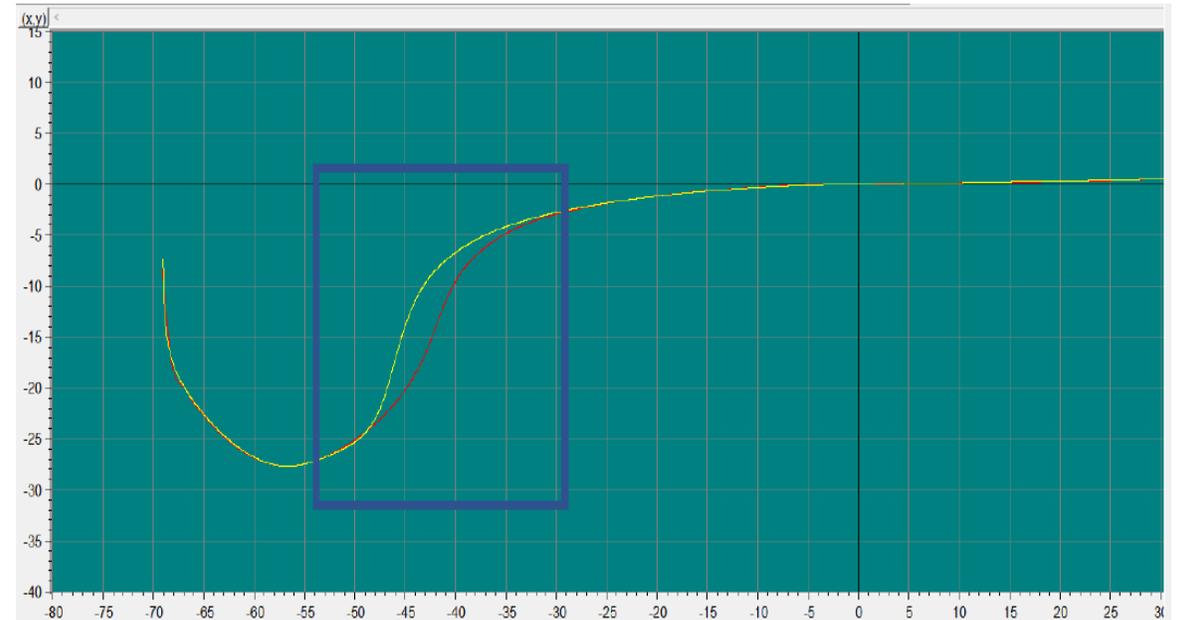


Schiene



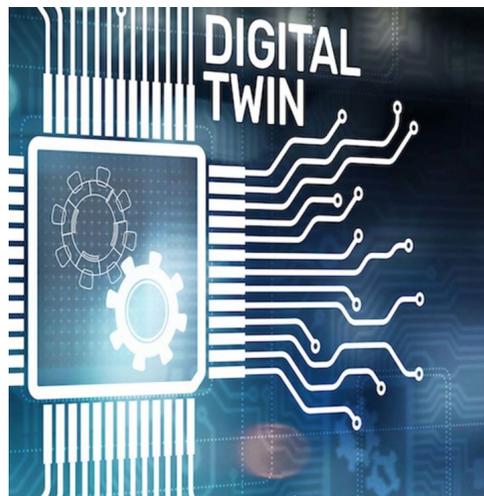
- Sollprofil
- IST-Profil (bspw. Panoramabahn)

Schiene



- Sollprofil
- IST-Profil (bspw. Panoramabahn)

# Mit einem Verschleißsimulationsmodell kann die Reibarbeit mit unterschiedlichen Profilen betrachtet werden



Aufbau eines digitalen **Modells** der Strecke auf Basis der Streckendaten und den Ergebnissen der Messfahrten

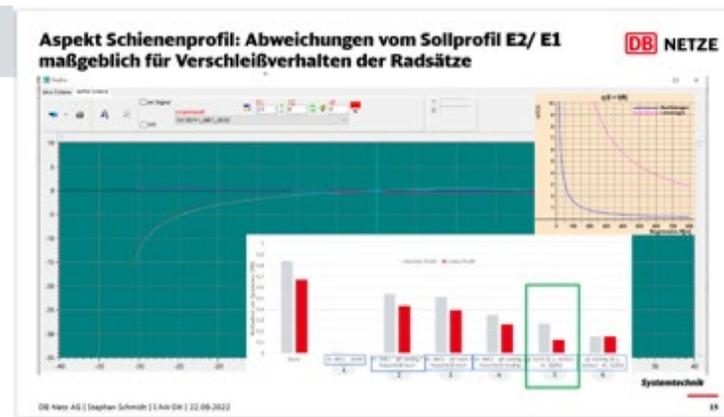
Einspielen der spezifischen Fahrzeugdaten (**Nutzung der 3d-Scans von den Radsatzprofilen**)

Erarbeitung von Lösungsansätzen auf Basis von Simulationsergebnissen mit unterschiedlichen Radsatz- und Schienenprofilen

## Radsatz



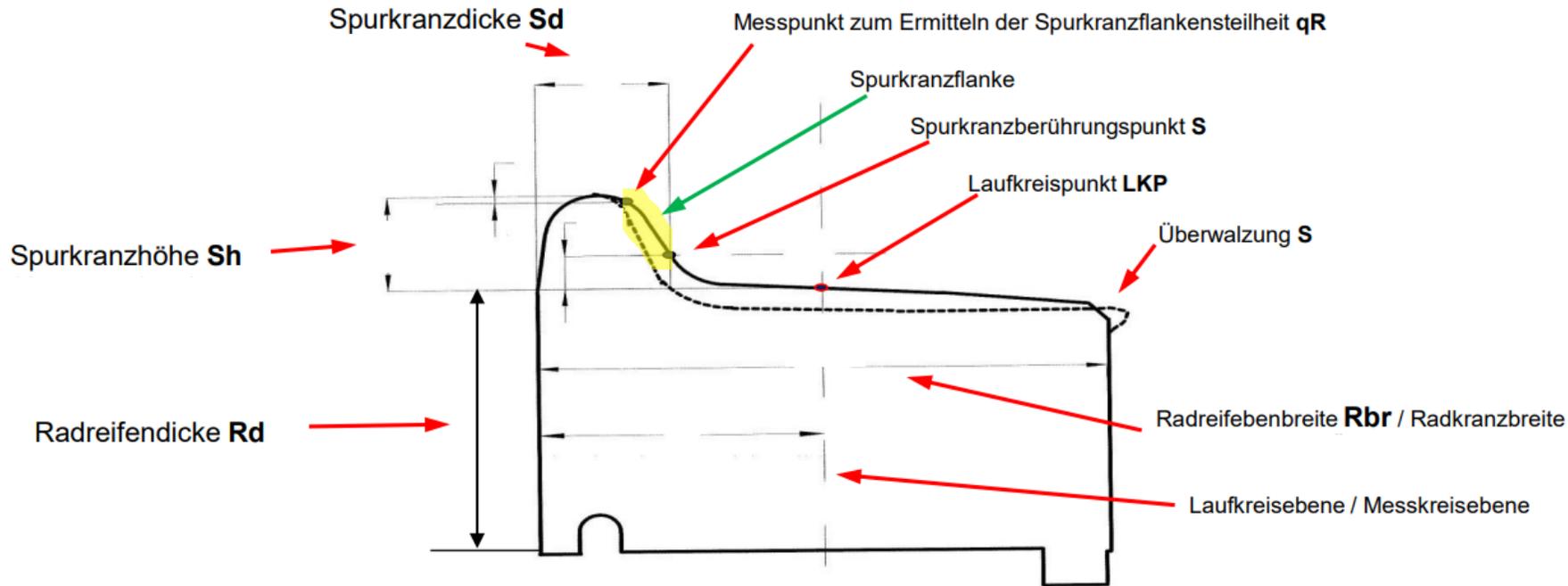
## Schiene



# Die Räder unterliegen im Regelbetrieb einem Verschleiß



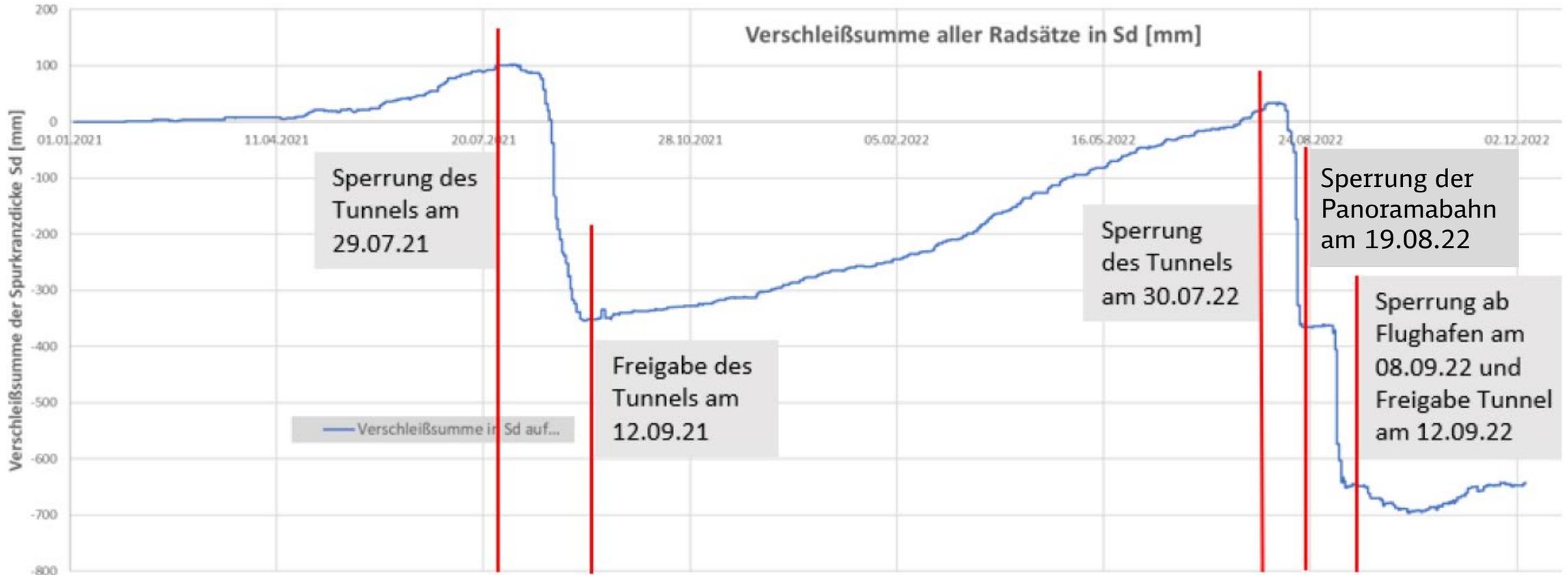
## Radsatzmaße für Radsätze



Während Stammstreckensperrung wurde  $S_d$ -Grenzmaß erreicht. Weitere Radprofilierungen waren bei 17 Fahrzeugen nicht mehr möglich

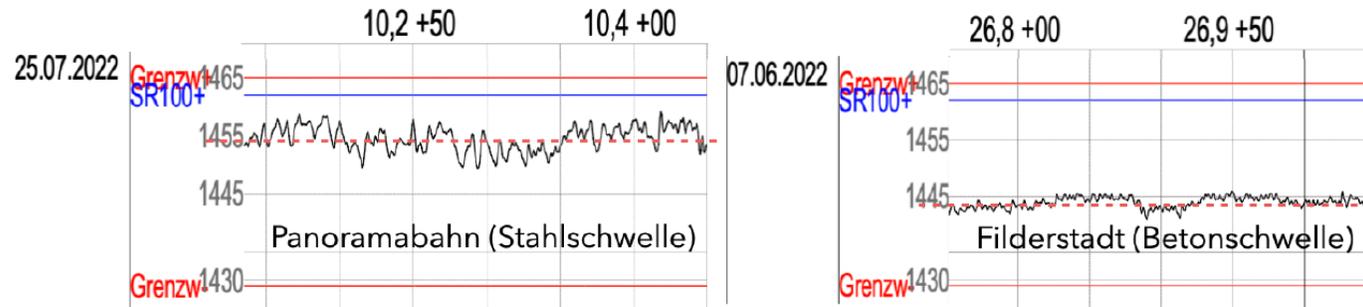
Quelle: In Anlehnung Bericht „Bestimmung des Verschleißminderungspotential der ÖBB-Lokomotivflotte Ein Ansatz zur Optimierung des Bogenlaufverhaltens“; ÖBB-Produktion GmbH / ÖBB-Infrastruktur AG

# Entwicklung der Spurkranzdicke an der BR 430 im Jahresverlauf

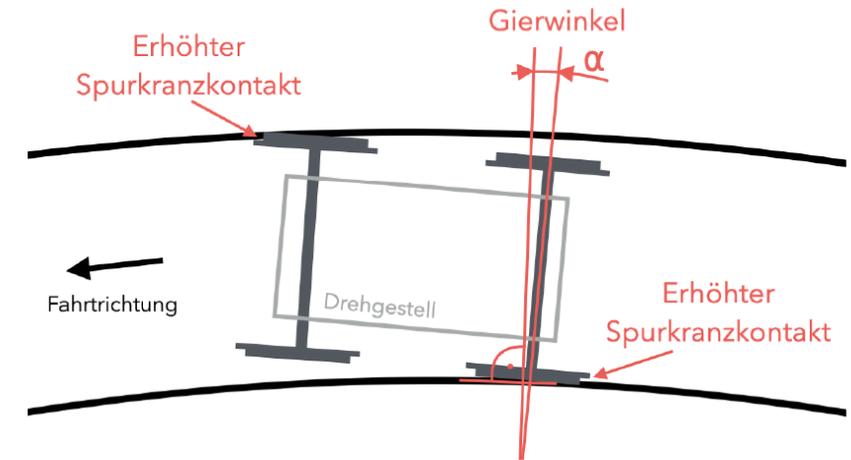


Im Regelbetrieb findet ein Aufbau der Spurkranzdicke statt. Beim Pendelbetrieb auf der Panoramabahn und auf der Relation Vaihingen – Filderstadt erfolgte ein starker Abbau der Spurkranzdicke.

# Erhöhte Spurmaßerweiterung und Schienenverschleiß führten zu einem exponentiellen Radverschleiß



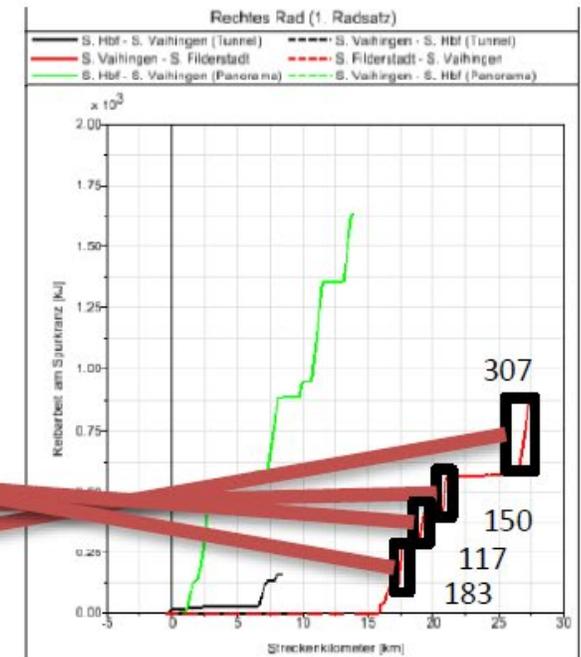
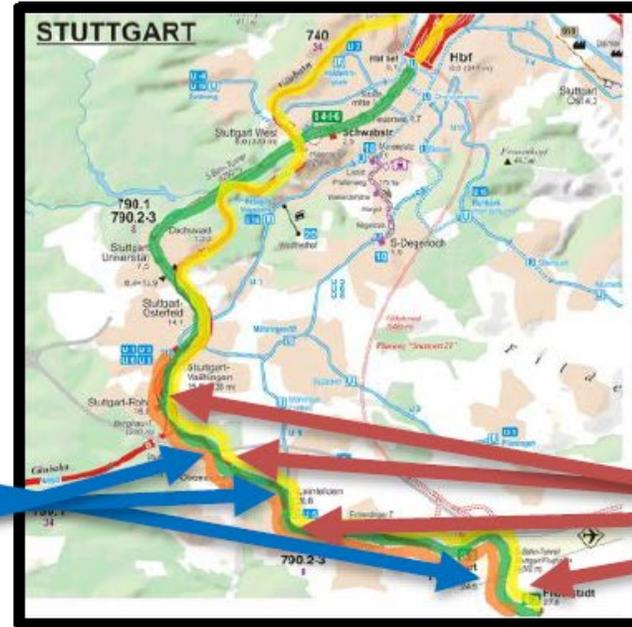
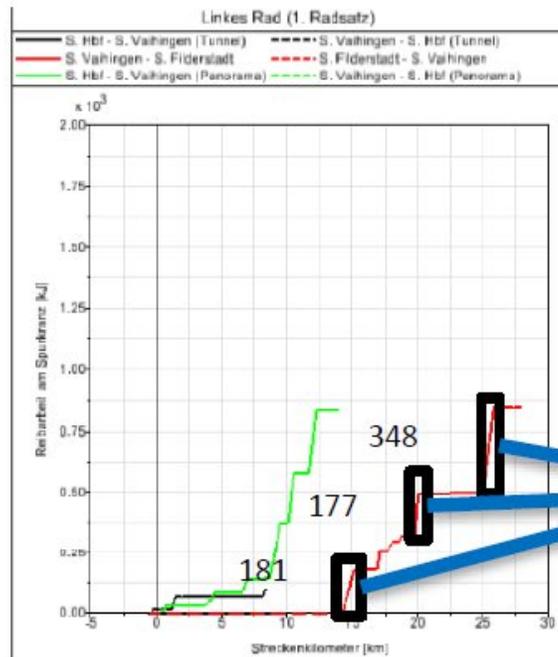
Spurmaßvergleich: Panoramabahn und Flughafenstrecke  
(Quelle: RöschConsult)



Spießgang eines Drehgestells bei Bogenlauf  
(Quelle: RöschConsult)

Das gleichzeitige Vorhandensein von **erhöhter, jedoch in den Grenzen befindlicher, Spurmaßerweiterung** und **beidseitig ähnlichem Schienenverschleiß** entspricht dem Hauptsymptom für das **Auftreten von Spießgang bei Kurvenfahrt**.  
Abhängig von der Spurweite sowie den Flankenwinkeln von Spurkranz und Schiene kann es je nach Winkelfehlstellung des Radsatzes zu einem flächigen Kontakt zwischen Rad und Schiene kommen. Dieser Verschleißmechanismus kann zu einem **exponentiellen (selbstverstärkenden) Verschleiß** führen. (Quelle: RöschConsult)

# Anteile der Reibarbeit der einzelnen Bögen auf der Relation Vaihingen - Flughafen



Anteile der Reibarbeit der einzelnen Bögen auf der Relation Vaihingen - Flughafen (Quelle: DB Systemtechnik)

- Die Strecke 4861 besitzt eine **ungünstige Berührgeometrie Rad/Schiene** (u.a. Radialstellungsindex  $> 1$ ), welche in den kleinen und sehr kleinen Gleisbögen zu einem verstärkten Anlauf des Spurkranzes an der Schiene führt.
- Vor allem bei den beiden Gleisbögen im Bereich zwischen Flughafen und Filderstadt zeigt sich, dass sich die Form des Spurkranzes bereits stark in die bogenäußere Schiene eingearbeitet hat. Dies führt zu einem besonders großen Kontaktgebiet im Bereich der Spurkranzflanke und hohen Differenzen der Umfangsgeschwindigkeiten. In der Folge ist die **Reibarbeit am Spurkranz besonders hoch**.
- Zusammenfassend führte also ein **intensiver Fahrzeugeinsatz im Pendelbetrieb** auf der bogenreichen Strecke (4861) **mit unzureichendem Schmierzustand und ungünstiger Berührgeometrie zu dem erhöhten Spurkranzverschleiß Rad/Schiene**.

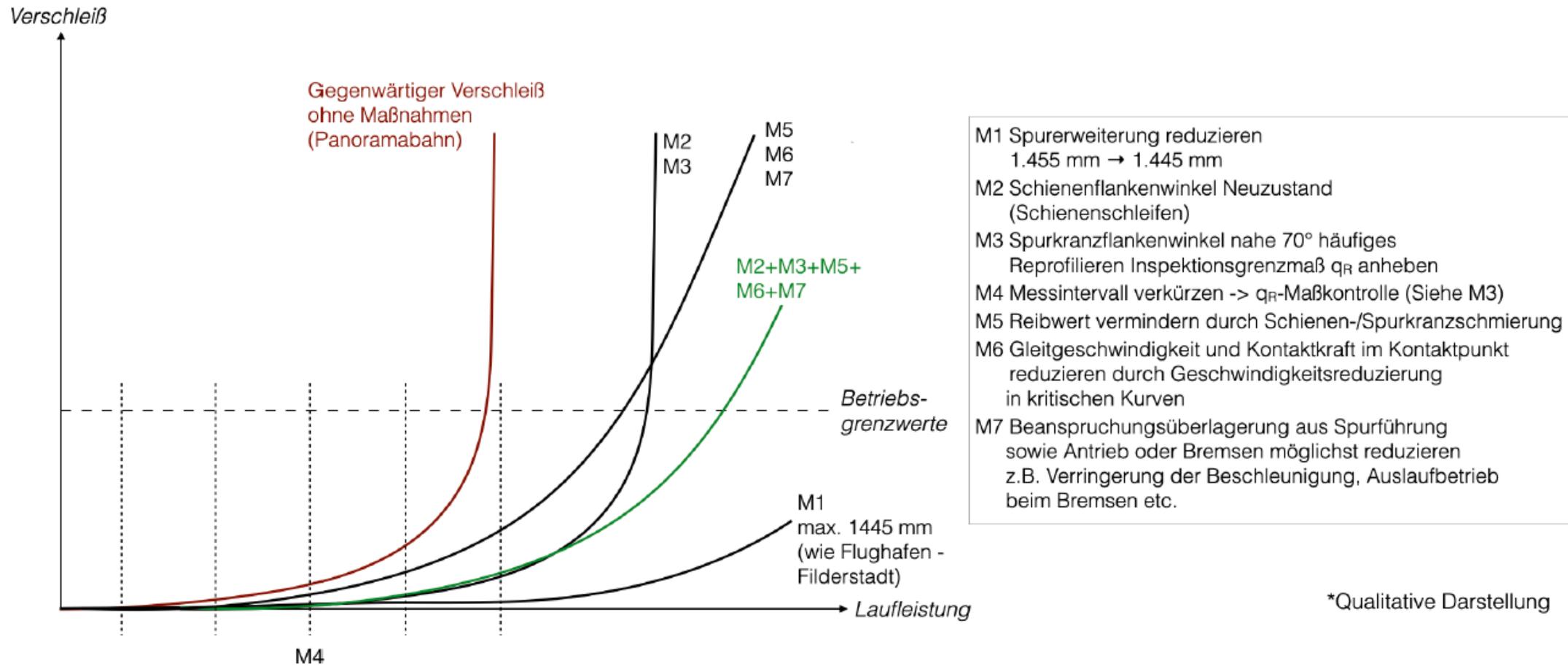
# Anteile der Reibarbeit der einzelnen Bögen auf der Panoramabahn



Anteile der Reibarbeit der einzelnen Bögen auf der Panoramabahn (Quelle: DB Systemtechnik)

- Die Strecke 4860 (Abschnitt Stuttgart Hbf-Vaihingen) besitzt eine **ungünstige Berührgeometrie Rad/Schiene** (u.a. Radialstellungsindex  $> 1$ ), welche in den kleinen und sehr kleinen Gleisbögen zu einem verstärkten Anlauf des Spurkranzes an der Schiene führt;
- In vielen kleinen und sehr kleinen Gleisbögen der Strecke 4860 (Abschnitt Stuttgart Hbf-Vaihingen) zeigt sich, dass sich die Form des Spurkranzes bereits stark in die bogenäußere Schiene eingearbeitet hat. Dies führt zu einem besonders großen Kontaktgebiet im Bereich der Spurkranzflanke und hohen Differenzen der Umfangsgeschwindigkeiten. In der Folge ist die **Reibarbeit am Spurkranz besonders hoch**.
- Zusammenfassend führte also ein **intensiver Fahrzeugeinsatz** auf der bogenreichen Strecke 4860 mit **unzureichendem Schmierzustand und ungünstiger Berührgeometrie zu dem erhöhten Spurkranzverschleiß Rad/Schiene**.

# Dauerhafter Pendel auf der Panoramabahn und auf der Relation Vaihingen – Filderstadt nur mit Anpassung der Infrastruktur möglich

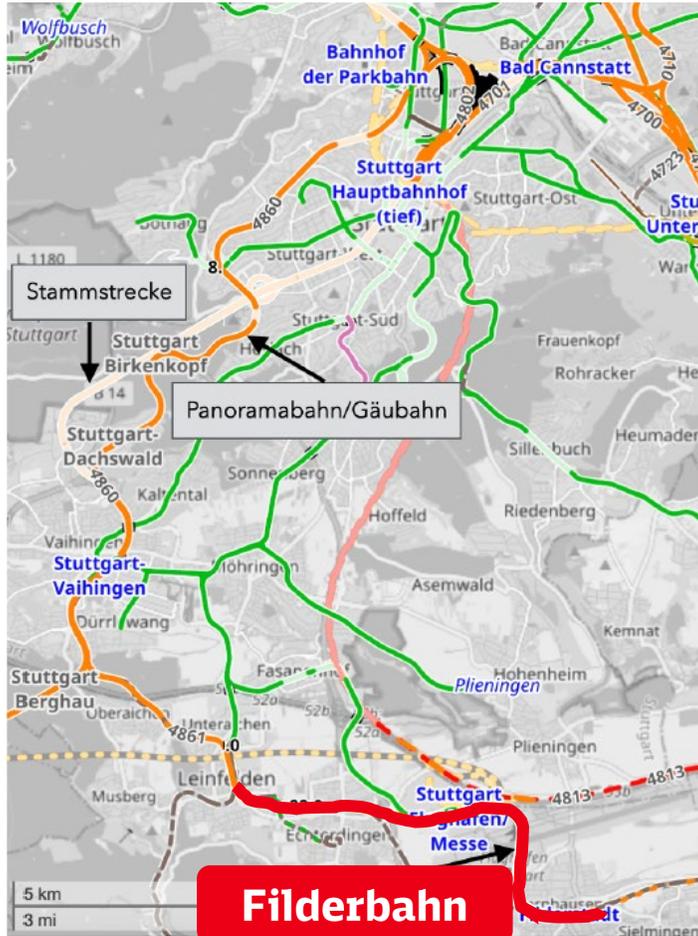


Abgeleitete Maßnahmen und deren Wirkung auf das Verschleißverhalten (Qualitativ)  
(Quelle: RöschConsult)

## Pendel auf der Panoramabahn und zwischen Vaihingen – Filderstadt grundsätzlich möglich

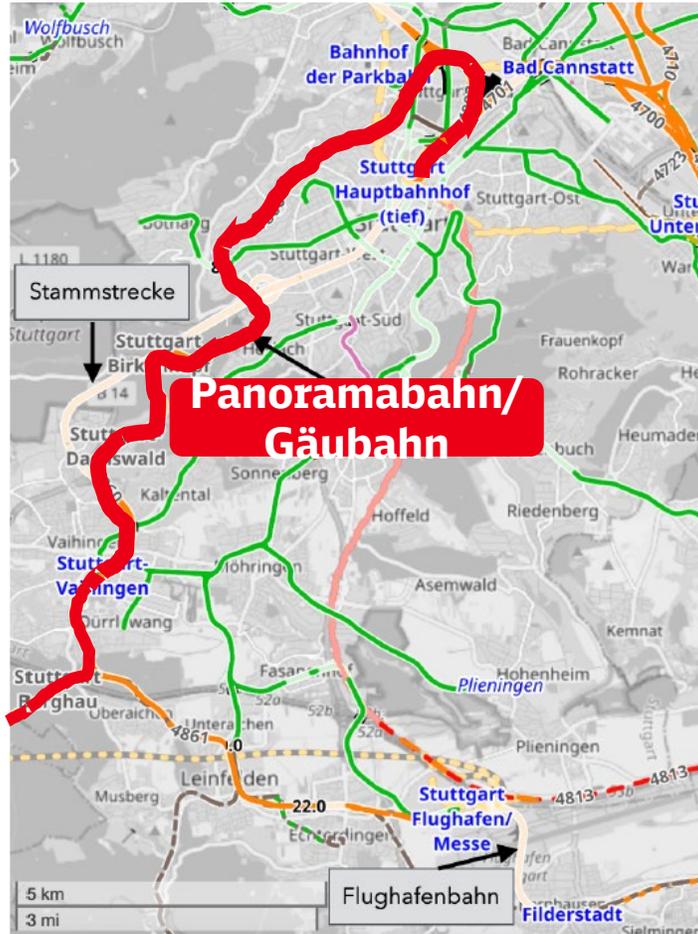
- Um einen längerfristigen Pendel auf der Panoramabahn fahren zu können, bedarf es Anpassungen an der Infrastruktur. Umsetzung unabhängig von Art des Fahrzeugeinsatzes (ET oder Dosto) notwendig
  - Schleifen oder Tausch der Schienen
  - Schmierung (Installation einer stationären Schmieranlage oder händische Schmierung)
- Zusätzlich bedarf es der Umsetzung von Maßnahmen am Fahrzeug
  - **Erhöhung Sprühdauer der Fahrzeuge von aktuell 3 s auf 6 s:** wird von der S-Bahn bis Sommer 2023 umgesetzt. Maßnahme für Pendel Vaihingen – Filderstadt notwendig
  - **Schmierung des führenden Radsatzes an allen Fahrzeugen bei Mehrfachtraktion:** wird von der S-Bahn bis Frühjahr 2024 umgesetzt, da Softwareänderung am Fahrzeug notwendig. Maßnahme für zukünftigen Pendel auf Panoramabahn notwendig
  - Regelmäßige Überprüfung der Schmiertätigkeit und engmaschige Messung der Radprofile zur Kontrolle der Verschleißentwicklung: bereits umgesetzt

# Infrastrukturseitige Maßnahmen im Bereich Filderstadt



- Schleifen oder Fräsen aufgrund fehlenden Abnutzungsvorrates nicht möglich. Es ist ein Tausch von ca. 1,5 km Schienen erforderlich.
- Der Schienenwechsel soll rechtzeitig vor Start der Stammstreckensperrung realisiert werden. Die Umsetzung kann aufgrund der geringeren Mengen ohne Ausschreibung mittels Instandhaltungsbudget erfolgen.
- Durch den S-Bahn-Regelbetrieb ist eine Einschwingphase gut umsetzbar.
- Zusätzlich wird der Einbau von weiteren Schienenschmieranlagen geprüft- in jedem Fall wird eine manuelle Schmierung durchgeführt.

# Infrastrukturseitige Maßnahmen im Bereich der Panoramabahn



- Schleifen oder Fräsen aufgrund fehlenden Abnutzungsvorrates nicht möglich. Es ist ein Tausch von ca. 5 km Schienen erforderlich.
- Der Schienenwechsel kann nicht mehr rechtzeitig vor Start der Stammstreckensperrung wegen Ausschreibungs- und Materialbestellfristen realisiert werden. Zudem wäre nach dem Schienenwechsel eine Einschwingphase von 2-3 Monaten mit S-Bahnfahrzeugen notwendig.
- Der Fokus liegt daher auf ein ausreichendes und regelmäßiges Schmieren der Schienenflanken.

Obwohl die Umsetzung des Schienenwechsels nicht rechtzeitig vor der Stammstreckensperrung erfolgen kann, wird die Planung des Schienenwechsels gestartet. Die Umsetzung wird dann vsl. im 2. Halbjahr '23 erfolgen.

# In den Sommermonaten 2023 ist der Verkehr auf der Gäubahn durch unterschiedliche Maßnahmen beeinträchtigt



## Ausgangslage 2023

- Stammstreckensperrung in den Sommerferien: 29.07.2023 01:30 Uhr bis 11.09.2023 04:00 Uhr
- Parallel ist von 01.07.2023 00:01 Uhr bis 09.09.2023 23:59 Uhr der Abschnitt Böblingen – Gärtringen wegen Brückenarbeiten gesperrt, von 03.06.2023 02:00 Uhr bis 27.10.2023 04:00 Uhr der Abschnitt Horb – Sulz (zweigleisiger Ausbau und ESTW Horb).
- Damit besteht für die **Sommerferien** (bzw. bereits ab 01.07.2023) folgendes Fahrplankonzept auf der Gäubahn:
  - Der Fernverkehr der Linie 87 fährt im Abschnitt südlich von Singen in und aus Richtung Schweiz
  - Im Bereich Stuttgart-Böblingen-Ehningen fährt die S-Bahn und einzelne RB-Züge in der Hauptverkehrszeit
  - Zwischen Gärtringen und Horb fahren Züge der Linie RE14 (ohne Zugteil nach Freudenstadt)
  - Strecke zwischen Horb und Rottweil komplett gesperrt; statt Züge fahren für Fahrgäste Busse
  - Zwischen Rottweil und Tuttlingen fährt der Ringzug
  - Strecke zwischen Tuttlingen und Hattingen (- Singen) komplett gesperrt; Busse ersetzen Züge für Fahrgäste

# Konsequenzen für Stammstreckensperrungen 2023



## Weitere Vorgehensweise

- > Vsl. Dosto-Pendel (30 Min.-Takt) zwischen S-Hbf und S-Vaihingen (noch in Klärung, ob Fahrzeuge, Tf und IH-Kapazitäten zur Verfügung stehen)
- > Pendel (30 Min.-Takt) mit S-Bahn-Fahrzeugen zwischen S-Vaihingen und Filderstadt
- > Angepasstes Bus-Konzept mit Expressbus zwischen Stuttgart Hbf und S-Vaihingen
- > Abstimmung mit Verbundpartnern (Land, SSB und VVS)

- Grundsätzlich wird es an allen Fahrzeugen (ET oder Dosto) zu einem erhöhten Radverschleiß kommen
- Dosto hat grundsätzlich einen höheren „Verschleißvorrat“ als ET, da anderer Radumfang
- Daher Pendel (auf der Panoramabahn) nur mit Dosto möglich, die nicht für den laufenden Fahrplan gebunden sind (präventiv wegen möglicher Radabnutzung)
- Maßnahmen zur Steigerung Robustheit in den 6 Wochen geplant (z.B. Durchtausch Dosto, Drehfahrten der Fahrzeuge, regelmäßiges Monitoring der Radsätze). Diese erfordert zusätzliche Fahrzeuge
- DB Regio versucht entsprechende Fahrzeuge (auch Loks) zu bekommen
- Noch zu klären (zusätzlich zur Fahrzeugverfügbarkeit): IH-Kapazitäten für Dosto, Tf-Verfügbarkeit
- Daher nur Pendel im 30 Min-Takt möglich; Ausarbeitung des konkreten Konzeptes erfolgt in den kommenden Wochen



NETZE