



Systemtechnik

Unser
Know-how
ist Ihr Erfolg.



Profil- und Werkstoffpaarung für einen optimalen Rad-Schiene- Kontakt

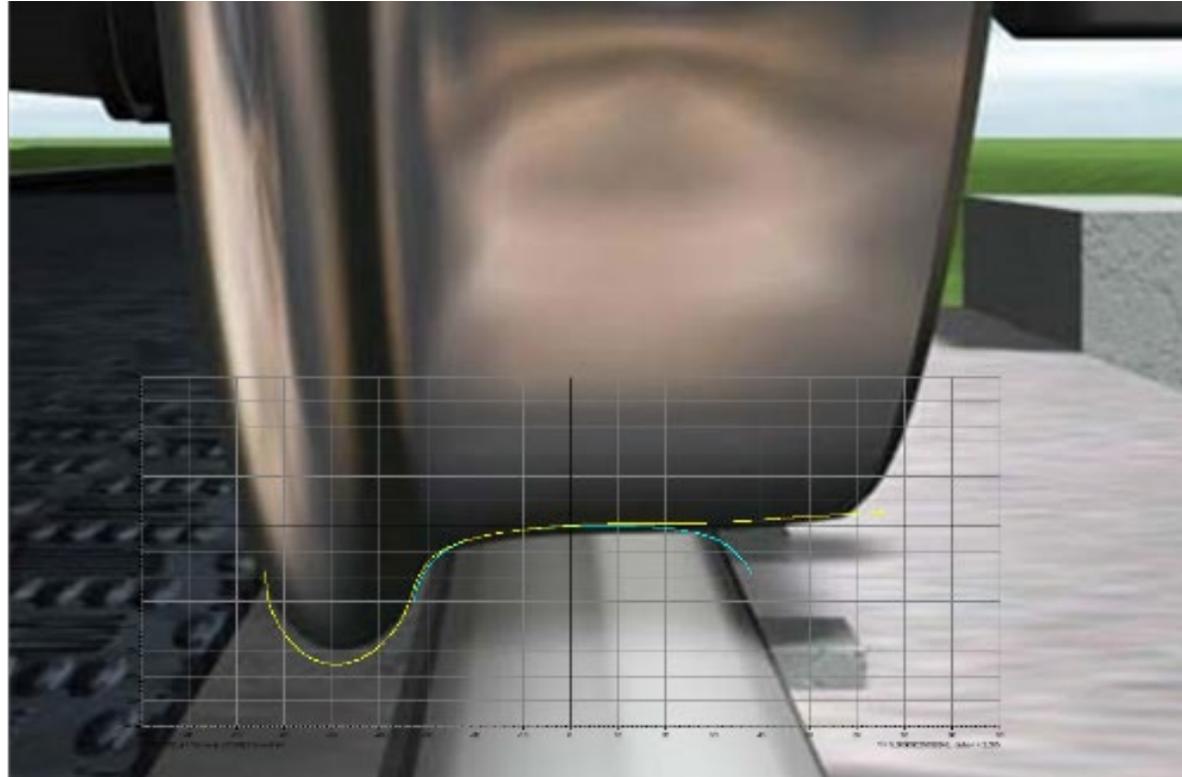
Rückblick und aktuelle Trends

18.06.2025 | Berlin | DB Systemtechnik GmbH | Dr. Katrin Mädler, Thomas Kolbe,

Der Rad-Schiene-Kontakt...

**Einfluss auf
Profilpaarung**

Berührgeometrie



**Einfluss auf
Werkstoffpaarung**

Zustand von Lauf- und
Fahrfläche (Schäden)

... hat sich vom **Optimum** weit entfernt.

Wie zeigt sich das anhand von Beispielen ?

ICE1 TK

Schäden durch Rollkontaktermüdung (RCF) in der Radlauffläche

- nach 36 Tkm, das gab es 30 Jahre lang nicht!



Hindenburgdamm

RCF-Schäden in der Schienenfahrfläche

- 1.246 Einzelfehler auf 500 m Gleis – (Seriensquats)



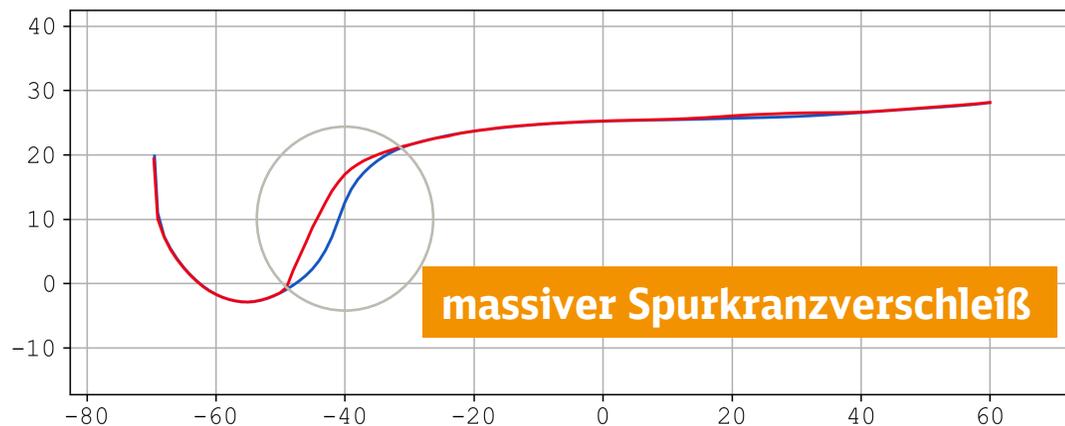
Quelle: DB InfraGo, J. Reinhardt

Wie zeigt sich das anhand von Beispielen ?

Schwarzwaldbahn

Spurkranzverschleiß und Radpolygonisierung

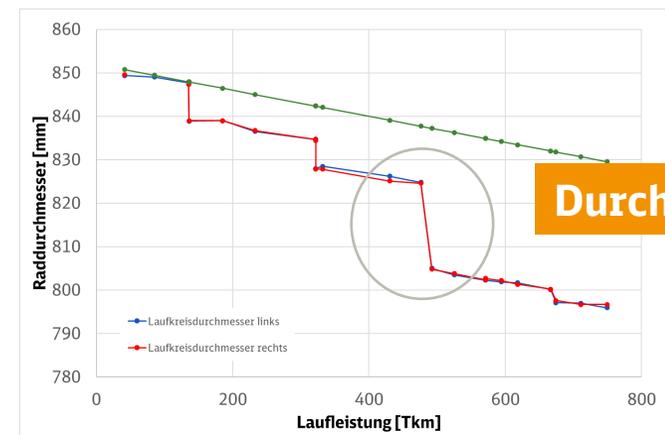
- Lärm, Vibrationen



Höllentalbahn

Tiefe der Laufflächenschäden

- bis zu 20 mm bei einer Rad-Reprofilierung



Wie zeigt sich das anhand von Beispielen ?

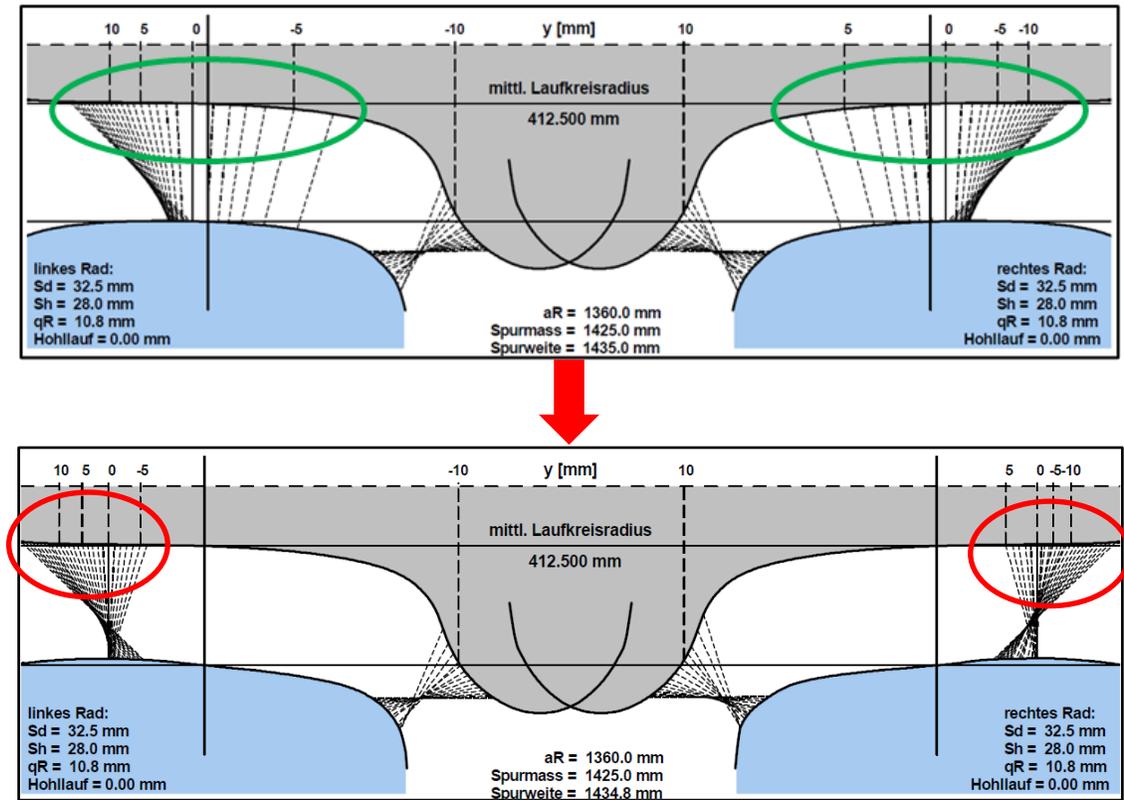
Schnellfahrstrecke Köln-Rhein/Main

- Liegedauer der Schienen nur 8 Jahre!



Alle Schnellfahrstrecken der DB InfraGO

- Veränderungen in der Berührgeometrie



Was hat sich verändert ?



Schienenprofil 60E2

- Einführung bei Neuschienen

Schienenprofil 54E4

- Einführung bei Neuschienen

Radprofil S1002

- verschleißt nicht mehr formstabil!



Schienenkopfbearbeitung

- Beseitigung von Head Checks

Einsatz kopfgehärteter Schienen

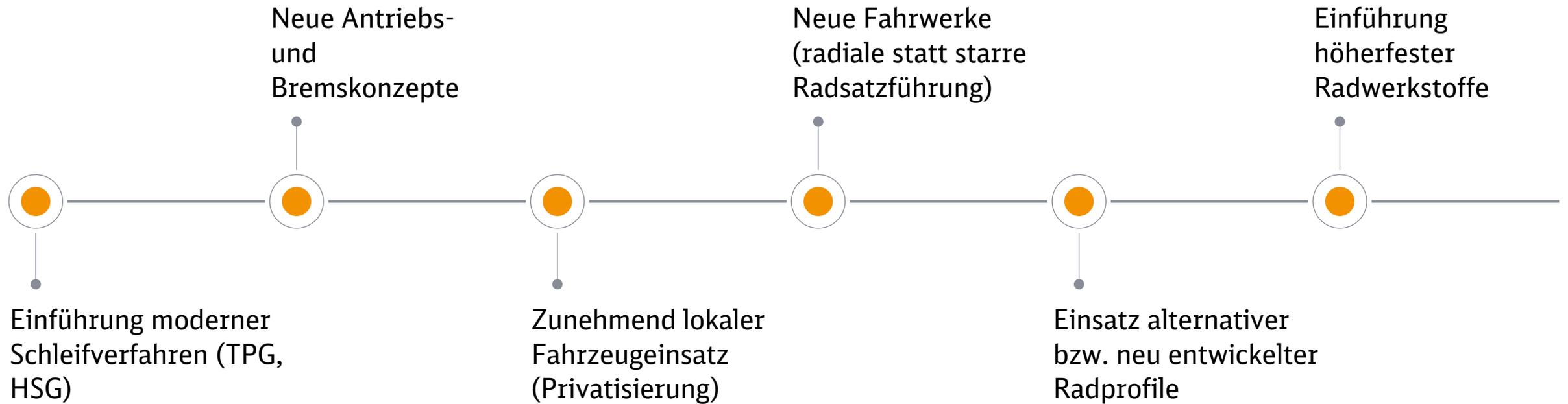
- In Gleisbögen bis 3000 m statt bisher 700 m zur Head-Check-Prävention

Präventive Schienenbearbeitung

- IH-Programm zur Head-Check-Prävention

Systemtechnik

Was hat sich seitdem geändert ?



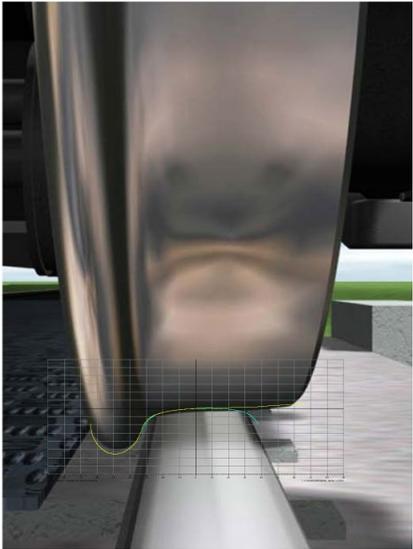
Auswirkungen auf den Kontakt Rad-Schiene



Profilpaarung

- Schlechte Berührgeometrie





Das Radprofil S1002 ist kein Verschleißprofil mehr...

Rad-Schiene-Tagung Dresden 2015

DB Systemtechnik GmbH
Prüfungen Fahrtechnik
Dipl.-Ing. Thomas Kolbe, L.T.TVI 23
Dresden, 24.09.2015

1

Werkstoffpaarung

- RCF-Schäden an Rad und Schiene

14. Internationale Schienenfahrzeugtagung
Dresden, 23. bis 25.9.2015



DB Systemtechnik GmbH, Brandenburg-Kirchmöser
Dr.-Ing. Katrin Mädler, Dr.-Ing. René Heyder

Weiches Rad und harte Schiene oder umgekehrt?
Zum Einfluss des Werkstoffes von Rad und Schiene auf den Verschleiß am Kontakt-Partner

DB Systemtechnik GmbH
Werkstoff- und Fügechnik
Dr. Katrin Mädler, Dr. René Heyder
Dresden, 24. September 2015

DB Systemtechnik GmbH | Dr. Katrin Mädler | 24. September 2015

1

Verschlechterung des Fahrverhaltens

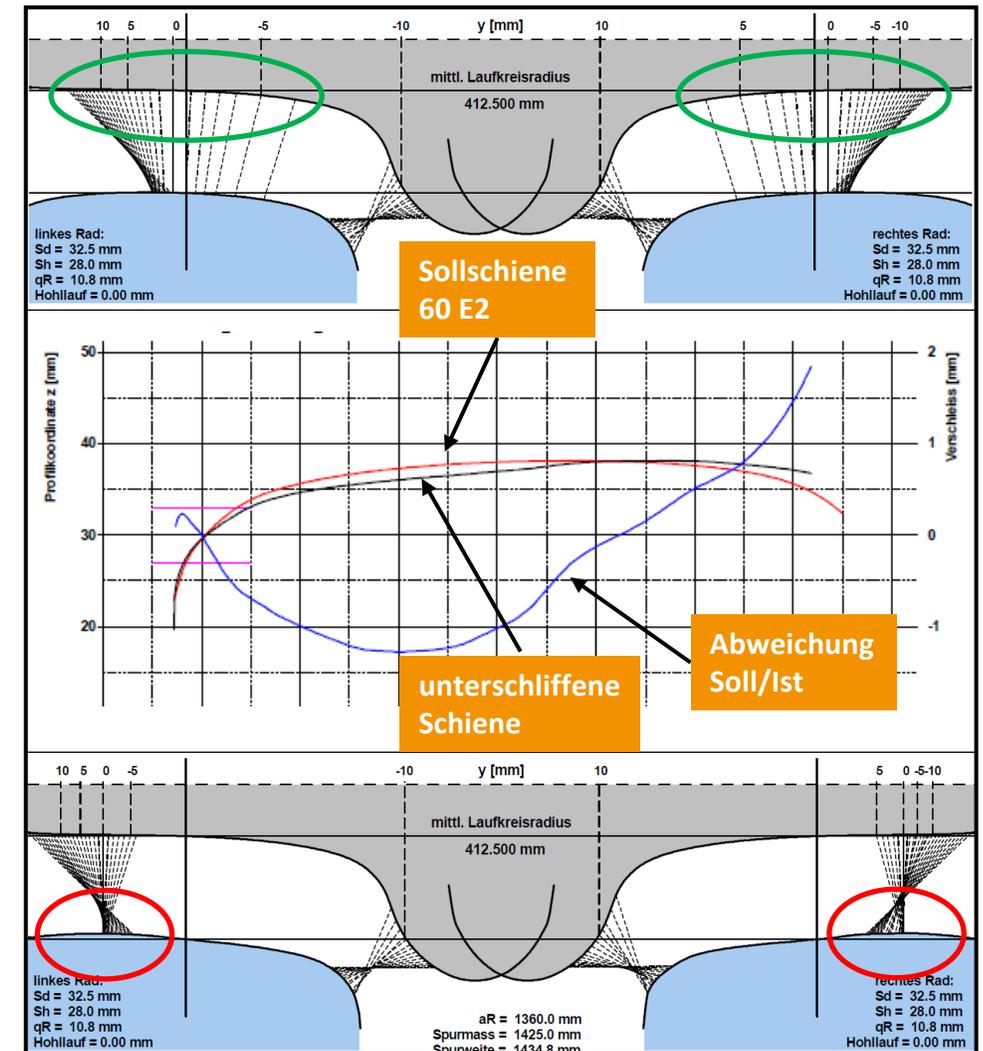
Massive Erhöhung der Instandhaltungskosten

Systemtechnik

Schienenbearbeitung und Berührgeometrie Rad/Schiene



- **Gewollter Effekt:** Unterschleifen der Schienenfahrkante um wenige Zehntel mm (Minustoleranzen), dadurch Vermeidung der Berührung
- **Ungewollter Nebeneffekt:** Fahrfläche bis Schienenkopfmittle > **-1mm unterschliffen** (max. Toleranz -0,6 mm)
- **Ursache:** keine bzw. unzureichende Qualitätskontrolle und keine Korrektur des Schienenkopfprofils
- **Folge:**
 - Berührungspunkte allesamt in einem **sehr kleinen Kontaktgebiet** konzentriert
 - **max. Flächenpressungen** verdoppelt: vorher **800 MPa**, heute > **1.500 MPa**
 - Veränderung des Fahrverhaltens
 - **Massive Zunahme von RCF-Schäden** an Schiene und Rad

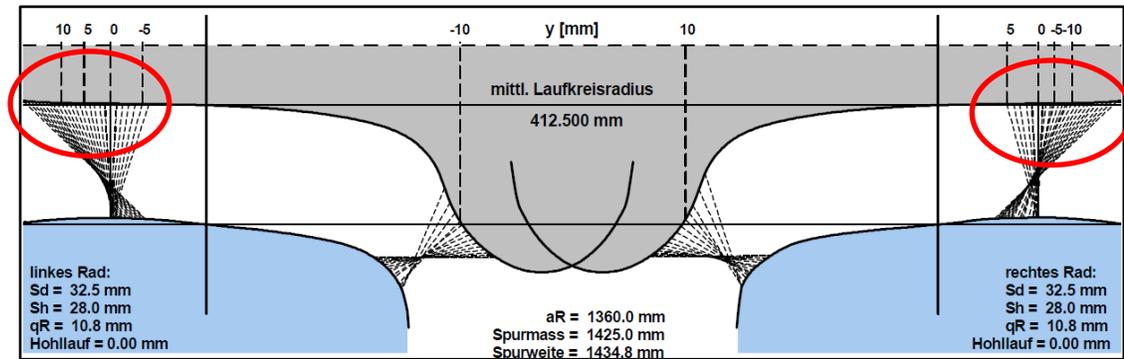


(AHC: Anti-HeadCheck)

Systemtechnik

Alle Schnellfahrstrecken der DB InfraGO

- Veränderungen in der Berührgeometrie



Auswirkungen der veränderten Berührgeometrie auf den Fahrspiegel

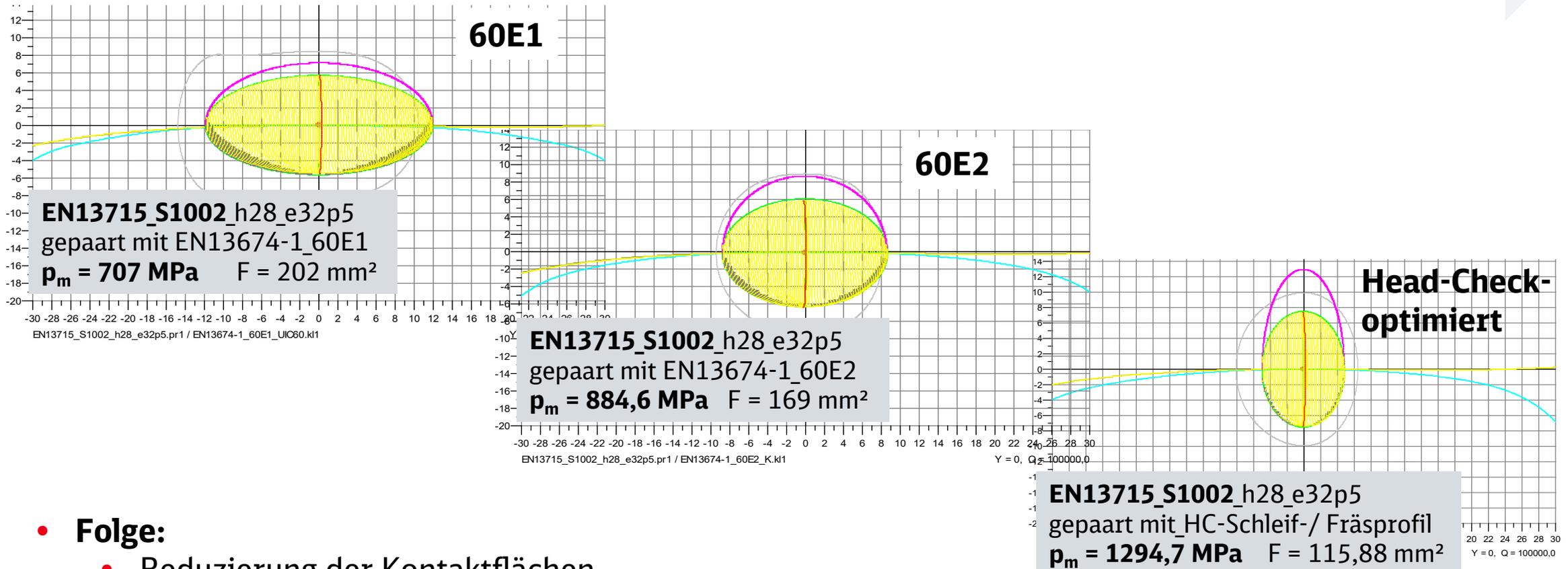
- **Ursache:** nicht ausreichende Überwachung der Qualität des geschliffenen Schienenkopfprofils
- **Folge:** Abweichungen vom Sollprofil 60E2

Auswirkungen auf das Rad



- Verändertes Verschleißprofil S1002
- RCF-Schäden in der Radlauffläche

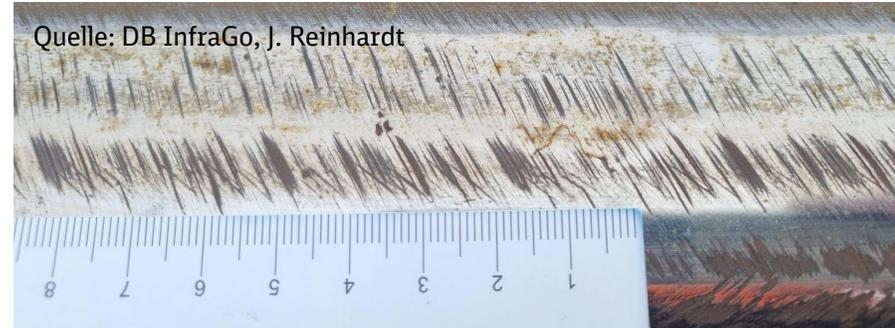
Veränderungen des Schienenquerprofils und der Kontaktfläche Rad-Schiene



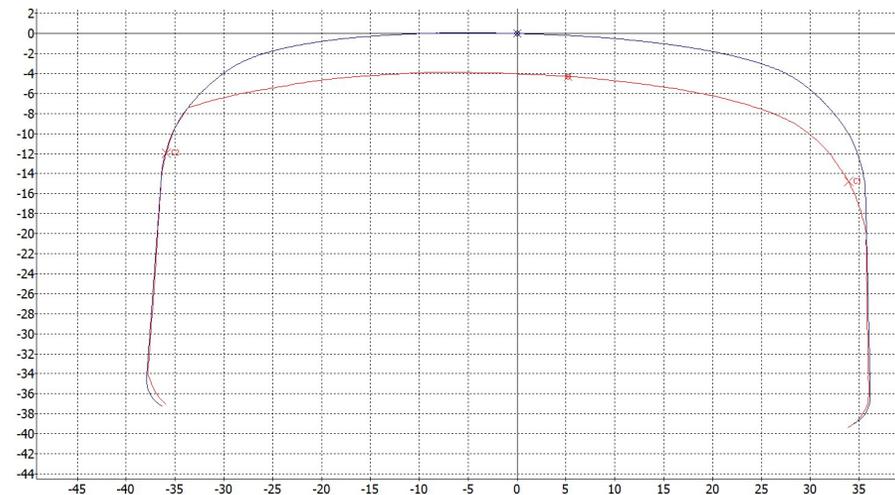
- **Folge:**
 - Reduzierung der Kontaktflächen
 - Erhöhung der Flächenpressung und Kontaktspannungen

Seriensquats auf S-Bahn-Strecke Werkstofftechnische Untersuchung

- Außenschiene mit Bogenradius: 3.700 m
- UT-Prüfung, Befund: F1-Fehler (Serienfehler)
- 4 Monate zuvor geschliffen
- Querprofilmessung ergab formstabilen Verschleiß
- **Fazit:** schlechte Berührgeometrie hier nicht Ursache für die RCF-Schäden (Seriensquats)



Grobes
Schleifbild



Schienenquerprofil
mit formstabilem
Verschleiß

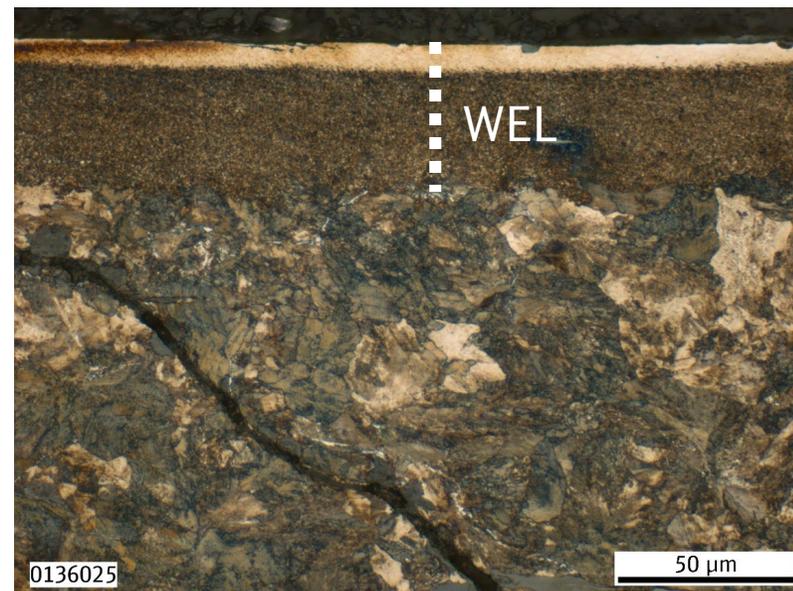
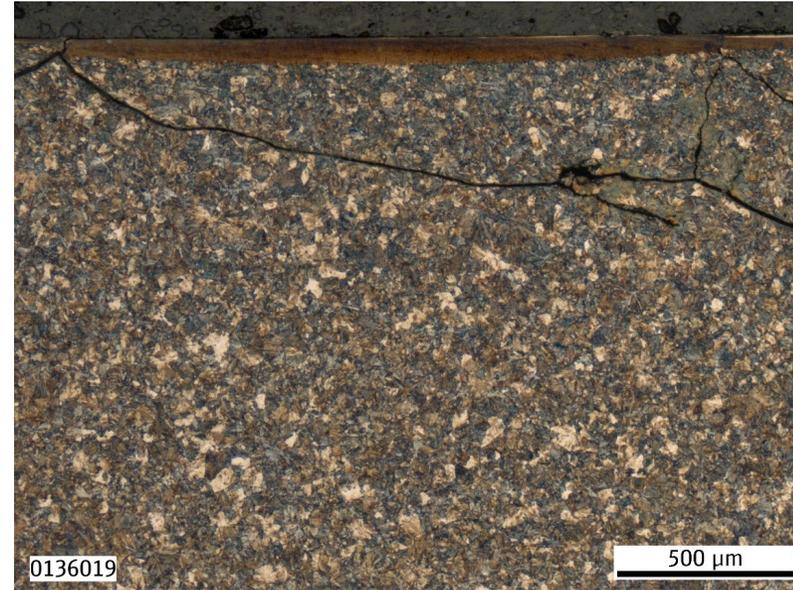
Berührgeometrie und Werkstoff



Seriensquats auf S-Bahn-Strecke

Werkstofftechnische Untersuchung

- **Ergebnis:**
 - Massive Gefügewandlungen (White Etching Layer, WEL) in der Schienenfahrfläche, Indiz für starken Schlupf
- **Schadensbegünstigend:**
 - Verwendung kopfgehärteter Schienen (R350HT) bei Bogenradius von 3.600 m (Standardgüte R260 vorgeschrieben)
 - R350HT verschleißresistenter, **aber** kerbempfindlicher, größere Rissgefahr bei Gefügewandlung (Defekt)
- **Fazit:**
 - **Ursache** für die Seriensquats: **starker Schlupf**



WEL in der Schienenfahrfläche in Längsrichtung

Erkenntnisse der interdisziplinären Zusammenarbeit Profil- und Werkstoffpaarung Rad-Schiene



DZSF-Forschungsbericht 36 (2023)

Untersuchung und Auswirkung des Verschleißverhaltens neuer Rad-Schiene-Paarungen

- **Maßnahmen und Handlungsoptionen** zur Weiterentwicklung des Gesamtsystems Rad-Schiene mit dem Ziel der Verbesserung der Berührgeometrie und des Verschleißverhaltens
- Entwicklung einer **Bewertungsmatrix** der Maßnahmen und Handlungsoptionen aus **Systemsicht**



Inhalte:

- Aktuelle Probleme im Rad-Schiene-Kontakt
- Bewertung der berührgeometrischen Bedingungen (Spurspiel, äquivalente Konizität und Radialstellungsindex)
- Bewerten des Einflusses von Rad- und Schienenwerkstoffen
- Bewertung geänderter betrieblicher und Instandhaltungsbedingungen (Schleifen, Schmieren)

Maßnahmen und Handlungsoptionen aus Systemsicht



Optimierte Schieneninstandhaltung

Ziel: größere Berührflächen, niedrigere Kontaktspannungen, höhere Liegedauer der Schienen

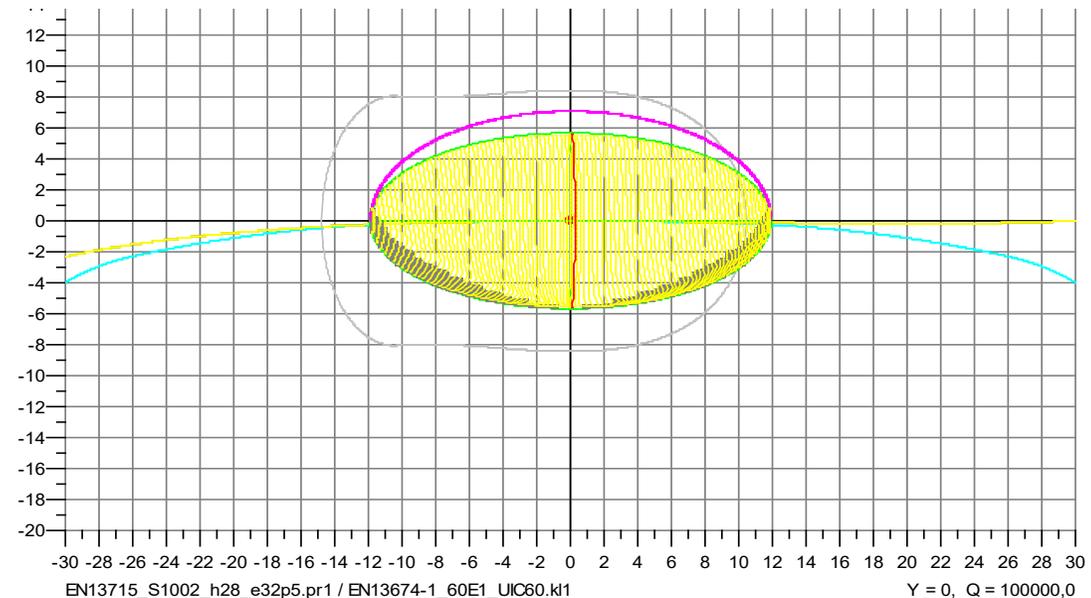
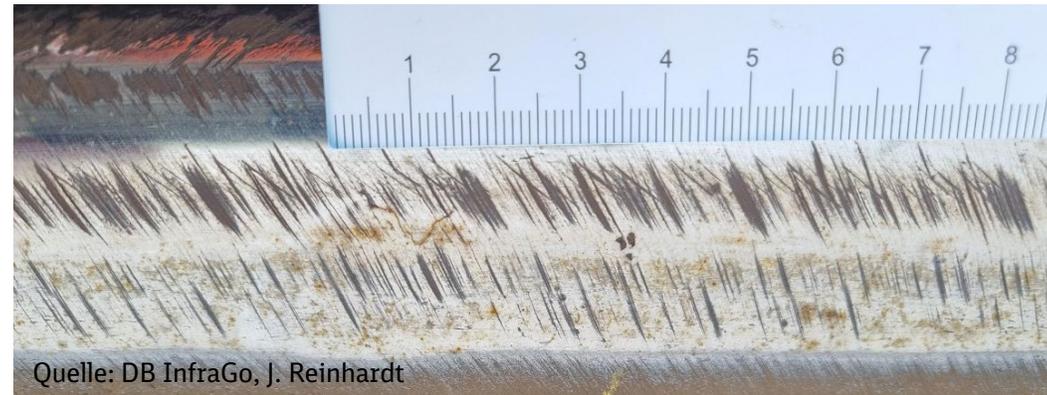
- Insbes. für die Schienenkopfbearbeitung während des Neuschienenschleifen und in der Regel-Instandhaltung
- **Quantität** der Schienenkopfbearbeitung entscheidend
- **So viel wie nötig** zur vollständigen Entfernung der Risse, aber **so wenig wie möglich** zum Erhalt des Schienenkopfprofils !



Optimiertes Schienenprofil

Ziel: größere Berührflächen, niedrigere Kontaktspannungen

- Insbesondere für die Schienenkopfbearbeitung während des Neuschienenschleifens und in der Regel-Instandhaltung
- **Qualität** der Schienenkopfbearbeitung entscheidend
- **Qualitätssicherung:** Schienenquer-Profil, Oberflächenrauheit
- **online-Monitoring** der Schienenbearbeitung
- **Datenmanagement**



Optimiertes Radprofil

Ziel: größere Berührflächen, niedrigere Kontaktspannungen

- Mit **Abkehr vom Radprofil S1002** und der Einführung alternativer Radprofile besteht Gefahr schwer zu standardisierender Insellösungen
- Einführung **eines** neuen Radprofils (Verschleißprofils)



Die Alternative zum Radprofil S1002

Situationsanalyse der Berührgeometrie, Risiken und Chancen und ein neues Radprofil Mopt

23.09.2021 | Dresden



Optimale Schienenwerkstoffe

Ziel: höherer Verschleißwiderstand und höhere Liegedauer der Schienen

- Unterschiedliche Schienenwerkstoffe im Bogen und in der Geraden sinnvoll, im DB-Regelwerk bereits verankert
 - im Bogen mehr Verschleiß, in der Geraden weniger
 - Keine kopfgehärteten Schienen im geraden Gleis wegen Kerbempfindlichkeit
 - Sonst Gefahr von RCF-Schäden (Serien-Squats)

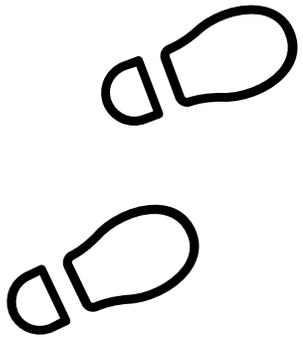
ABER:

- Ein **optimaler Schienenwerkstoff** kompensiert **keine schlechte Berührgeometrie ...**
- und auch **keine schlechte Antriebs- oder Bremssteuerung**



Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Optimaler Rad-Schiene-Kontakt – Was ist dafür entscheidend?



Die Eisenbahn ist ein **Systemverbund aus Fahrzeug und Fahrweg**.

- Einzelmaßnahmen haben immer Auswirkungen auf das Gesamtsystem.
- Die Schnittstelle Rad-Schiene ist davon besonders betroffen.
- Das reibungsfreie Funktionieren dieser Schnittstelle erfordert übergreifende interdisziplinäre Zusammenarbeit und ...
- macht den **kontinuierlichen** Austausch von **Fahrzeug- und Fahrwegbetreibern** erforderlich.

Haben Sie Fragen? Ihre Ansprechpartner:



Sprechen Sie uns persönlich an

Dr.-Ing. Katrin Mädler

DB Systemtechnik GmbH

Leiterin Werkstoff- und Fügetechnik

☎ +49 3383 812 337

✉ Katrin.maedler@deutschebahn.com

Dipl.-Ing. Thomas Kolbe

DB Systemtechnik GmbH

Leiter Prüfungen Fahrzeug-Fahrweg-Wechselwirkungen

☎ +49 0571 393 5426

✉ thomas.t.kolbe@deutschebahn.com

Allgemein:

✉ db-systemtechnik@deutschebahn.com

Oder besuchen Sie unsere Website

www.db-systemtechnik.de

- Alle Ansprechpartner
 - Broschüren zum Download
 - Karriereangebote (Jobs, Ausbildung)
-



**Unser  Know-how
ist Ihr Erfolg.**



DB