

**RAILWAY  
DESIGN &  
INNOVATION AG**

---

Schienenprofile sind kein Selbstzweck  
oder

# **ERHALTUNG DER KONTAKTMECHANIK IM TRAMNETZ DER BVB**

Prof. Dr. Stefan Karch  
Railway Design & Innovation AG, Olten

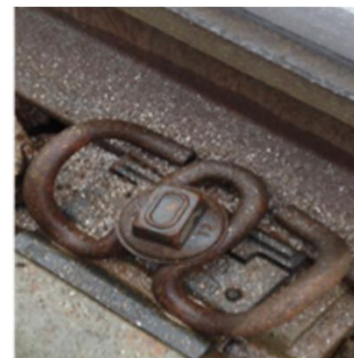
Dr.-Ing. André Theiler  
Institut für Bahntechnik GmbH, Berlin

## ...ODER: DEM TÄTER AUF DER SPUR



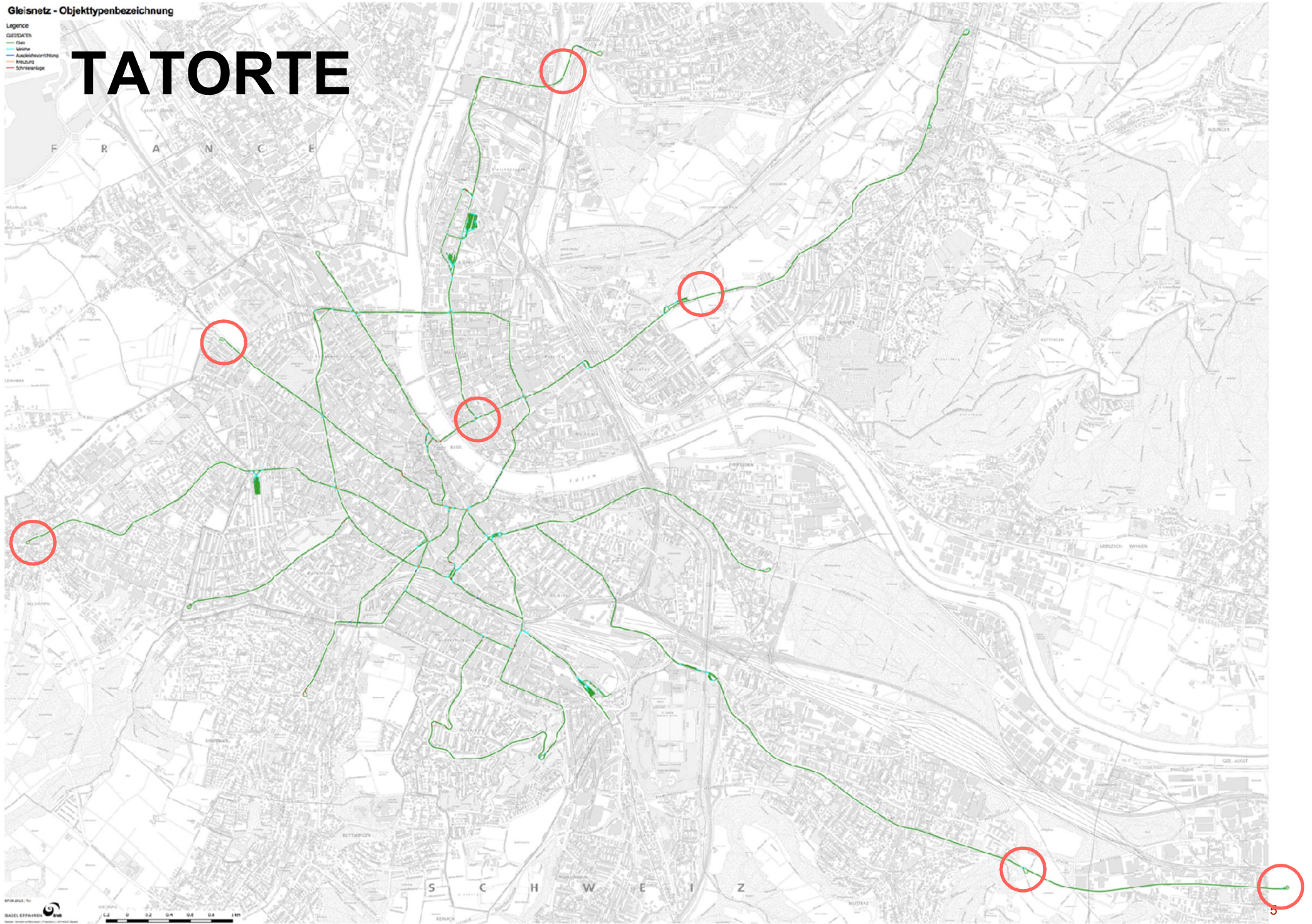
## ALARM!

- Frühjahr 2014: Erster Alarm für fünf Stellen im Netz:
- Starker Seitenverschleiss mit hoher Entwicklungsgeschwindigkeit
- „Flächenbrand“ mit Stilllegungen nicht auszuschliessen
- Zitat aus Email:  
*„...nimmt ein Ausmass an, dass sehr schwer zu kontrollieren ist geschweige denn zu bezahlen. Deshalb noch mal die bitte das Problem als oberste Priorität zu behandeln!“*





# TATORTE



## SPURENANALYSE

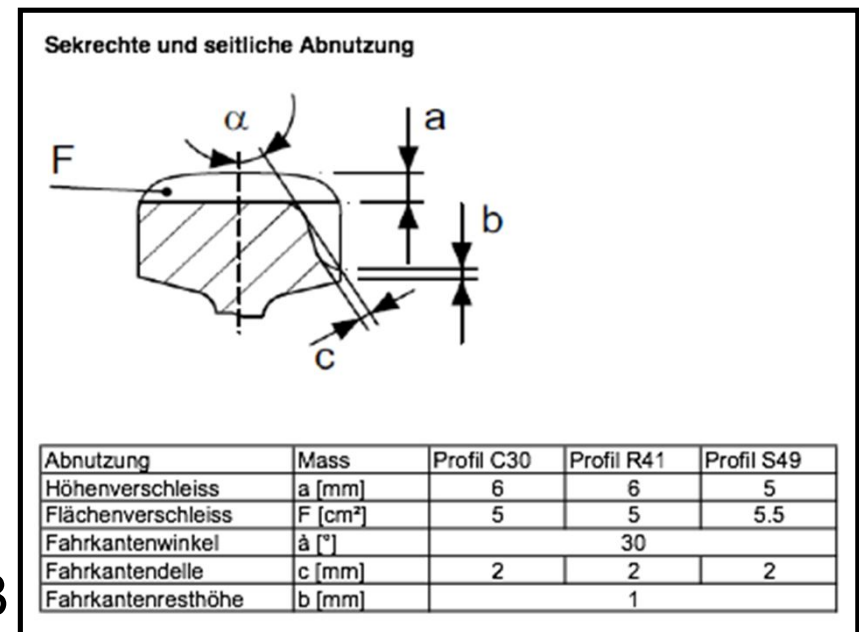
- Überwiegend an Vignolschienen, kaum an Rillenschienen
- Seitenverschleiss im Bogen, aber auch in der Geraden!!
- eher an neuen Anlagen, aber auch Altschienen betroffen
- Jeweils nur auf bestimmten Abschnitten im Netz
- Setzt sich nach Reparatur erneut fort



## GEGEN DAS GESETZ!

- Die RTE 22540 des Schweizerischen VÖV schreibt vor:
  - Delle in der Fahrkante unter 2 mm!

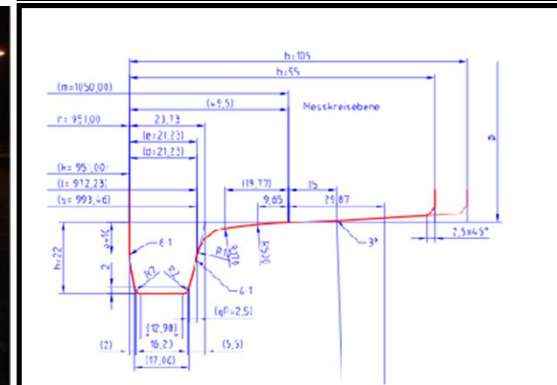
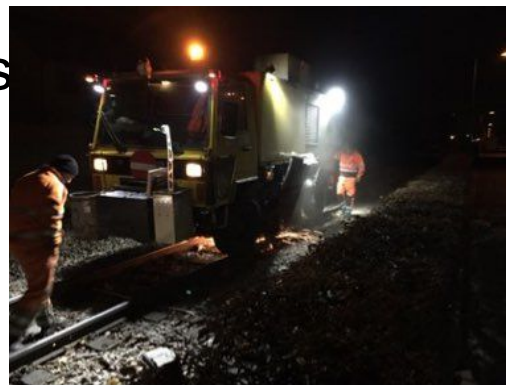
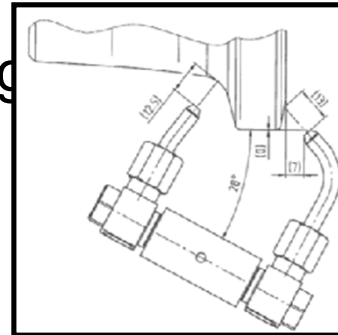
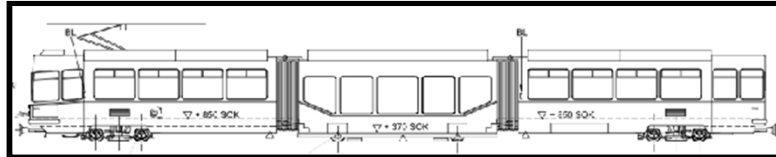
- Konsequenz: Alle Abschnitte mit ausserordentlichem Seitenverschleiss müssen aufwändig behandelt werden:
  - Abstechen
  - Aufschweissen oder
  - Austauschen
- Hohe Belastung des IH-Teams der BVB





## DIE ÜBLICHEN VERDÄCHTIGEN...

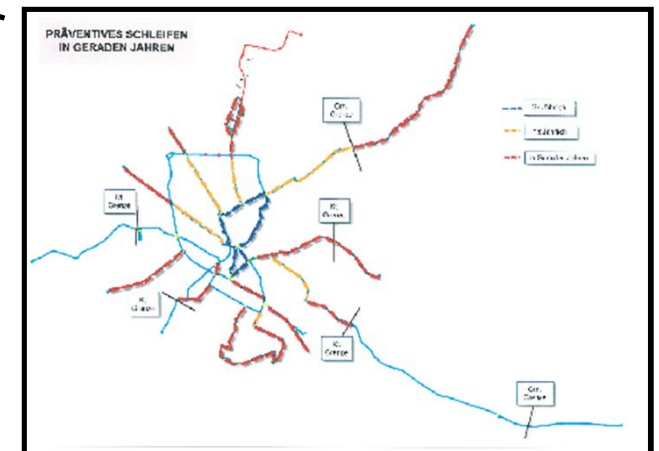
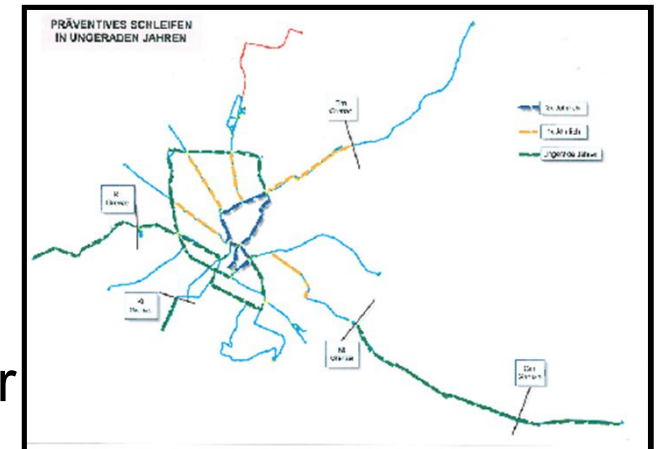
- Bestimmte Fahrzeuge
- Die Rad- und Schienenschmierung
  - mobil und stationär überlagert
  - gegenseitige Wirkung?
- Einhaltung der Radprofile
- Die Schienengüte
- Der Schienenschleifprozess





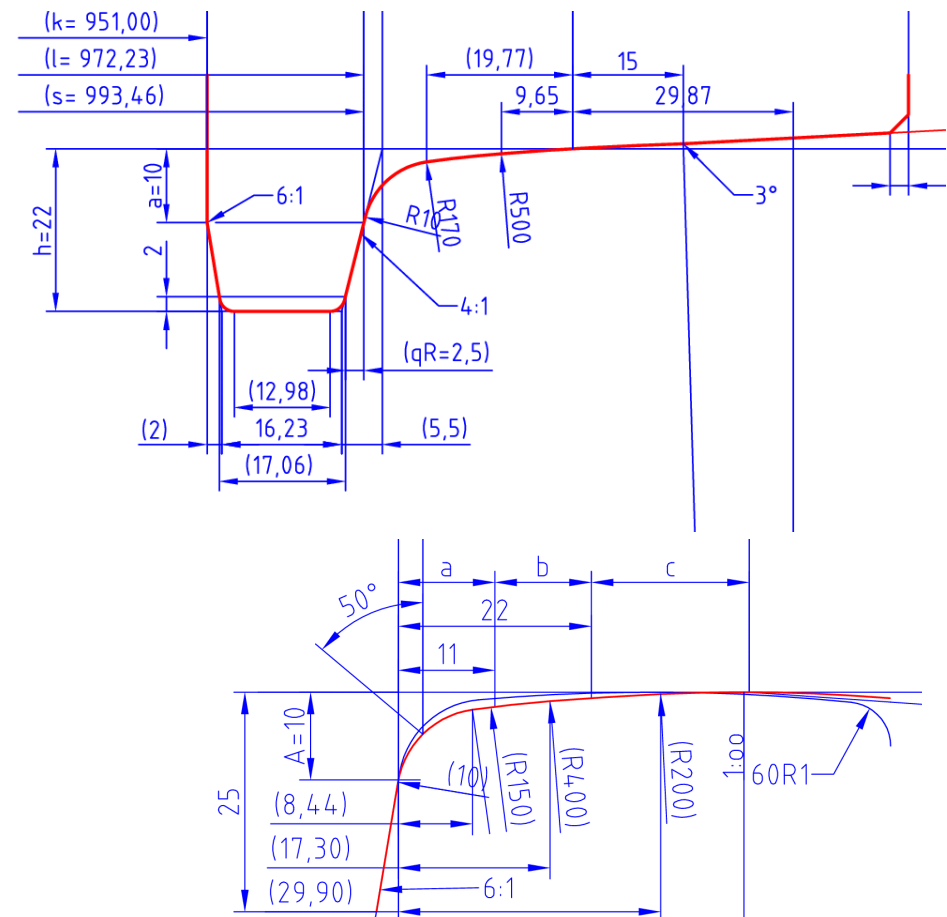
## ...UND NUN?

- Intensive Untersuchung von Schleif-technologie und -zyklus:
  - > Unterbrechung des Schleifzykluses für ein Jahr
- Intensive Untersuchung des Ausbaus stationärer Schmieranlagen:
  - > Kurzfristiger Aufbau von über 50 stationären Schmieranlagen zum Lärmschutz



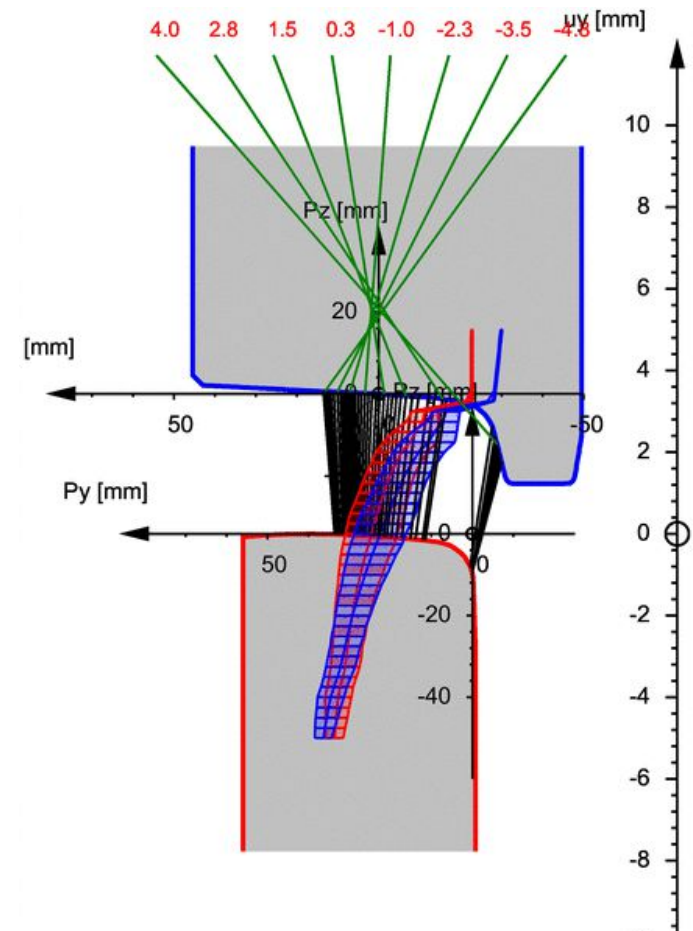
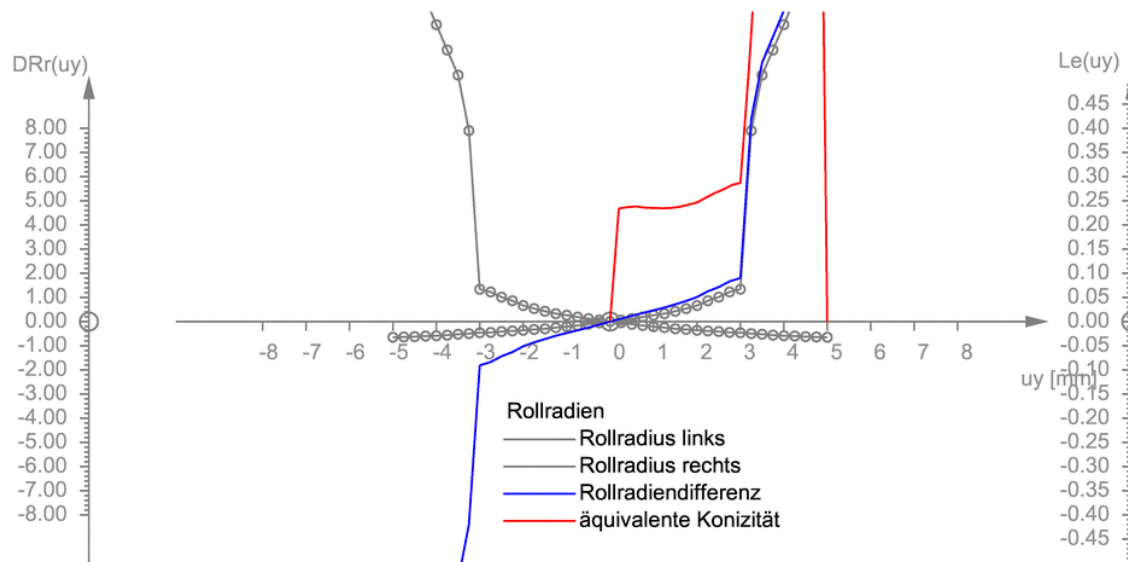
## ... EIN VERDACHT: DIE KONTAKTMECHANIK

- Radprofil:  
R10 – R170 – R 500
- Schienenprofil
  - Verschleißzustand BVB
- SP-BVB-02:
  - R10 – R150 – R400 – R200



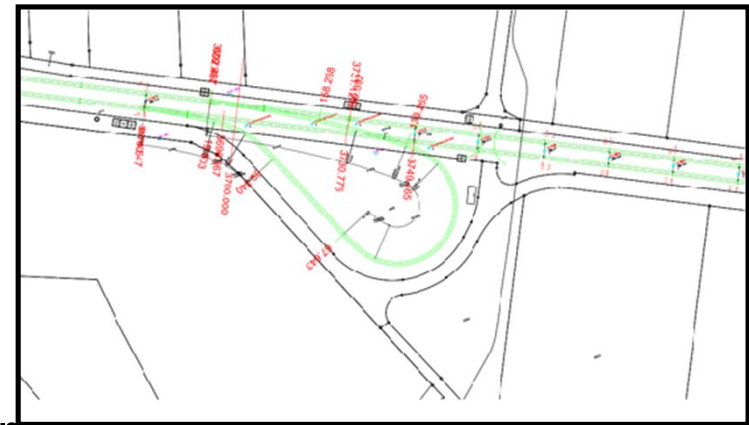
## NEUE KONTAKTVERHÄLTNISSE AB 2009

- kontinuierliche Verlagerung der Kontaktpunkte
- Konizität um  $\lambda_e = 0,24$
- nahezu konstant bis  $u_y^* = 2,5$  mm Amplitude



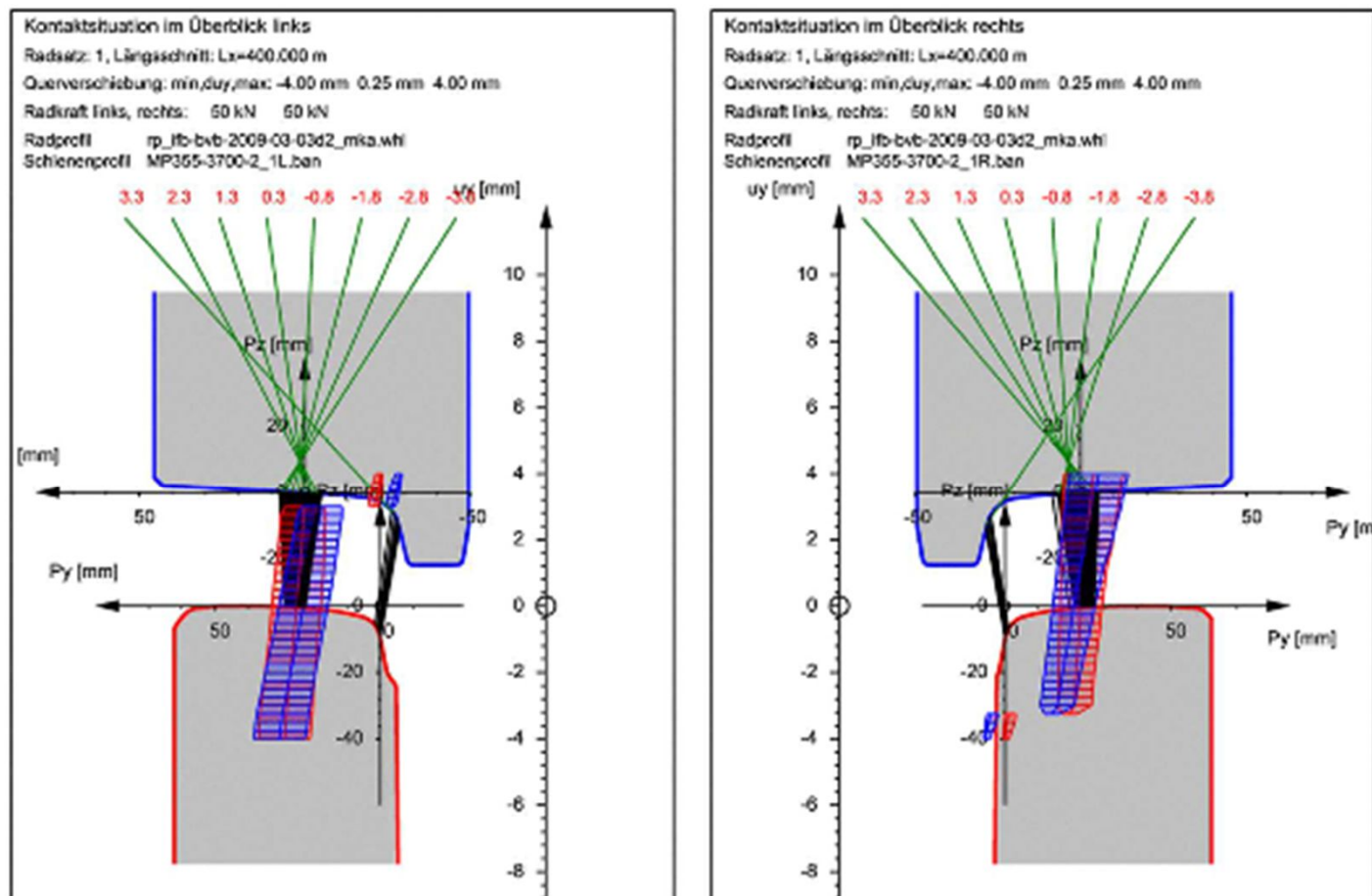
## VERDACHTSFALL: NICHT HILFE DURCH DIE PATHOLOGIE, ABER...

- ...wissenschaftliche Unterstützung durch das IFB Berlin, André Theiler und
- Auswahl eines analytisch klaren Falls:  
Umfeld Weiche Wartenberg!
  - Wechsel von intakter Spurführung zu Seitenverschleiss innerhalb weniger Meter
  - Nachvollziehbare Schleifhistorie
  - Unterschiedliche Fahrzeuge
- Berechnung der Kontaktgeometrie nach Abweichung aller Profilquerschnitte



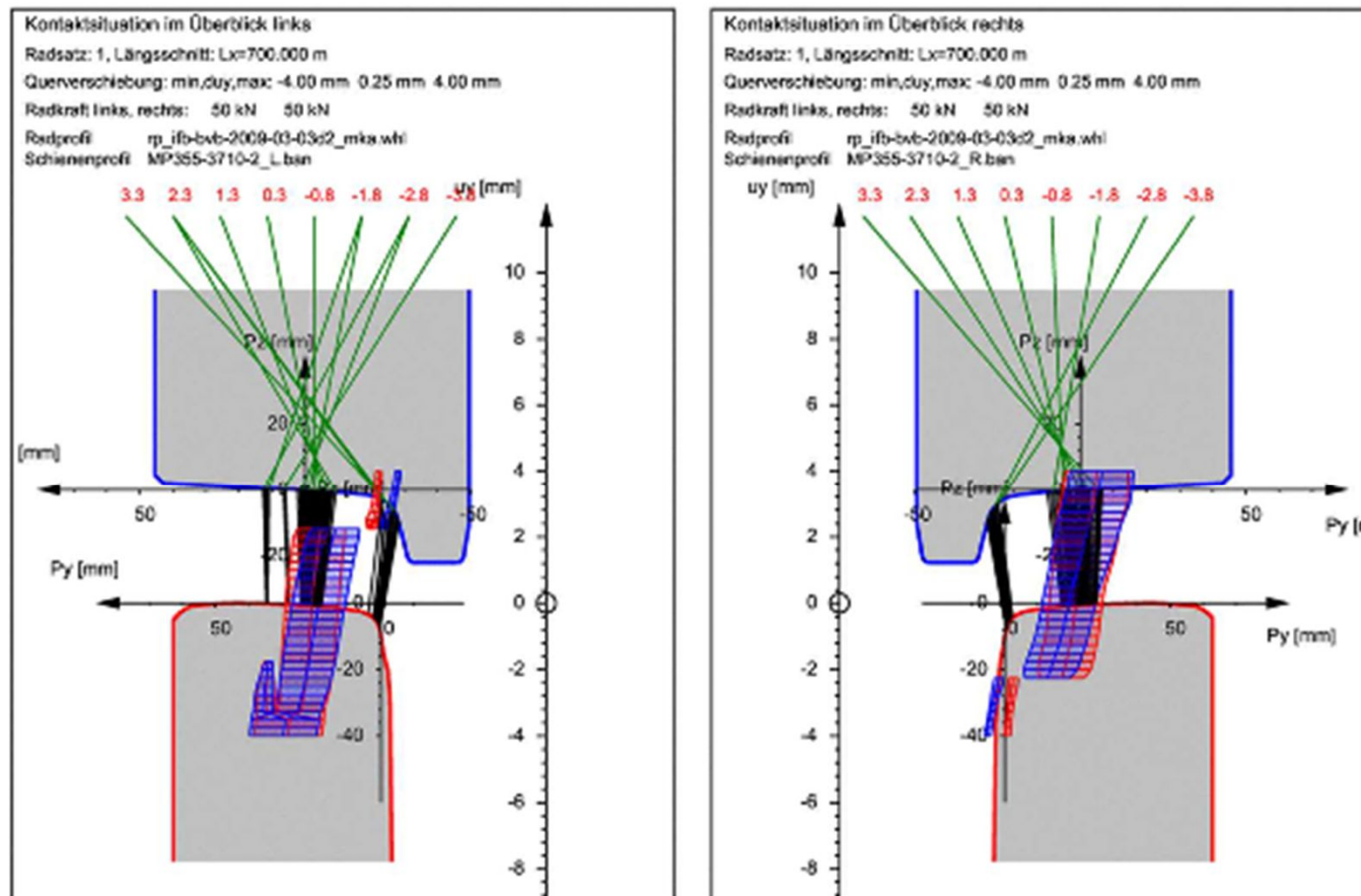


- **Schienenprofil MP355-3700-2 (stadteinwärts, Vormessung)**
  - Kontaktband weiter nach innen



## Kontaktgeometrie Auswertung Kontaktpunktlagen

- **Schienenprofil SAP355-3710 (Weiche 060)**
  - Kontaktband weiter nach innen



## TÄTER IDENTIFIZIERT!

- Rad- und Schienenprofile der Kontaktgeometrie 2009 passen grundsätzlich
- Gewählte Rad-Schiene-Kombination aber zu empfindlich gegen Toleranzen
- Abweichungen im 1/10-mm-Bereich führen zu örtlichem seitlichen Anlaufen, selbst in geraden Abschnitten
- Massnahme: Entwicklung eines neuen Schienen-Sollprofils mit höherer äquivalenter Konizität



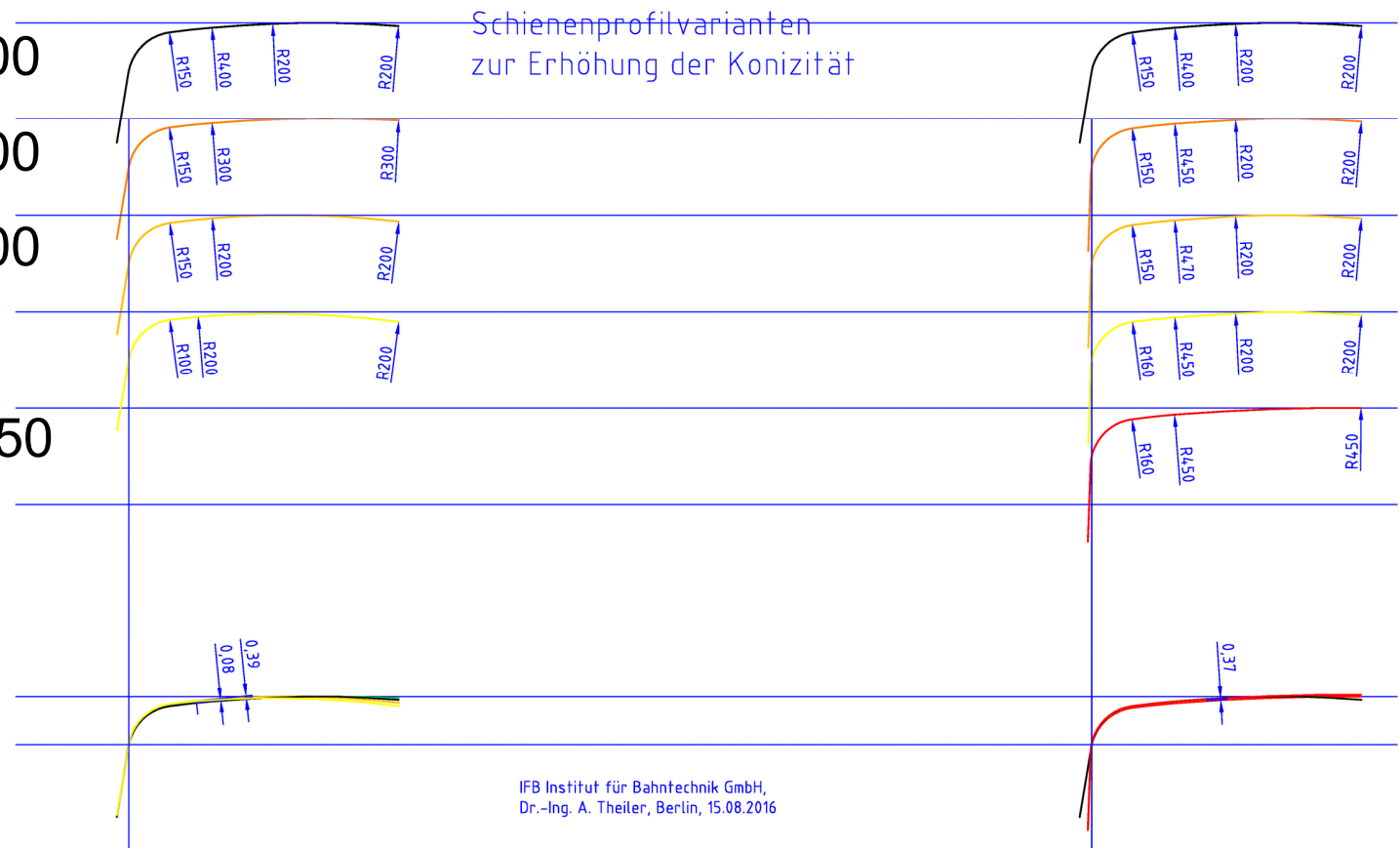
## VORGEHEN

- Radprofil war „gesetzt“ wegen nachgewiesener Verschleißstabilität
- Ausgangspunkt Schienenprofile
  - Walzprofil Rillenschiene 60R1 (Radienfolge R225)
  - Walzprofil Vignolgleis 49E1, 1:20
  - Verschleißzustand BVB (Radienfolge R10 - R150 - R400 - R200)
- Variantenuntersuchung mit
  - Erhöhung Balligkeit an Kopfeckabrundung
  - Nutzung der äußeren Fahrfläche



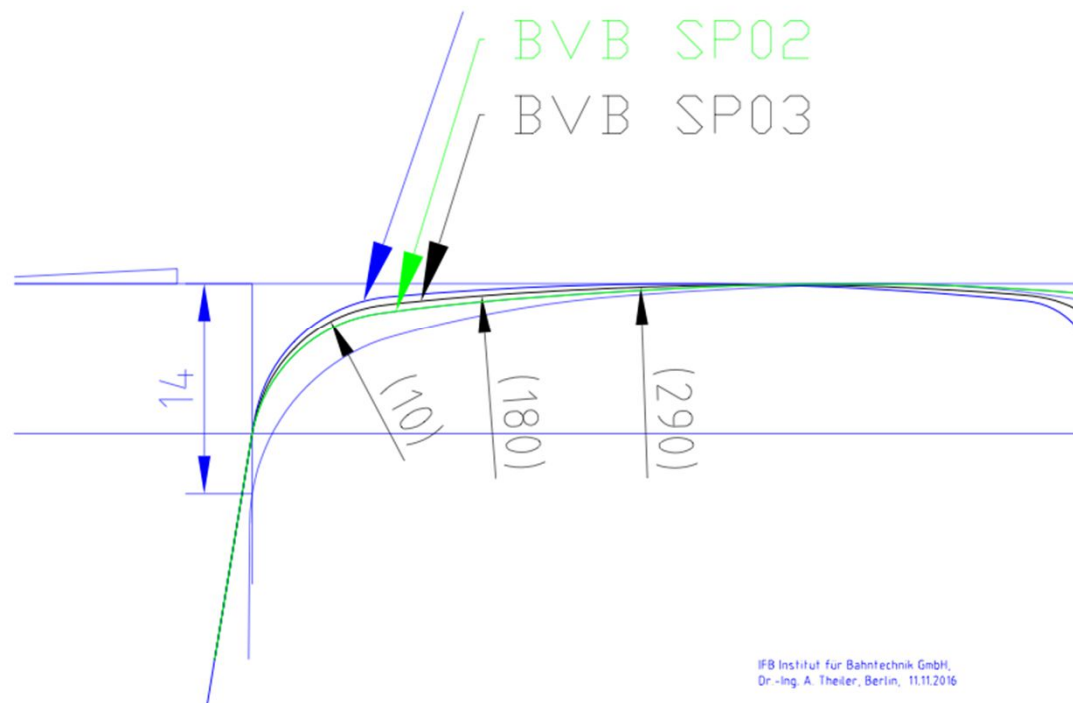
## VARIANTENUNTERSUCHUNG

- R150 - R300 - R300
- R150 - R450 - R200
- R150 - R470 - R200
- R160 - R450 - R200
- R160 - R450
- R160 - R450 – R450
- ...



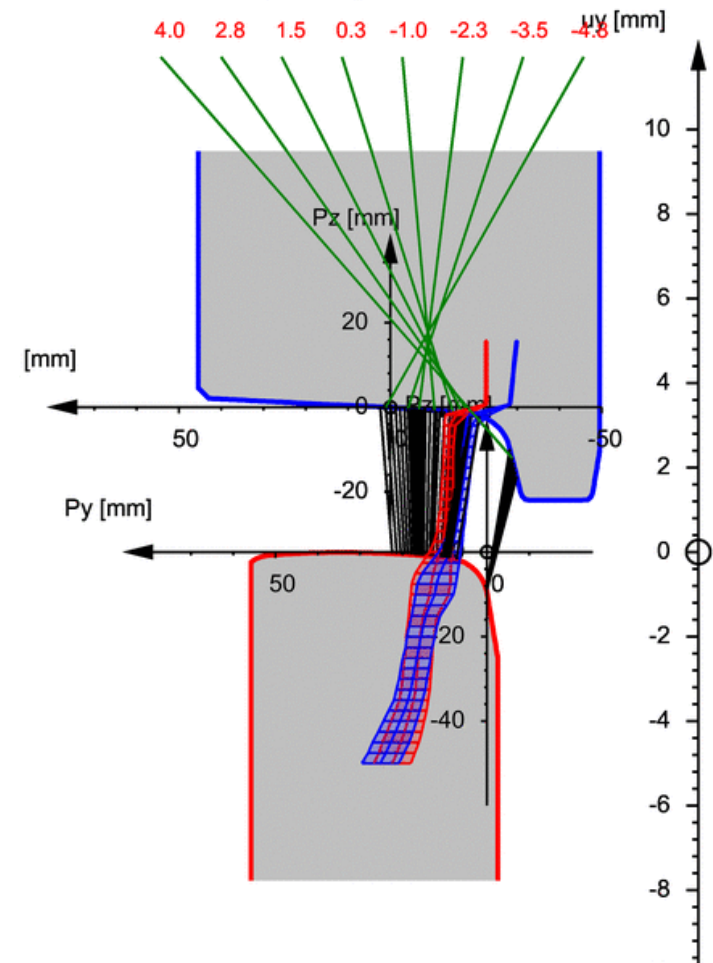
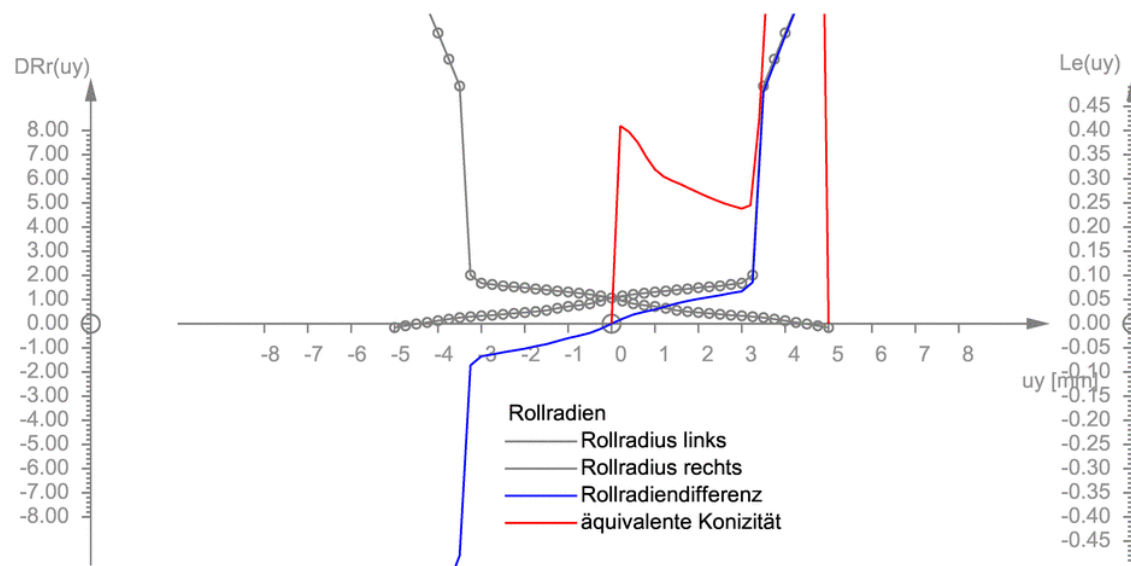
## GEWÄHLTE VARIANTE „BVB SP02“

- Erhöhung der Balligkeit durch Mittelung zwischen Verschleißprofil und Neuprofil 60R1
- Radien R180 - R290



## NEUE KONTAKTVERHÄLTNISSE

- Erhöhung der Balligkeit
- Ergebnis:  
sehr deutliche Zunahme der Konizität bereits bei kleinen Querverschiebungsamplituden, danach Abfall



## BEWÄHRUNG

1. Aufschleifen des neuen Profils auf einem Probeabschnitt über eine Länge von 200 m
2. Nachweis, dass Fahrzeuge nicht schlingern
  - Ziel: Erhöhung der äquivalenten Konizität
  - Gefahr: erhöhtes Schlingerrisiko
  - Massnahme: Prüfen des Fahrverhaltens
3. Überprüfung, ob Schleifprofil die Vorgaben erfüllt
  - Verschleissverhalten auf Dauer
  - Wirksamkeit gegen über seitlichem Anfahren auf Dauer





