



Systemführerschaft RAILplus – P3 Rad/Schiene

IHRUS-Tagung 2021 - Schiene Chancen - Grenzen - Risiken

18. November 2021

Volkmar Walz

- Seit 12 Jahren Senior Ingenieur Flottentechnik, zb Zentralbahn AG
- 9 Jahre Seilbahnbau, Garaventa AG
- Seit 9 Jahren Untersuchungsbeauftragter SUST
- Dipl. Ing. Maschinenbau, Hochschule für Wissenschaft und Technik Aalen/D
- Gelernter Automechaniker, Heidelberg/D

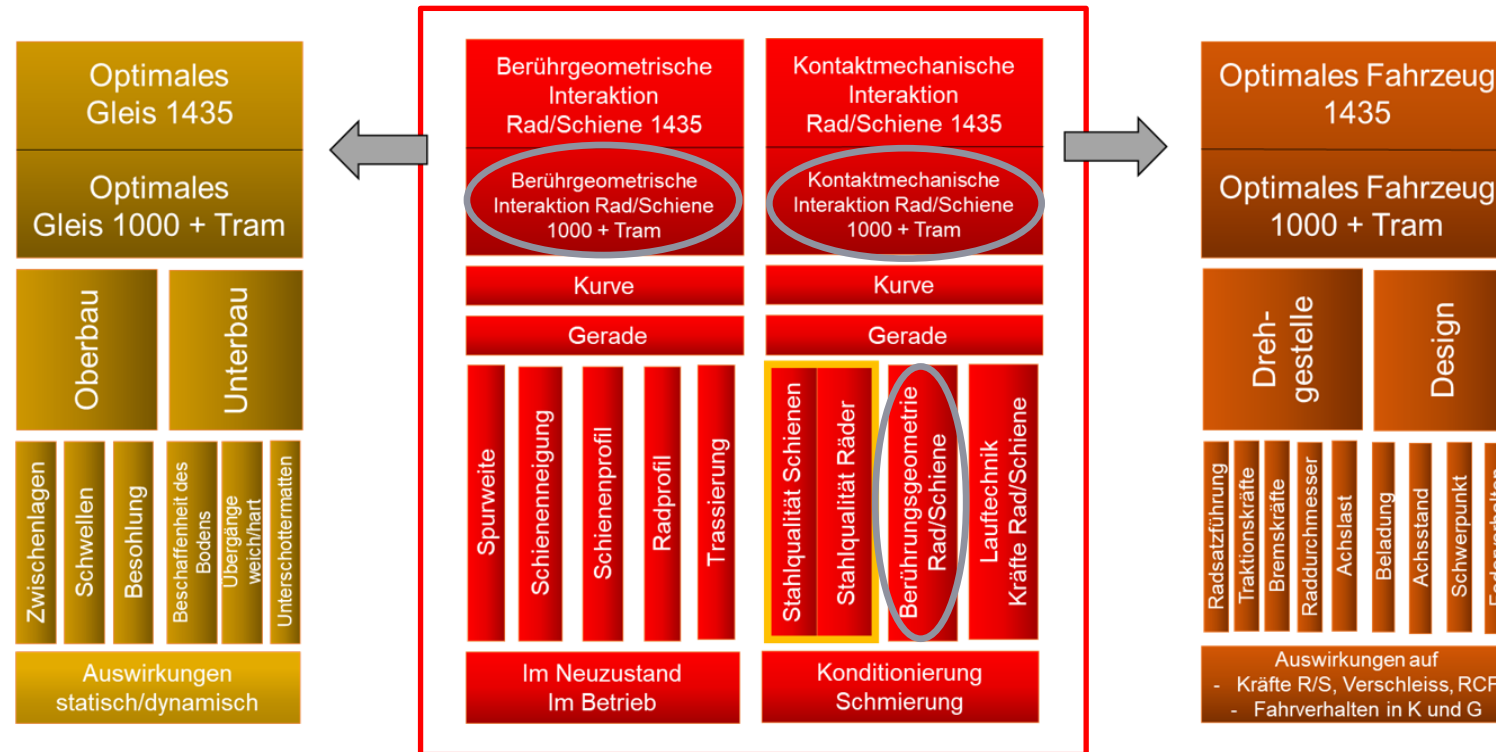


Privat:

- 50 Jahre alt
- Verheiratet
- zwei Kinder
- Seit 23 Jahren in der Schweiz
- Doppelbürger Schweiz/Deutschland

Rad-Schiene bei der Zentralbahn

RAILplus Systemführerschaft Projekt 3



Rad-Schiene bei der Zentralbahn

RAILplus Systemführerschaft Projekt 3

Vorgehensziele P3 Rad/Schiene

1. Geometrische Interaktion Rad/Schiene;
2. Berührungsgeometrische Interaktion Rad/Schiene;
3. Kontaktmechanische Interaktion Rad/Schiene;
4. Systemische Aspekte der Interaktion Rad/Schiene;
5. Hard- und Software für Erfassung, Auswertung und Bewertung der Interaktionen;
6. Lauftechnische Auslegungs- und Nachweisrechnungen;
7. Lauftechnische Nachweise durch Versuche auf der Strecke;
8. Nachweise der Nachhaltigkeit durch Erprobungen im Betriebseinsatz (in Abgleich mit den anderen Projekten);
9. Bereitstellung des erarbeiteten Wissens für die Erstellung von Regelwerken.

Rad-Schiene bei der Zentralbahn

RAILplus Systemführerschaft Projekt 3

Die Zeitachse im P3 Rad/Schiene

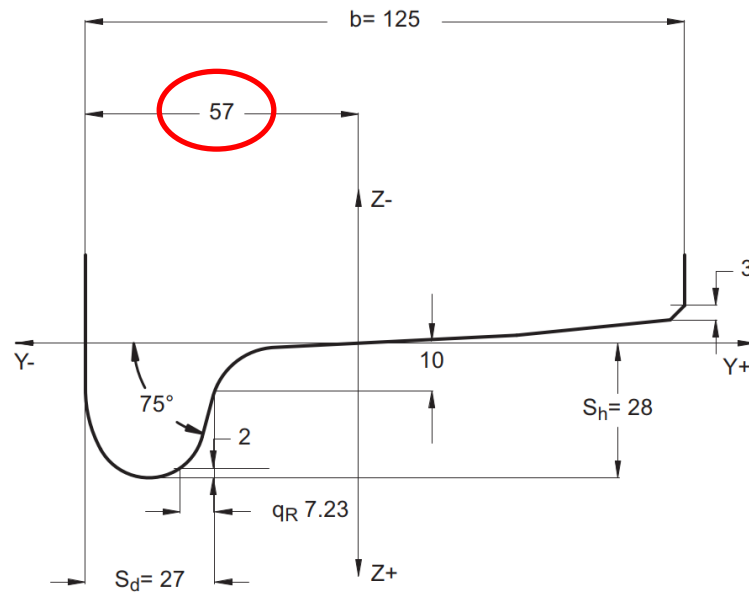
Modul	Titel	2021	2022	2023	2024	2025	2026
1	Geometrische Interaktion Rad/Schiene						
2	Berührungsgeometrische Interaktion Rad/Schiene						
3	Kontaktmechanische Interaktion Rad/Schiene						
4	Systemische Aspekte der Interaktion Rad/Schiene						
5	Hard- und Software für Erfassung, Auswertung und Bewertung der Interaktionen						
6	Lauftechnische Auslegungs- und Nachweisrechnungen						
7	Lauftechnische Nachweise durch Versuche auf der Strecke						
8	Nachweise der Nachhaltigkeit durch Erprobungen im Betriebseinsatz (in Abgleich mit den anderen Projekten)						
9	Bereitstellung des erarbeiteten Wissens für die Erstellung von Regelwerken						

Rad-Schiene bei der Zentralbahn

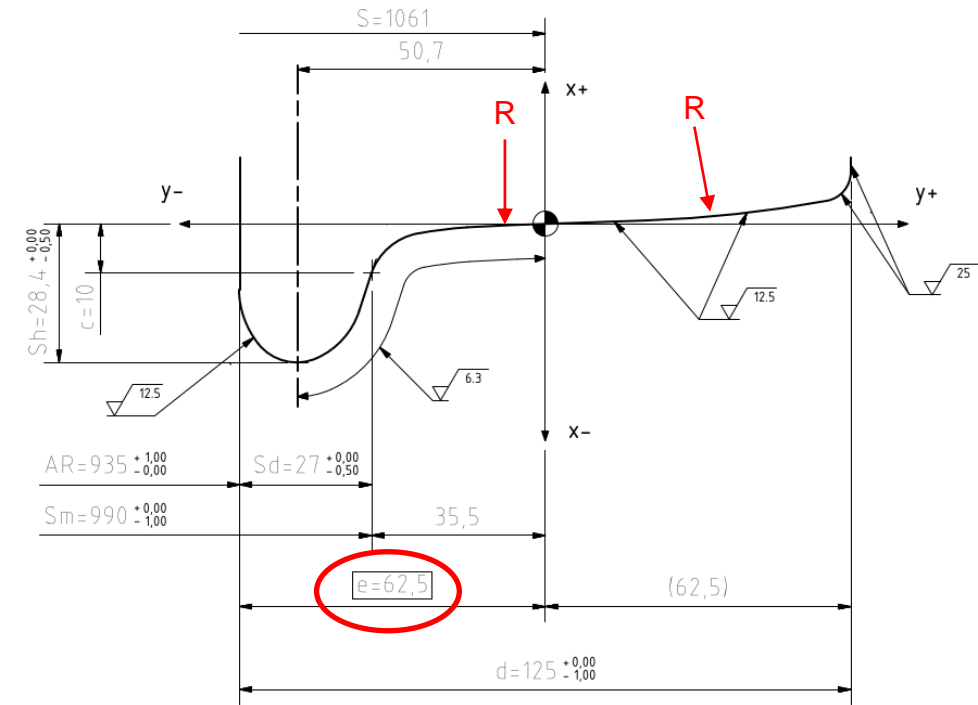
Radprofil

Radprofil basierend auf Typ A gemäss RTE 29500

Radprofil Typ A RTE 29500



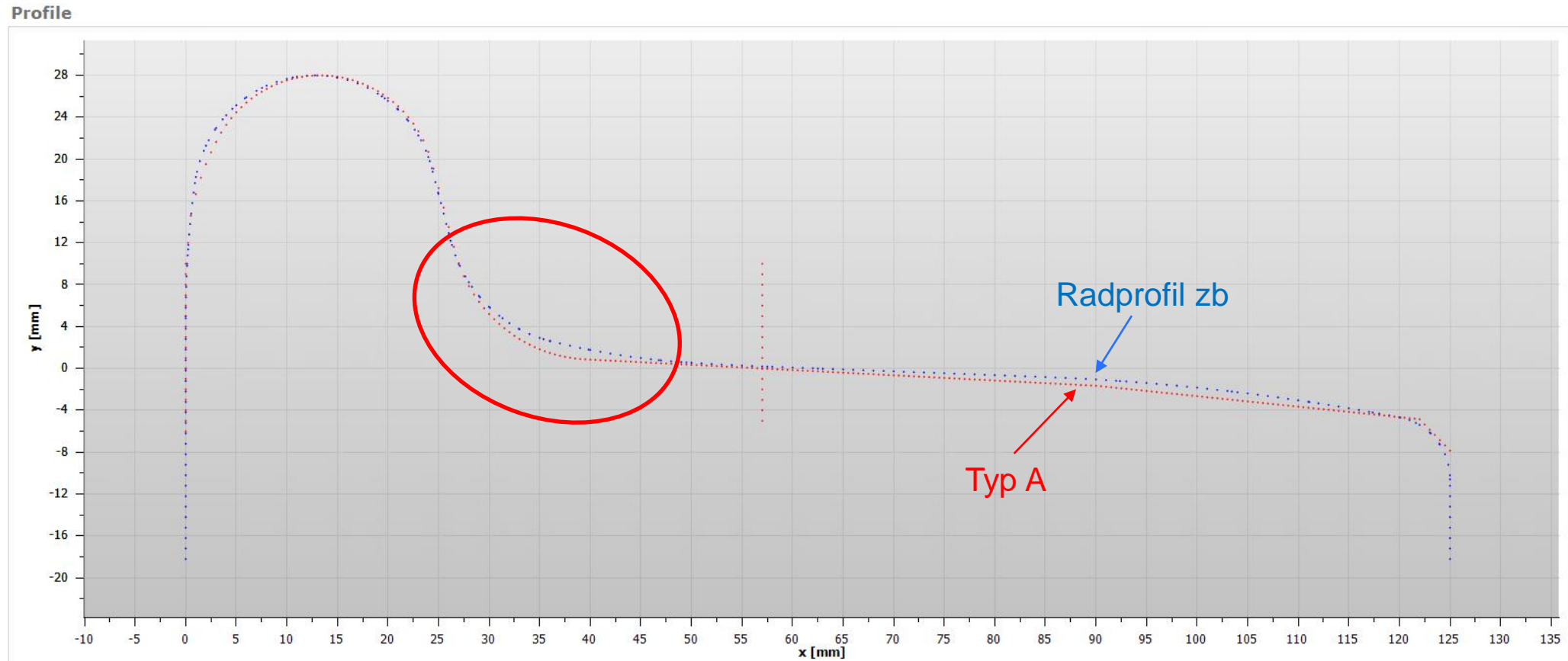
Radprofil zb, Stand 2020



Rad-Schiene bei der Zentralbahn

Radprofil

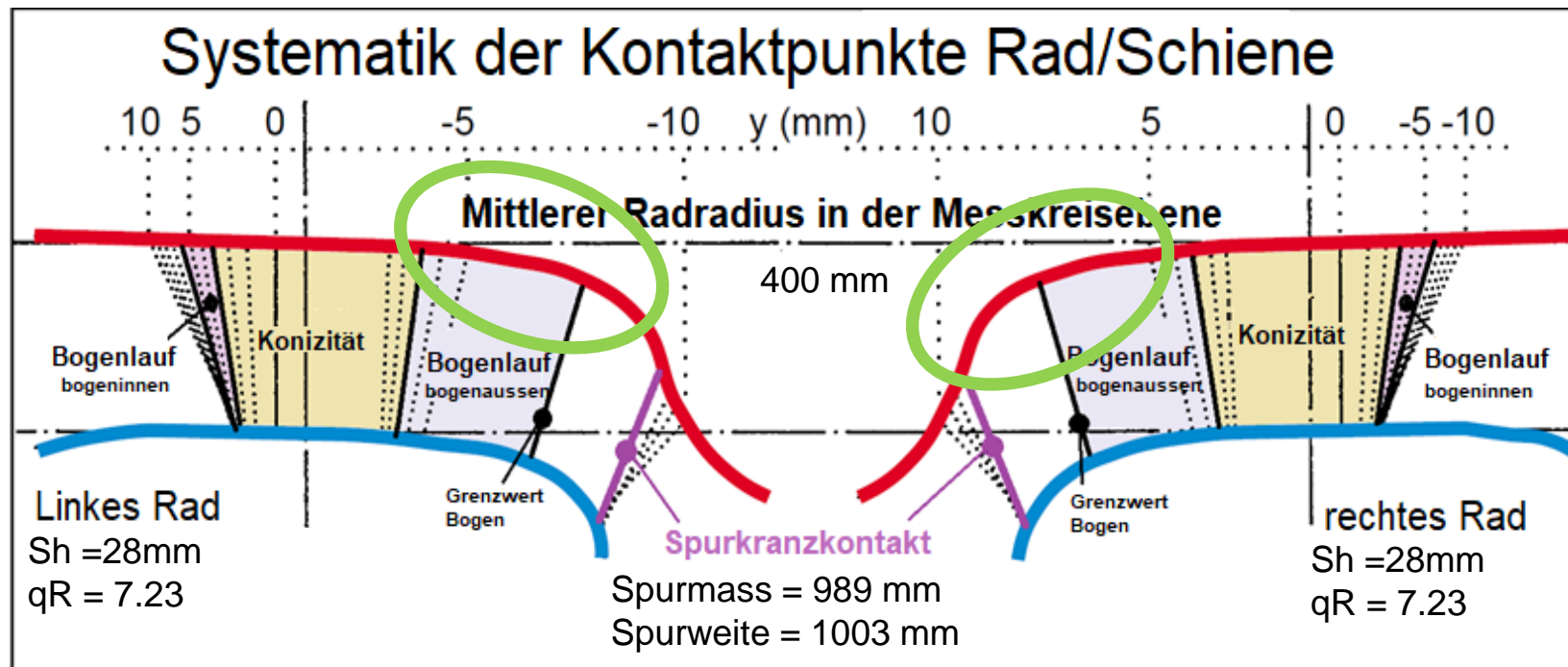
Radprofil zb im Vergleich mit Radprofil Typ A gemäss RTE 29500



Rad-Schiene bei der Zentralbahn

Radprofil

Systematik der Kontaktpunkte Rad/Schiene

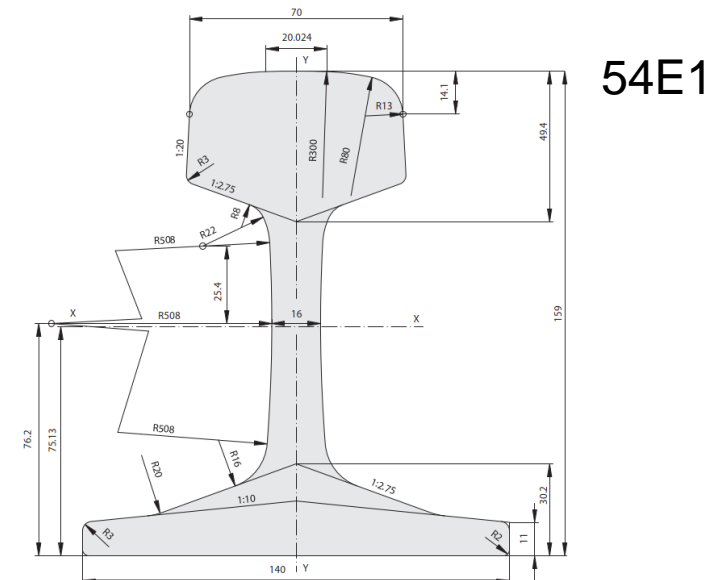
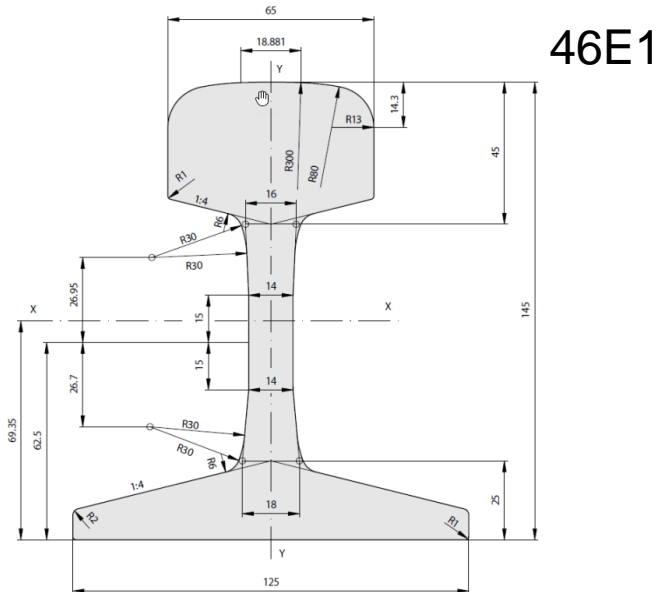


Rad-Schiene bei der Zentralbahn

Oberbau

Schienenprofile bei der Meterspur

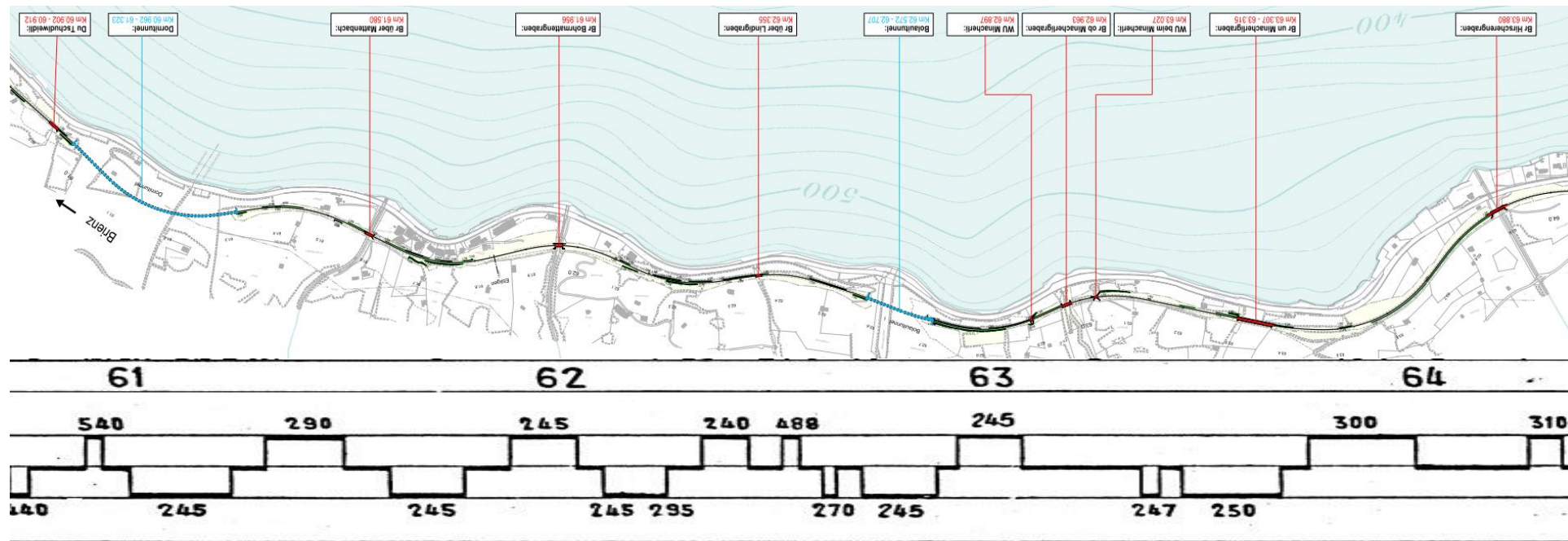
- Schiene 46E1, Standardschiene
- Schiene 54E1, vereinzelt im Einsatz
- Härte 260HB, 400HB ab 2020
- Neigung 1/∞, 1/40 und 1/20
- Schwellen aus Stahl, Holz und Beton



Rad-Schiene bei der Zentralbahn

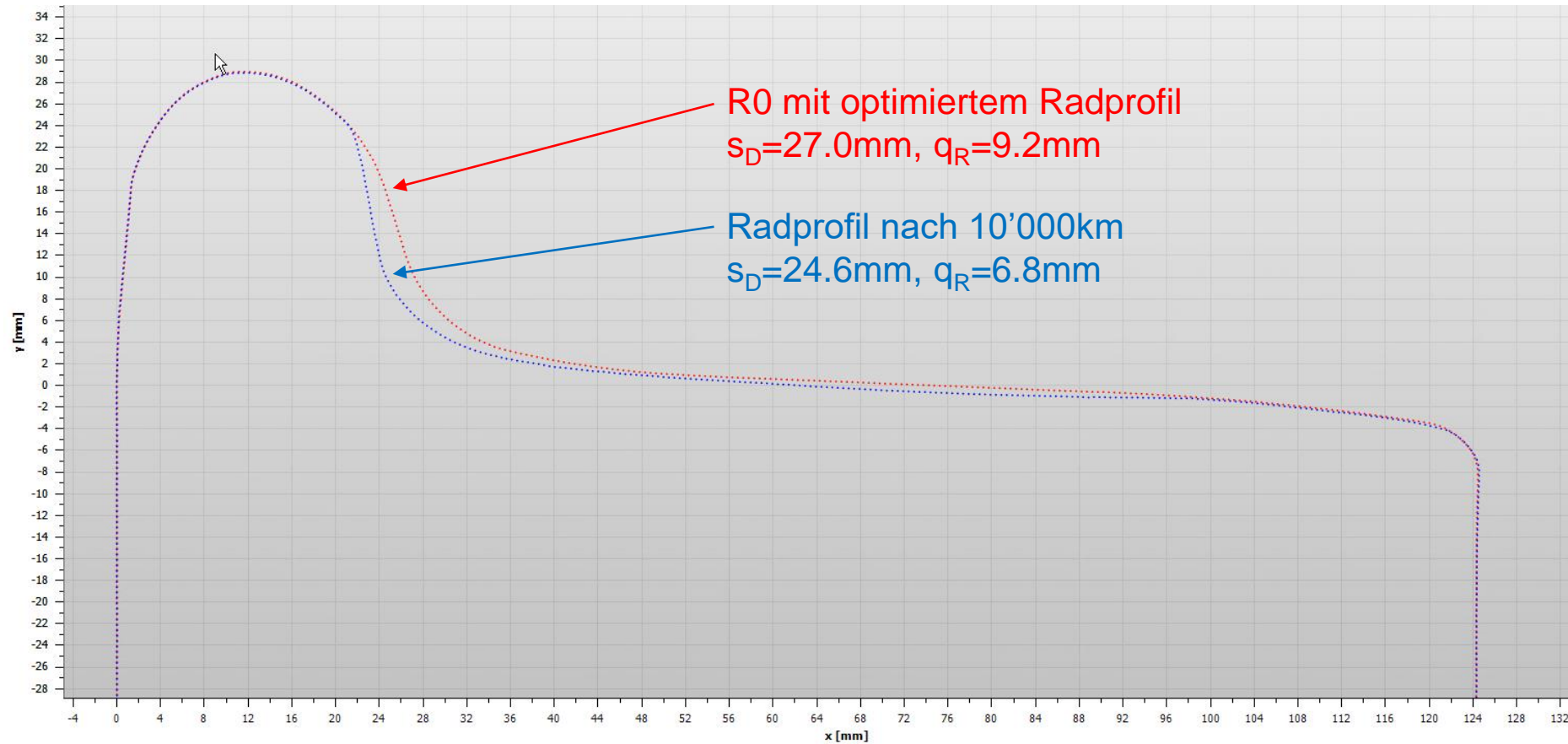
Streckenabschnitte Brienz - Interlaken

- Länge 14km
- Über 80% der Strecken sind Kurven
- Kurvenradius: viele Kurven mit R200m bis R350m
- Max zulässige Streckengeschwindigkeit 70km/h



Spurkranzabnutzung bei der ABeh-Flotte

Spurkranzabnutzung Frühjahr 2020



Spurkranzabnutzung bei der ABeh-Flotte

Spurkranzabnutzung Frühjahr 2020



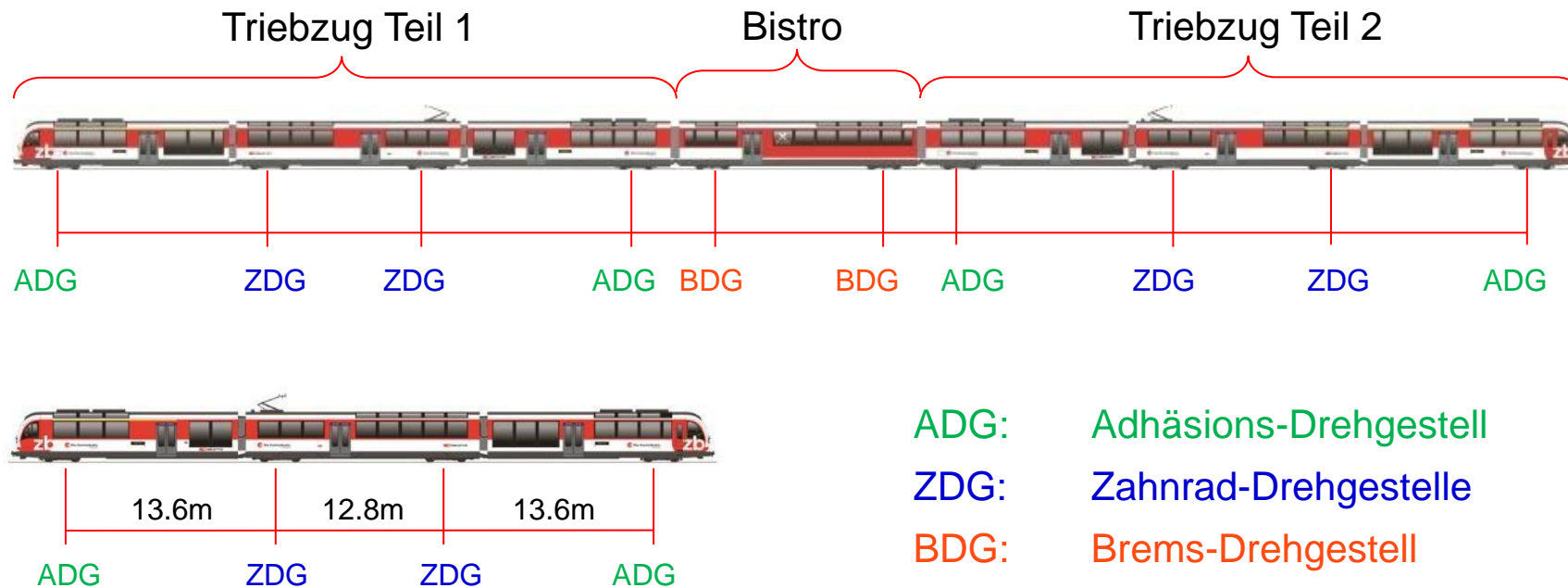
Spurkranzabnutzung bei der ABeh-Flotte

Abnutzung an der Fahrkante Frühjahr 2020



Spurkranzabnutzung bei der ABeh-Flotte

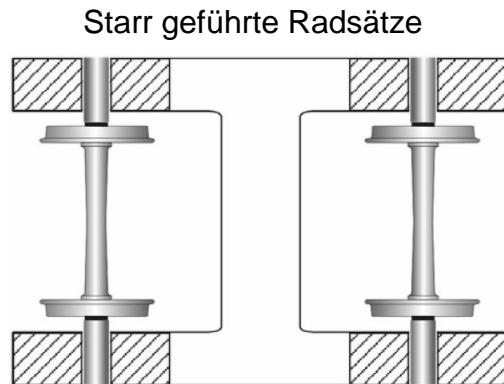
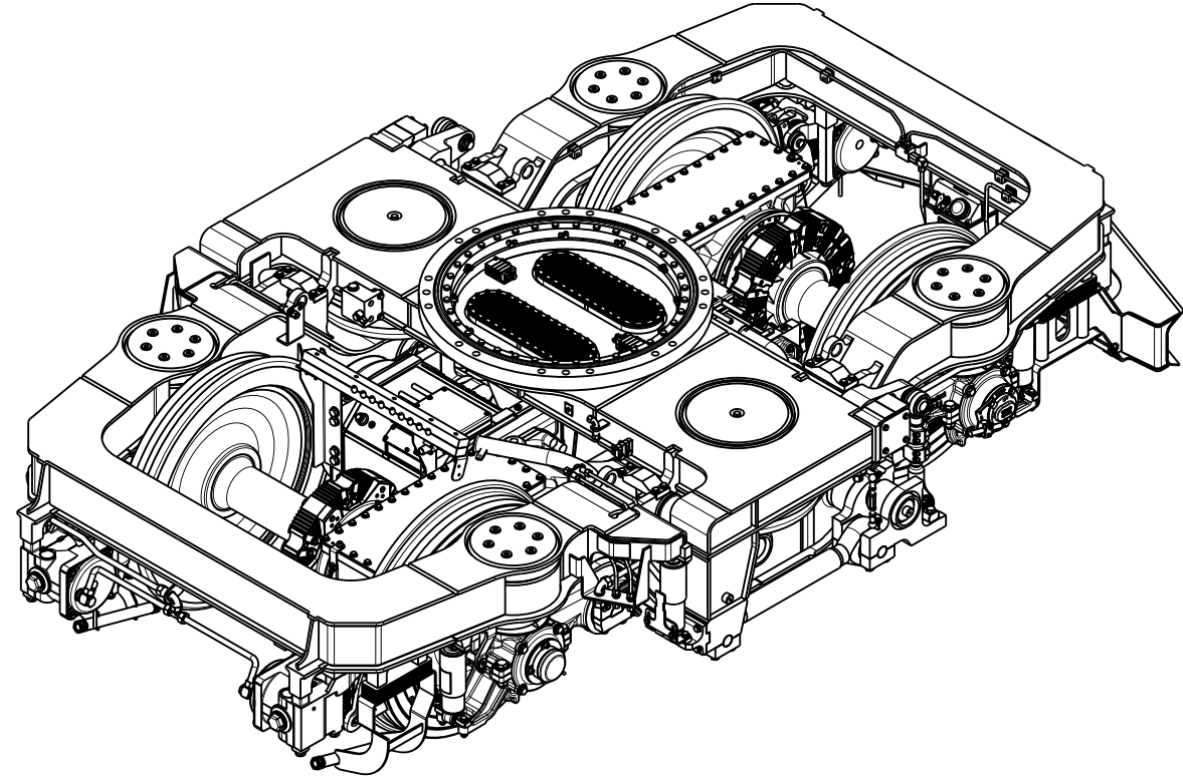
Fahrzeugflotte ABeh 150 und ABeh 160/161



Spurkranzabnutzung bei der ABeh-Flotte

Antriebs Dreh Gestell ADG

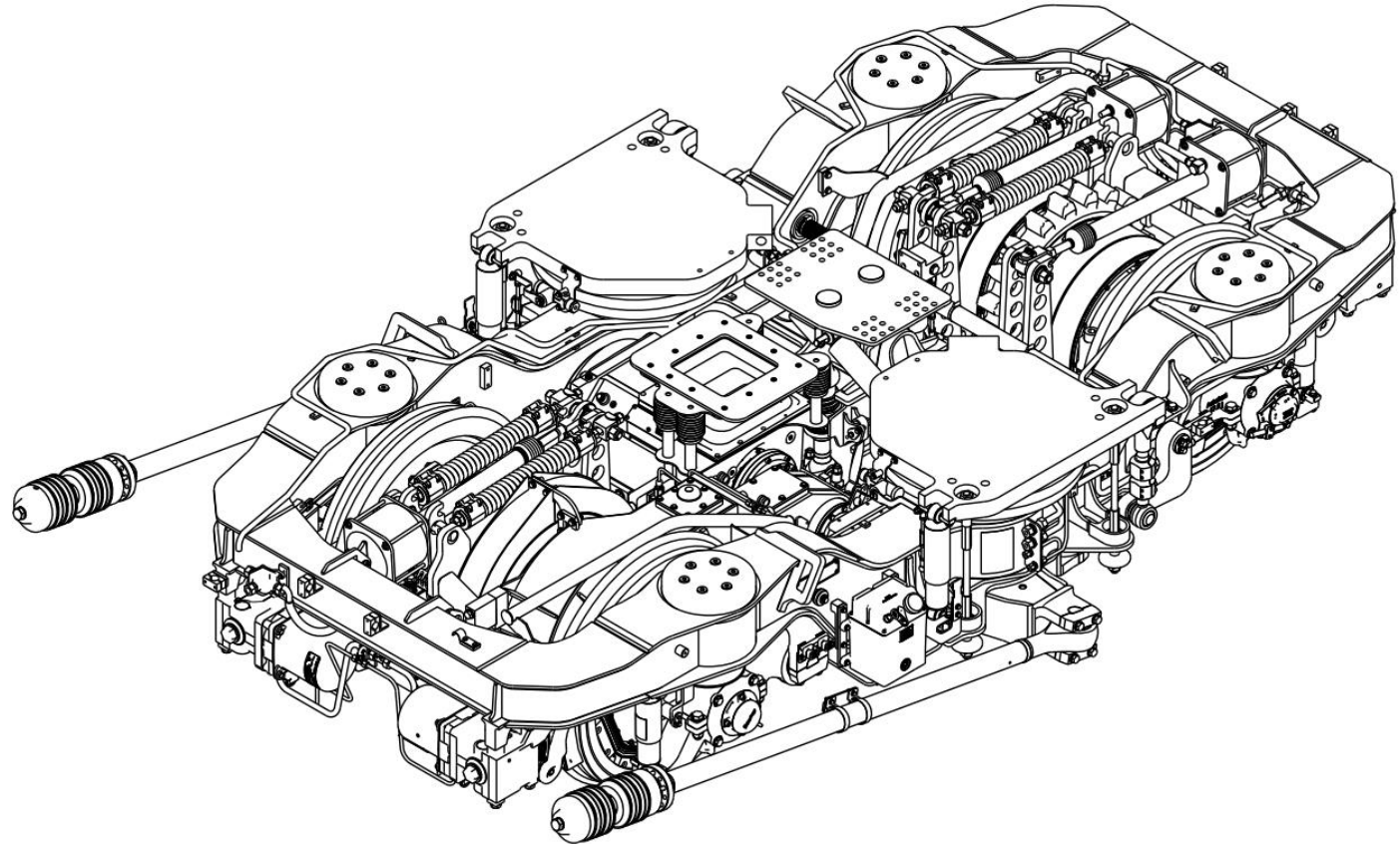
- Achslast Tara: 10t
- Achslast Brutto: 12t
- Achsabstand: 2.0m
- Ausdrehung über Drehkranz
- TAZ-Antrieb
- Triebradsätze



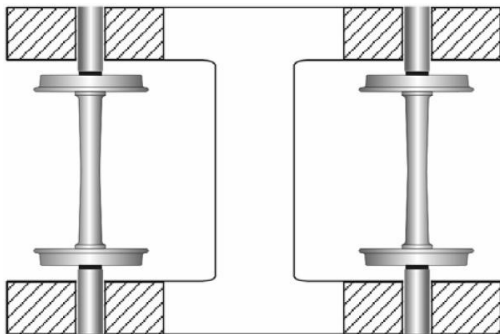
Spurkranzabnutzung bei der ABeh-Flotte

Zahnrad Dreh Gestell ZDG

- Achslast Tara: 13t
- Achslast Brutto: 16t
- Achsabstand: 2.38m
- Ausdrehung über Sekundärfederung
- Zahnradantrieb mit TAZ-Lagerung
- Bremszahnrad mit TAZ-Lagerung
- Reine Laufradsätze



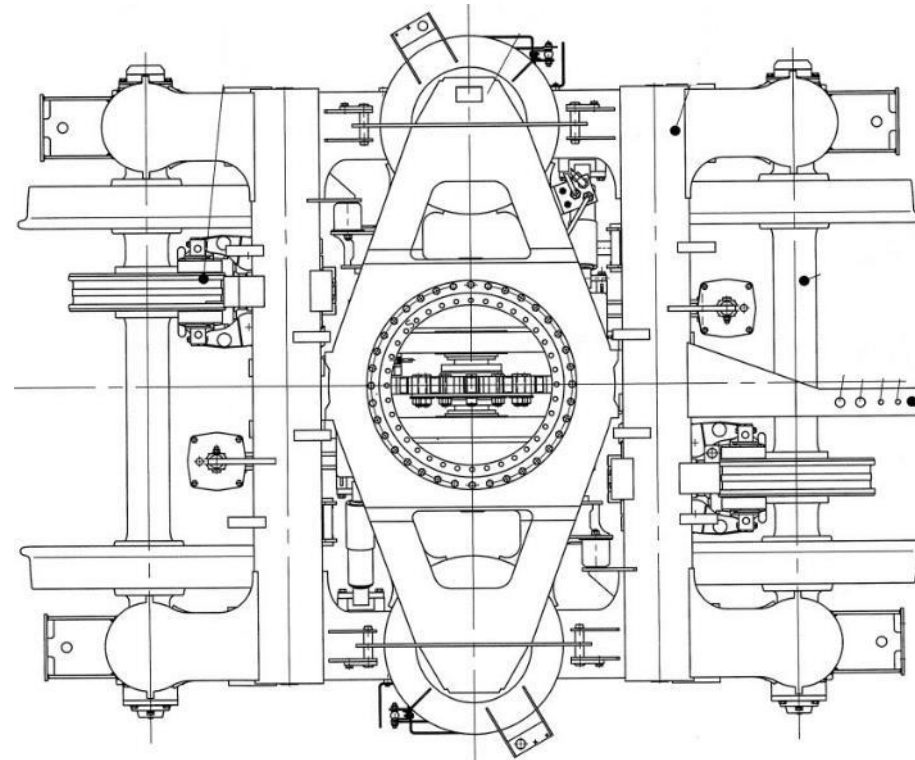
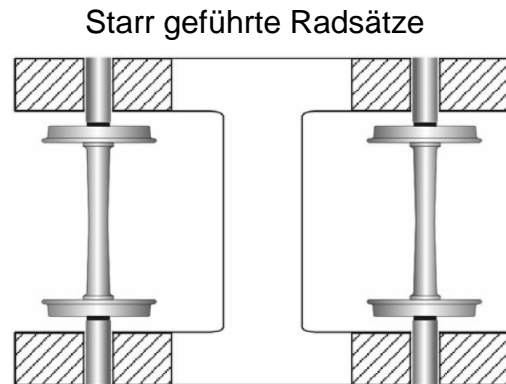
Starr geführte Radsätze



Spurkranzabnutzung bei der ABeh-Flotte

Brems Dreh Gestell BDG

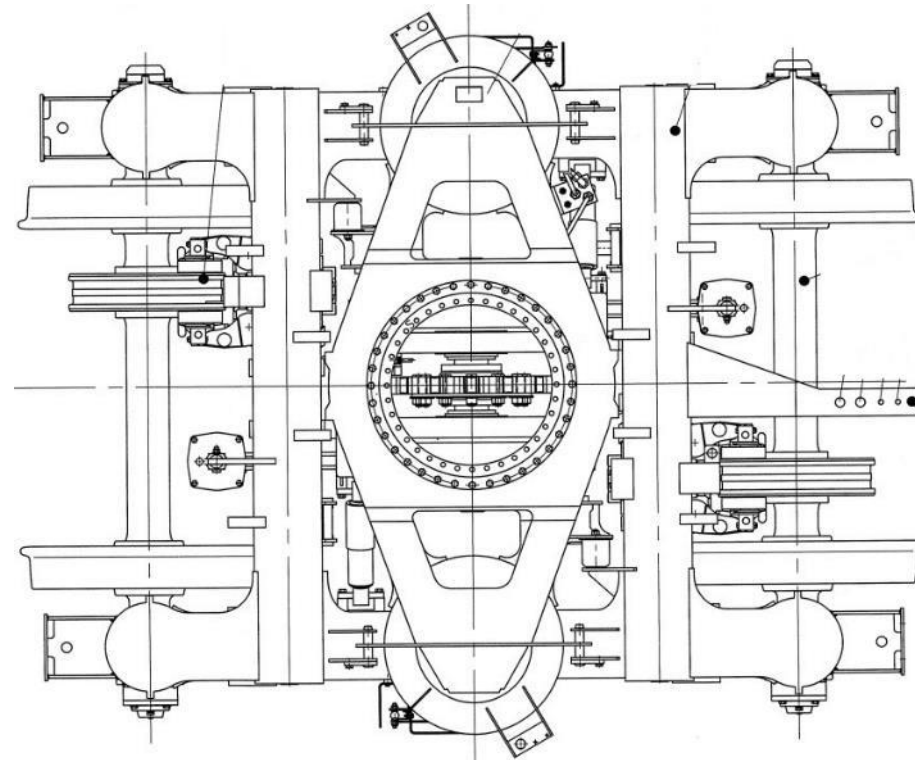
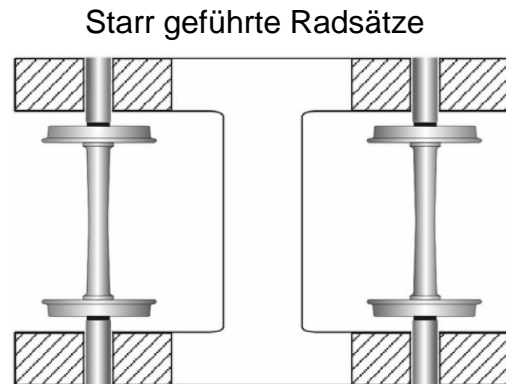
- Achslast Tara: 6.5t
- Achslast Brutto: 8.4t
- Achsabstand: 1.9m
- Ausdrehung über Drehkranz
- Bremszahnrad an DG-Rahmen
- Laufradsätze
- Mit und ohne Bremszahnrad



Spurkranzabnutzung bei der ABeh-Flotte

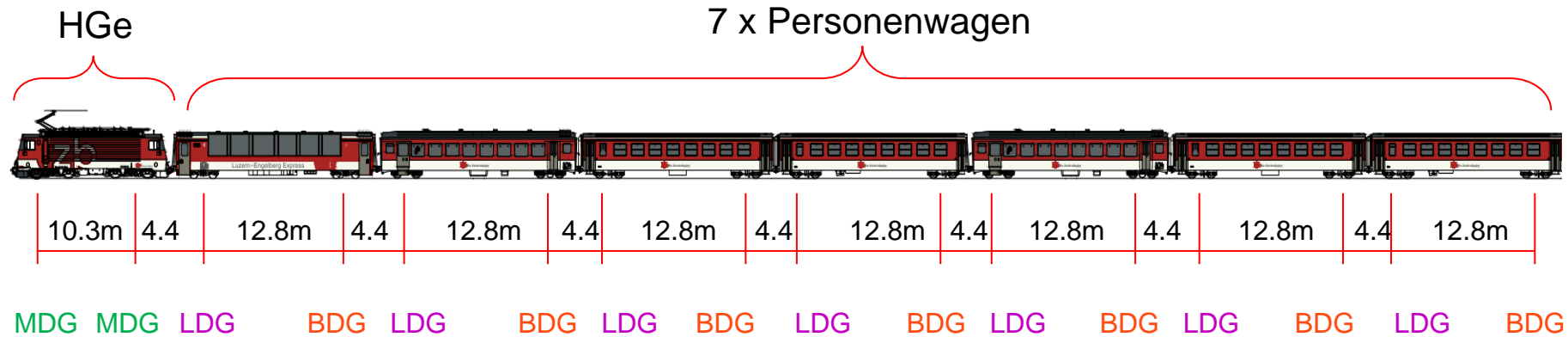
Brems Dreh Gestell BDG

- Achslast Tara: 6.5t
- Achslast Brutto: 8.4t
- Achsabstand: 1.9m
- Ausdrehung über Drehkranz
- Bremszahnrad an DG-Rahmen
- Laufradsätze
- Mit und ohne Bremszahnrad



Spurkranzabnutzung bei der ABeh-Flotte

Fahrzeugflotte HGe-Pendel



MDG: Motor-Drehgestell

LDG: Lauf-Drehgestelle

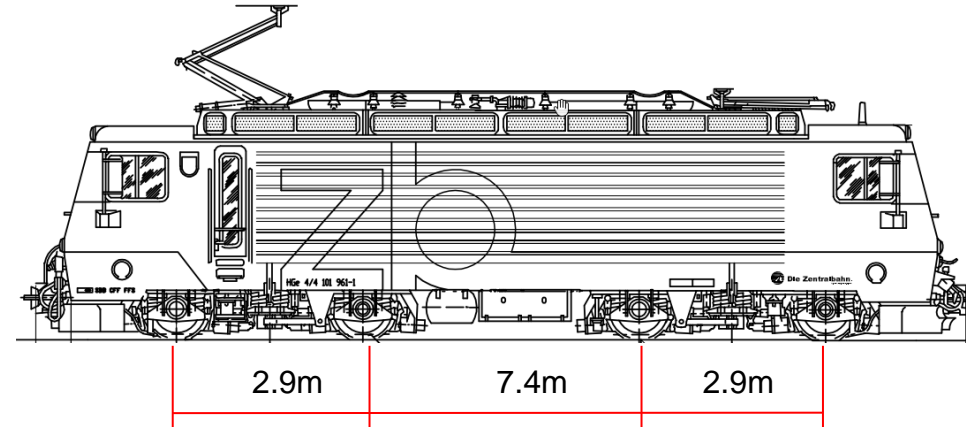
BDG: Brems-Drehgestell mit Bremszahnrad zwischen den Radsätzen

Spurkranzabnutzung bei der ABeh-Flotte

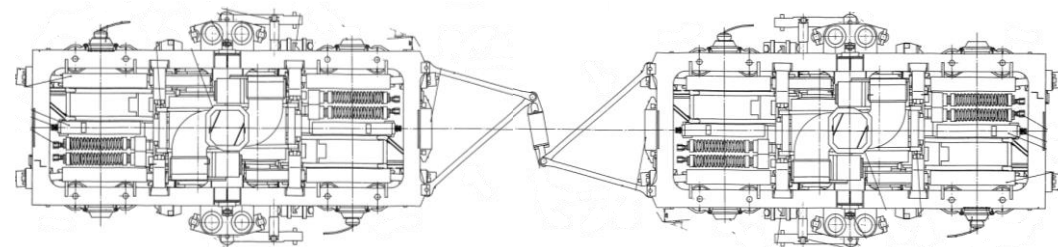
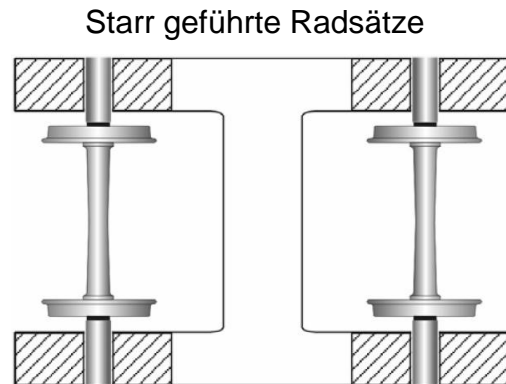
HGe-Pendel

HGe

- Achslast Tara: 16t
- Achslast Brutto: 16t
- Achsabstand: 2.9m
- Ausdrehung über Sekundärfederung
- Adhäsions-, Zahnradantrieb mit TAZ-Lagerung



- Achsen mit Querspiel
- Beide MDG gekoppelt mit Querkupplung

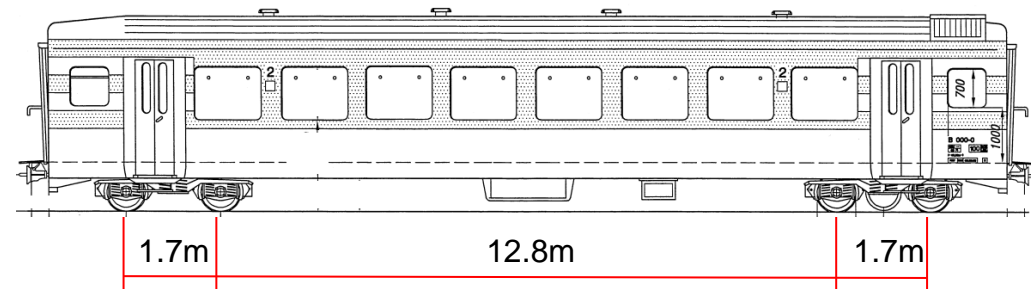


Spurkranzabnutzung bei der ABeh-Flotte

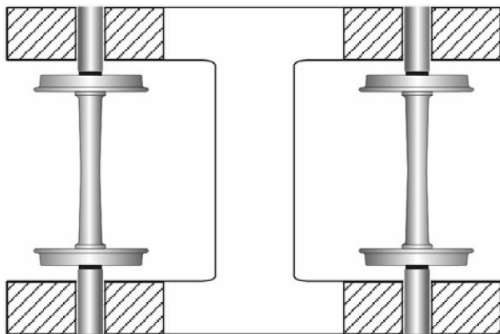
HGe-Pendel

Wagen

- Achslast Tara: 3.5t
- Achslast Brutto: 4.5t
- Achsabstand: 1.7m
- Ausdrehung über Sekundärfederung
- Bremszahnrad an DG-Rahmen



Starr geführte Radsätze

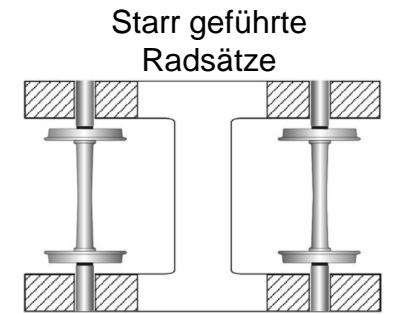
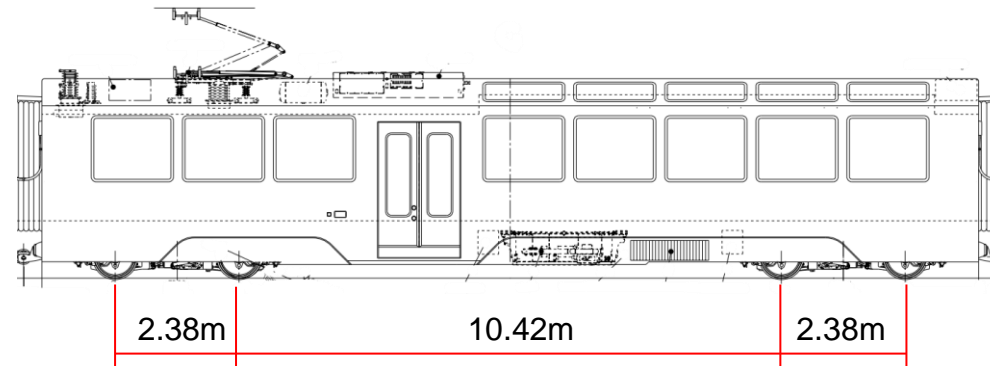


Spurkranzabnutzung bei der ABeh-Flotte

Vergleich C-Wagen der ABeh-Flotte mit Personen-Wagen

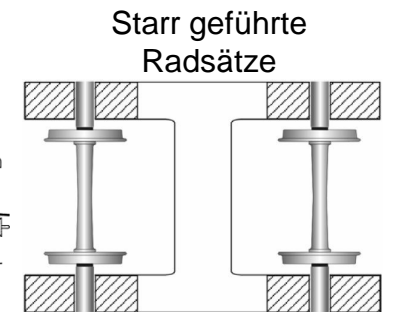
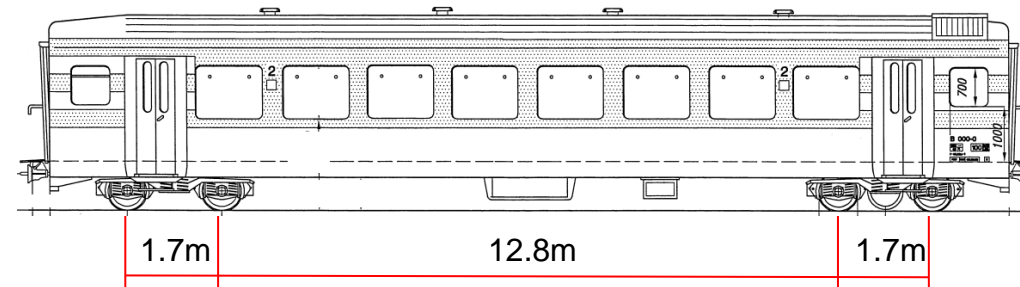
C-Wagen

- Achslast Tara: 13.0t
- Achslast Brutto: 16.0t
- Achsabstand: 2.38m
- Ausdrehung über Sekundärfederung
- Brems-, Antriebszahnrad an beiden ZDG



Wagen

- Achslast Tara: 3.5t
- Achslast Brutto: 4.5t
- Achsabstand: 1.7m
- Ausdrehung über Sekundärfederung
- Bremszahnrad an einem LDG



Spurkranzabnutzung bei der ABeh-Flotte

Feststellungen

- Spurkranzschmierung => Fetthaufenbildung an der Schiene und Verunreinigungen am Fahrzeug
- Geometrie des Schienenkopfs => Übermässige Abnutzung an der Fahrfläche (starke Schlupfwellenbildung) und der Schienenflanke
- Geometrie des Radprofils => Übermässige Abnutzung an der Fahrfläche und am Spurkranz

Spurkranzabnutzung bei der ABeh-Flotte

Massnahmen

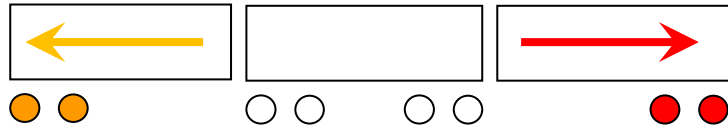
- Entwicklung von Verschleissprofilen an Rad und Schiene
- Entwicklung von Schleifprofilen für die Schiene
- Anpassung der Spurkranzschmierung
- Einführung der Schienenkopfkonditionierung
- Einführung Instandhaltungskonzept Radsatz
- Einführung Instandhaltungskonzept Fahrbahn

Spurkranzabnutzung bei der ABeh-Flotte

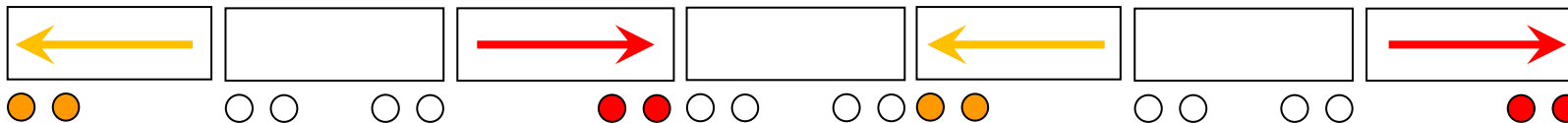
Überprüfung der Wirkung der Spurkranzschmierung

- Eine REBS-Pumpe mit 0.5cm³ Fördervolumen
- Drei Verteile und vier Düsen, je Rad eine Düse
- Fix programmiertes Sprühintervall
- Fett RailLub 30/05

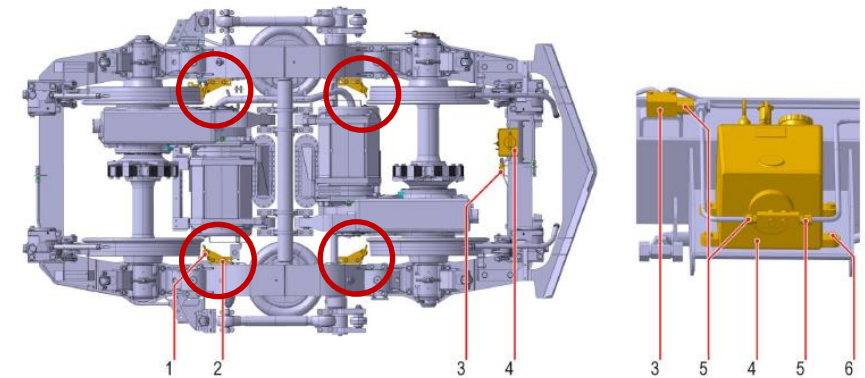
SKS ABeh 160/161



SKS ABeh 150



Viel Fett – lange Pausenzeit



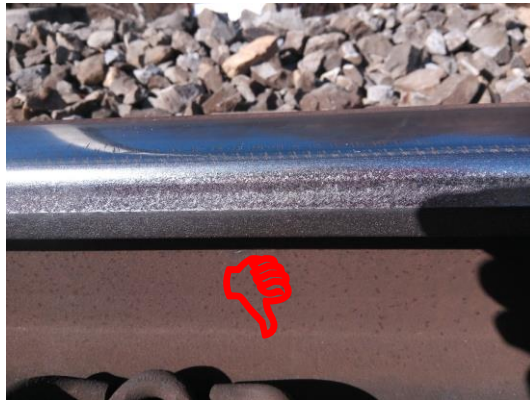
Spurkranzschmierung

1	Spurkranzschmierdüse	4	Schmierölbehälter
2	Schmierdüsenhalter	5	Rohrverschraubung
3	Mischverteiler	6	Schraubenbefestigung

Spurkranzabnutzung bei der ABeh-Flotte

Überprüfung der Wirkung der Spurkranzschmierung

- Wird der Spurkranz richtig gefettet?
- Wird das Schmiermittel auf die Schienen übertagen?
- Werden alle Spurkränze des gesamten Zugs befettet?
- Wirkt die Spurkranzschmierung in allen Kurven (bogenäussere Schiene)?
- Sind die Systemeinstellungen der Spurkranzschmierung geeignet gewählt?
- Ist das eingesetzte Schmiermittel für Meterspurbahnen geeignet?
- Wie wird die Wirkung der Spurkranzschmierung überprüft?

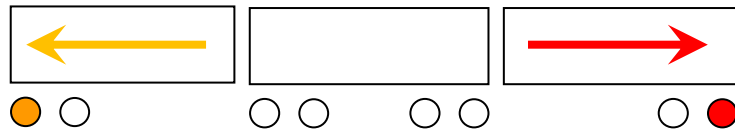


Spurkranzabnutzung bei der ABeh-Flotte

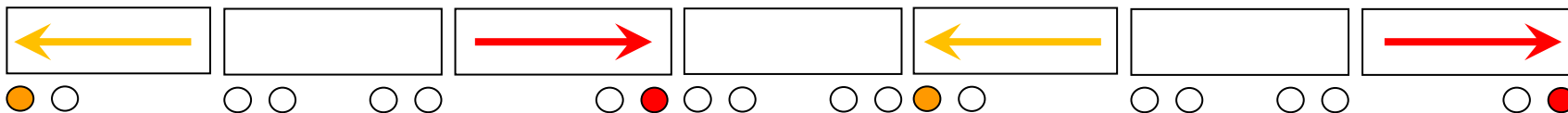
Überprüfung der Wirkung der Spurkranzschmierung

- Eine REBS-Pumpe mit 0.1cm³ Fördervolumen => Reduktion der Förderleitung
- ein Verteiler (statt drei) und zwei Düsen (statt vier Düsen) an 1. Radsatz
- Systemeinstellung Weg- und Zeitabhängig
- Fett Sintono Terra

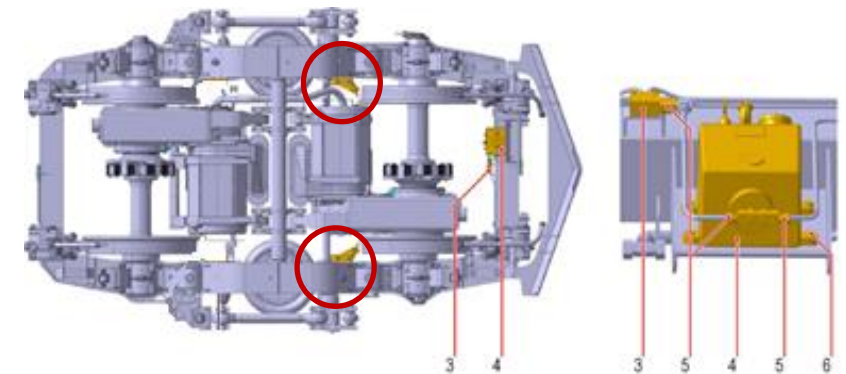
SKS ABeh 160/161



SKS ABeh 150



Wenig Fett – kurze Pausenzeit



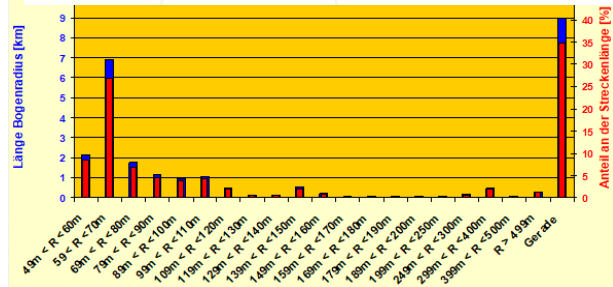
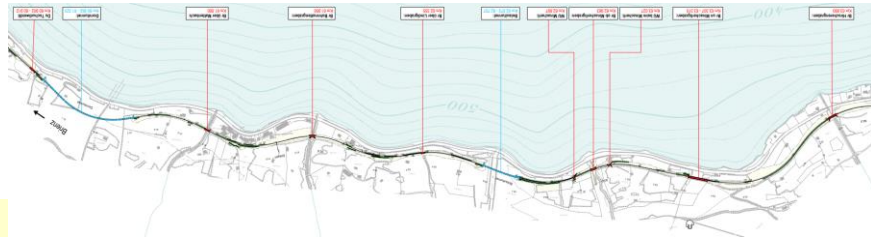
Spurkranzschmierung

1	Spurkranzschmierdüse	4	Schmierölbehälter
2	Schmierdüsenhalter	5	Rohrverschraubung
3	Mischverteiler	6	Schraubenbefestigung

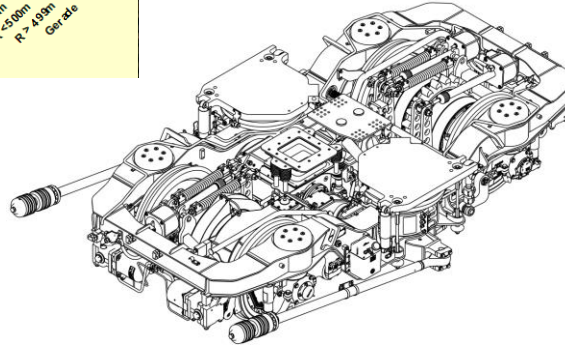
Fahrwerke im Abhängigkeit der Strecken-Charakteristik

Welche Fahrwerke sind für welche Strecken-Charakteristik geeignet?

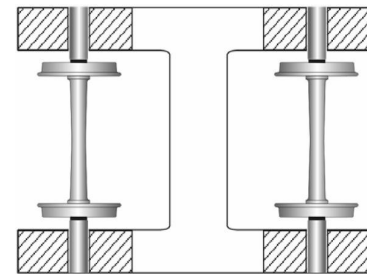
Viele und enge Kurven



Hohe Achslasten



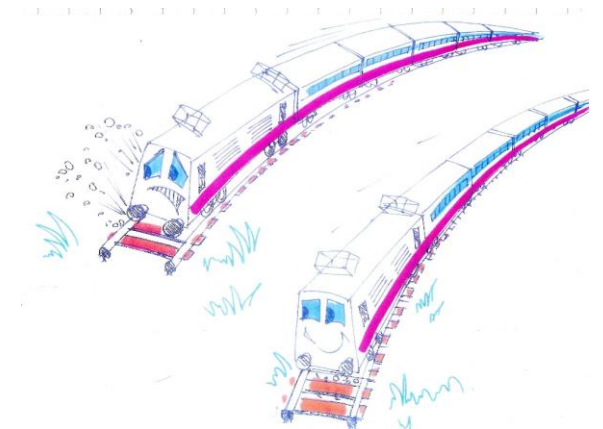
Starr geführte Radsätze



funktionierende SKS

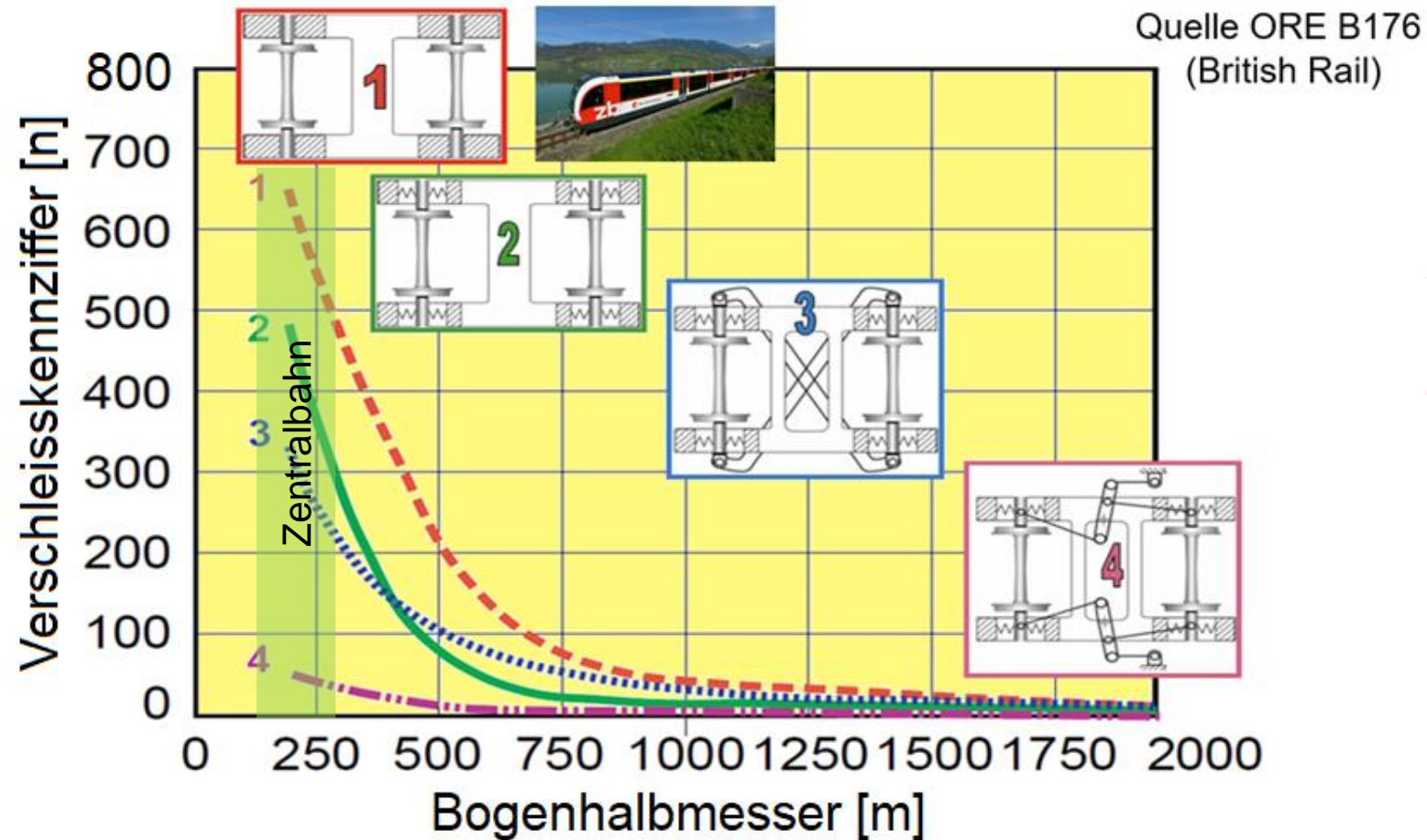


Laute Bogenfahrt mit viel Verschleiss



Fahrwerke in Abhängigkeit der Strecken-Charakteristik

Welche Fahrwerke sind für welche Streckencharakteristik



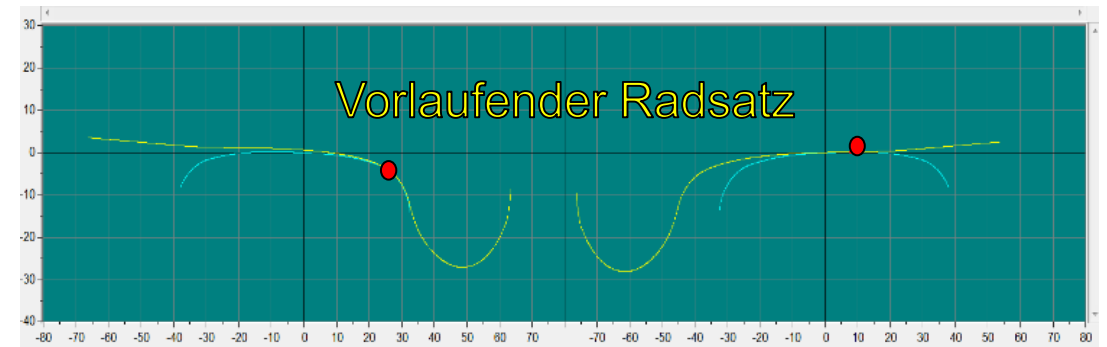
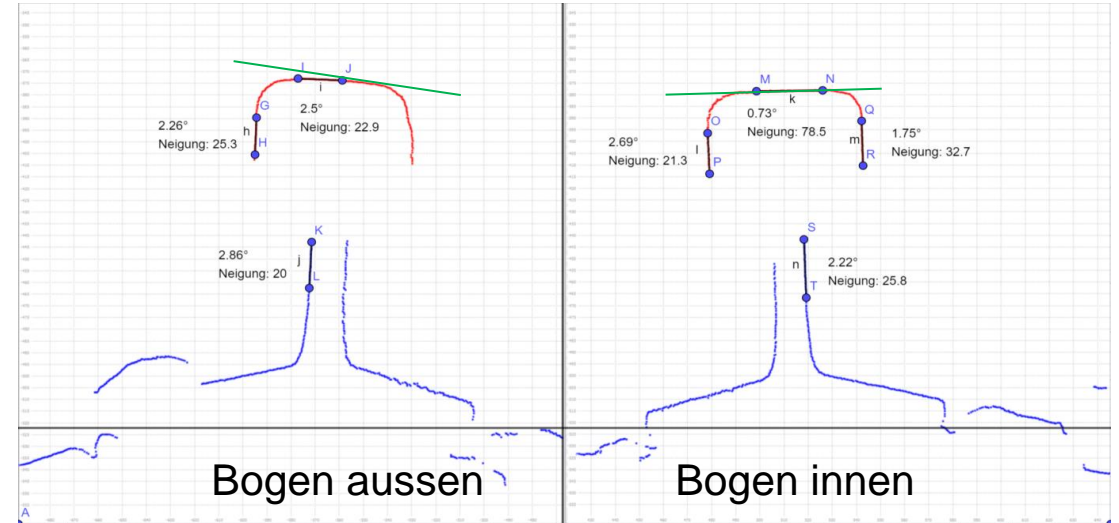
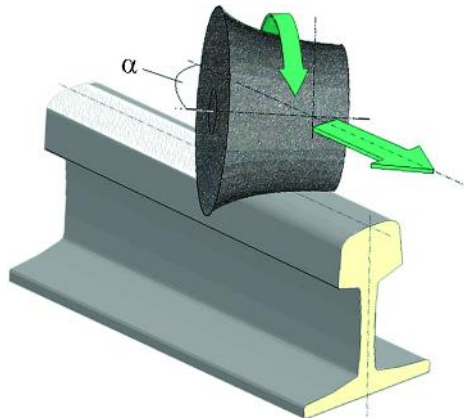
- 1. Starr geführt
- 2. Elastisch geführt
- 3. Gegenseitig verkoppelt
- 4. zwangsgeführt

Berührgeometrie Rad/Schiene

Überprüfung der Geometrie Schienenkopf

- Welche Schientypen sind eingesetzt?
- Hat der Schienenkopf das richtige Profil?
- Haben die Schienen die richtige Neigung
- In welchem Bereich befindet sich die vorhandene Spurweite?

Welches Profil?

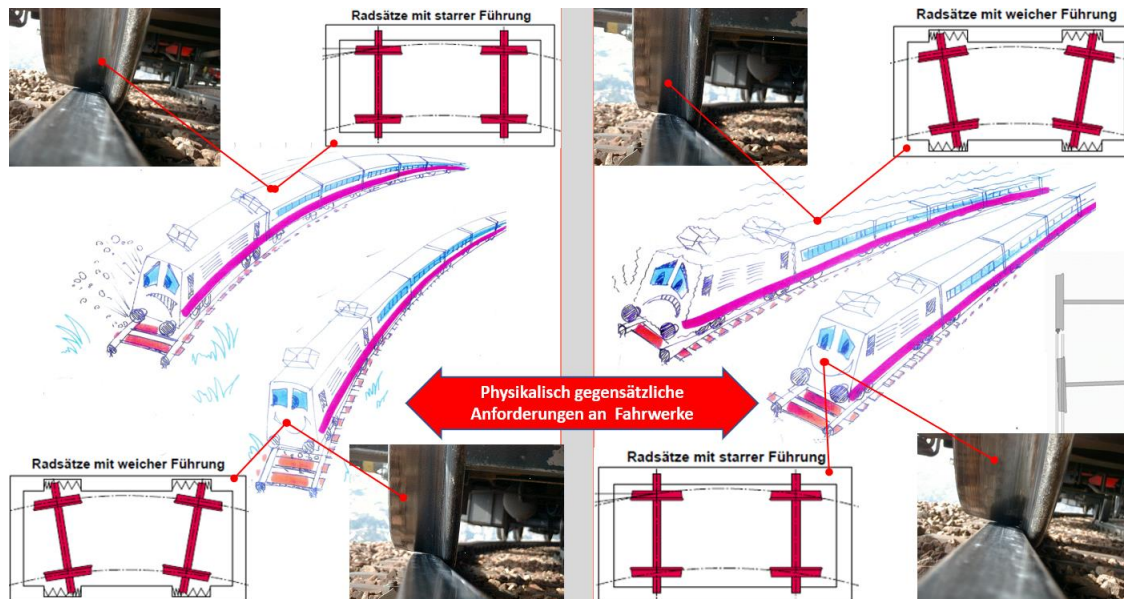


Berührgeometrie Rad/Schiene

Zusammenspiel R/S-Profile mit Fahrwerksprinzipien

Zusammenspiel der R/S-Profile mit den Fahrwerksprinzipien im Trassierungsbereich der Meterspurbahnen im Forschungsprojekte Rad/Schiene P3

- Auswertung des Radprofilverschleisses an unterschiedlicher Fahrzeugflotten
- Auswertung von Radprofilverschleiss und Schienenverschleiss um Zusammenhänge zu erkennen
- Entwicklung von Verschleissprofilen für das Rollmaterial
 - Gute Spurführung in Kurven
 - Beherrschen der max. Fahrgeschwindigkeiten auf gerader Strecke



Voraussetzung

Radprofil und
Schienenprofil sind
aufeinander abgestimmt

UND

Die Fahrwerksprinzipien
können die
Radschienenpaarung
optimal nutzen

Fahrzeugauslegung

Einfluss der Rad-Schienenpaarung auf die lauftechnische Fahrzeugauslegung

Um auf Meterspurstrecken ein optimales Zusammenspiel von Rad und Schiene zu realisieren müssen die Fahrzeuge entsprechend ausgelegt sein.

Für das Gleis heisst das z.B.:

- Die Schienenfahrfläche muss im Zusammenspiel mit der Radlaufläche die geforderten lauftechnischen Fahrzeugeigenschaften ermöglichen.
- Eine ausgeglichene Fahrbahnsteifigkeit entlang der Strecke

Für das Fahrzeug heisst das:

- Die lauftechnische Fahrzeugauslegung muss auf das jeweilige Streckennetz abgestimmt sein, wie z.B.:
 - Achsabstand
 - Abstand der DGs zueinander
 - Achslasten der Radsätze
 - Geringe Ausdrehmomente der DG
 - Radprofile die auf die Schienenprofile abgestimmt sind => Fahrwerksprinzipien

Systemführerschaft RAILplus – P3 Rad/Schiene

Einfluss der Fahrzeugauslegung

Die Ergebnisse aus dem Projekt Rad/schiene fließen in die überliegen Projekte der Systemführerschaft ein, mit dem Ziel die Wirtschaftlichkeit des Zusammenwirkens von Fahrzeug und Fahrweg zu verbessern.



Danke für die Aufmerksamkeit