The Big Picture –
das Gesamtsystem im Fokus

R. Schmid, A. Jörg

ÖVG Jahrestagung 2021, Graz

roman.schmid2@oebb.at
albert.joerg@voestalpine.com

Die Eisenbahn als Fixgröße im Verkehrswesen

- 200 Jahre erfolgreiche Entwicklung
- Bis heute ein Verkehrssystem als Rückgrat der Verkehrslandschaft
- Zukünftig noch bedeutendere Rolle

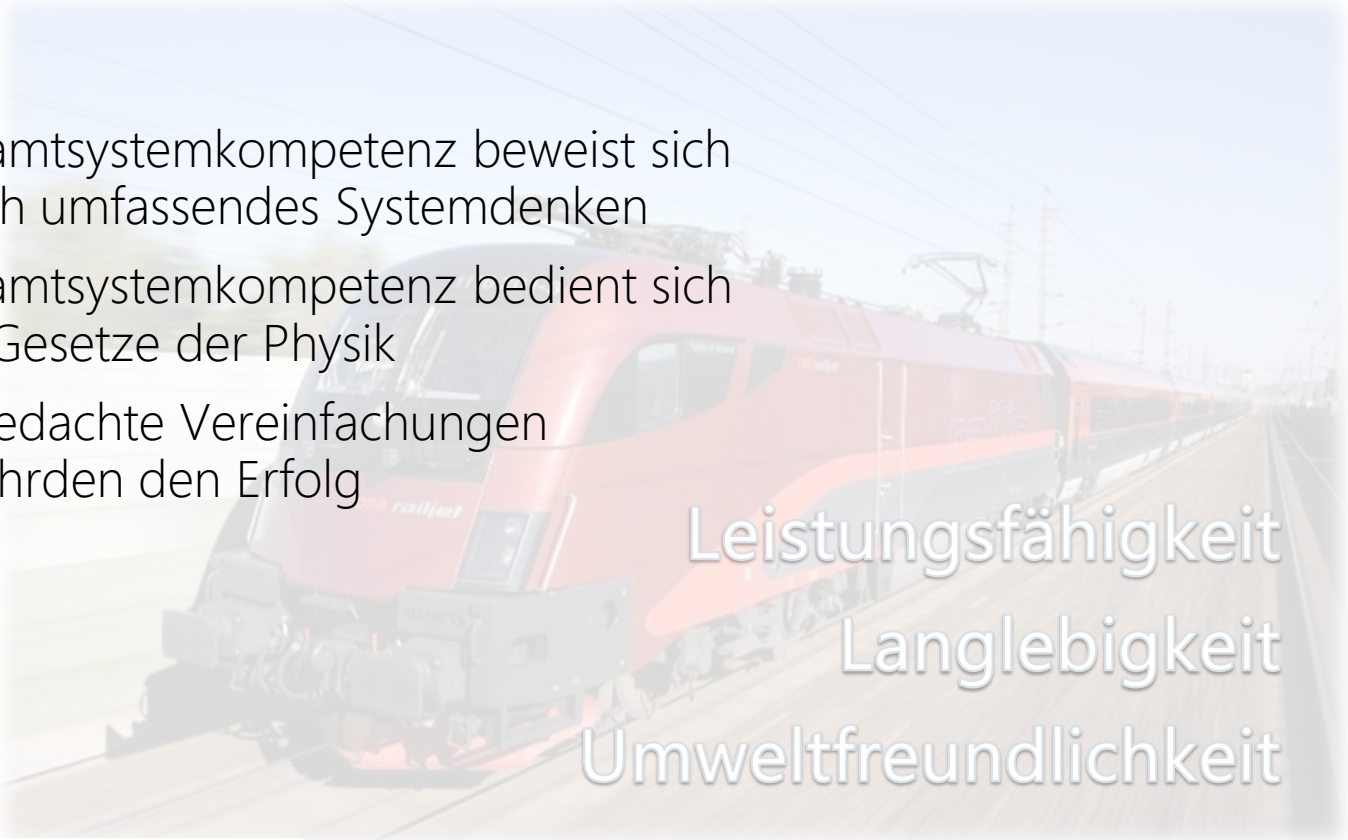
Die Eisenbahn als Fixgröße im Verkehrswesen

- Leistungsfähigkeit & Langlebigkeit
- Auf einfachen physikalischen Grundprinzipien basierend
- Umweltfreundlichkeit

GESAMTSYSTEM-
KOMPETENZ

Systemkompetenz bedingt umfassendes Denken!

- Gesamtsystemkompetenz beweist sich durch umfassendes Systemdenken
- Gesamtsystemkompetenz bedient sich der Gesetze der Physik
- Unbedachte Vereinfachungen gefährden den Erfolg



Leistungsfähigkeit

Langlebigkeit

Umweltfreundlichkeit

Ansätze für ein Gesamtoptimum

- Die Zeitskala
- Die Längenskala
- Zusammenwirken / Kombinationen

Leistungsfähigkeit
Langlebigkeit
Umweltfreundlichkeit

1116 201-3
ÖBB railjet
Zeit

Streckenneubau

Zeit

Jahre

Monate

Tage, Stunden

Sekunden

Milli-Sekunden

Die Trassierung und die Fahrweggestaltung neuer Eisenbahnlinien haben einen erheblichen Einfluss auf künftige Beanspruchungen im System Fahrweg/Fahrzeug.

Entwicklung der Schäden

Zeit

Jahre

Monate

Tage, Stunden

Sekunden

Milli-Sekunden

Initialschädigungen an Rädern und Schienen treten bereits nach kurzer Zeit auf und entwickeln sich langsam fortschreitend auch bis in sicherheitsrelevante Dimensionen weiter.

Schadensbehebung

Zeit

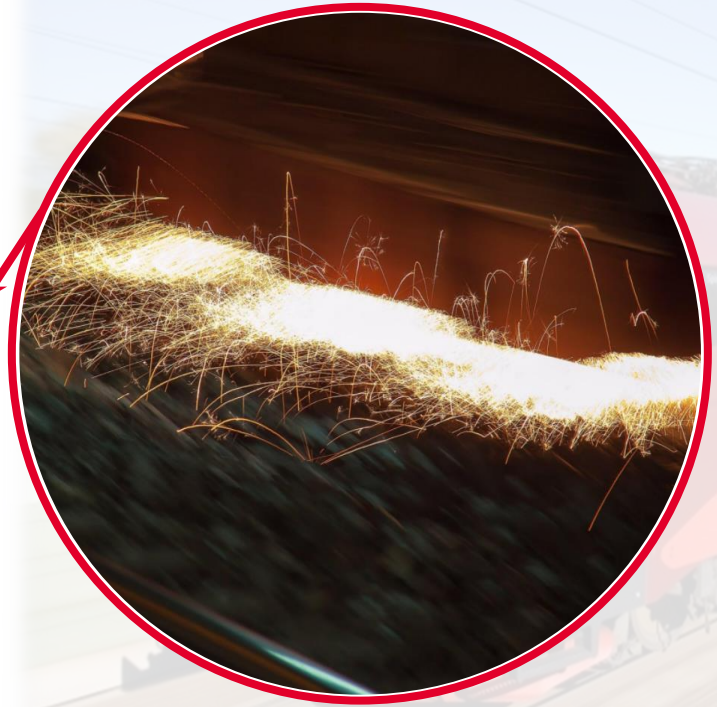
Jahre

Monate

Tage, Stunden

Sekunden

Milli-Sekunden



Zur Behebung von Schäden (Maschineneinsatz im Gleis) müssen die betroffenen Streckenabschnitte für mehrere Stunden für den Verkehr gesperrt werden, bei Instandsetzungen auch für mehrere Tage.

Rad-Schiene-Berührung bei der Zugfahrt

Zeit

- Jahre
- Monate
- Tage, Stunden
- **Sekunden**
- Milli-Sekunden

In den wenigen Sekunden einer Zugüberfahrt werden hohe Kräfte – im Rad/Schiene Kontakt weit über der Festigkeit der eingesetzten Materialien – lokal in die Infrastruktur eingetragen.

Materialbelastung

Zeit

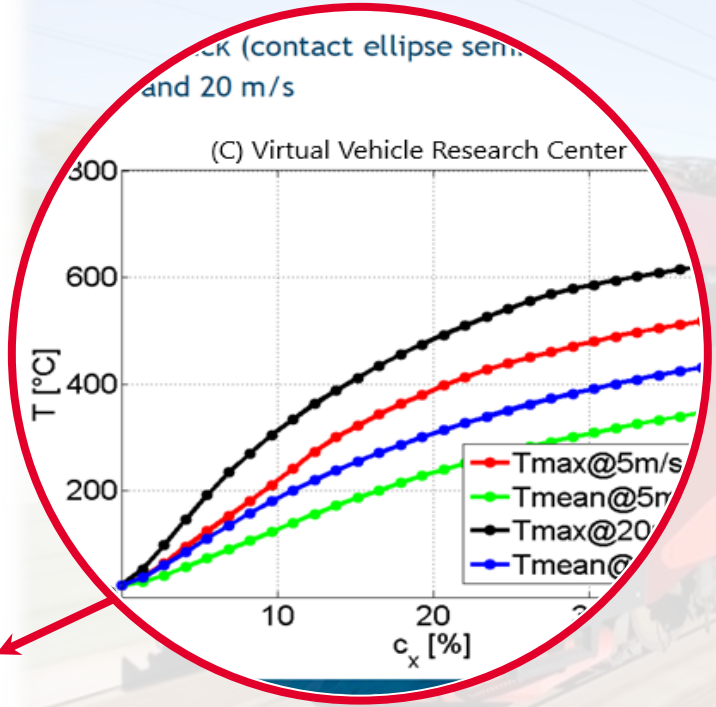
Jahre

Monate

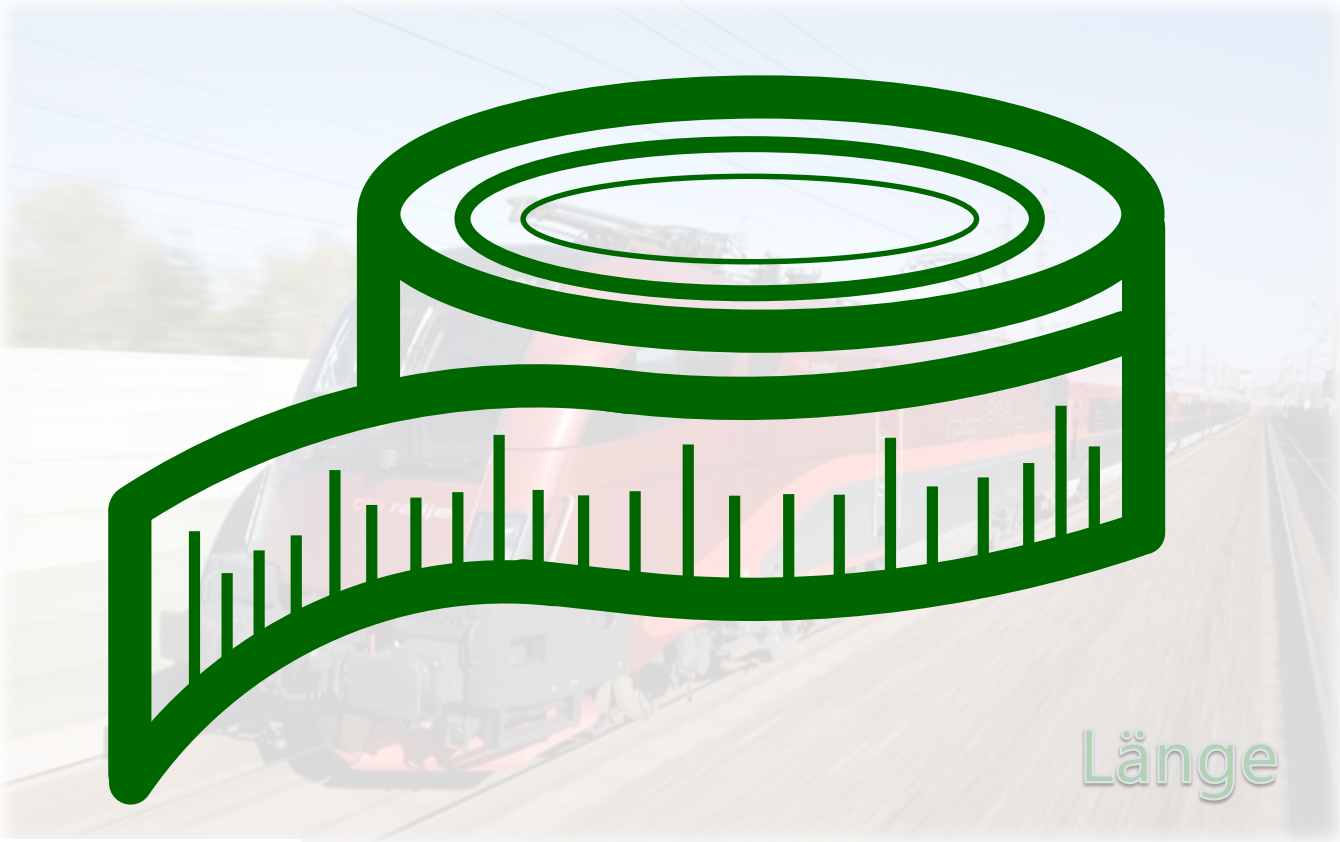
Tage, Stunden

Sekunden

Milli-Sekunden



Im Rad/Schiene Berührkontakt treten unter den sehr hohen Beanspruchungen (Pressungen, Schlupf) kurzzeitig Temperaturen von mehreren hundert Grad Celsius auf.


Länge

Trassierung

Die Trassierung hat erheblichen Einfluss auf die realisierten Fahrgeschwindigkeiten, Bogenradien beeinflussen zudem die seitlichen Führungskräfte.

Länge

10^{3}	km
10^{0}	m
10^{-3}	mm
10^{-6}	µm
10^{-9}	nm

Laufwerke

Länge

10^{3}	km
10^{0}	m
10^{-3}	mm
10^{-6}	µm
10^{-9}	nm

Das Design und die Anordnung der Laufwerke beeinflusst das Einstellverhalten und somit die Rad/Schiene Kräfte erheblich.

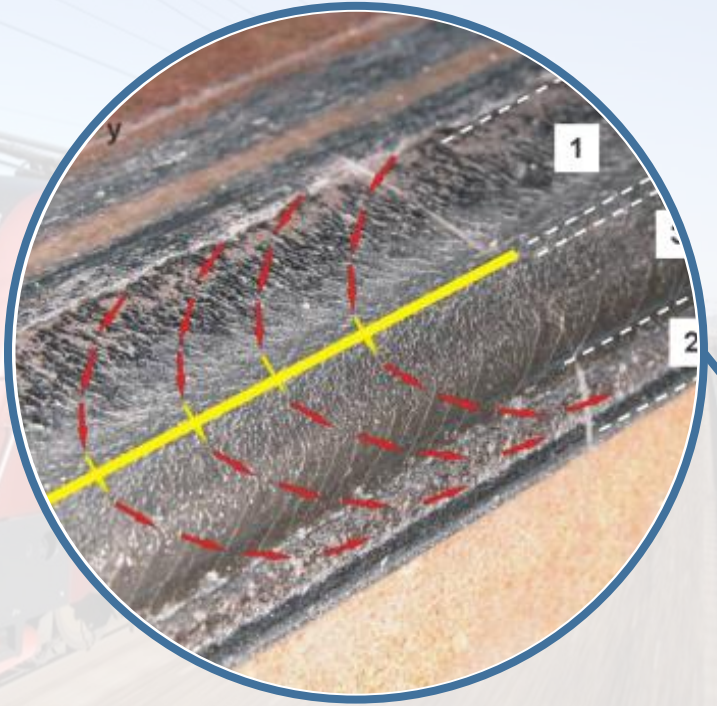
Rad/Schiene-Kontakt

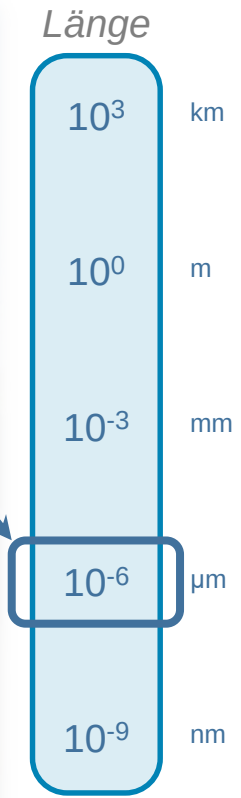
Länge

10^{3}	km
10^{0}	m
10^{-3}	mm
10^{-6}	µm
10^{-9}	nm

Die Konturen von Rad und Schiene definieren die Lage und Größe des Berührpunkts und über die Berührfunktionen auch das Kräfte- und Schlupfniveau in der Bogenfahrt.

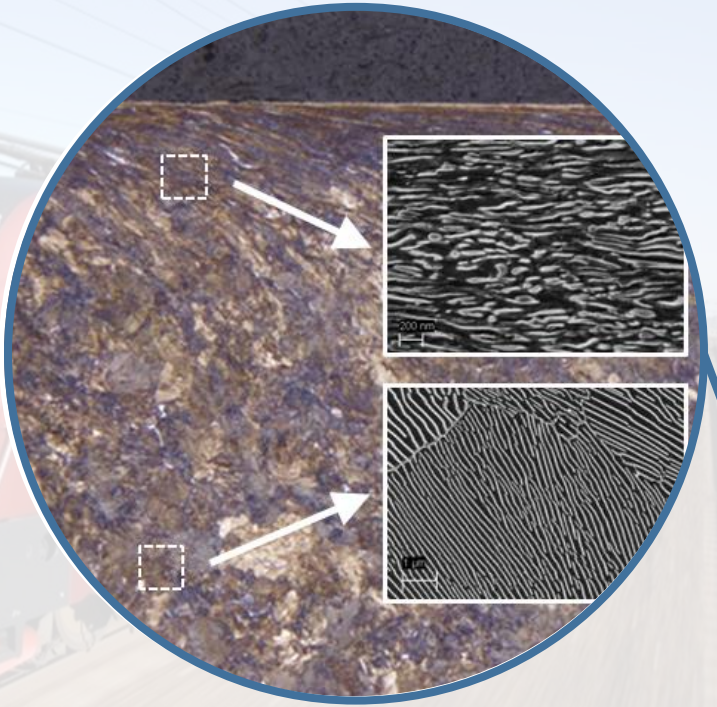
Rad-/Schienenmaterial makroskopisch

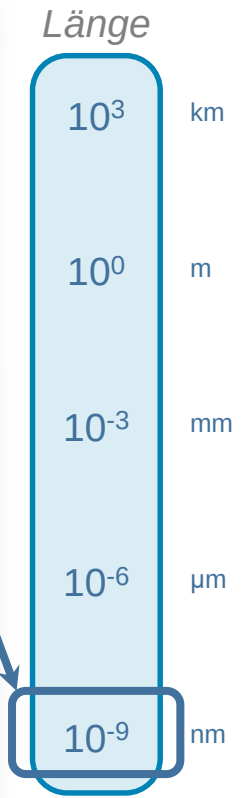




Kleinste Initialschädigungen sind der Ausgangunkt für künftige betriebliche Schienenfehler, die gleisseitige Instandhaltungs-maßnahmen nach sich ziehen.

Rad-/Schienenmaterial mikroskopisch





Pressungen und Reibkräfte zerstören die Gefügestruktur in oberflächennahen Bereichen von Rad und Schiene.

Technisch-wirtschaftliches Optimum

Zusammenwirken

Gesamtsystemkompetenz bedeutet:

- Vernetzung aller Dimensionen entsprechend ihrer Wirkmechanik
- Unbedachte Vereinfachungen vermeiden!
- Die Grenzen der Teilsysteme sind zu erkennen aber auch zu überschreiten. Dichte Grenzen verhindern Verstehen und Entwicklung!
- Dogmen helfen nicht!
- Traditionen laufend hinterfragen!

…und das bedeutet:

Gesamtsystemkompetenz bedeutet:

Bei Gleiserprobungen
(Feldtests, im realen Betrieb)

- Erfassung der Messgrößen selbst
  - Kräfte, Wege, Beschleunigungen
- Zusätzliche Erfassung der Rahmenbedingungen
  - u.A. Profilgeometrien (Berührfunktionen), Elastizitäten (Dynamik), Fahrzeugidentifikation
- Zusammenführung der Messungen mit Rahmenbedingungen

Gesamtsystemkompetenz bedeutet:

Bei Laborversuchen

(Full-Scale Testing, Small Scale Testing, mechanische Erprobung)

- Erfassung der Messgrößen selbst

  Verschleiß, Rissbildung, Eigenschaftsänderungen

- Zusätzliche Analyse der Versuchs-Rahmenbedingungen

  u.A. Komplexität (Vereinfachung oder Verfälschung, Bewertung?), Gültigkeit (Zeitpunkt oder Zeitraum?)

- Zusammenführung der Messgrößen und der Versuchs-Rahmenbedingungen

Gesamtsystemkompetenz bedeutet:

Bei Simulationen

(Lauftechnische Analysen, Werkstofftechnische Analysen)

- Erfassung der Simulationsergebnisse selbst

  Kräfte, Wege, Beschleunigungen, Verschleiß, Rissbildung, Eigenschaftsänderungen

- Zusätzliche Analyse der Simulations-Modellbildung

  u.A. Systemgrenzen der Modelle, Rückkopplung der Ergebnisse, Gültigkeitsbereiche?

- Zusammenführung der Messergebnisse mit der Modellbildung

Gesamtsystemkompetenz bedeutet:

am Beispiel Betonschwelle mit Schwellenbesohlung

- Implementierung von Schotterschonung in den „SchOB“

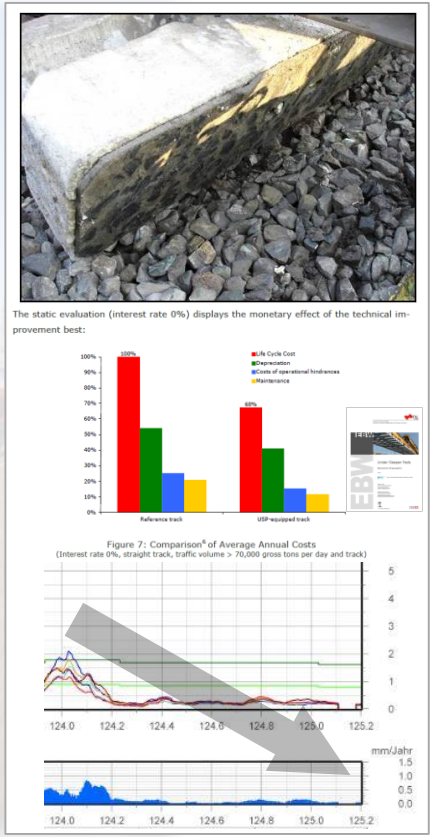
  Abgestimmte Elastizität der Schwelle (Interface-Elastizität)

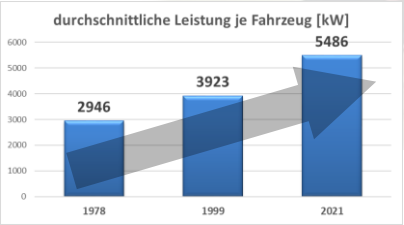
- Aktive Verbesserung der Gleislagestabilität

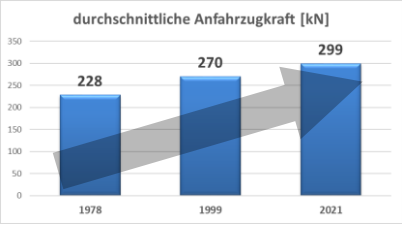
  Nutzung des besseren Qualitätsverhaltens (Infrastruktur und Fahrzeuge)

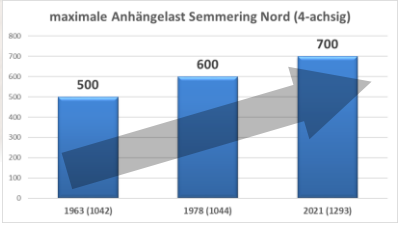
- Steigerung von Leistungsfähigkeit und Langlebigkeit der Infrastruktur bei gleichzeitiger Steigerung der Verkehrsbelastung

& Steigerung der Umweltfreundlichkeit des Systems!









Gesamtsystemkompetenz bedeutet:

am Beispiel widerstandsfähiger Schienen

- Verbesserung des Betriebsverhaltens der Schienen

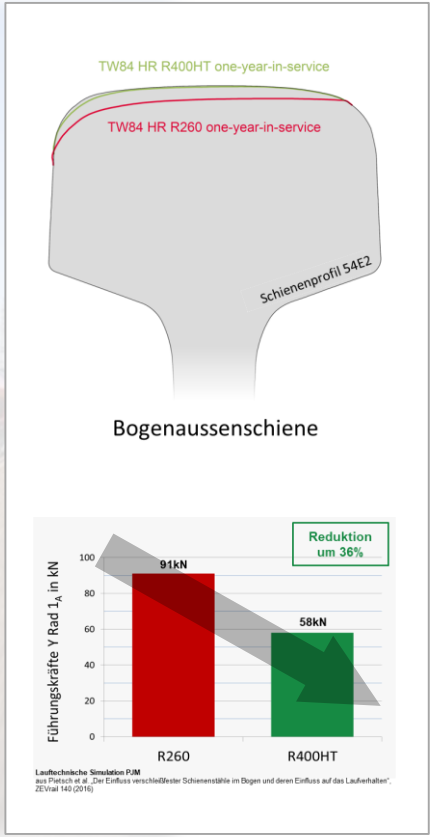
  Resultat der Werkstoff-Widerstandsfähigkeit

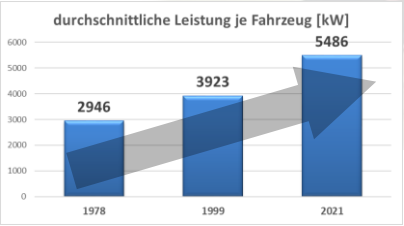
- Aktive Senkung des Kräfte- und Schlupfniveaus im Bogen

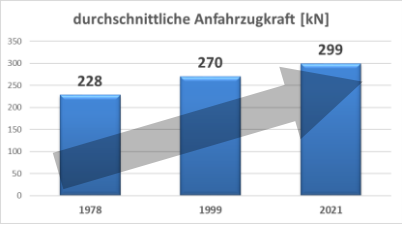
  Nutzung der Profilstabilität zur Schonung von Fahrweg und Fahrzeug

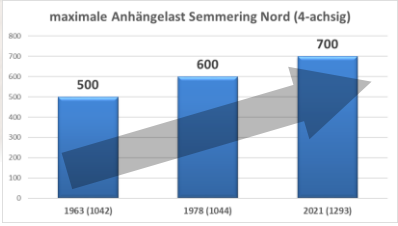
- Steigerung von Leistungsfähigkeit und Langlebigkeit der Infrastruktur bei gleichzeitiger Steigerung der Verkehrsbelastung

& Steigerung der Umweltfreundlichkeit des Systems!









Schlussbetrachtung

Schlussbetrachtung / Summary

- Themen-Fokussierung -> System- und Grenzdefinition
- Systemzusammenhänge -> Wirkmechanik
- Intelligente Nutzung -> Digitalisierung & KI

Schlussbetrachtung / Appell

- **Innovative Ansätze** – Kreativität und Austausch!
- **Keep it Simple!** – Kompliziert sein kann jeder!
- **System-Competence is the Key!**

ÖBB INFRA

RAILWAY SYSTEMS by voestalpine

Vielen Dank!

HEUTE. FÜR MORGEN. FÜR UNS.