

A blurred image of a high-speed train in motion, serving as the background for the main content area.

## Erschütterungsemissionen von Schienenfahrzeugen

Philipp Huber, PROSE AG

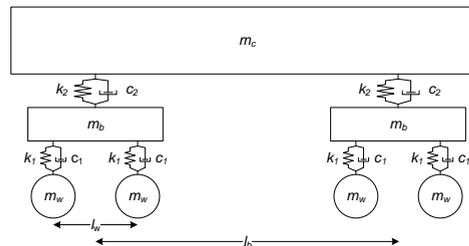
Roger Müller, SBB AG

TU Graz, Moderne Schienenfahrzeuge 2013

# Inhaltsübersicht

## Erschütterungsemissionen von Schienenfahrzeugen

- Einleitung Erschütterungen
- Projekt 
  - Messungen und Auswertungen
  - Erschütterungsschutzmassnahmen am Fahrzeug

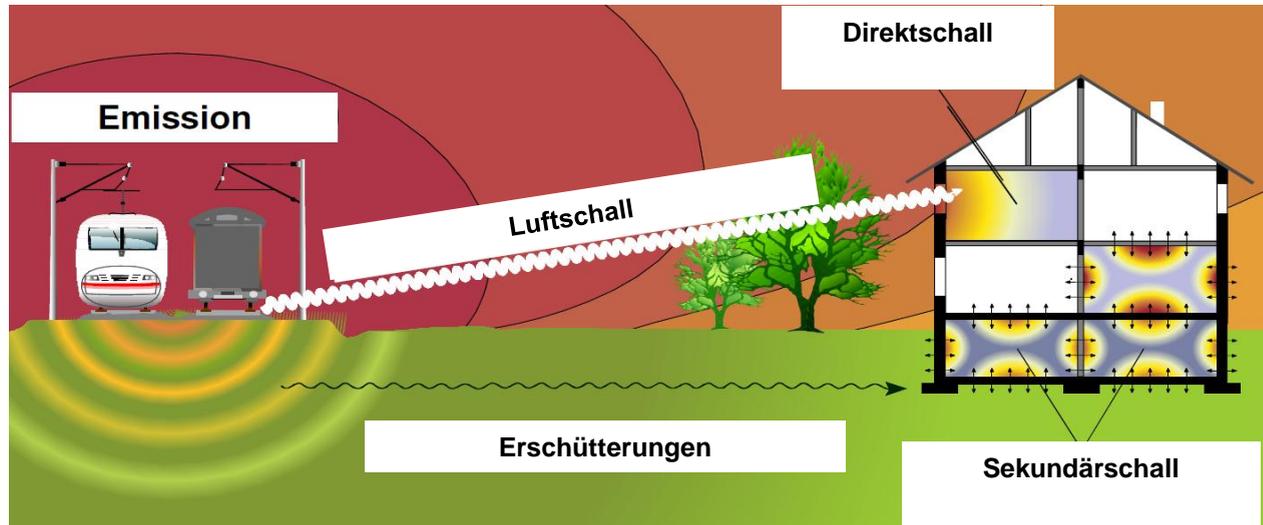


- Fazit

# Einleitung Erschütterungen

## Problemstellung:

Erschütterungen als Einwirkung auf Menschen in Gebäuden



## Parameter:

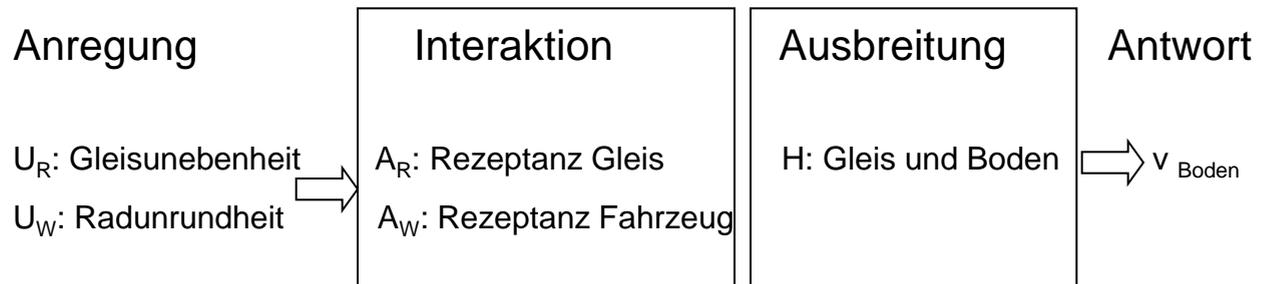
- Fahrzeug (Radzustand, unabgefederte Radsatzmasse, Geschwindigkeit)
- Fahrweg (Steifigkeit, Unebenheiten, Weichen)
- Freie Strecke, Damm, Einschnitt, Tunnel
- Boden, Distanz zum Gebäude
- Gebäude

# Einleitung Erschütterungen

## Frequenzbereiche im Schienenverkehr:

- Spürbare Erschütterungen 4 – 80 Hz
- Hörbarer Sekundärschall 20 – 300 Hz

## Theorie Anregung und Ausbreitung:



---

## railway induced vibration abatement solutions

Ziel: Reduktion der Erschütterungen bei freien Strecken

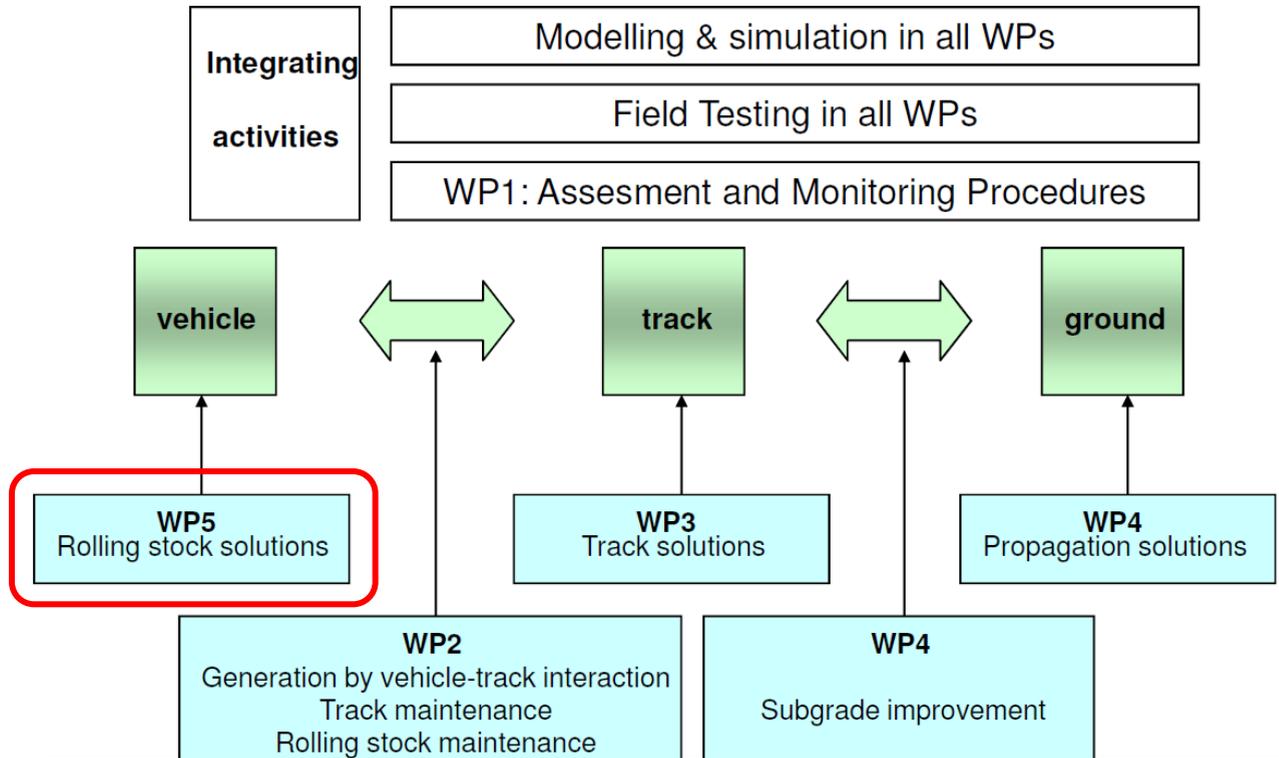
Projektdauer 2011-2013

EU-Förderung 5,2 Mio. €

Fokus von rivas auf:

1. Freie, bestehende Strecke
2. Schotteroberbau
3. Güterzüge

# railway induced vibration abatement solutions



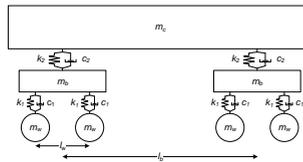
## Partners

	Union Internationale des Chemins de fer
	Union des Industries Ferroviaires Européennes
	Administrador de Infraestructuras ferroviarias
	Trafikverket, Swedish National Rail Administration
	Deutsche Bahn AG
	Régie Autonome des transports Parisiens
	Schweizerische Bundesbahnen SBB
	Société Nationale des Chemins de Fer
	Bundesanstalt für Materialforschung- und prüfung
<b>CHALMERS</b>	Chalmers Tekniska Högskola AB
	Centro de estudios y experimentación de Obras Públicas
	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
	Dynamics, Structures and Systems International – D2S
	Sound Advice in Technology, Innovation and Strategy – SATIS
	University of Southampton
	Katholieke Universiteit Leuven
	Vibratec
	RAILONE GmbH
	Alstom Transport SA
<b>BOMBARDIER</b>	Bombardier Transportation Sweden AB
	Eiffage Rail GmbH
	Pandrol Limited
	Keller Holding GmbH
	Lucchini AS S.p.A
	TÜV Rheinland Consulting GmbH
	Sateba
	PROSE AG

# WP5 Parameterstudien

Simulationen

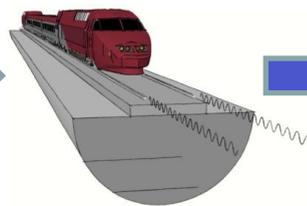
MKS Modell



Doppelstockwagen  
Güterwagen



TRAFFIC



Einflussgrößen

- Masse
- Federung
- Geometrie

Für verschiedene

- Böden
- Anregungen

Messungen

SBB Radlastcheckpoints

- Grosse Anzahl Züge
- Fahrzeugidentifikation

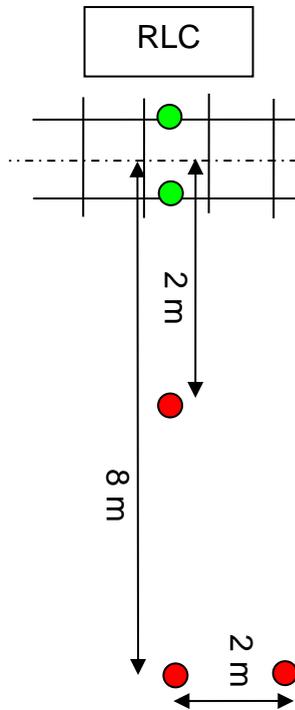
Statistische Analysen



Einflussgrößen

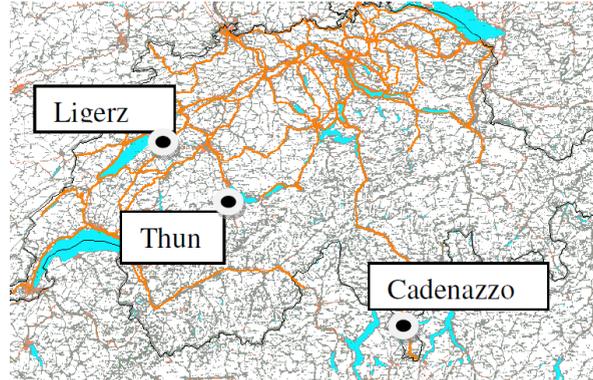
- Fahrzeugtyp
- Geschwindigkeit
- Radlast
- Radzustand

# Messungen



- Erschütterungsmessung Freifeld
- Dehnmessstreifen an der Schiene

- Messungen bei Radlastcheckpoints (RLC) in
- Cadenazzo (weicher Boden)
  - Ligerz (mittelhart)
  - Thun (hart)



# Auswertung

RLC Radsignal

Schienenfuss  $a_{rms}$

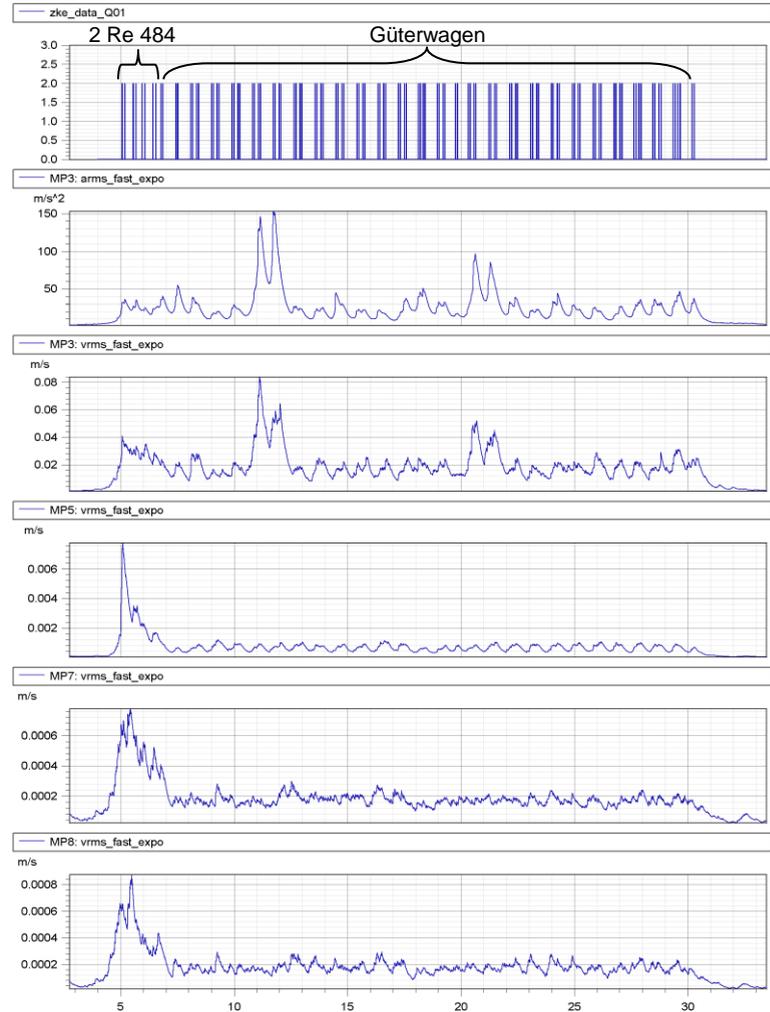
Schienenfuss  $v_{rms}$

Freifeld 2m  $v_{rms}$

Freifeld 8m  $v_{rms}$

Freifeld 8m  $v_{rms}$

## Signal Güterzug Cadenazzo



# Statistische Analysen Messdaten

---

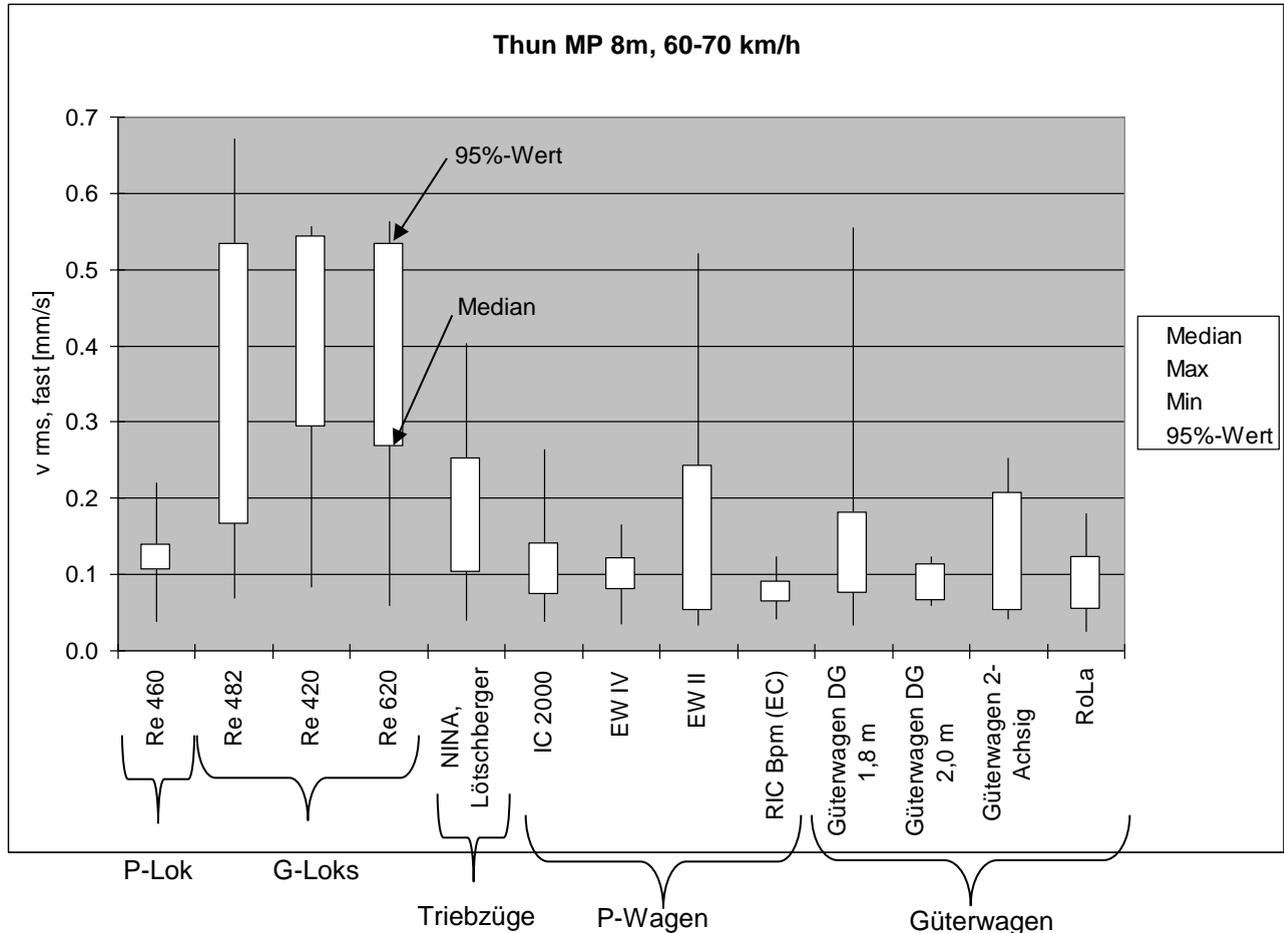
Frage 1:

Wie gross sind die Unterschiede in den Erschütterungen zwischen den Fahrzeugtypen?

Frage 2:

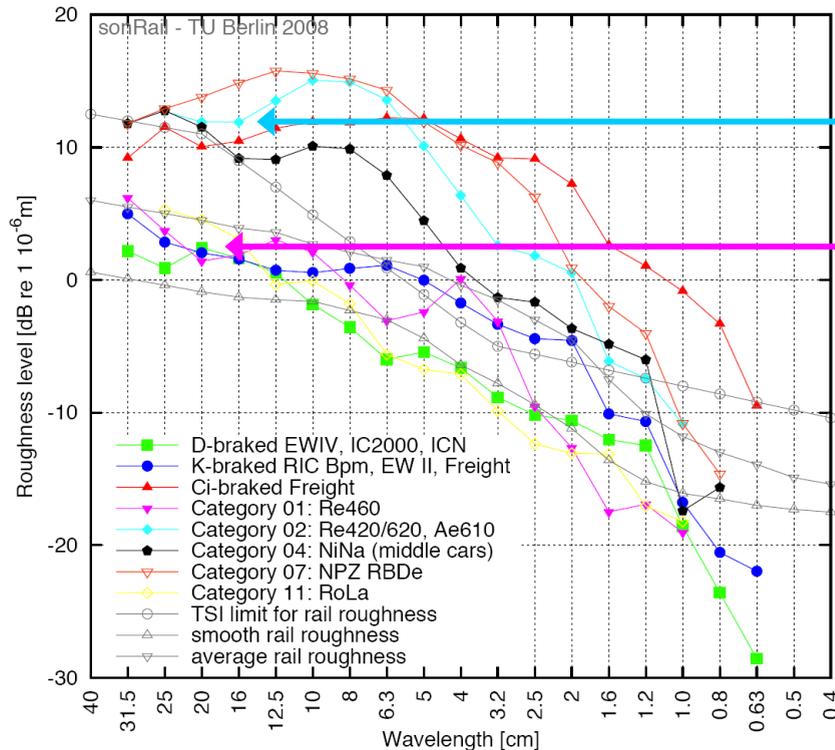
Wie gross ist die Streuung innerhalb eines Fahrzeugtyps?

## Statistik $v_{rms}$ [mm/s] in Thun



# Streuung Erschütterungen

Die Streuung der Erschütterungen der Fahrzeugtypen zeigt Parallelen zu Radunrundheiten (Messung sonRail) bei Wellenlängen ab 10 cm



SBB Re 420/620

SBB Re 460



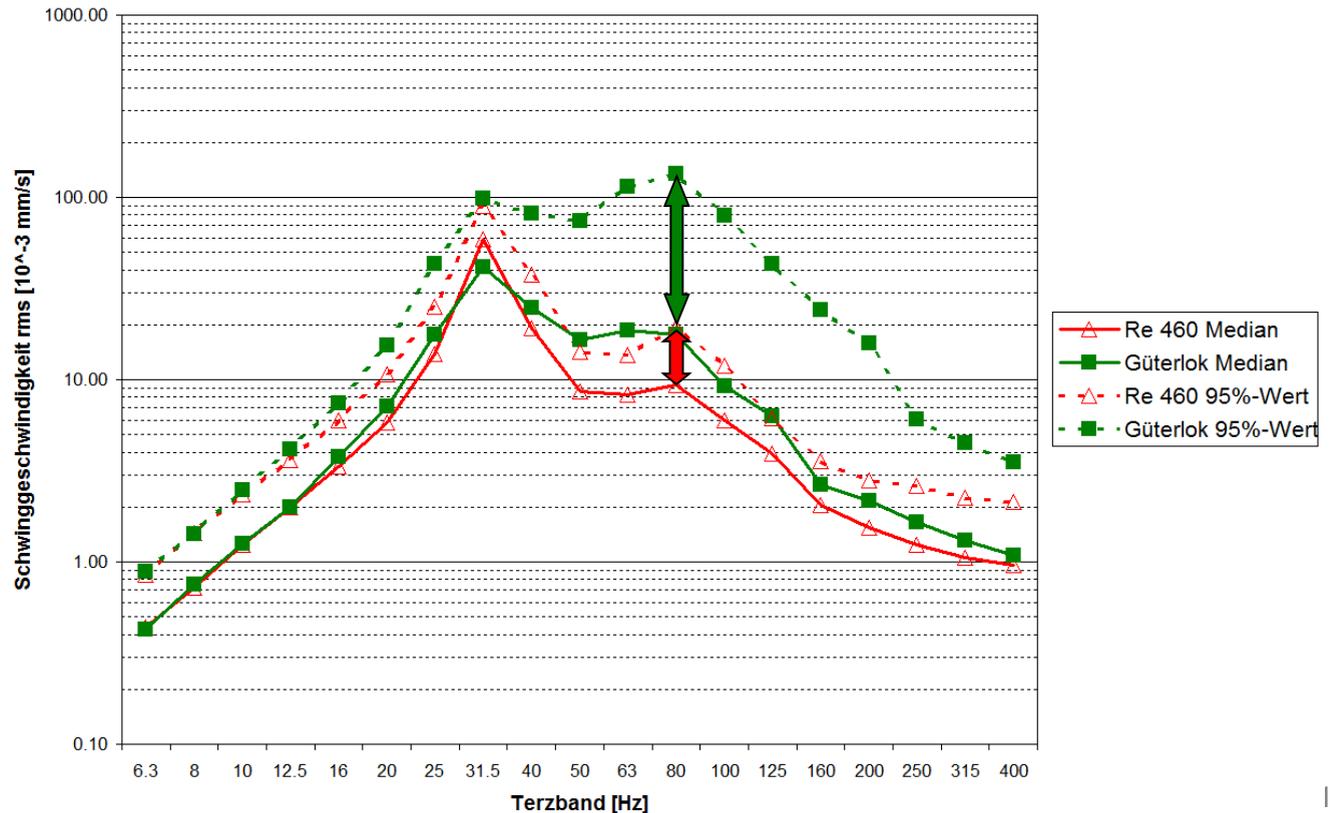
# Vergleich Rollmaterialparameter SBB Personen- und Güterlok



	Unabgefederte Radsatzmasse	Radialeinstellung	Bremse
Lok SBB Re 460 Personenverkehr $v_{\max}$ 200 km/h	1900 kg (voll abgefederter Antrieb)  😊	Passiv  😊	Sinter-Klotzbremse  😊
Lok SBB Re 482 / 484 (TRAXX F140) Güterverkehr $v_{\max}$ 140 km/h	4500 kg (Tatzlager- antrieb)  😞	Nein  😞	Radscheibenbremse  😊

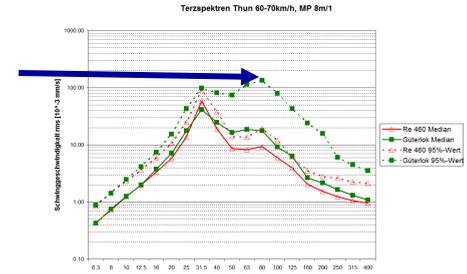
## Statistik Loks im Frequenzbereich

Terzspektren Thun 60-70km/h, MP 8m/1

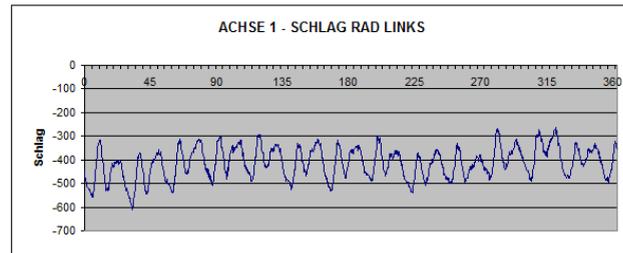


# Korrelation zu Radunrundheiten

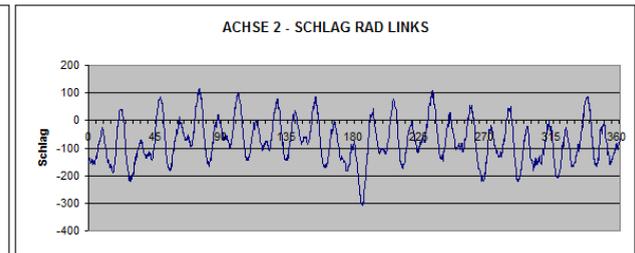
Re 484: Polygone 14/28 Ecken



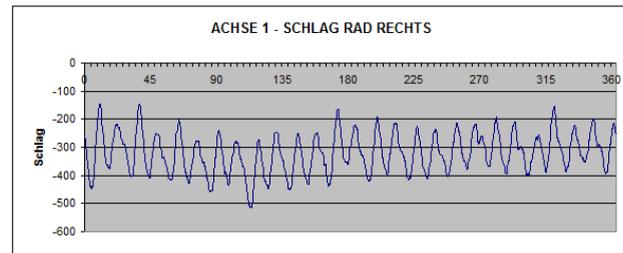
Messdaten



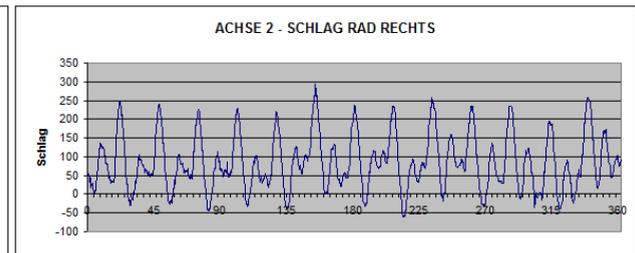
Messung	Messwert	Toleranz	Status
Rundlauf	0.3 mm	0.8 mm	*   GUT



Messung	Messwert	Toleranz	Status
Rundlauf	0.4 mm	0.8 mm	*   GUT



Messung	Messwert	Toleranz	Status
Rundlauf	0.4 mm	0.8 mm	*   GUT



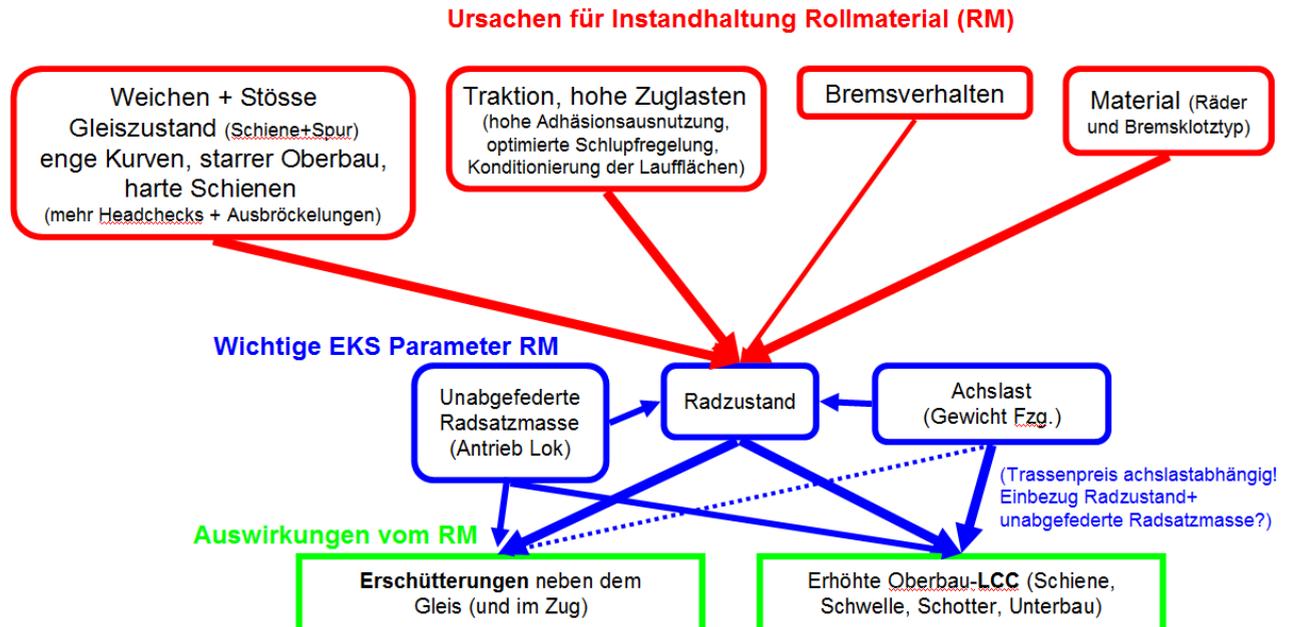
Messung	Messwert	Toleranz	Status
Rundlauf	0.4 mm	0.8 mm	*   GUT



# Fazit Vergleich SBB Personen- und Güterlok

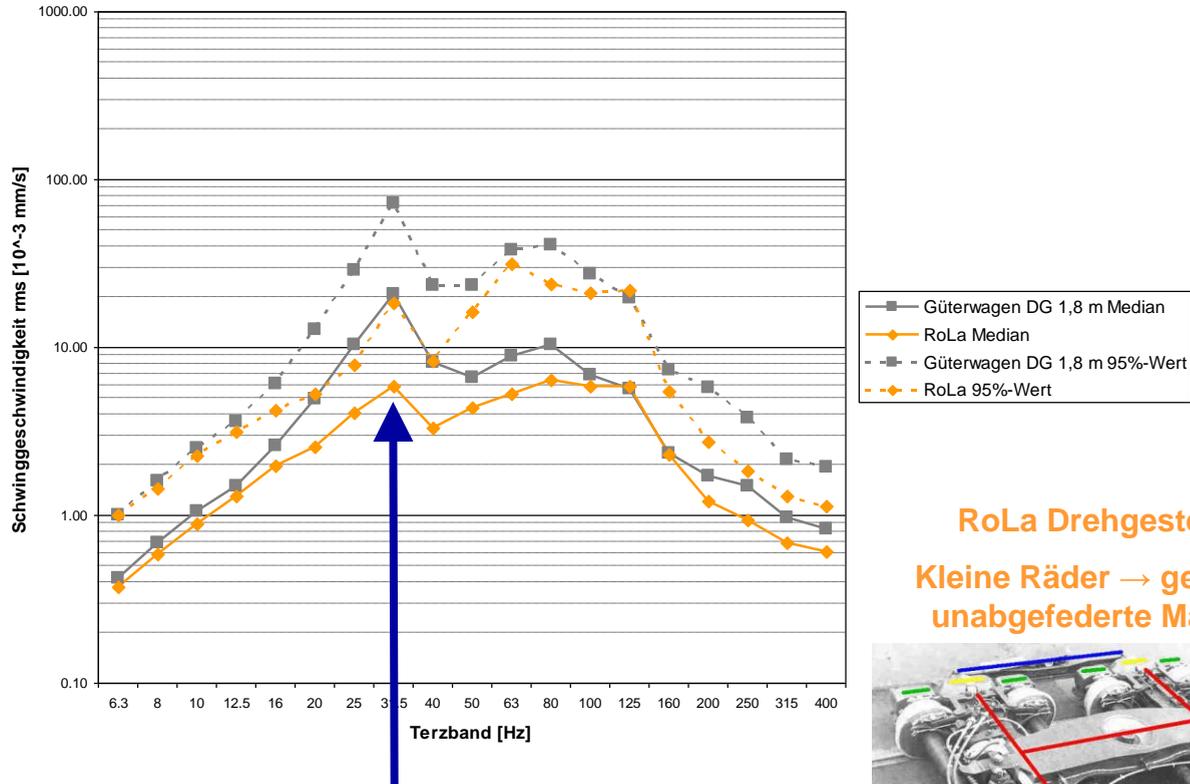
Mögliche Einflüsse auf Radzustand:

1. Instandhaltung
2. **Unabgefederte Masse**
3. **Radialeinstellung**
4. Strecken (Kurven, Rampen)
5. Traktion



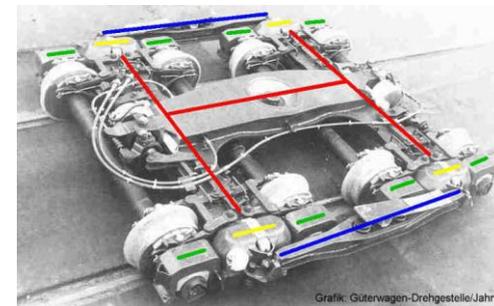
# Statistische Analysen Messdaten Güterwagen

Terzspektren Thun 60-70 km/h, MP 8m/1



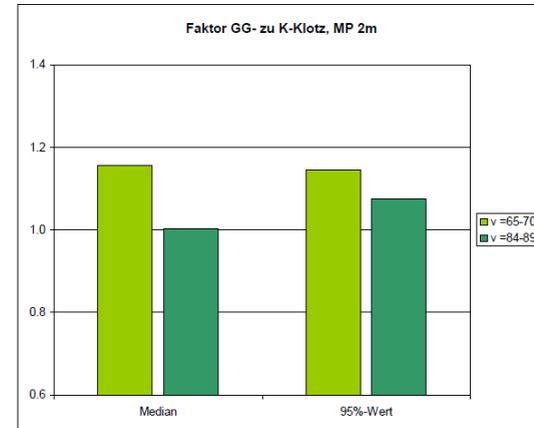
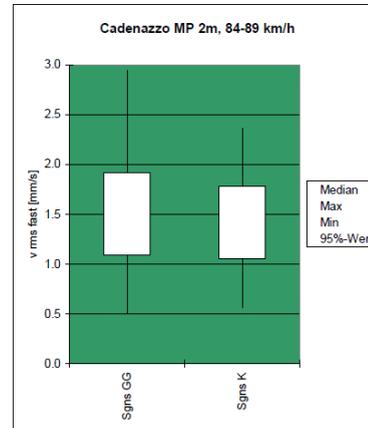
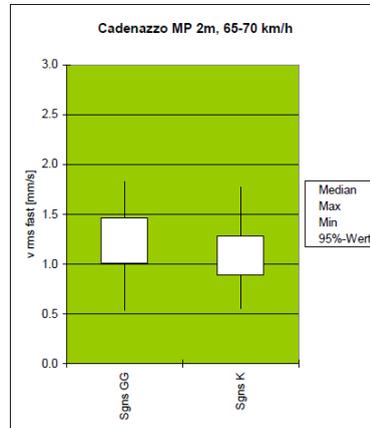
Schwellenfach-Frequenz

RoLa Drehgestell:  
Kleine Räder → geringe  
unabgefederte Masse



Grafik: Güterwagen-Drehgestelle/Jahn

# Vergleich Grauguss- zu K-Bremssohlen



Vergleich für Sgns Containertragwagen:  
Erschütterungen reduzieren sich um ca. 10% bei Einsatz von K-Bremssohlen (ab 160 Hz)

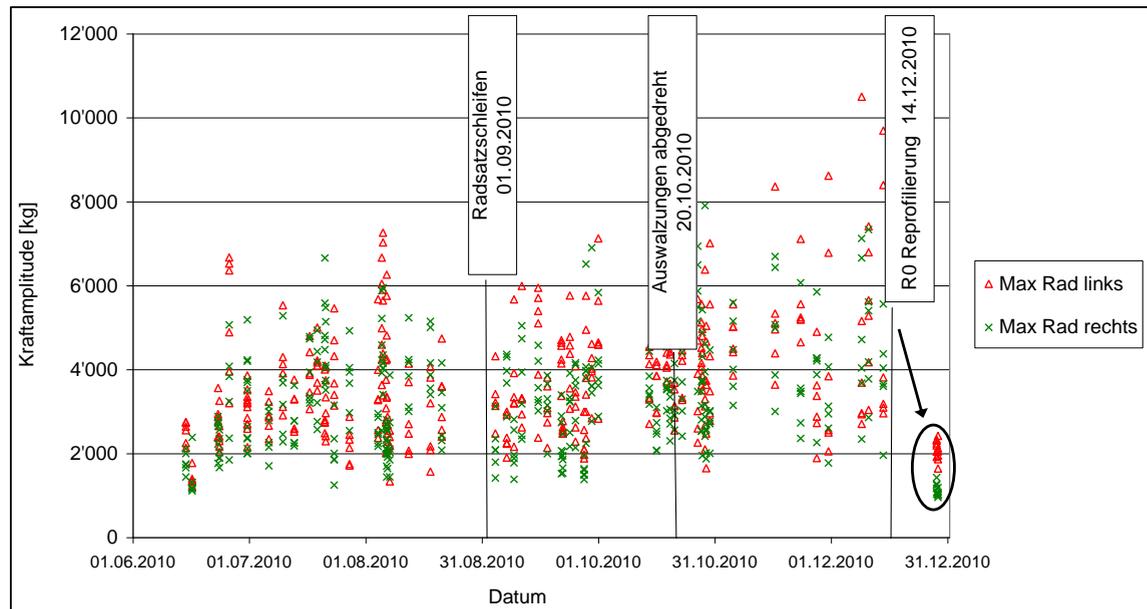
# Erschütterungsschutz, Massnahmen an Fahrzeugen

---

1. Massnahmen in der Instandhaltung
2. Massnahmen bei bestehenden Fahrzeugen
3. Massnahmen bei neuen Fahrzeugen

# Erschütterungsschutz, Massnahmen in Instandhaltung

- Ortsfeste Kontrollsysteme für die Radqualität mit dem Ziel einer zeitnahen und zustandsabhängigen Instandhaltung
- Erhöhen der Kapazitäten bei Unterflurdrehbänken



Lok Re 620: RLC Messwerte Radlast

# Erschütterungsschutz, Massnahmen bei bestehenden Fahrzeugen

---

- Ausbröckelungen bei Radreifen alter Güterloks (Re 420/620) und Triebwagen NPZ RBDDe 560 → Radmaterialqualität verbessern

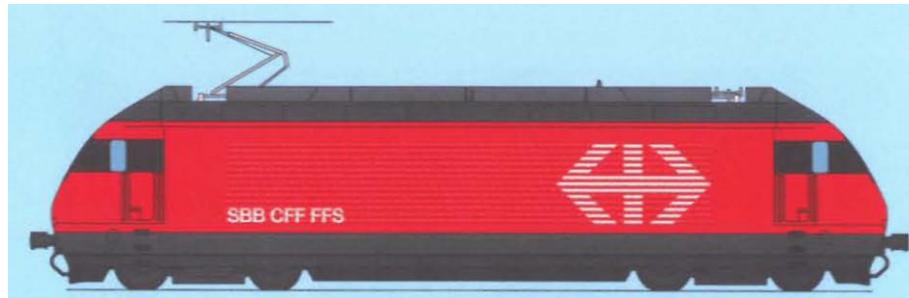


- Ersatz Grauguss- durch K-Bremssohlen bei Güterwagen reduziert Erschütterungen um 10%

# Erschütterungsschutz, Massnahmen bei neuen Fahrzeugen

---

- Reduktion der unabgedeckten Radsatzmasse bei Lokomotiven, d.h. Tatzlagerantrieb vermeiden
- Polygonbildung bei Güterloks auf transalpinen Strecken mit kleinen Kurvenradien → Kurvengängigkeit verbessern, Radialeinstellung der Radsätze



Lok Re 460 (mit Radialeinstellung) hat im transalpinen Güterverkehr über Jahre bewiesen, dass Radunrundheiten (Polygone) vermieden werden können

# Fazit aus RIVAS WP 5, Stand Halbzeit RIVAS Projekt

---

## Erschütterungsschutz am Fahrzeug

Potential für Erschütterungsschutz am Fahrzeug ist vorhanden, um kostspielige Massnahmen an der Infrastruktur zu reduzieren.

Erschütterungsschutz direkt an der Quelle durch runde Räder und geringe unabgefederte Radsatzmassen.

---

# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Untersuchungen gefördert durch die EU, Projekt 

Autoren:

Philipp Huber  
PROSE AG  
Winterthur

Roger Müller  
SBB AG  
Bern