

# Akustische Optimierung von Radsätzen

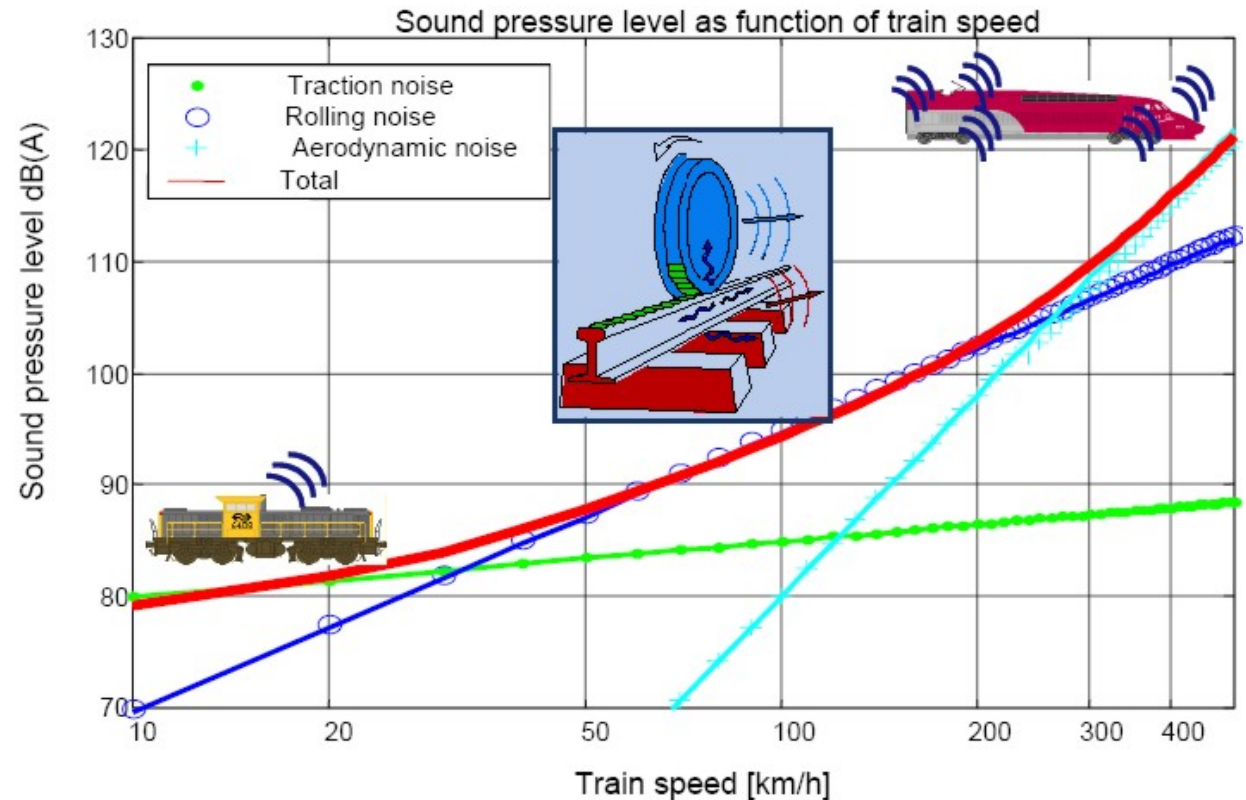
## Acoustic Optimization of Wheelsets

Michael Beitelschmidt, Dieter Stüwing, Volker Quarz

Graz, 18. April 2007

- Motivation
- Rad-Schiene-Geräusch
- Dynamik des Radsatzes
- Optimierungsstrategie
- Optimiertes Rad
- Optimierter Radsatz
- Zusammenfassung

- Zwang zur Reduktion des Geräuschs
  - Umweltschutz
  - Gesetzliche Regeln (TSI)
- Dominanter Einfluss des Rollgeräuschs



Taken from: Michael Dittrich/TNO - Workshop Railway Noise Abatement in Europe - 29th October 2003

## Phenomenological distinction:

- Rolling Noise
  - caused by undulations of wheel and rail surface
  - wheel-rail interaction induces vertical vibration
- Squeal Noise
  - occurring in sharp curves
  - lateral excitation (creep forces)
- Impact Noise
  - occurring at discontinuities (e.g. rail joints)
  - vertical excitation

- Measures
  - primary: Modification of Noise Source
  - secondary: Reduction of Noise Radiation
- Primary measures to influence the sound power level:

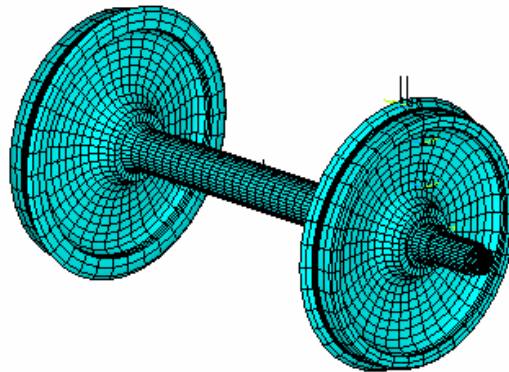
$$L_W(f) = L_F(f) + L_h(f) + L_\sigma(f)$$

$L_F(f)$ : The contribution of the force excitation in the rolling contact.

$L_h(f)$ : The wheel structure-borne sound.  Optimization Task.

$L_\sigma(f)$ : The level of radiation efficiency, describing the transformation of structure vibrations into emitted sound.

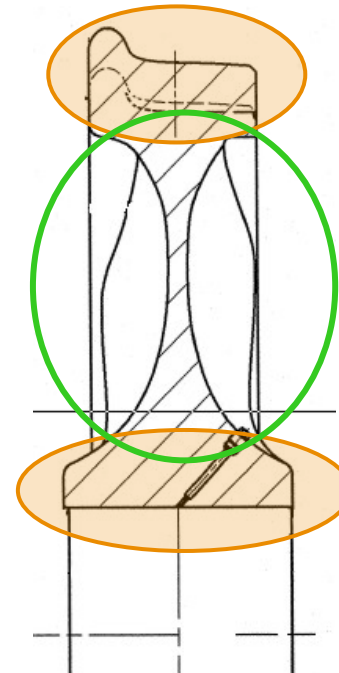
- Körperschall ist ein Strukturdynamik-Problem
- Eigenformen beschreiben die dynamischen Eigenschaften
- Schallenergie wird nur bei Resonanzen transportiert
- FEM als Berechnungsmethode → Modalanalyse liefert Eigenfrequenzen und Eigenformen



- Finde die **akustisch relevanten Eigenformen**

- Definition des Designraumes für **Strukturoptimierung**

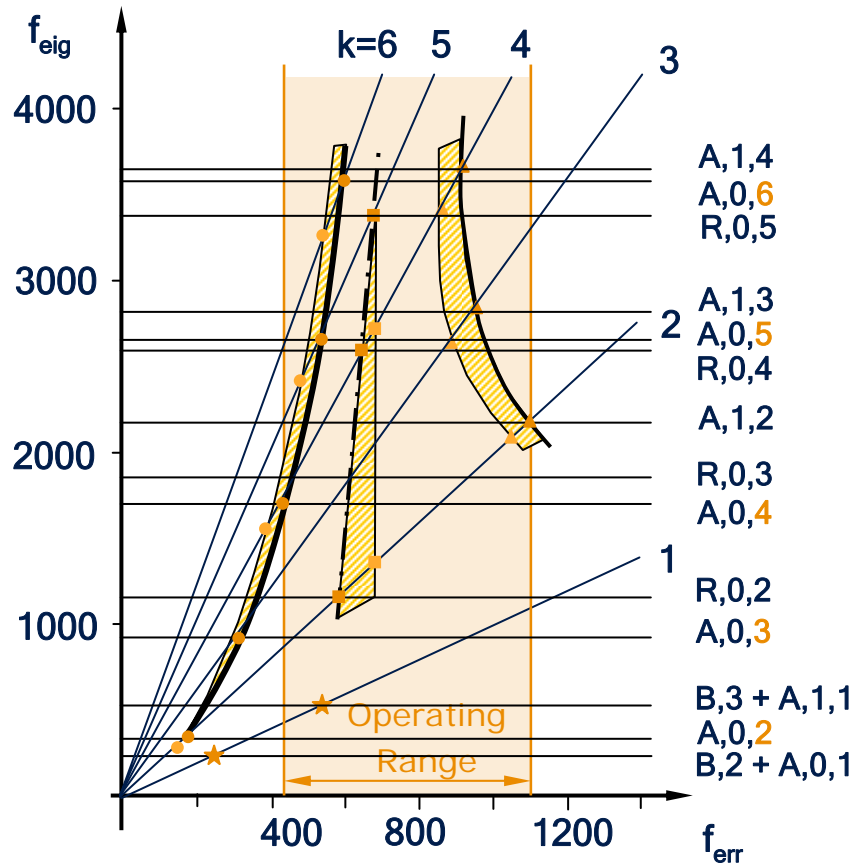
Formänderungen nur  
im Bereich zwischen  
Nabe und Reifen



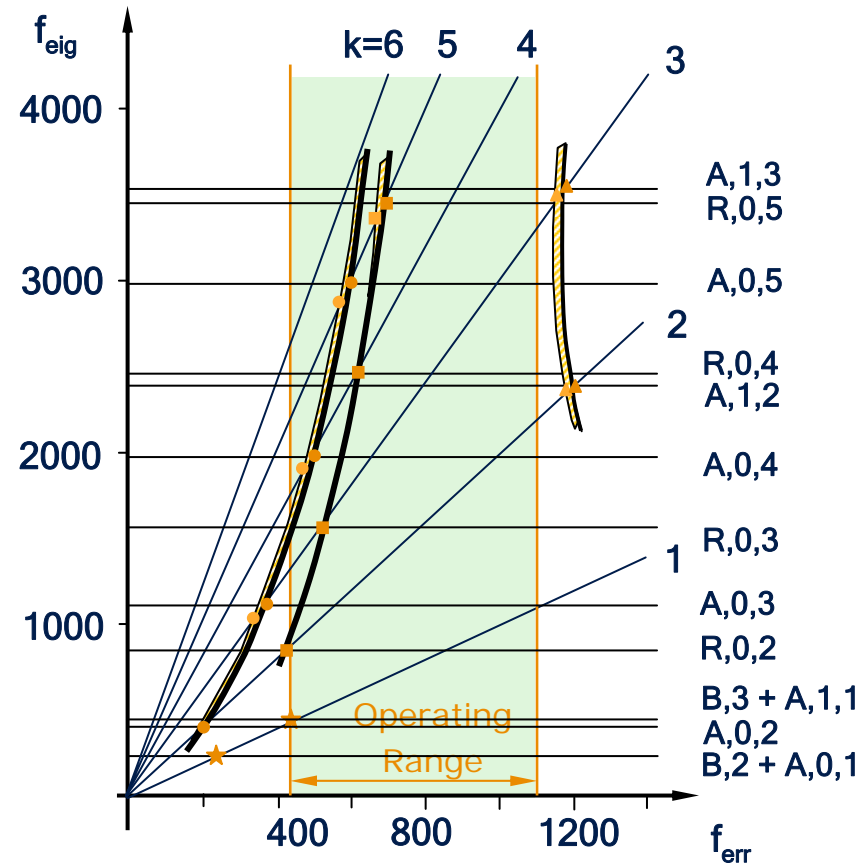
- Anwendung von Optimierungsverfahren (?!)
- Resultat: **reduzierte Modendichte** im Anregungs-Frequenzband

## Resonanz Plot: Eigenfrequenzen über Anregungsfrequenz

Reference Wheel



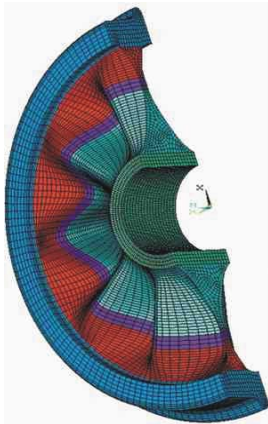
Optimized Wheel





# Optimiertes Rad

Optimiertes  
FE-Modell



45 min non-stop  
Bremssimulation



Design

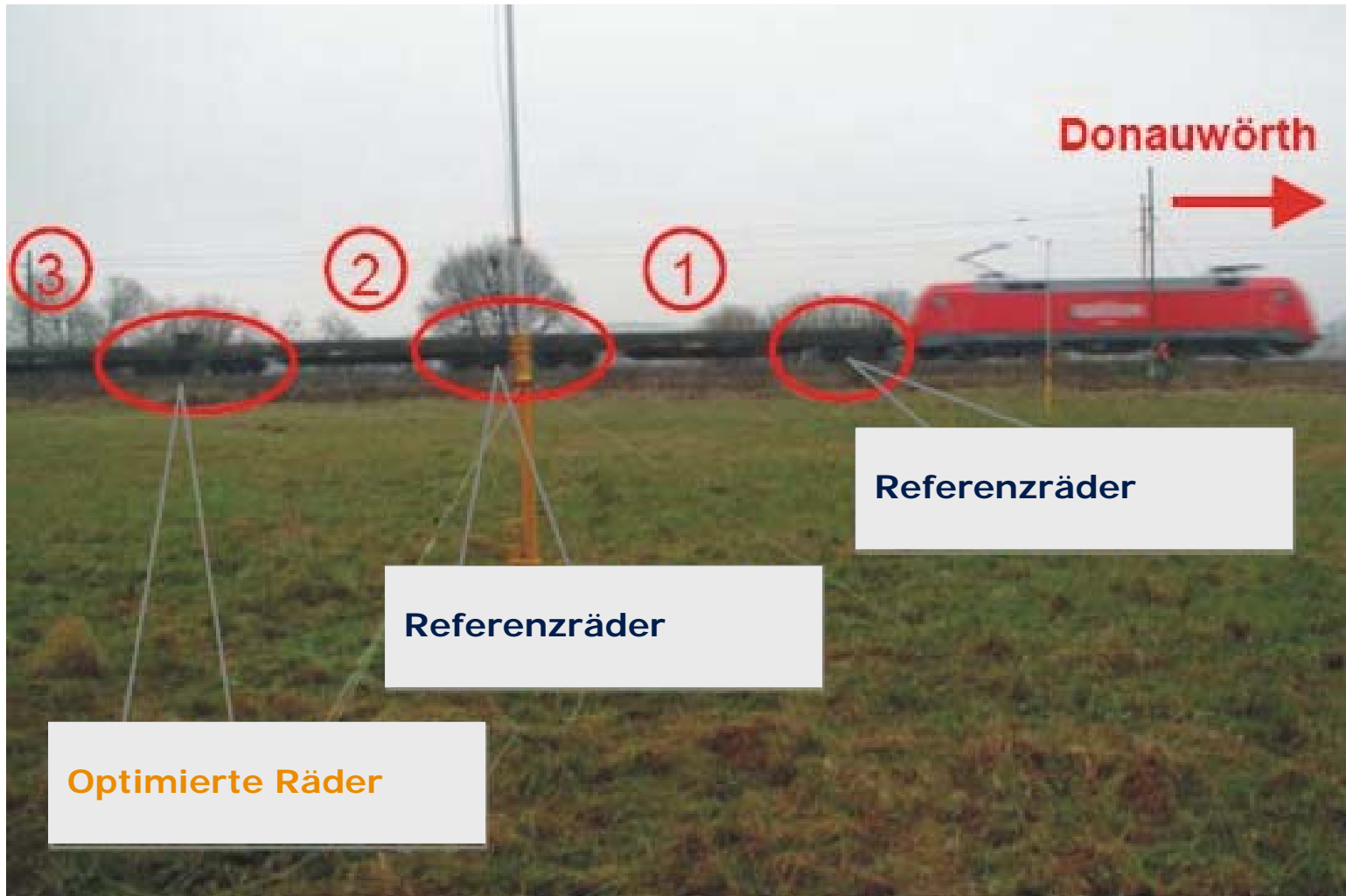


## Prototypen

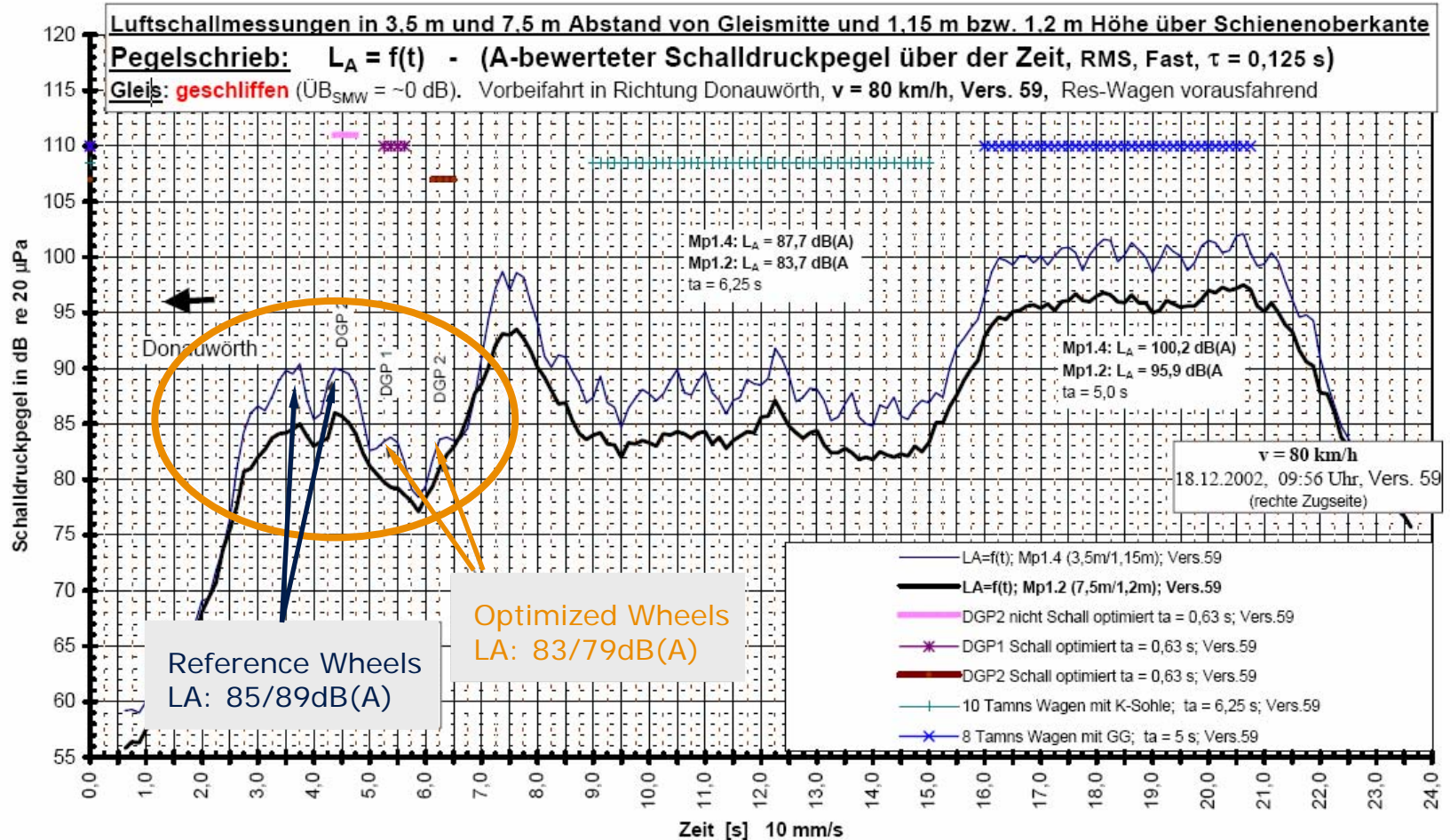


## Bestücktes Y25 Drehgestell



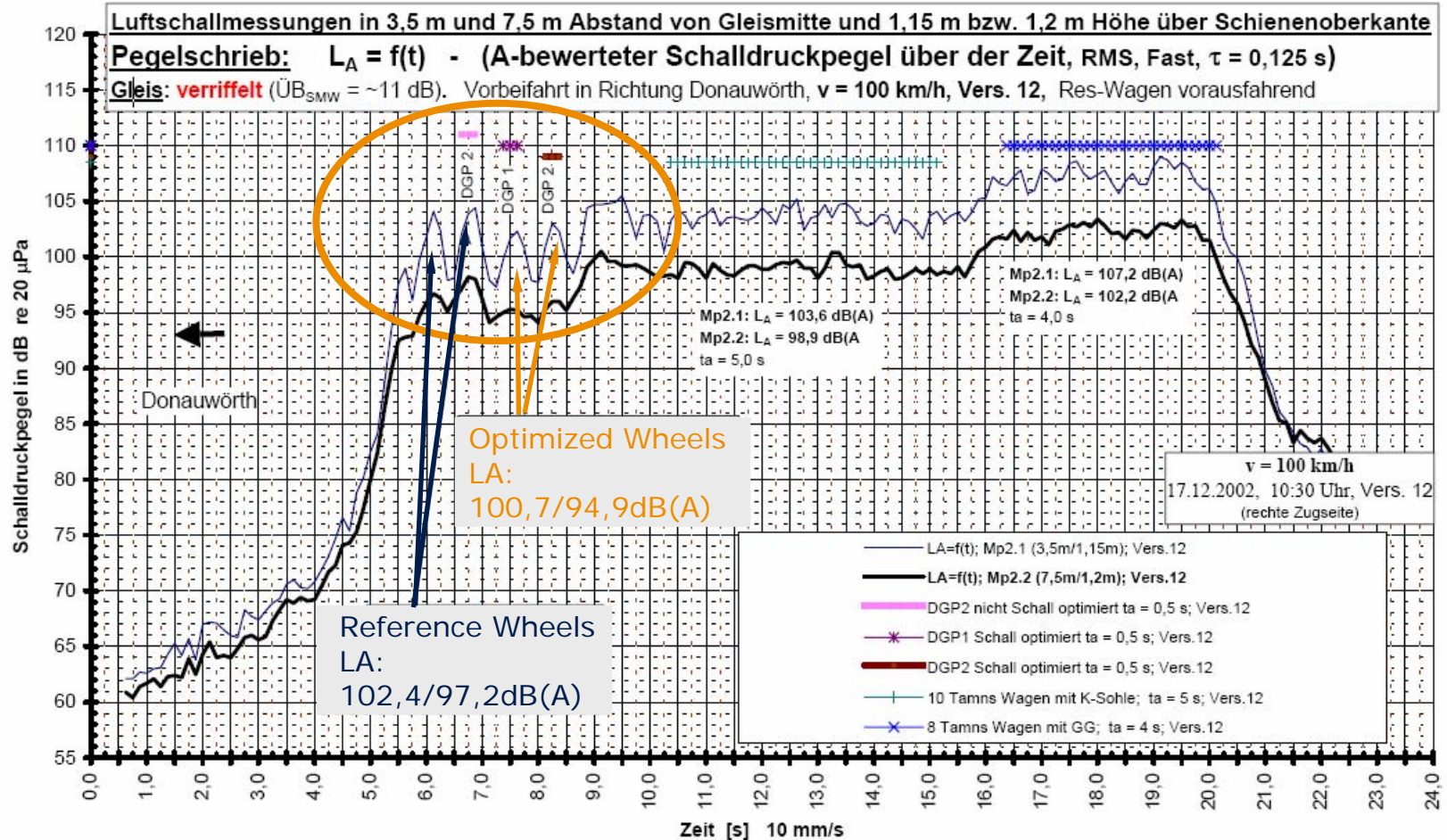


# Resultate: Schalldruckpegel

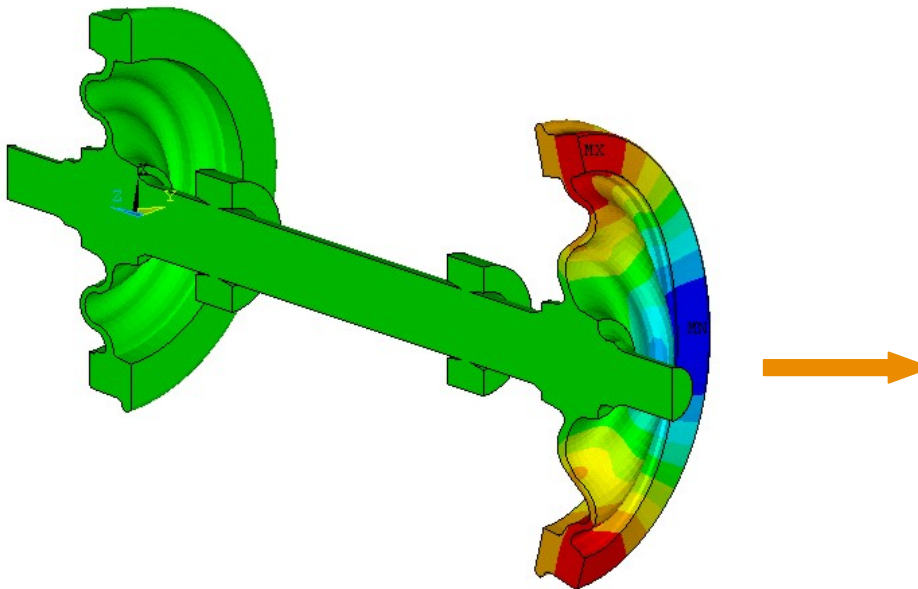




# Resultate: Schalldruckpegel



- Betrachtung des gesamten Radsatzes einschließlich Achsbiegung
- Rotationssymmetrische Radscheibe zur Reduktion der Herstellkosten



- Verspricht sogar besseres akustisches Verhalten
- Weniger kostenintensive Produktion

- Lärmreduktion der Eisenbahn ist eine herausfordernde und aktuelle Aufgabe
- Akustische Optimierung von Radsätzen ist ein vielversprechender Beitrag
- Der Optimierungsansatz basiert auf der Modendichte-Reduktion im Anregungs-Frequenzband
- Der erste Prototyp zeigte das erwartete Verhalten in einem realen Feldtest
- Die zweite Version verspricht besseres akustisches Verhalten bei günstigerer Fertigung
- Methode prinzipiell auf jedes Bauteil (Schiene) anwendbar
- Projekt LZarG