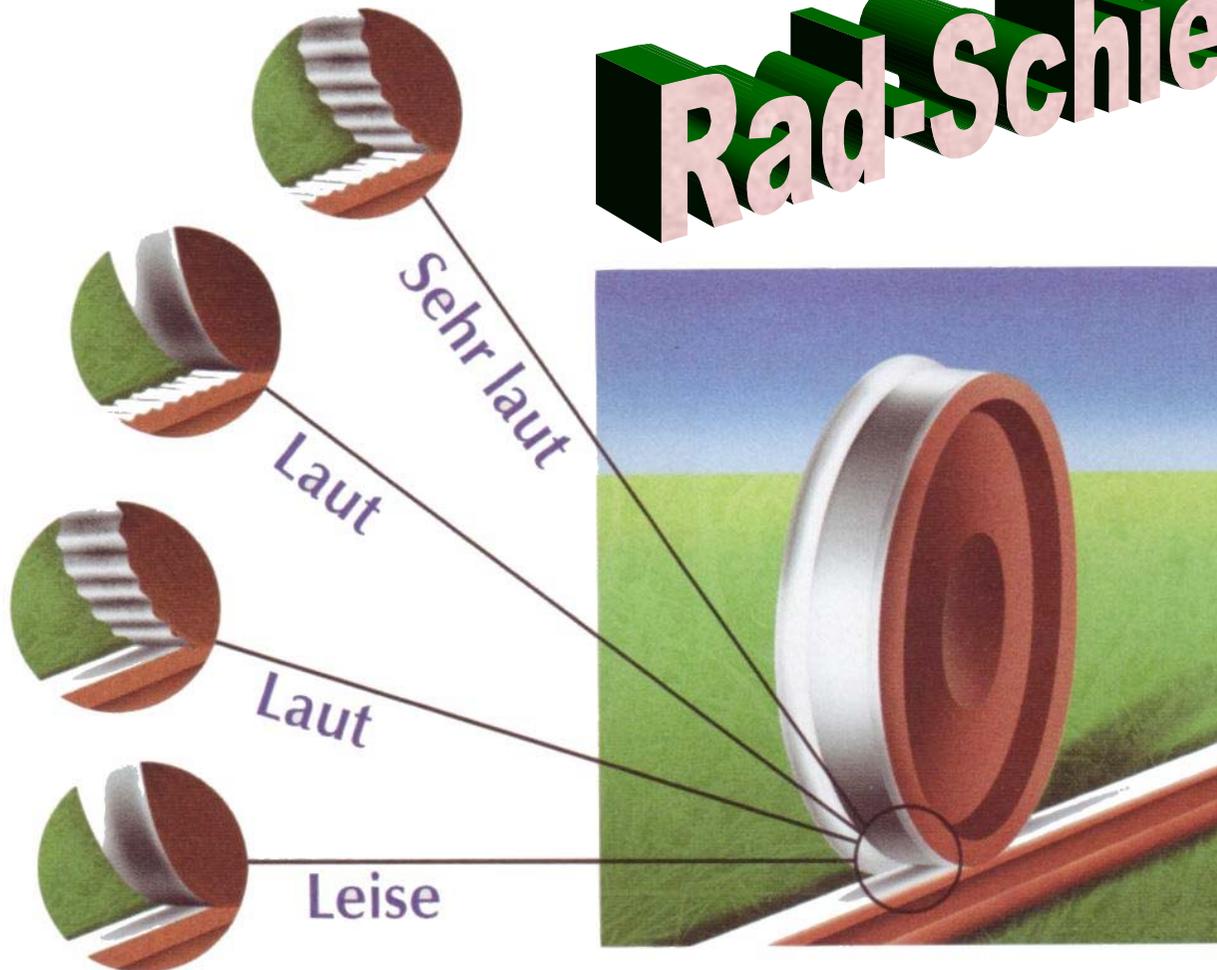


# Akustische Interaktion

## Rad-Schiene



**Rauhigkeiten an Rad und Schiene**

# Schallemission in Zusammenwirken Rad/Schiene

Räder

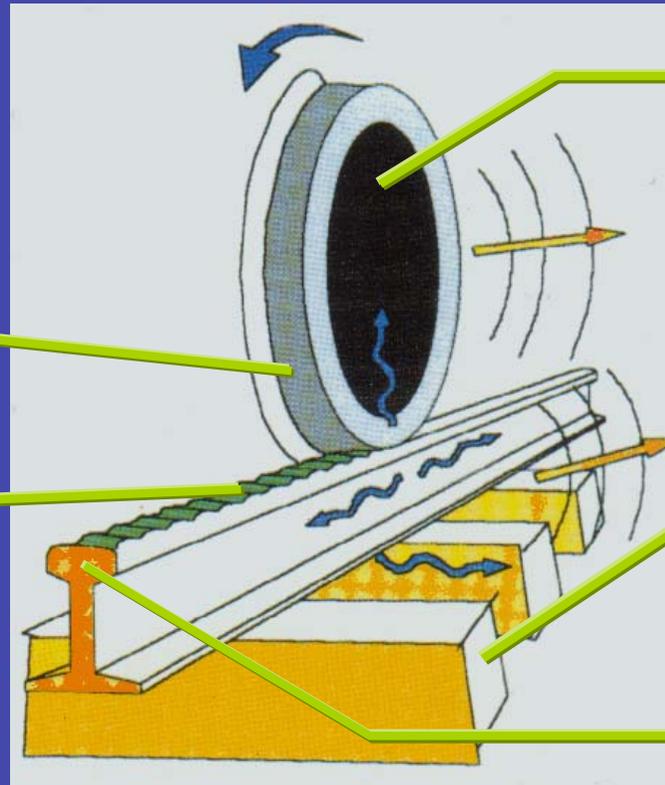
Fahrzeuge

Bremsausrüstung

Gleis

Rauhigkeit der  
Radlaufflächen

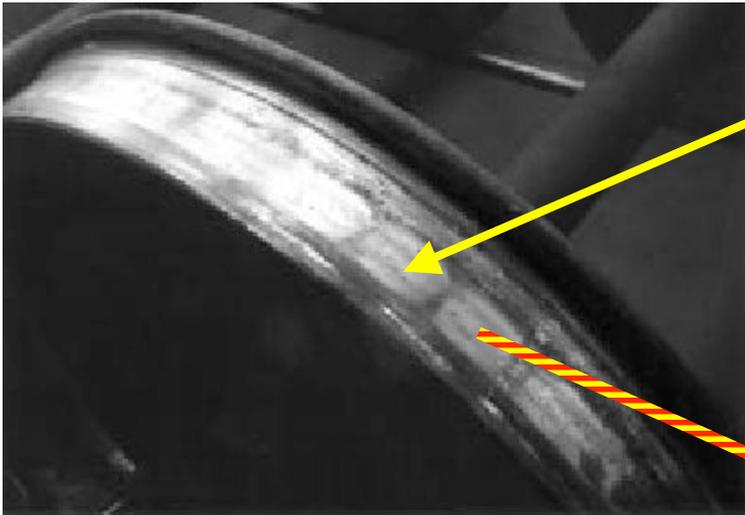
Rauhigkeit der  
Schienenfahrflächen



Radbauformen  
Konform mit UIC 510-5

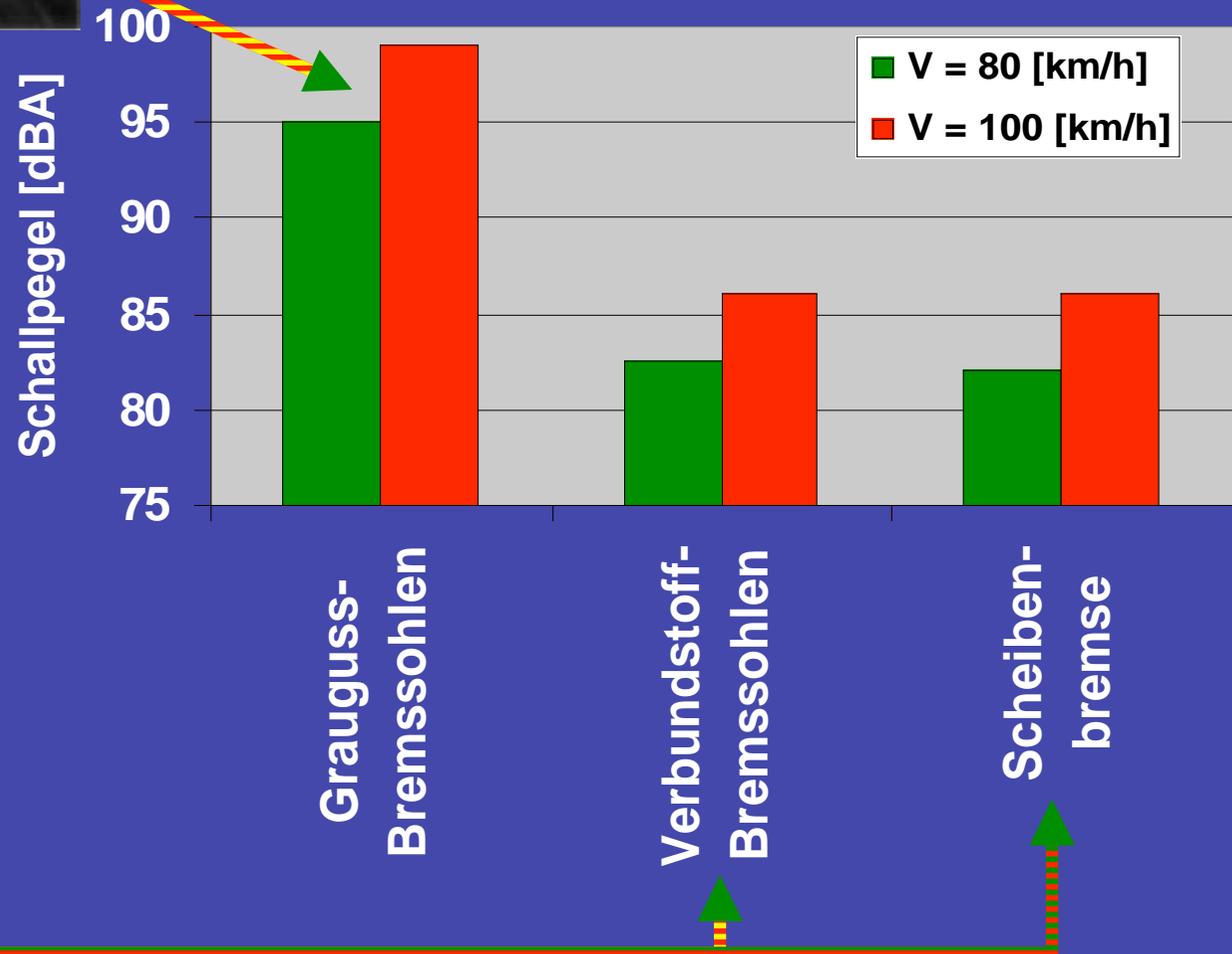
Betonschwellen auf  
Schotterbett

Schiene UIC 60  
Einbauneigung 1:40



**Bremsriffel an den Rädern**  
entsteht bei Anwendung von  
Graugussbremssohlen

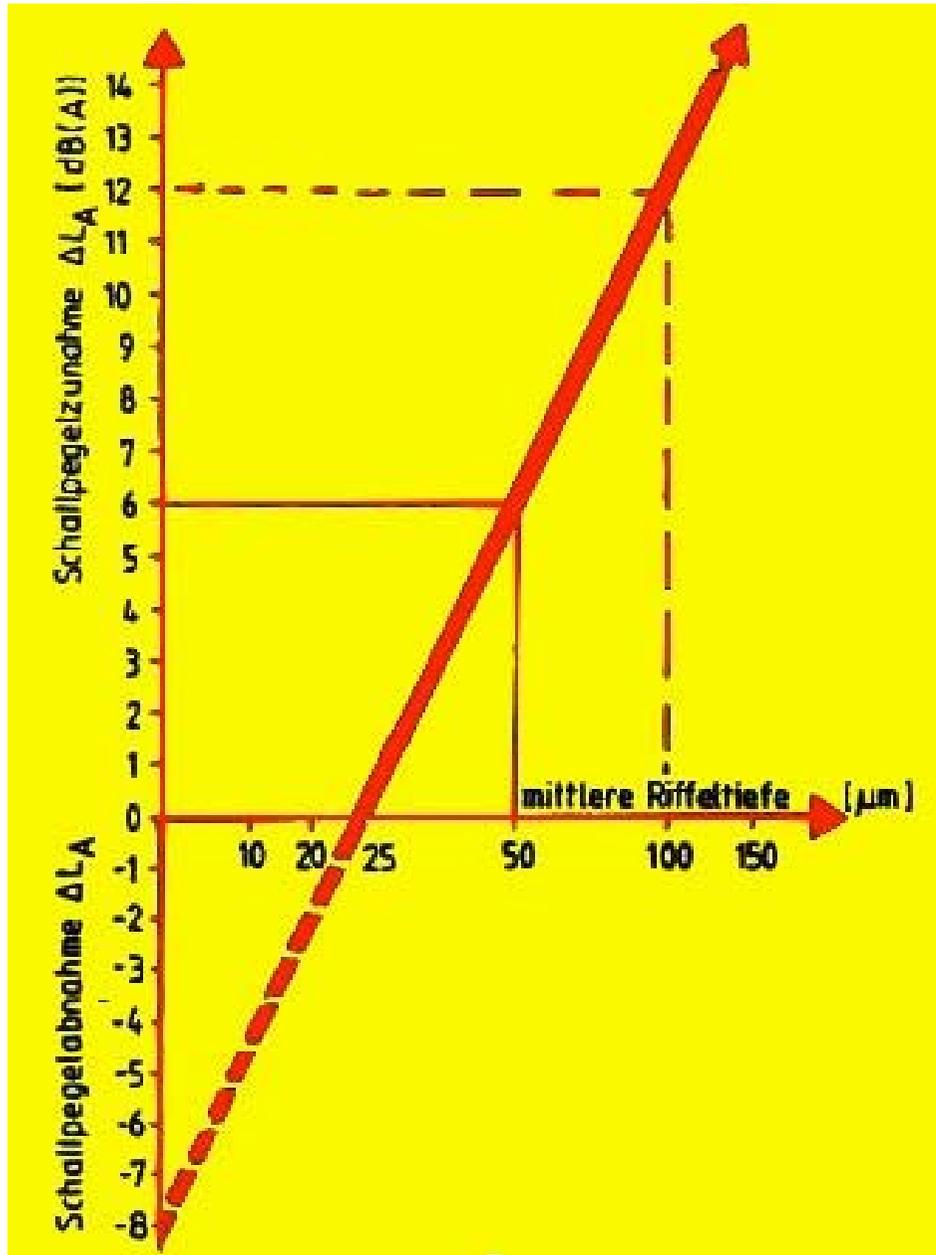
Schallemission Rollgeräusch



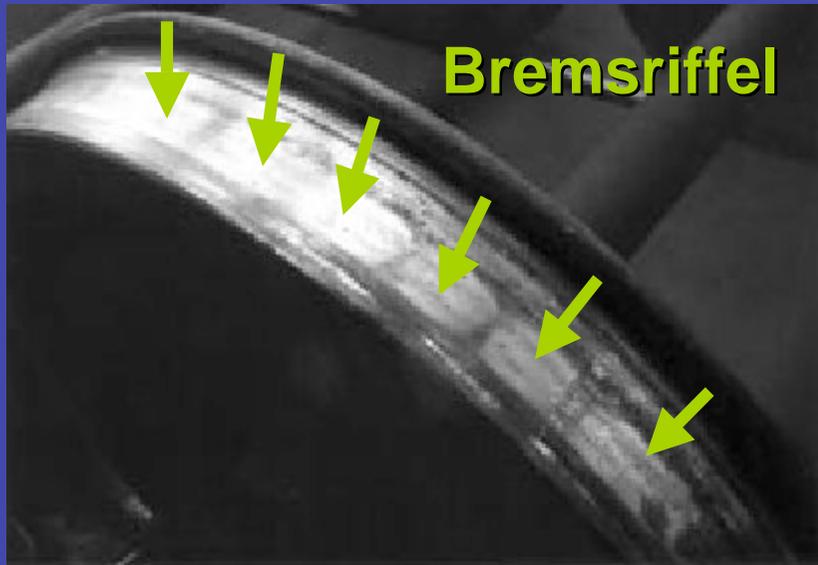
**Kein Bremsriffel**



# Riffel auf den Schienenfahrflächen



# Reduktion der Schallemission an der Quelle

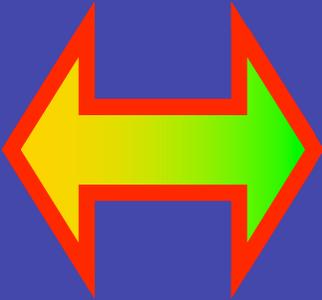


**Verbundstoff-  
Bremssohlen**





**Der Güterverkehr wird schneller und leiser**



# Die Grauguss-Bremssohle



als

Stand der Technik

bei klotzgebremsten Fahrzeugen

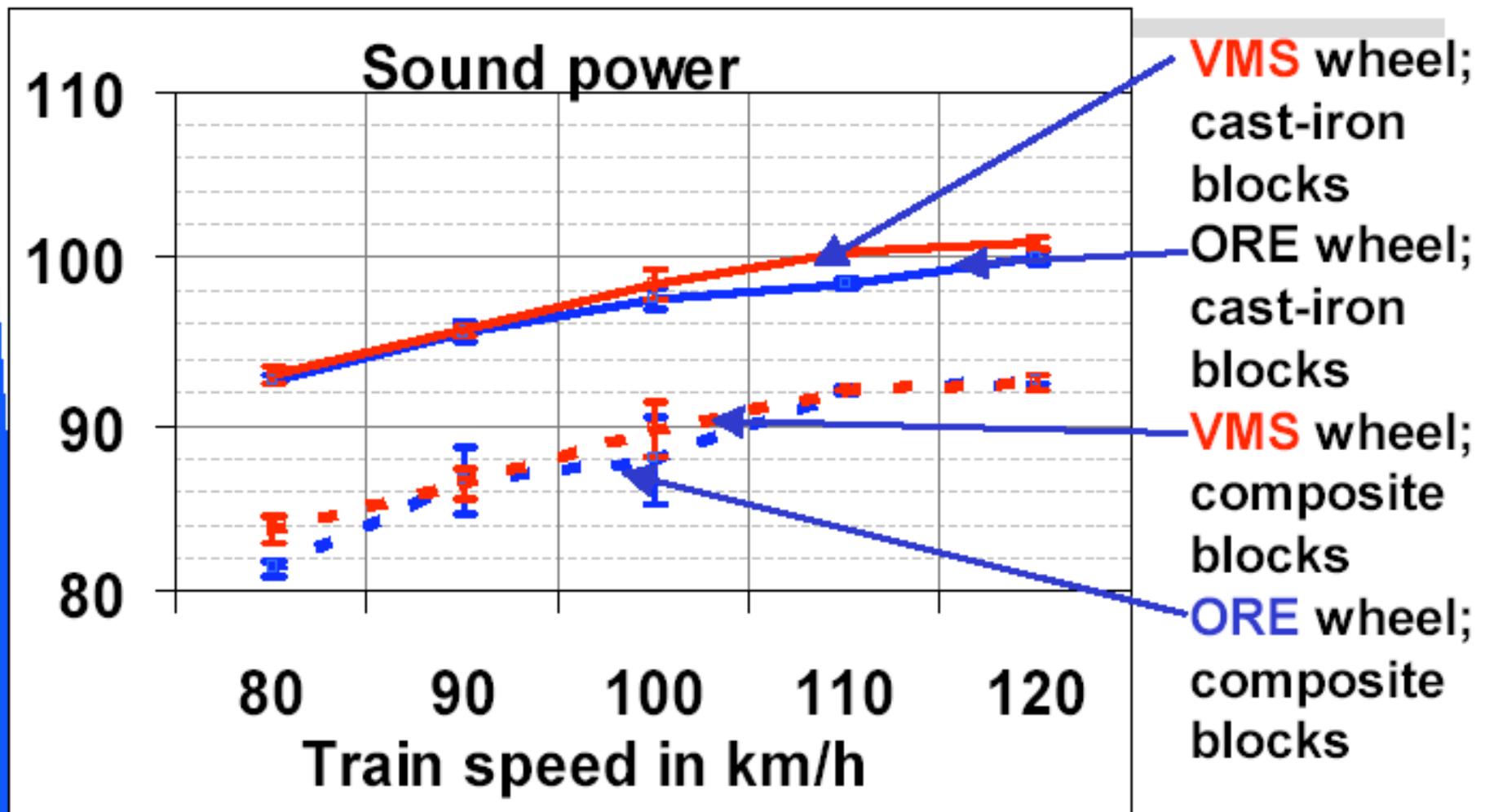
wird durch Verbundstoffbremssohlen ersetzt



**SBB**



## Reducing train rolling noise: composite K brake blocks



**Grundlagen zur Erzielung  
von sichereren lärmarmen  
Lösungen**



# Systemwechsel von Grauguss- auf Verbundstoffbremssohlen

- **Der Übergang von GG-Sohlen auf Verbundstoffsohlen ist ein wesentlicher Systemwechsel**
- **Die Entwicklung des Systems mit GG-Sohlen hat einen Jahrzehnte dauernden Prozess hinter sich**
- **Diese Entwicklungen des Systems mit GG-Sohlen haben die Grundlagen für Fahrzeugauslegungen und deren Verhalten in Zugverbänden geliefert**
- **Die Entwicklungen des Systems mit VBKS-Sohlen sind abgeschlossen, wenn für dieses die Grundlagen nach dem Grundsatz GAME zur Verfügung stehen**
- **Das neue System muss sicher und wirtschaftlich betrieben sowie einfach gehandhabt werden können**

# Systemwechsel: Anwendung Stand Technik

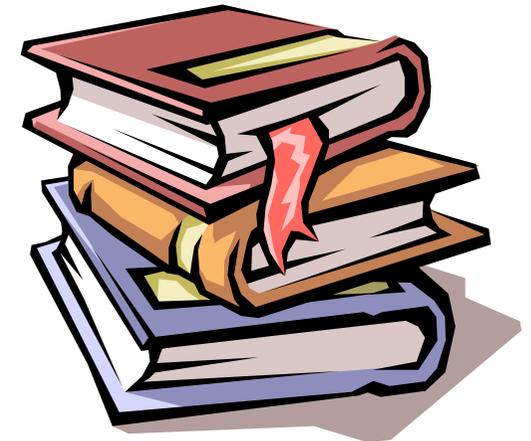
## Definitionen zum Stand der Technik

Die drei hierarchischen Begriffe „allgemein anerkannte Regeln der Technik“, „Stand der Technik“ und „Stand von Wissenschaft und Technik“ sind erst durch das Bundesverfassungsgericht 1978 rechtsverbindlich definiert worden /BVG 78, Baue 87/. Diese Definitionen werden im Folgenden erläutert.

Die *anerkannten Regeln der Technik* sind Regeln zum Lösen technischer Aufgaben die z.B. in Form von DIN- oder EN-Normen kodifiziert sind. Wer bei der Produktion die allgemein anerkannten Regeln der Technik befolgt, hat die Vermutung für sich, dass das Produkt den berechtigten Sicherheitserwartungen der Allgemeinheit entspricht.

Die Anforderungen an die eigene Sorgfaltspflicht gehen aber über die allgemein anerkannten Regeln der Technik hinaus. Hierzu muss der *Stand der Technik* eingehalten bzw. beachtet werden. Dieser

- umfasst das Fachleuten verfügbare Wissen,
- ist wissenschaftlich begründet,
- praktisch erprobt und
- ausreichend bewährt.



# Beschreibung des Systems





- Cast-iron blocks:**  
friction factor  $\approx 0.10$
- LL blocks:**  
whose friction factor  
is the same as for  
cast-iron blocks used  
to equip old wagons
- K blocks:**  
friction factor  $\approx 0.25$   
to equip new wagons
- L blocks:**  
friction factor  $\approx 0.17$   
for wagons with  
combined disk-shoe  
braking

Bestehendes System

Anzustrebendes System für bestehende Fahrzeuge

Anzustrebendes System für Neubaufahrzeuge,  
bedingt Umbau bei bestehenden Fahrzeugen

Gewähltes System für die Reisezugwagen SBB

# Verhalten Rad - Bremssohle

**Bremsleistung**

→ Heiss → Dauerbremsung  
→ Stoppbremsung

→ Trocken

→ Nass

→ Eis und Schnee

**Schallemission**

→ Rollgeräusch

→ Bremsquietschen

**Umwelt**

→ Geruchbelästigung

→ Entsorgung

→ Abriebprodukte

**Gefährdung**

→ Ausfallverhalten

**Wirtschaftlichkeit** → Mindestens wie GG-Sohlen



# Sicherheit des neuen Systems



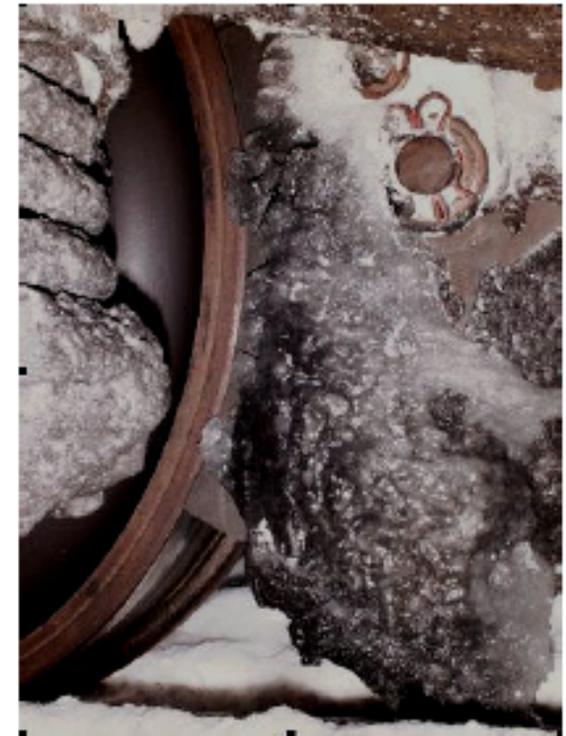
**GAME: Glaubalement au moins équivalent**



**SBB**

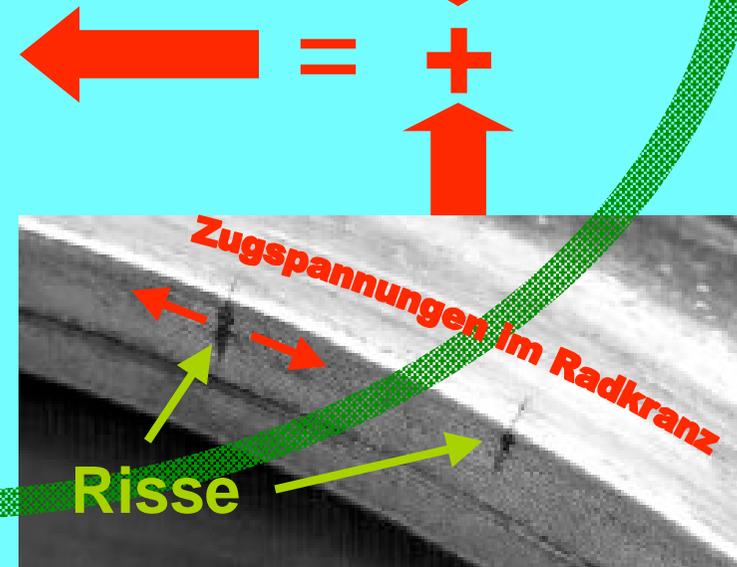
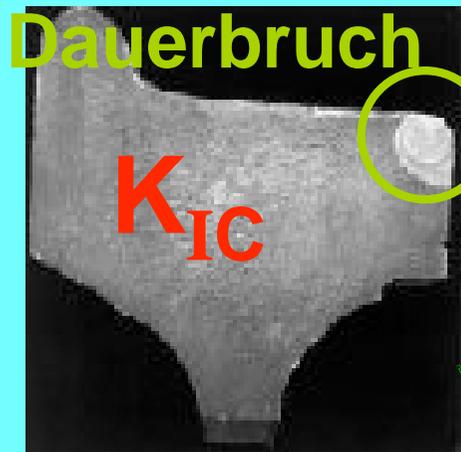
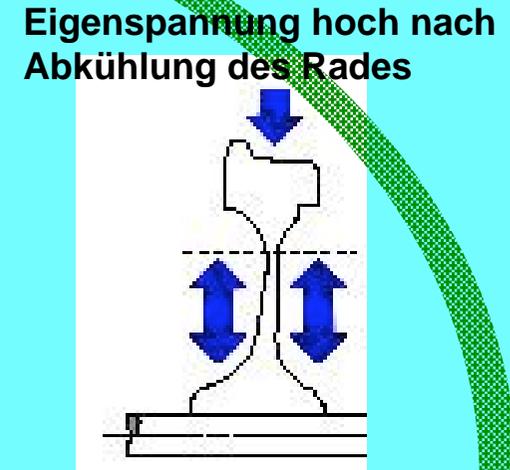


## Braking performance: different tests winter conditions



**Very severe winter conditions were conducted in Sweden and at the Vienna-Arsenal test bench in Austria**

# Thermomechanische Überbeanspruchung der Räder durch Dauerbremsungen und Bremsstörungen



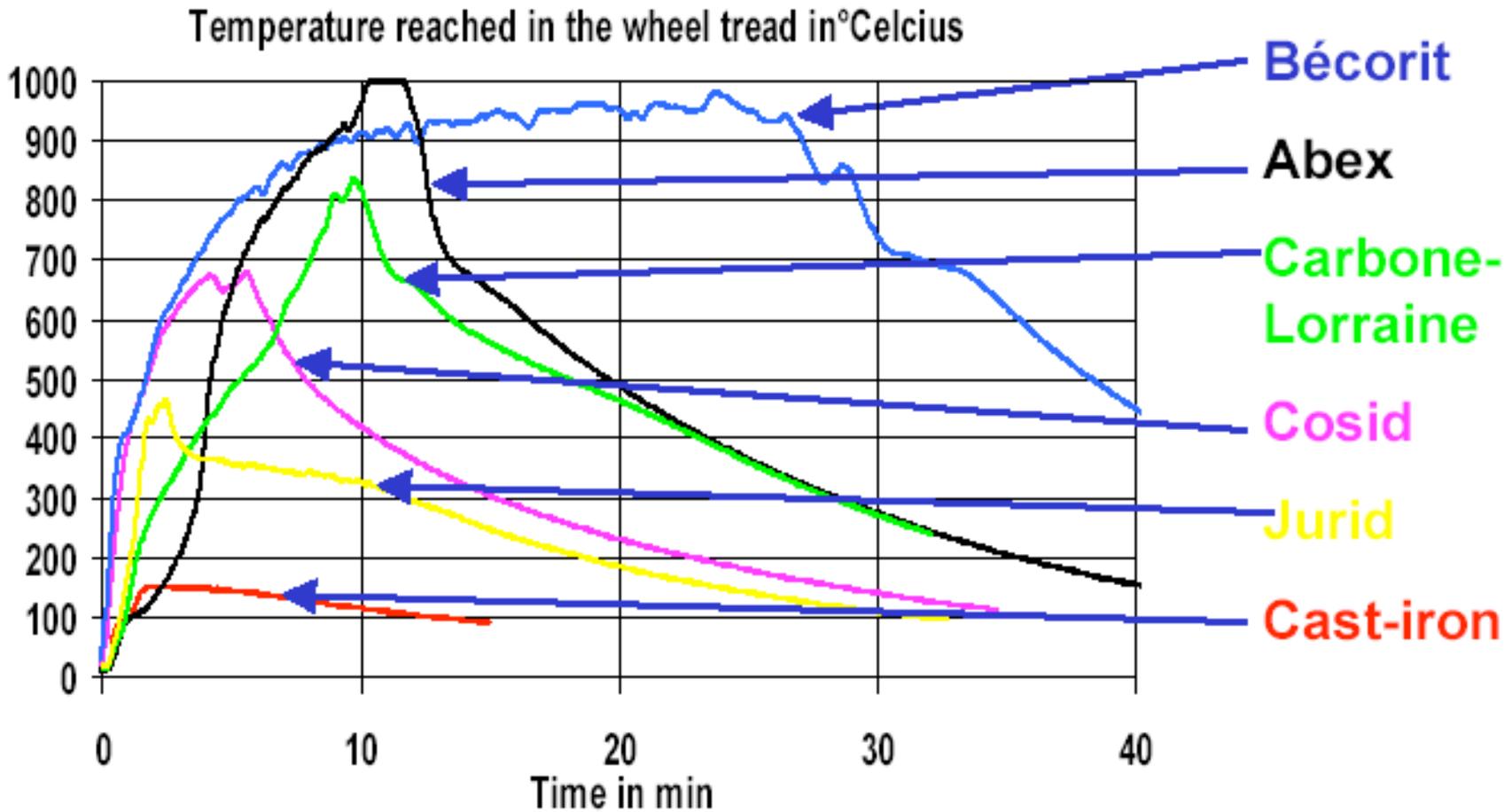


**SBB**

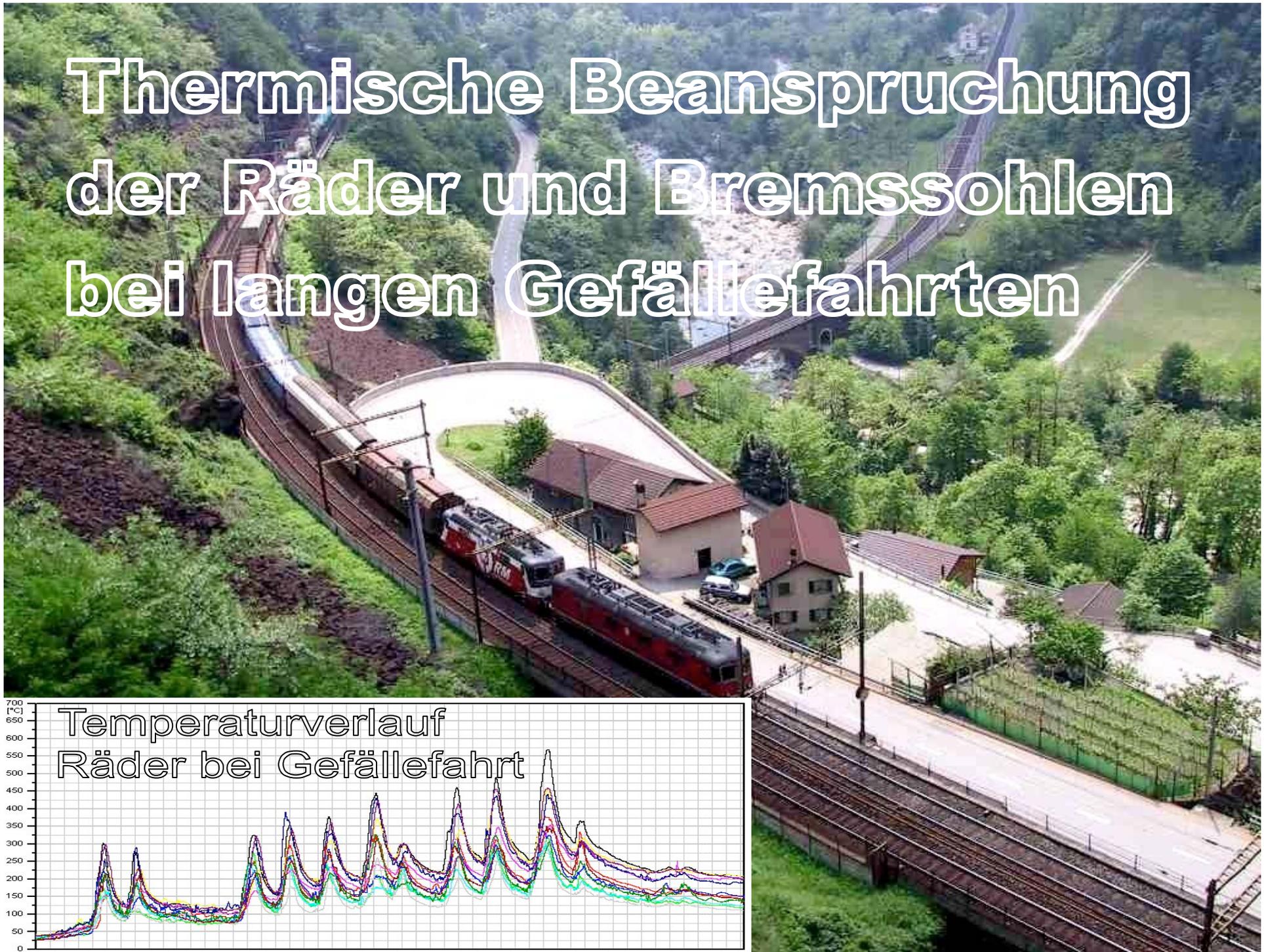


## Safety performance: the "fuse"

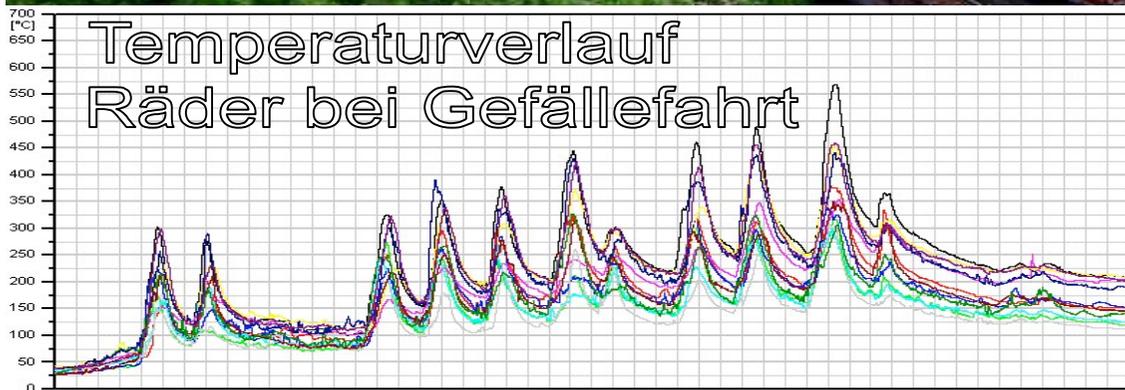
### Braking incident tests: temperature reached in the wheel



# Thermische Beanspruchung der Räder und Bremssohlen bei langen Gefällefahrten



Temperaturverlauf  
Räder bei Gefällefahrt





**SBB**



## Braking performance: Field tests (see UIC 544-1)

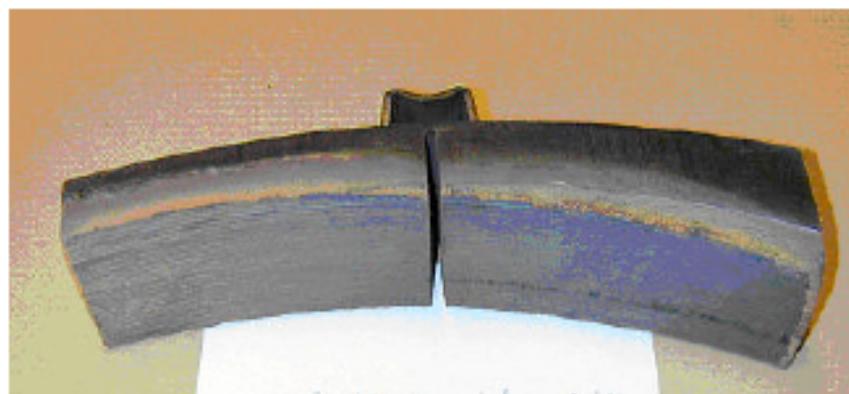




**SBB**



## Environmental



**Disposal and/or recycling of brake blocks**



**Air quality testing system**



**SBB**



## Safety performance: Track Circuit Shunting

Relevant

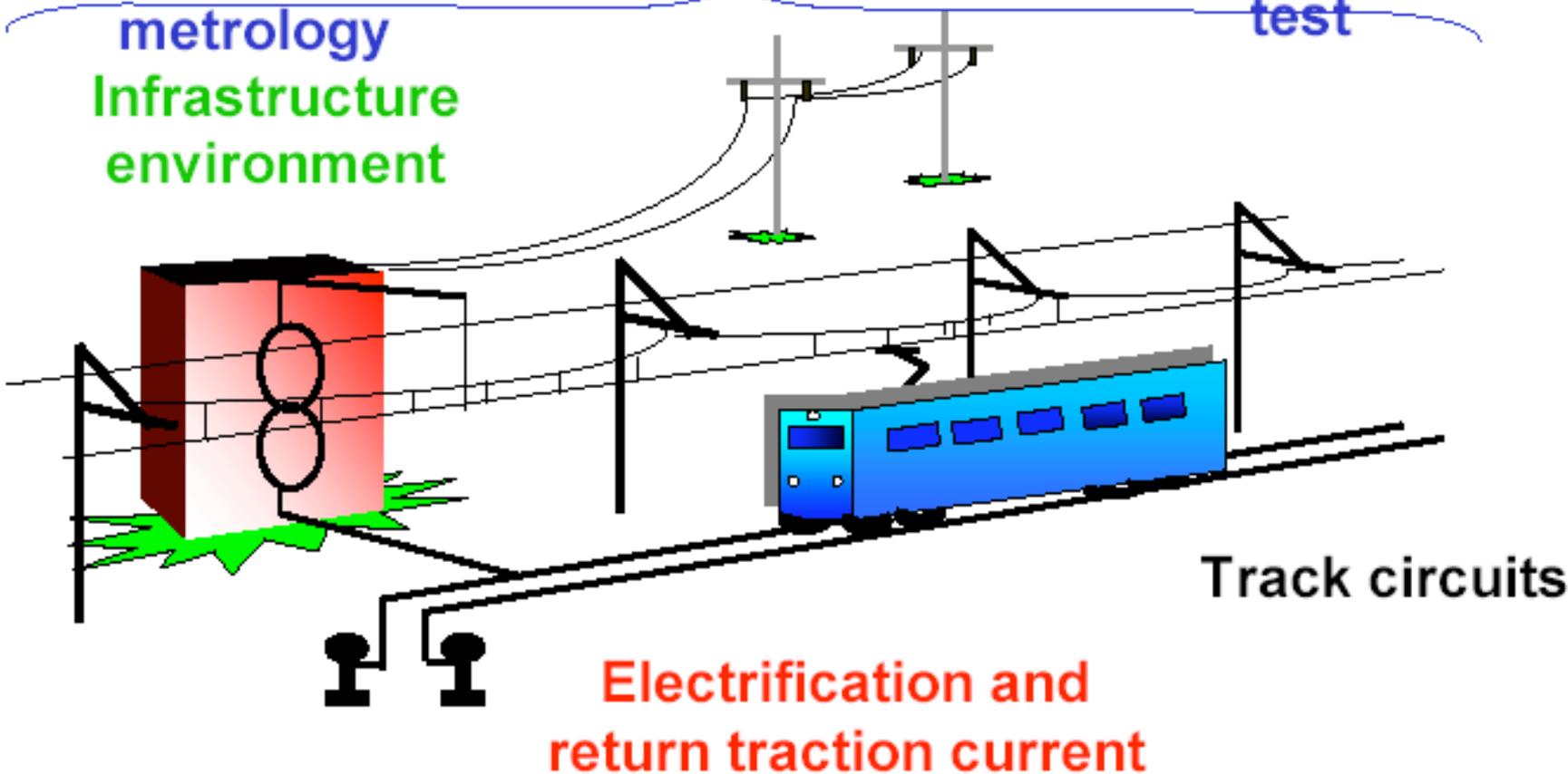
metrology

Infrastructure  
environment

Troubleshooting

Laboratory

test

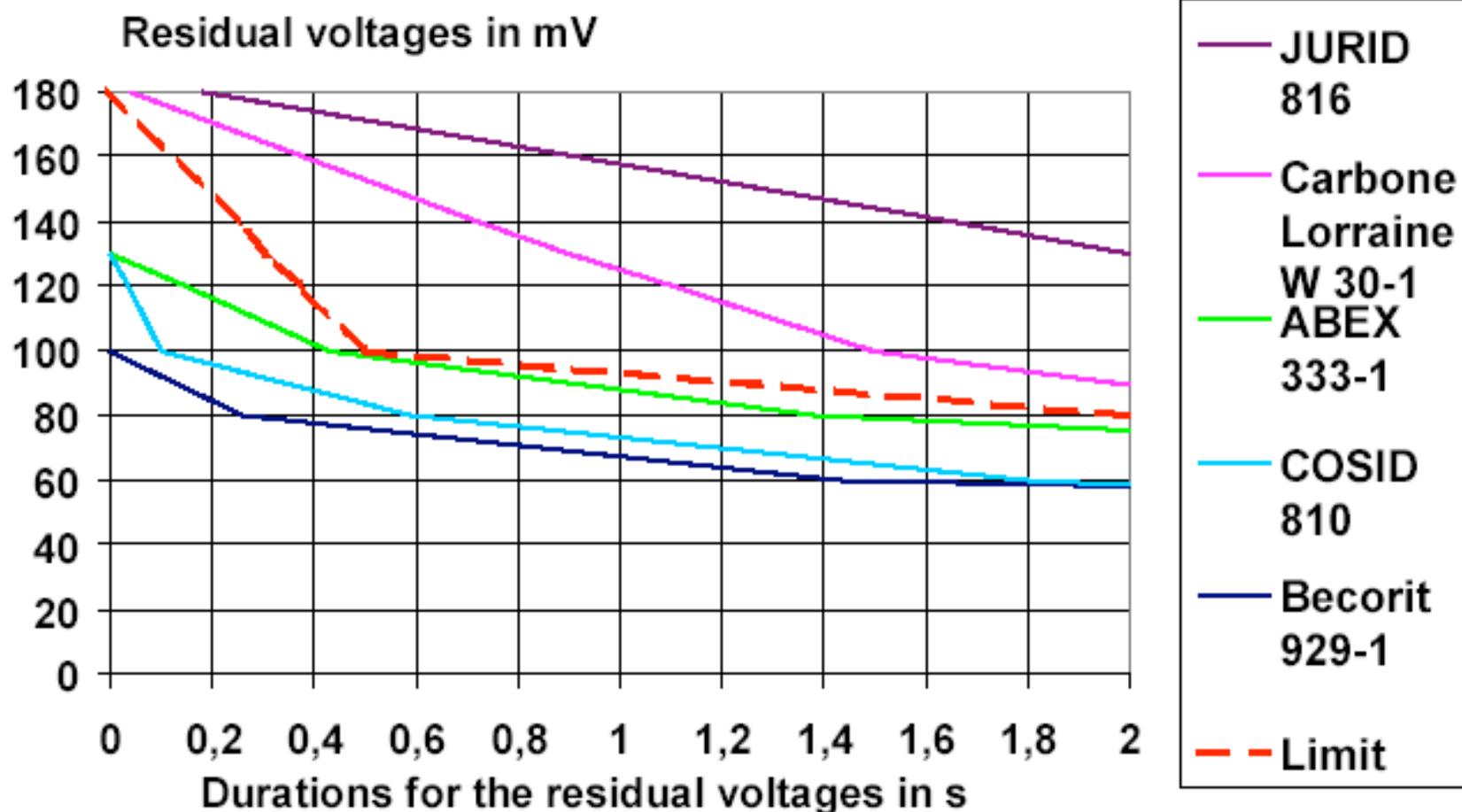




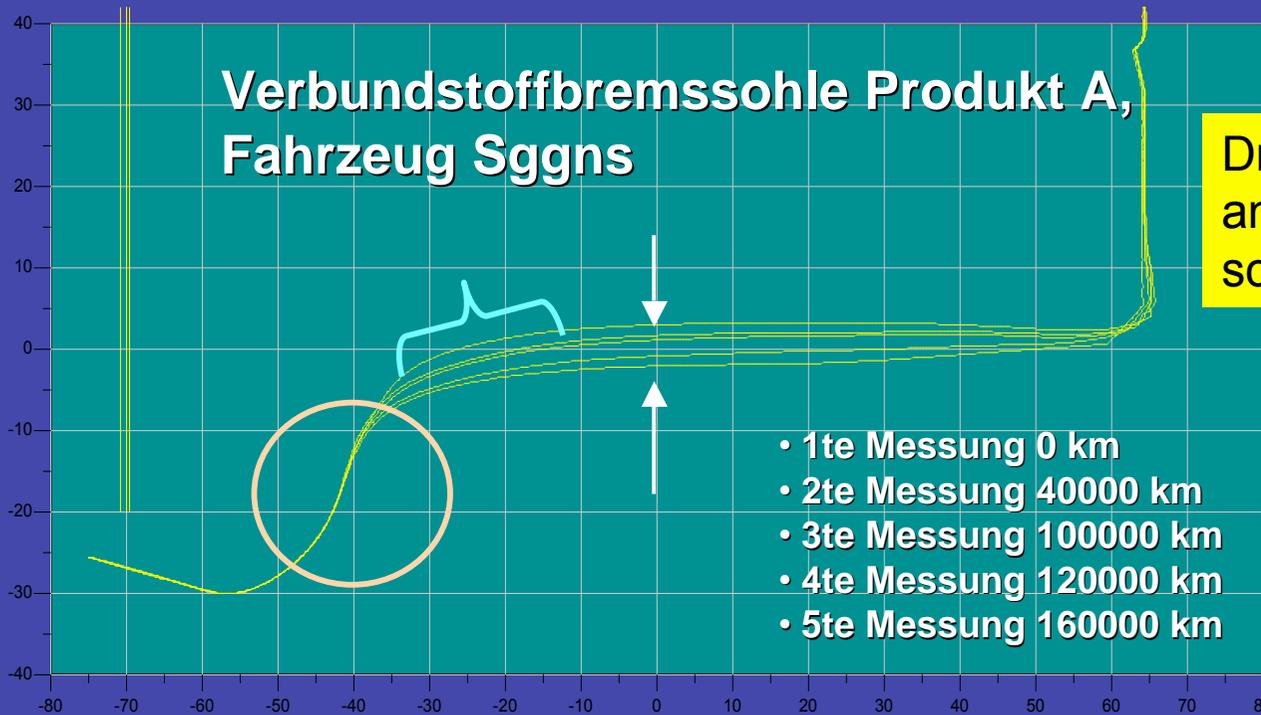
SBB



## Safety performance: track Circuit Shunting; K blocks



## Verbundstoffbremssohle Produkt A, Fahrzeug Sggn

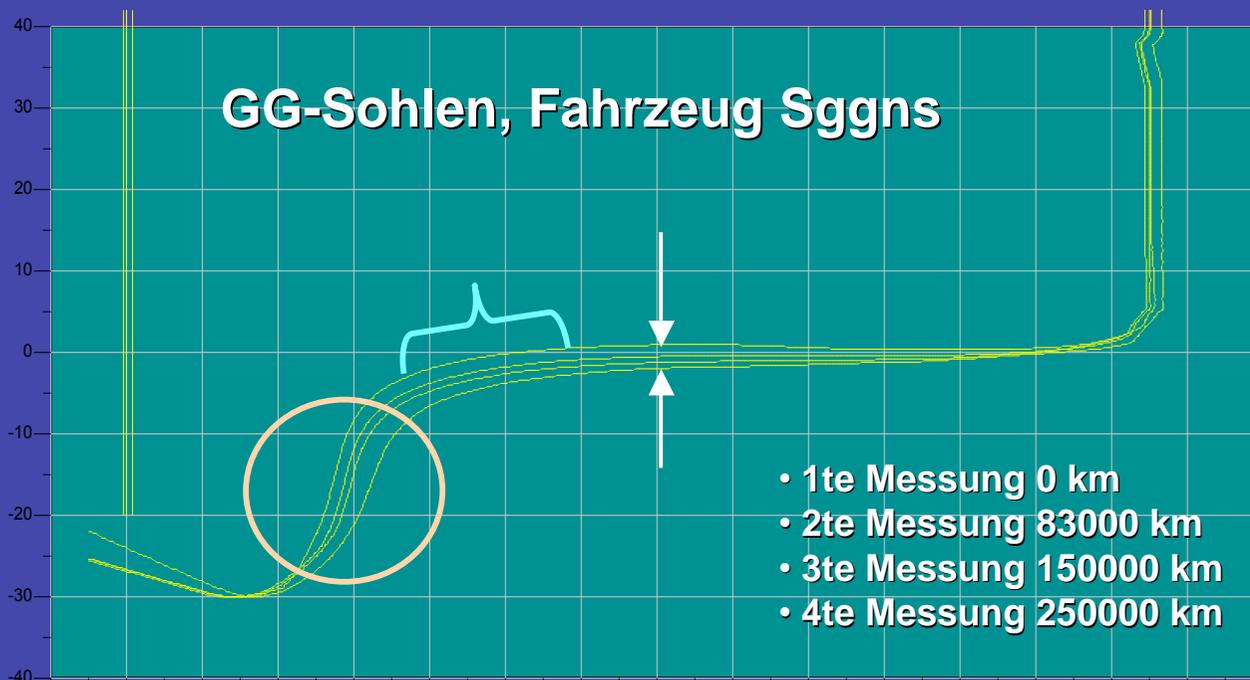


Drei deutliche Unterschiede  
an den Radlaufflächen zwi-  
schen VBKS-Typ A und GG:

○ Spurkranzverschleiss

┌ Laufflächenform

## GG-Sohlen, Fahrzeug Sggn

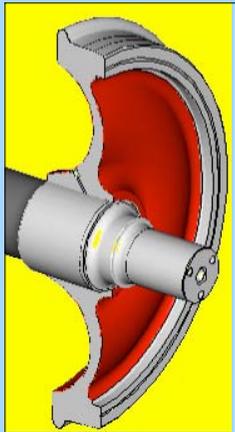


↓  
↑ Laufflächenverschleiss

# Untersuchungen im RP 18 beschränken sich auf axialsymmetrische Räder

## Verschiedene Kategorien von Rädern für die Überprüfung des akustischen Verhaltens

**Axialsymmetrische Radscheiben (2-D-Räder)**



Gegenstand des RP 18 für Raddurchmesser von 800 mm bis 1000 mm. Damit grosser Teil der Reisezug- und Güterwagenräder abgedeckt

Für Räder mit grösseren und kleineren Durchmessern erfolgt im RP 18 eine Einschätzung. Sehr kleine Räder nicht berücksichtigt (z.B. RoLa)

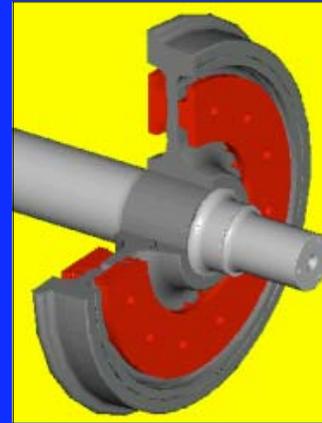
**Nicht axialsymmetrische Radscheiben (3-D-Räder)**



Nicht Gegenstand des RP 18, jedoch hier verwendete Methoden anwendbar. Anwendung teilweise bei Reisewagen und bereiften Rädern.

Einschätzung innerhalb RP 18 nicht möglich. Für klotzgebremste Güterwagenräder nicht anwendbar, da Anforderungen UIC 510-5 nicht erfüllbar

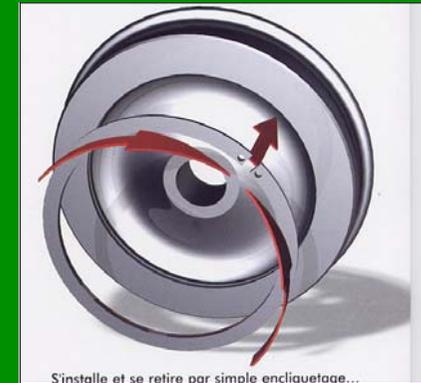
**Radscheiben mit Anbauteilen**  
- Radscheibenbremsen  
- Anbauteile bei Antriebsrädern



Nicht Gegenstand des RP 18. Rechnerische Vorhersage schweurig. Anwendung vor allem bei angetriebenen Radsätzen.

Einschätzung innerhalb RP 18 nicht möglich. Betrifft insgesamt nur geringe Anzahl von Fahrzeugen

**Räder mit Absorbereinrichtungen**  
- Ringe, Sandwiches  
- Schilder



Nicht Gegenstand des RP 18, jedoch hier angewendete Methoden anwendbar, falls Modelleinbindung der Absorberkonstruktion möglich.

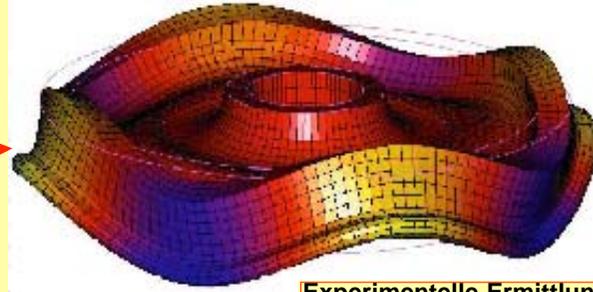
Einschätzung innerhalb RP 18 nicht möglich. Falls thermische Beanspruchungen ertragen werden, Anwendungspotential vorhanden

Genauere Eingabegrößen zur Geometrie des Rades

Erstellung eines FE-Modells des Rades in TWINS

Rechnerische Ermittlung der Eigenmodi bis 6000 Hz Frequenzen und Amplituden

Rechnung



Experimentelle Ermittlung der Eigenmodi bis 6000 Hz

Übereinstimmung Messung/Rechnung

Ja

Nein

Rechnung durchführen nach UIC 510-5

Gleiche Rauigkeiten von Rad- und Schienenfahrflächen

Versuch auf der Strecke durchführen nach UIC 510-5

$$W = ? \cdot c \cdot S \cdot V^2$$

Versuch



Lp

Übereinstimmung Rechnung/Versuch

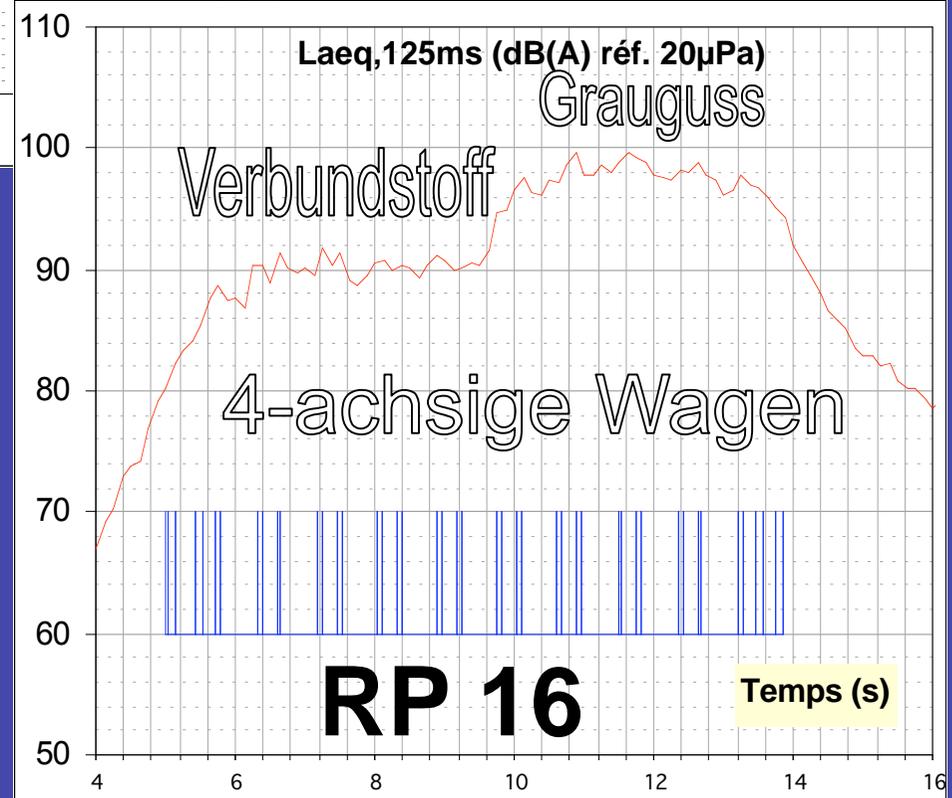
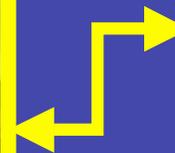
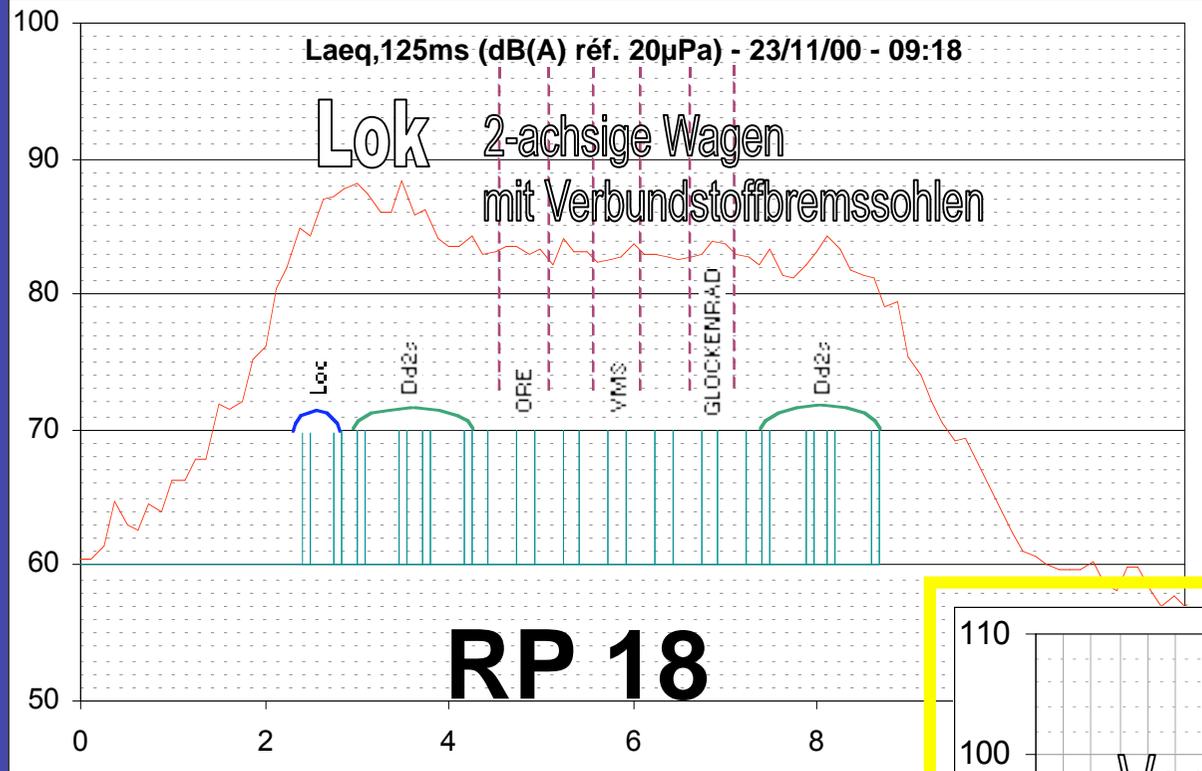
Ja

Nein

Rechnung nicht anwendbar oder allenfalls Optimierung

Rechnung anwendbar

**V = 100 km/h**





# Wirtschaftlichkeit des neuen Systems

Nachweise durch Prüfstandsversuche und Betriebserprobungen

Veränderung der Jahreskosten bei K-Sohlen vergleichsweise zur GG-Sohle bei unterschiedlichen Instandhaltungskonzepten bei einer jährlichen Laufleistung von 100'000 km

