

## Fahrzeugselektive Überwachung der Geräuschemission von Schienenfahrzeugen



Manfred KALIVODA,  
psiA-Consult GmbH, Wien  
[kalivoda@psia.at](mailto:kalivoda@psia.at)



### *Inhalt*

- Rahmenbedingungen
- IBE-Modelle
- Monitoring-Methoden
- Schlussfolgerungen



## Der gesetzliche Rahmen: Geräusch-Emissionsgrenzwerte



### Schienenfahrzeug-Lärmzulässigkeitsverordnung (SchLV)

- ✓ Seit 1.7.1993: für in Österreich immatrikulierte Fahrzeuge



### Technical Specifications for Interoperability for High Speed Trains (TSI-HST)

- ✓ Seit 2002: Emissionsgrenzwerte für neue HST-Züge (ICE, TGV, Thalys)



### TSI for Conventional Railway Systems (TSI-CRS)

- Im Jahr 2006: Emissionsgrenzwerte für konventionelle Schienenfzg.

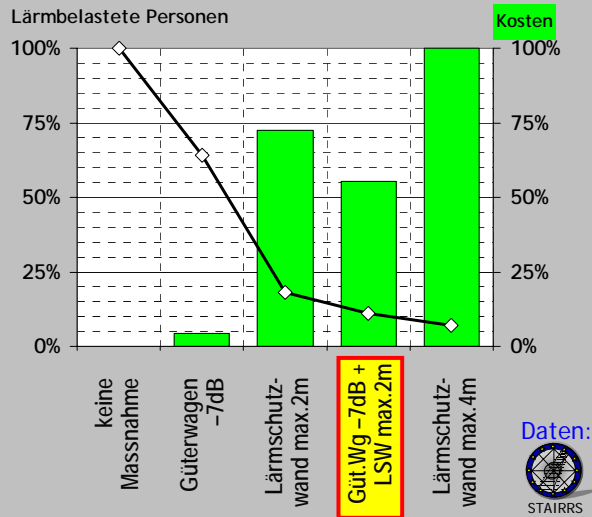


## Der technische Rahmen: Grenzwerte & Stand der Technik

Vorbeifahrtpegel $L_{p,Aeq}$ in 7,5m bei 80km/h	Grenzwerte		aktuelle Mess- ergebnisse	TSI noise Umbau
	SchLV Österreich 1993)	TSI noise Neufahr- zeuge		
Elektro-Lokomotiven	83	85	81..84	
E-Triebwagen	81	81		
Diesel-Lokomotiven	85	85	81..83	
Diesel-Triebwagen	83	82		
Reisezugwagen (inkl. Gepäckwagen)	79..82	80	77..81	
Güterwagen (Grenzwert abh. v. Achsen pro Länge)	80..84	82..85	76..81	84..87
Bahndienstfahrzeuge	85	-		

## volkswirtschaftliche Aspekte: Strategie der Lärmbekämpfung

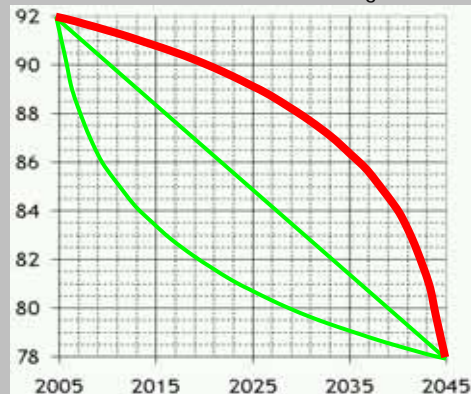
- Lärmschutzwände allein sind unwirtschaftlich
- Nur eine Kombination aus Reduktion an der Quelle und LSW ist volkswirtschaftlich sinnvoll
- In der Schweiz wird dieses Konzept bereits umgesetzt und alle Personen- und Güterwagen saniert!



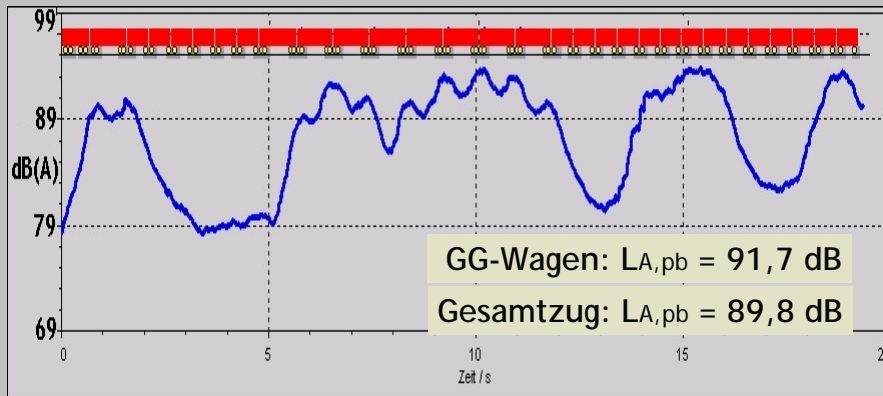
## physikalische Aspekte: „der Fluch der Akustik“

- Nur wenige lärmarme Fahrzeuge verbessern die Gesamtsituation unmerklich.
- Bei der Eisenbahn beträgt die Nutzungsdauer von Wagen 30-40 Jahre → neue, lärmarme Fahrzeuge bewirken kurzfristig keine Verbesserung
- Es ist daher notwendig, auch die bestehenden Fahrzeuge - wie in der Schweiz - auf k-Sohlen umzurüsten.

Gesamtpegel des Zuges abhängig vom Anteil 92dB- und 78dB-Wagen



## Güterzug mit GG- & k-Sohlen-gebremsten Wagen - Mai 05



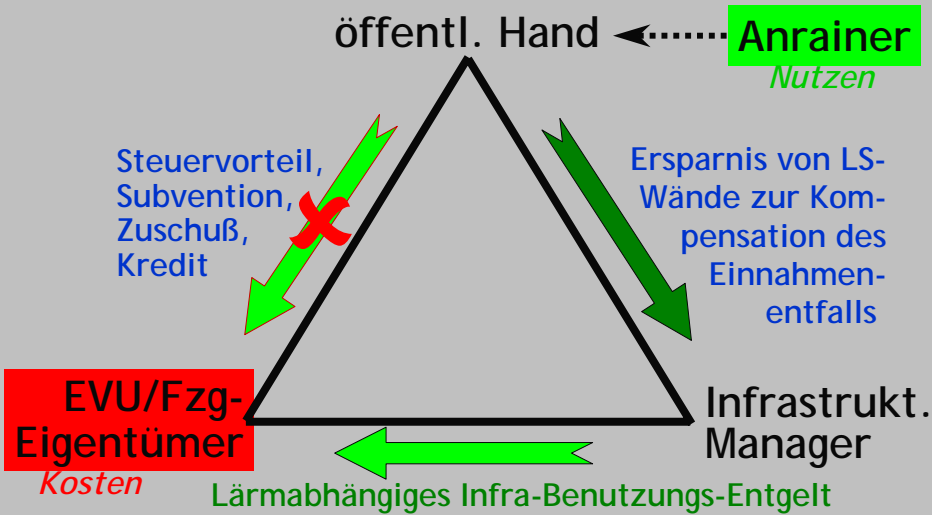
## betriebswirtschaftliche Aspekte: Kosten & Nutzen

EVUs/Fahrzeugeigentümer haben keinen betriebswirtschaftlichen Nutzen von leisen Schienenfahrzeugen (Lärmbekämpfung an der Quelle)

	Lärmschutzwand	leises Fahrzeug
Anrainer	Lärminderung	Lärminderung
öff. Hand (als Eigentümer d. Infrastruktur)	Kosten	keine Kosten
Infrastruktur *)	Kosten	keine Kosten
EVU	unbeteiligt	Kosten

\*) Verantwortung für die Einhaltung von Immissionsgrenzwerten

## gesellschaftspolitische Aspekte: Steuerungsmodell



## Interessen und Ziele des Infrastrukturbetreibers

Auf dem liberalisierten Eisenbahnverkehrsmarkt hat der Infrastrukturbetreiber

- großes Interesse (Sicherheit, Betriebsablauf, Lärmschutz, ...), genau über die Züge Bescheid zu wissen, die sein Streckennetz benutzen
- kaum Möglichkeiten, die Geräuschemission der Züge zu beeinflussen
  - Geschwindigkeitsreduktion
    - + von 100 auf 80km/h: -3 dB, von 80 auf 60 km/h: -3,7 dB
    - Ist das im Sinne des Infrastrukturbetreibers?
  - Plafonierung der Geräuschemission
    - + Lärmkontingent für Strecke: wenige laute oder viele leise Züge
    - Infrastrukturbetreiber hat praktisch keinen Einfluss auf Fahrzeugmix
  - Verbot von Fahrzeugen mit hoher Geräuschemission
    - + Sehr wirkungsvoll, einfach administrierbar
    - verkehrspolitisch wünschenswert, rechtlich möglich?
  - Lärmabhängiges Streckenbenutzungsentgelt
    - + Ökonomischer Anreiz für Fahrzeugbesitzer/-operator, lärmarme Fahrzeuge zu verwenden



## Projekt Bahnlärm-Monitoring & -Management: ZIELE

1. Entwicklung von Messmethoden zur Erfassung der Geräuschemission von Einzelfahrzeugen im fahrplanmäßigen Betrieb
  - Damit ist die automatische punktuelle Überprüfung des „akustischen Fahrzeugzustandes“ möglich
  - Daten über Fahrzeugzustand können an EVU/Eigentümer übermittelt werden
2. Entwicklung eines Modells zur Berücksichtigung der Geräuschemission des Einzelfahrzeuges bei der Ermittlung des Infrastrukturbenützungsentgeltes (des Zuges)
  - Dieses Instrument wird auf die vorhandenen Strukturen und Systeme zur IBE-Ermittlung abgestimmt
  - Erforderliche Änderungen und Anpassung vorhandenen Strukturen und Systeme zur IBE-Ermittlung werden aufgezeigt
3. Synthese der beiden Arbeitspakete und Empfehlung für die Umsetzung

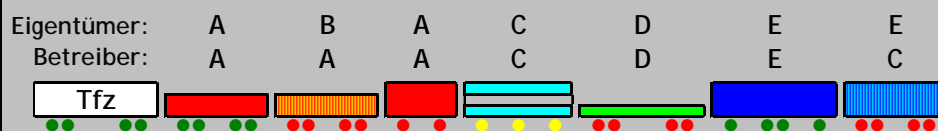


## Lärmabhängiges IBE: Systemanforderungen



- Das heutige IBE basiert auf 2 Elementen:

Triebfahrzeuge & Züge (Gewicht, Länge, Achszahl, Typ)



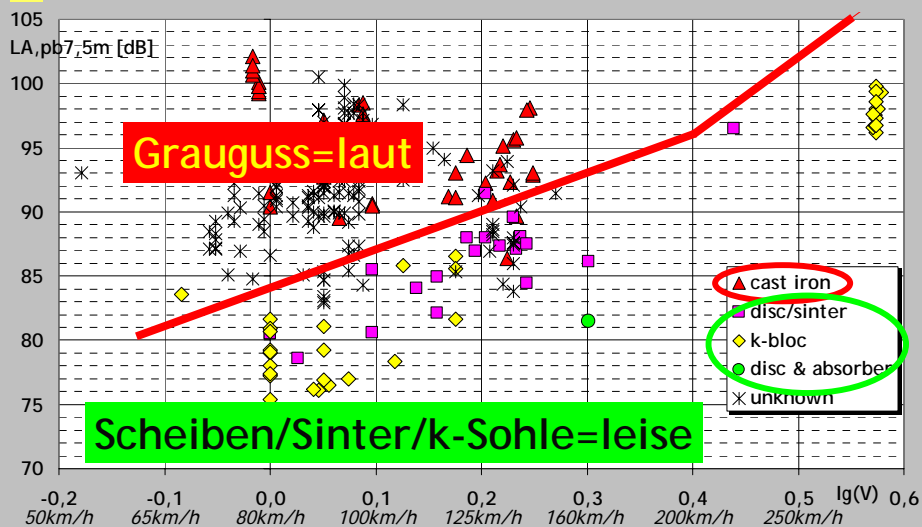
- Ein künftiges, lärmabhängiges IBE muss *fahrzeugselektiv* sein und berücksichtigen, dass ein (Güter-)Zug aus Einzelwagen besteht mit unterschiedliche Eigentümer/Betreiber und unterschiedlichem Geräuschemissionspegeln

## Lärmabhängiges IBE: Modelle Lärmklassifizierung

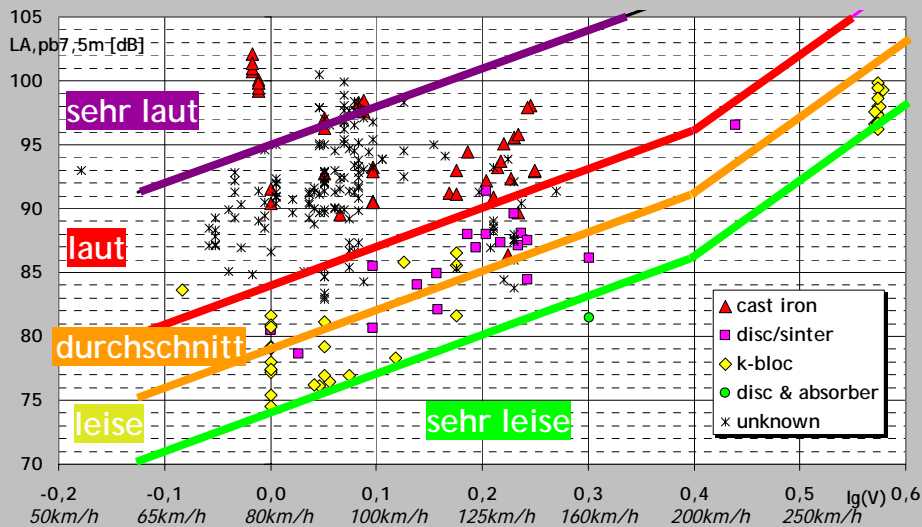
Lärmklassifizierung nach:

1. konstruktiven Merkmalen (=Bremsenbauart)
  - + sehr einfaches Modell, erfordert keine Geräuschmessungen
  - tatsächliche Geräuschemission nur bedingt abbildbar
2. Zulassungspegel des Schienenfahrzeuges
  - + „selektiver“ als Modell 1
  - Geräuschzulassungswerte müssen vorhanden sein
3. tatsächlich gemessener Geräuschemission
  - + IBE richtet sich nach der tatsächlichen Geräuschemission
  - verlässliche Messmethode ist erforderlich
  - relative Aufwendig zu administrieren

## Lärmklassifizierung nach konstruktiven Merkmalen



## Lärmklassifizierung nach Geräusentwicklung



2005 (c) Manfred T. KALIVODA

Schienefahrzeugtagung 2005

15

## Messmethode: Zulassungsmessung vs. Monitoring

### ■ Unterschied zwischen Zulassungsmessung u. Monitoring

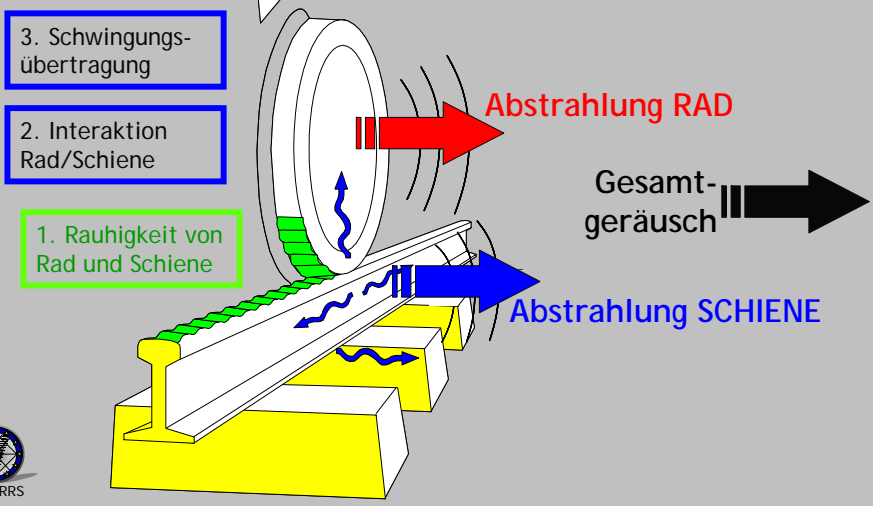
EFFEKT	ZULASSUNG	MONITORING
Wind	Windgeschw. <5m/s (10m/s)	beliebige Windgeschw.
Regen	kein Regen, Nebel, Schnee	beliebige Bedingungen
Temperatur	kein gefrorener Schotter	beliebig von -35°C bis +45°C
Ausbreitung	absorbierend	"normal", Schnee, reflektierend
Betriebszustand	konstante Vorbeifahrtgeschwindigkeit	Beschleunigen, Bremsen, Konstantfahrt
Geschwindigkeit	80 km/h oder Vmax	beliebig von 0 km/h bis Vmax
Fahrzeuge	gleichartige Fahrzeuge, keine gegenseitige akust. Beeinflussung	unterschiedl. Fahrzeuge, laute Fzge verfälschen Ergebnis von leisen Fzge
Oberbau	Bedingungen für Testgleis	Messstelle mit Zulassungsbedingungen kann gewählt werden
Fremdgeräusch	min. 10dB unter Zuggeräusch	
Reproduzierbarkeit	mind 3 Vorbeifahrten	nur 1 Vorbeifahrt

2005 (c) Manfred T. KALIVODA

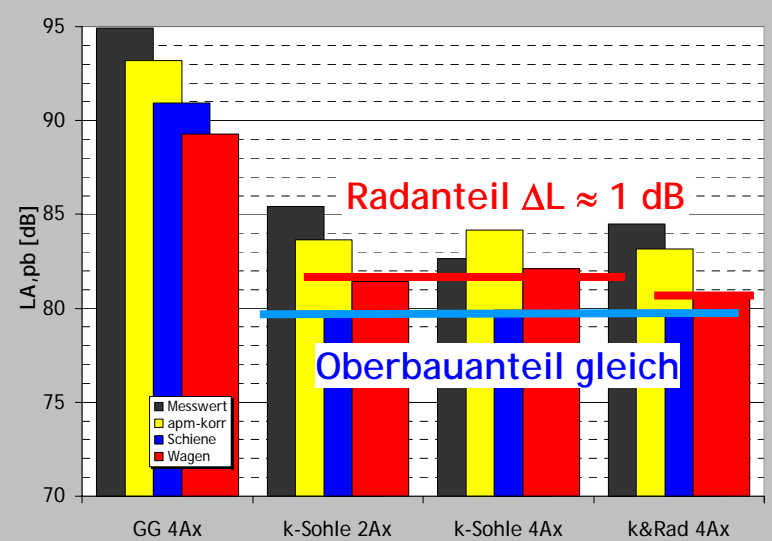
Schienefahrzeugtagung 2005

16

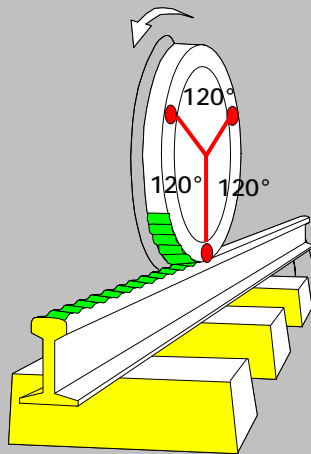
### Messmethode: Entstehung des Rollgeräusches



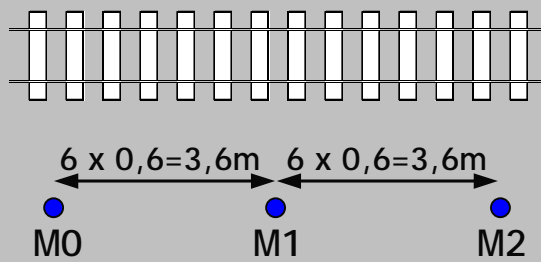
### Analytische Trennung Fahrzeug-/Oberbaugeräusch - VTN



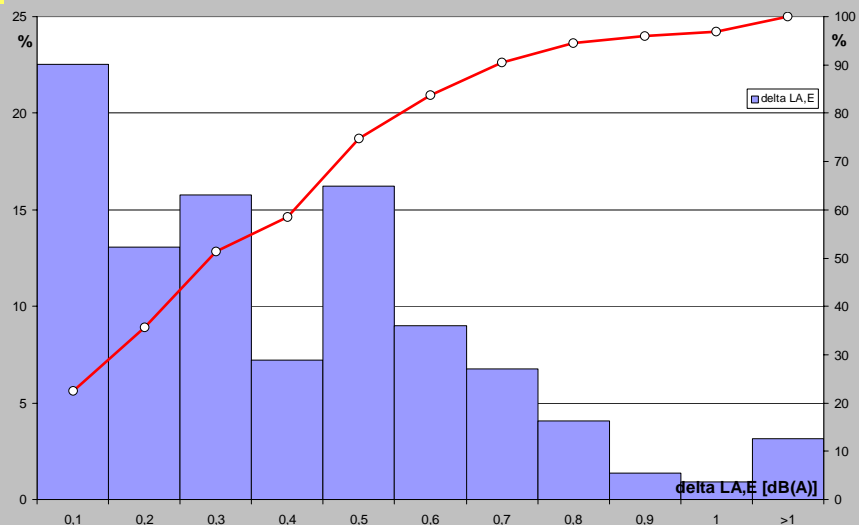
## Reproduzierbarkeit einer Einzelmessung



Stand. Raddurchmesser  $d = 0,92 \text{ m}$   
 $\rightarrow U = 2,89 \text{ m}$   
 $\rightarrow U/3 = 0,96 \text{ m}$   
 $\rightarrow 4 U/3 = 3,85 \text{ m}$

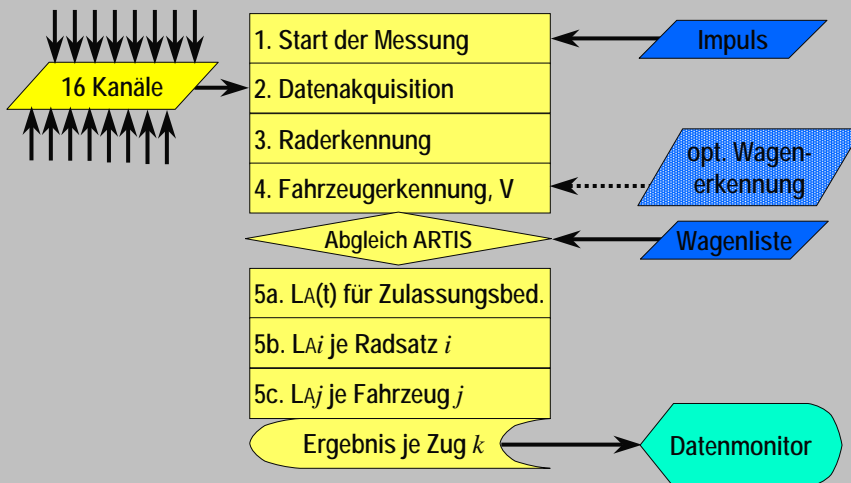


## Ergebnisse der 3 Mikrofonpositionen in 7.5m

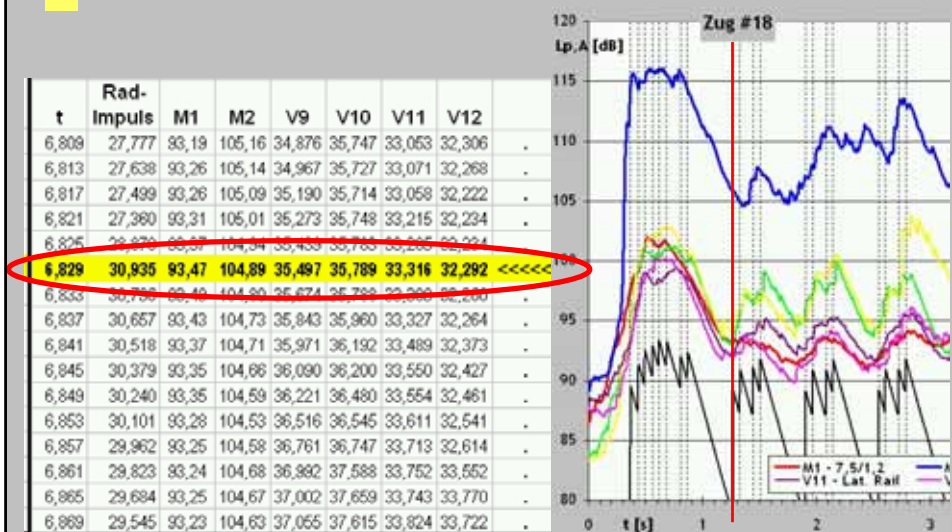




## Ablauf einer Vorbeifahrtgeräuschmessung



## Monitoring-Methode: Raderkennung





## Modellschritte

### 1. Messmethode

- ✓ Reproduzierbarkeit
- Analytische Korrektur der Witterungsbedingungen
- Analytische Korrektur der Betriebsbedingungen
- Analytische Separation laute/leise Fahrzeuge

### 2. IBE-Modell

- ✓ State-of-the-Art und Bestandssystemerhebung
- ✓ Modellentwicklung
- Modellevaluierung

### 3. Synthese & Empfehlung

- Synthese & Empfehlung
- Verknüpfung der Lauftabilitäts- & Geräusch/Erschütterungsmessung im ISB-2 Projekt **Safety-Instability-Noise 'SIN'**



## Schlussfolgerungen

- Lärmbekämpfung an der Quelle ist volkswirtschaftlich sinnvoller als einzig der Bau von Lärmschutzwänden
- Technologien zur Senkung des Vorbeifahrtgeräusches von Reisezug- und Güterwagen existieren
  - auf unter 80dB(A) (in 7,5m Entfernung, bei 80km/h)
  - ohne wesentliche Erhöhung der Life-Cycle-Costs
- Verbesserung für Anrainer erst spürbar, bei mindestens 2/3 neue, leise Wagen
- IBE-Nachlass für lärmarmere Fahrzeuge ist ein wirkungsvolles Instrument der Infrastruktur, die Verwendung von lärmarmen Fahrzeugen zu fördern
- Die erforderlichen technischen, administrativen und logistischen Rahmenbedingungen müssen dafür geschaffen werden

**Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**



Manfred KALIVODA  
psiA-Consult GmbH, Wien  
[kalivoda@psia.at](mailto:kalivoda@psia.at) / [www.psia.at](http://www.psia.at)

Sie können diesen Vortrag nachlesen in:  
ZEVrail/Glaser's Annalen, Sonderheft November 2005,  
Tagungsband 36. Tagung Moderne Schienenfahrzeuge  
S 248 - 255.

