

# Aktuelle Entwicklungen bei der Bahnlärmbekämpfung in Europa



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



Stefan MARSCHNIG  
LCC rail consult e.U., Graz / Austria  
[stefan.marschnig@LCCrail.com](mailto:stefan.marschnig@LCCrail.com)



# Inhalt

- Ausgangssituation
- Beschränkung der Geräuschemission im Rahmen der TSIs
- Neuerungen bei den Messmethode
- Sanierung der bestehenden (lauten) Fahrzeugflotte
- Schlussfolgerungen und Ausblick

# Eisenbahnlärm - Ein europäisches Problem? !

- Eisenbahn verursachter LDEN > 60dB(A) sind ausgesetzt
  - in Europa (EU21) rd 14 Mio. Menschen
  - In Österreich rd 330.000 Menschen
- Die Hauptprobleme liegen bei:
  - Schienengüterverkehr in der Nacht
  - Hochgeschwindigkeitsverkehr
  - Schienenverkehr im städtischen Bereich
- Verkehrspolitisches Ziel Verkehrsverlagerung auf die Schiene
  - Verdreifachung des Bahngüterverkehrs bis 2020 erhöht LDEN um 5 dB(A)
- Charakterisierung des Eisenbahnlärms
  - Rollgeräusch das größte Problem (Rad-Schiene-Interaktion)
  - Zunehmende Aufsplittung der Verantwortlichkeiten: Fzg-Eigentümer, Betreiber, Wartung, Infrastruktur
  - Lange Nutzungsdauer der Fahrzeuge

# Chronologie Messvorschriften (Außengeräusch)

■ **BGBL 414/93 Schienenfahrzeug-LärmzulässigkeitsVO in Öster.**

■ **1.3.01 prEN ISO 3095:2001**

Vornorm; unvollständige Messmethode

■ **30.5.02 Com 2002/735/EC: TSI-HST-VEH  
(High Speed Trains - Vehicles)**

Grenzwerte + Messvorschrift

■ **1.11.05 EN ISO 3095:2005**

Modifizierte Messmethode

■ **23.12.05 Com 2006/66/EC TSI-CR-NOI  
(Convent. Rail Systems - Noise)**

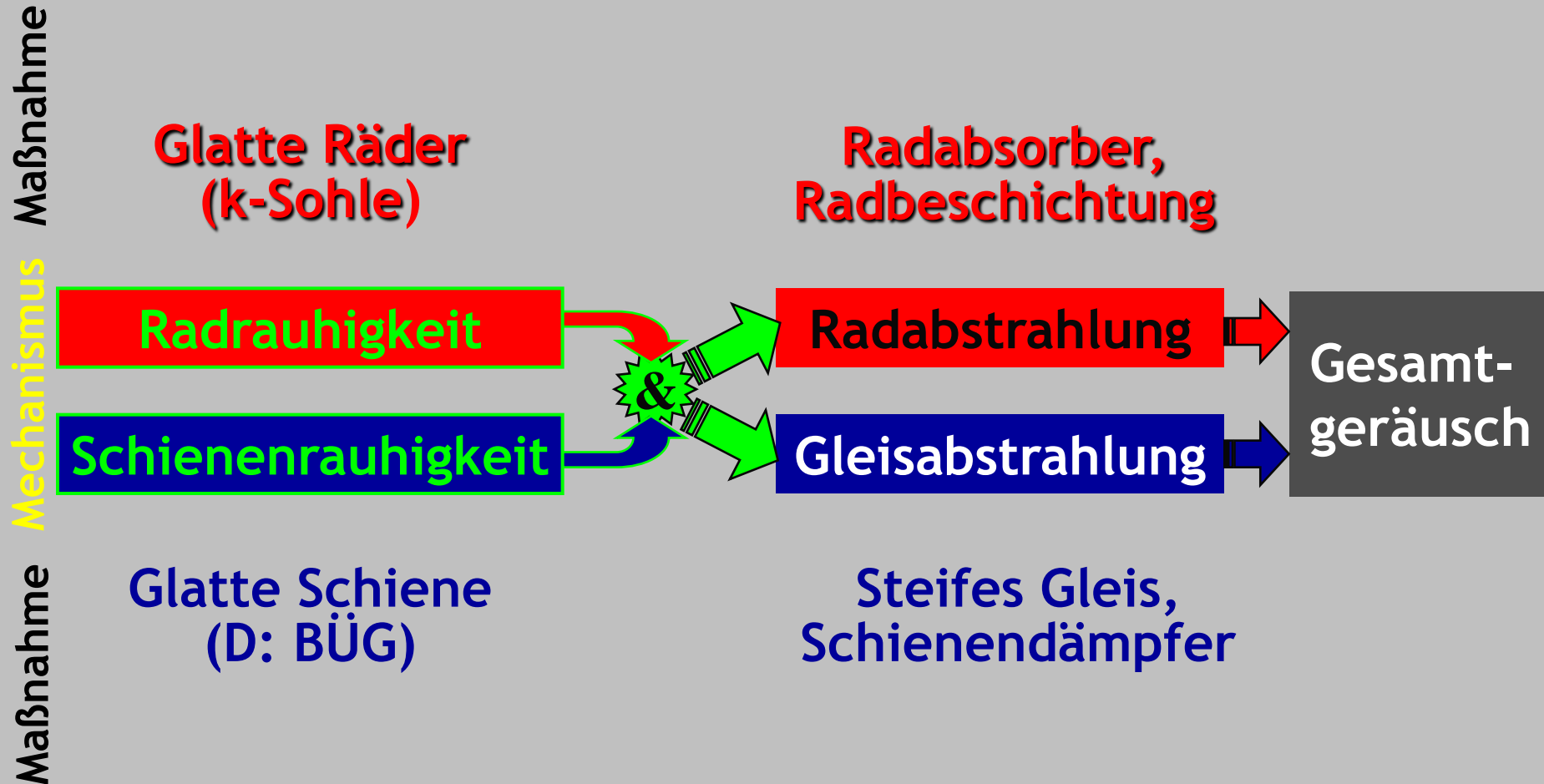
Grenzwerte + Verweis auf ISO 3095:2001

■ **21.2.08 Com 2008/232/EC: TSI-HST-VEH  
(High Speed Trains - Vehicles)**

1. Revision → harmonisiert mit TSI-CR-NOI

■ **2009? EN ISO 3095:2009**

# Entstehungsmechanismen des Rollgeräusches



# Definierte Gleisbedingungen für Fahrzeugzulassung

## Messplätze akustisch vergleichbar

- Anforderungen an Schallausbreitung
- möglichst nahe an Fahrzeug → 7,5m unter 200 km/h

## Gleisanteil möglichst gering (und konstant)

- Schienenrauhigkeit deutlich unter Radrauhigkeit
- Schallabstrahlung des Oberbaus gering → Track Decay Rate (TDR)

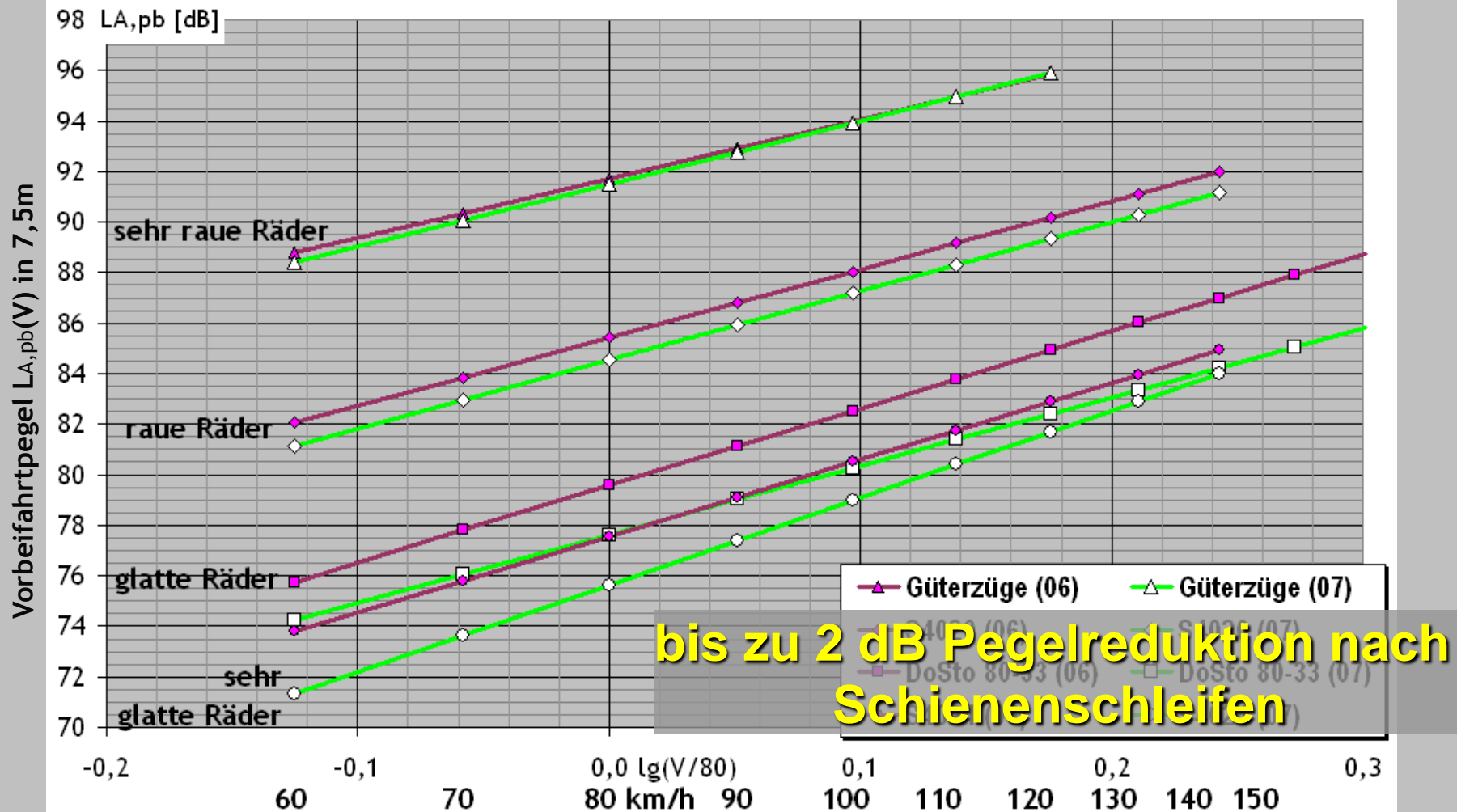
## Anforderungen ans Gleis für Beurteilung des Schutzzieles (=Grenzwert) nicht unbedingt erforderlich!

- Hohe Schienenrauhigkeit & geringe TDR erhöhen Vorbeifahrtpegel
- Wenn Fahrzeug Grenzwert trotzdem einhält → sichere Seite

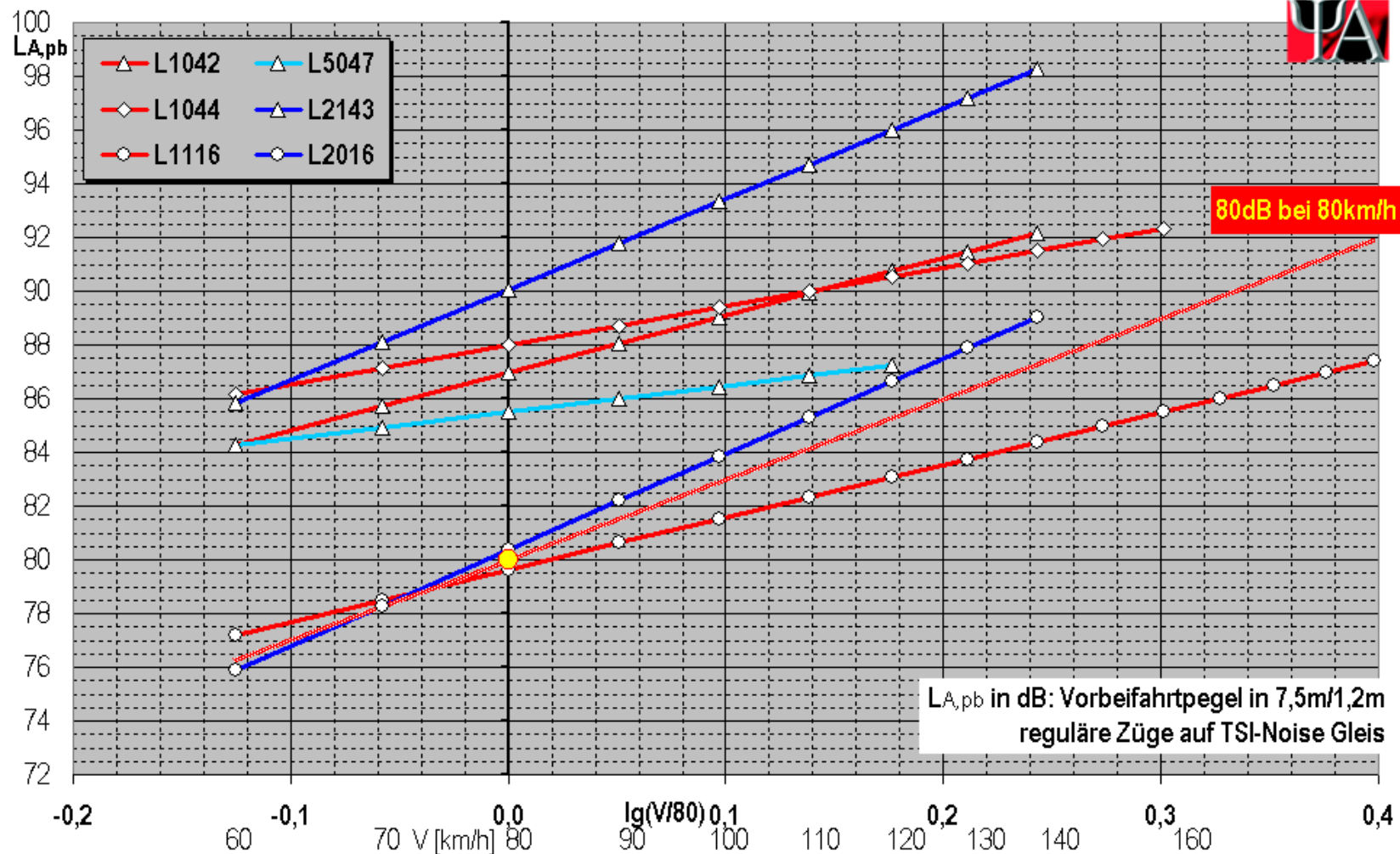
*aber*

- kein Aussage über tatsächlichen Emission möglich!

# Schienenrauhigkeit - Auswirkung auf Schallpegel

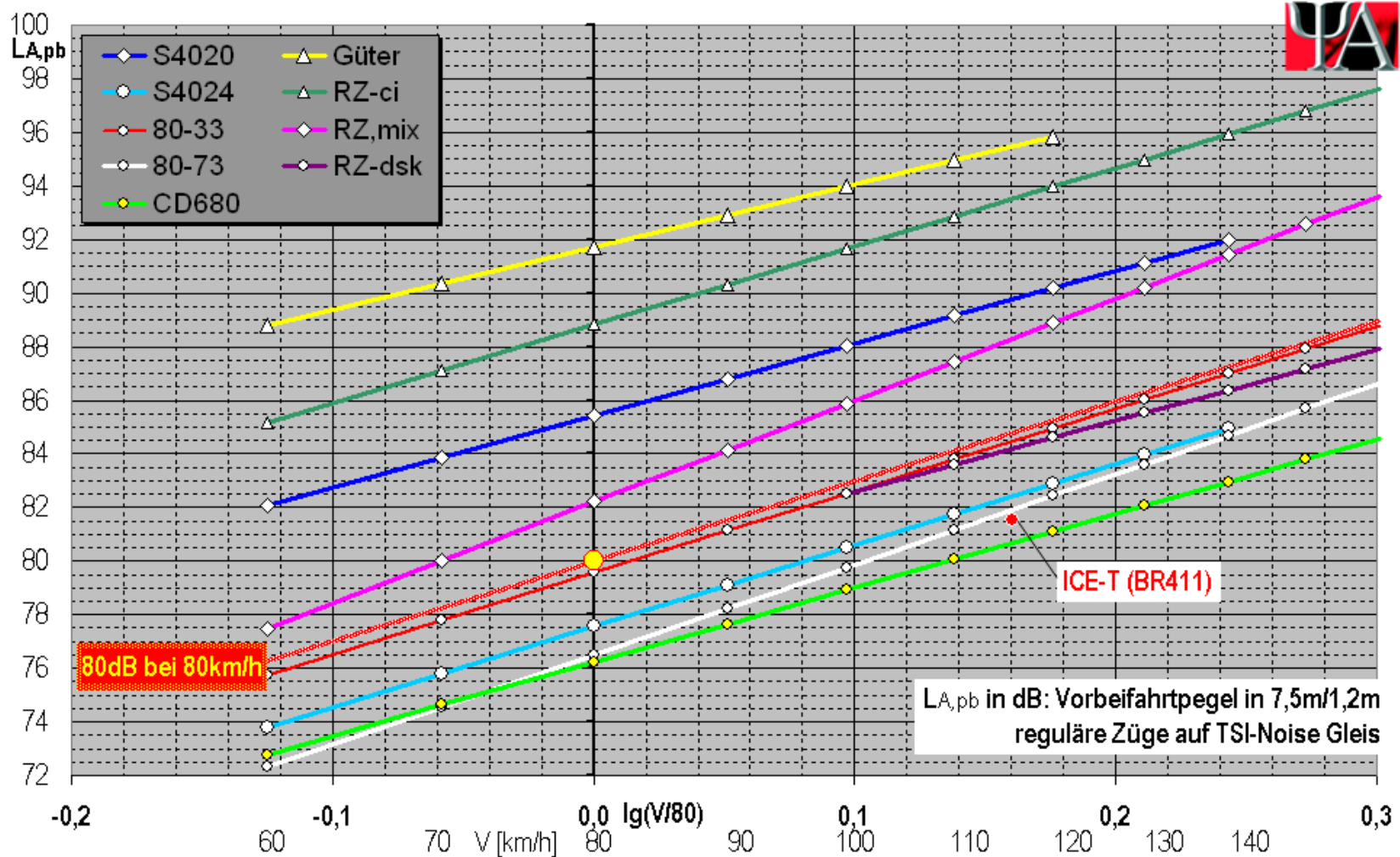


# Reale Vorbeifahrtpegel - Triebfahrzeuge im tägl. Betrieb





# Reale Vorbeifahrtpegel - Wagen & Triebzüge im tägl. Betrieb

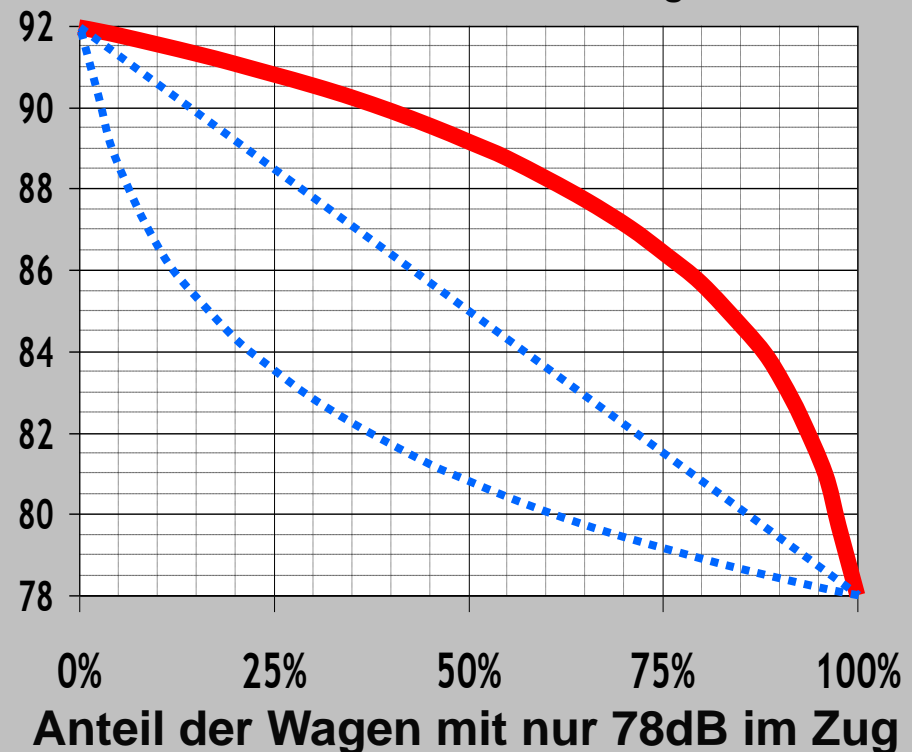


# Wie rasch werden Verbesserungen wirksam?

- Nur wenige lärmarme Fahrzeuge verbessern die Gesamtsituation unmerklich.
- Bei der Eisenbahn beträgt die Nutzungsdauer von Wagen 30 - 40 Jahre → neue, lärmarme Fahrzeuge führen kurzfristig zu keiner Verbesserung

→ Für (rasche) Immissions-  
effekte sind flankierende  
Maßnahmen zu den Lärm-  
TSIs erforderlich

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



# „Ökologisierung des Verkehrs“

Kommission der EU hat am 8.7.08 ein Paket zur „Ökologisierung des Verkehrs“ beschlossen

1. *Greening Transport Communication* KOM(2008)433 (Mitteilung der Kommission an das europ. Parlament und den Rat „Ökologisierung des Verkehrs“)
2. *Greening Transport Inventory* SEC(2008)2206 (Hintergrundpapier zur Mitteilung der Kommission)
3. *Strategy to Internalise the External Costs of Transport* KOM(2008)435 (Internalisierung externer Kosten des Verkehrs)
4. *Proposal for a Directive on road tolls for lorries* KOM(2008)436 (Richtlinienvorschlag zur Änderung der RL 1999/63/EG)
5. *Communication on rail noise* KOM(2008)432 (Mitteilung der Kommission an das europ. Parlament und den Rat „Lärmschutzmaßnahmen am aktuellen Schienenfahrzeugbestand“)

# Mitteilung der Kommission zum Eisenbahnlärm

## Ziele

- „ ..., die durch den Schienenverkehr verursachte Lärmbelastung der Bürger durch die **Förderung von Lärmbekämpfungsprogrammen** zu verringern.“
- „Vor allem durch die **Nachrüstung von Güterwagen** mit geräuscharmen Bremsen, die von allen Maßnahmen am kosteneffizientesten ist, sollen die Geräuschemissionen von Güterzügen verringert werden, ohne die Wettbewerbsfähigkeit des Schienengüterverkehrs zu beeinträchtigen.“
- „ ... von der Umrüstung alle Güterwagen in Europa betroffen, die jährlich **mehr als 10 000 Kilometer** zurücklegen und **noch mindestens fünf Jahre** genutzt werden.“

# Mitteilung der Kommission zum Eisenbahnlärm

## Hindernisse & Vorteile der Umrüstung

- Industrie hat im letzten Jahrzehnt Verbundstoffbremssohlen entwickelt, die herkömmliche Grauguss-Bremsklötze ersetzen soll und wahrgenommenes Rollgeräusch um bis zu 50 % reduzieren (-10dB(A) ≈ Halbierung Lautstärke)
- K-Sohlen sind bewährte Technik, die bei neuen Wagen zum Einsatz kommt, bei Umrüstungen allerdings mit hohen Kosten verbunden ist
- LL-Sohlen, die eins-zu-eins gegen die Grauguß-Sohlen getauscht werden können, werden daher speziell für die Nachrüstung entwickelt.
- Für Umrüstung Investitionen von 200 - 700 Mio. € (LL-Sohlen) bzw. 1,0 - 1,8 Mrd. € (K-Sohlen) sowie zusätzliche Instandhaltungskosten von 200 - 400 Mio. € (insgesamt bis 2025 für beide Technologien) erforderlich
- *„Obwohl Einigkeit über die Umrüstung als kosteneffizienteste Methode zur Verringerung des Schienenlärms besteht, ist das Haupthindernis für eine großmaßstäbliche Umrüstung von Güterwagen finanzieller Art, da die Mittel der beteiligten Akteure hierfür nicht ausreichen oder ihnen nicht genügend Anreize geboten werden“*

# Mitteilung der Kommission zum Eisenbahnlärm

## Massnahmen

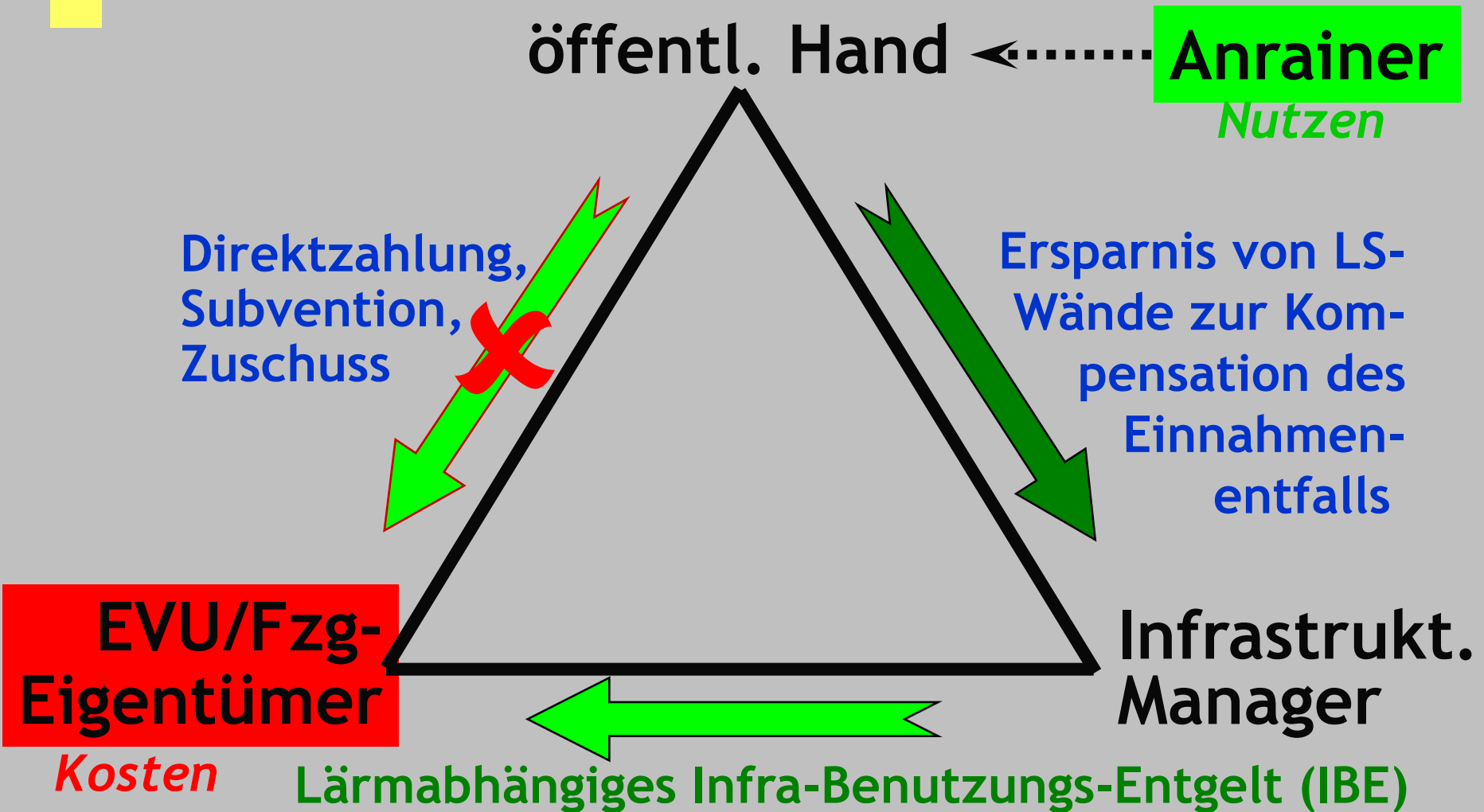
- „Zur Überwindung der Hindernisse, die einer Umrüstung im Wege stehen, hat die Kommission unterschiedliche Maßnahmen analysiert und gelangte zu dem Schluss, dass Kombinationen mehrerer politischer Instrumente geeigneter und wirksamer sind als Einzelmaßnahmen“
- „Am geeignetsten erschien eine Kombination aus
  1. Einführung gestaffelter Trassenpreise
  2. Festlegung von Lärmemissionsgrenzen (Plafonierung)
  3. Selbstverpflichtung des Eisenbahnsektor“ (freiwillige Vereinbarungen)
- „Die Hauptvorteile dieser Alternative sind das größte Lärmminderungspotenzial ... im Vergleich zu anderen Instrumenten wie Direktzuschüssen ...“
- „Das marktorientierte Instrument gestaffelter Trassenpreise schafft ebenfalls Anreize, vorrangig Wagen mit hoher Laufleistung umzurüsten“

# Einführung gestaffelter Trassenpreise

drei Grundmodelle (im Einklang mit der Vorgabe „Den richtigen Preis festsetzen“)

- kostenneutrales **Bonus-Malus-System** mit ermäßigten Preisen für geräuscharme Wagen und höheren Preisen für laute Wagen
  - Gesamterlöse dürfen gem. Richtlinie 2001/14/EG nicht steigen
- **Bonus-System** mit ermäßigten Preisen für leise Wagen
  - ermöglicht Umrüstung bestehender Wagen mit besonders hohen Geräuschemissionen,
  - Infrastrukturbetreiber erhalten vom Mitgliedstaat finanziellen Ausgleich
- **Malus-System** mit erhöhten Preisen für laute Wagen:
  - vergleichbare Entgelte müssen auch bei den konkurrierenden Verkehrsträgern erhoben werden!

# Mittelfluss bei Bonus-System





# Prinzipien für Lärmabhängige Trassenpreise

- Lärmabhängige Trassenpreise für einzelne Wagen anhand der auf einer bestimmten Strecke zurückgelegten Fahrzeug- oder Achskilometer berechnet.
- Bonus für alle geräuscharmen Wagen (auch jene, die die technischen Spezifikationen für die Interoperabilität bereits erfüllen), um Wageneigner, die in die Erneuerung ihres Fahrzeugbestands investieren, nicht zu benachteiligen
- zusätzlicher Bonus für den Einsatz geräuscharmer Wagen auf Strecken in lärmbelasteten Gebieten und/oder im Nachtverkehr möglich
- Gegebenenfalls könnten auch Reisezugwagen in die Preisregelungen einbezogen werden.

# Weitere Aspekte für Lärmabhängige Trassenpreise

- Praktisches Problem bei Staffelung der Trassenpreise:
  - Unternehmen, welches Lärmbonus erhält, nicht unbedingt dasselbe, das Umrüstung finanziert.
  - Wagenvermietung funktionierender Markt → Anpassung der Wagenmieten
  - durch Selbstverpflichtung der Beteiligten zur Transparenz kann Prozess unterstützt werden
- Gestaffelte Trassenpreise erfordern
  - automatisches Fahrzeugerkennungssystem,
  - Software für die Preiserhebung,
  - verbunden mit Erkennungssystem und nationalen Fahrzeugregistern
- Eine Messung des Geräuschniveaus ist nicht notwendig
- bis Januar 2014 sollen sämtliche Funktionen zur Verfügung stehen (strategischer europäischer Bereitstellungsplan des Eisenbahnsektors)

*„Im Zuge der Neufassung der Richtlinie 2001/14/EG wird die Kommission Rechtsvorschriften für die Einführung lärmabhängiger Trassenpreise vorschlagen“*

# Festlegung von Lärmemissionsgrenzen (Plafonierung)

- Geräuschplafonierung dient Begrenzung der Lärmemissionen
  - an bestimmten Streckenpunkt, in bestimmten Zeitspanne
  - lärmintensive Abschnitte im europäischen Schienennetz und der kritische Abend- und Nachtverkehr können damit gelöst werden
- aktuelle Lärmemissionswerte können als Grenzwerte festgelegt werden,
  - um bei zunehmendem Schienengüterverkehr einen Lärmanstieg zu vermeiden
- Eisenbahnsektor bleibt es überlassen, nach optimalen Lösungen zur Einhaltung der Lärmemissionswerte zu suchen
  - durch geräuschärmerer Wagen können mehr Züge einsetzen werden
  - und/oder deren Geschwindigkeit erhöht, ohne Grenzwerte zu überschreiten

*„Als zweiten Schritt nach Abschluss der Umrüstungsprogramme empfiehlt die Europäische Kommission den Mitgliedstaaten, für die Hauptstrecken des Schienengüterverkehrs Lärmemissionsgrenzen einzuführen, um das mit der Umrüstung erzielte niedrigere Geräuschniveau beizubehalten“*

# Die Kosten des Lärms

Beispiel: Neubaustrecke

Verkehrsprognose

Immissionsberechnung

Grenzwertüberschreitung



Errichten von Lärmschutzwänden

Die Kosten werden von der  
Infrastruktur getragen.

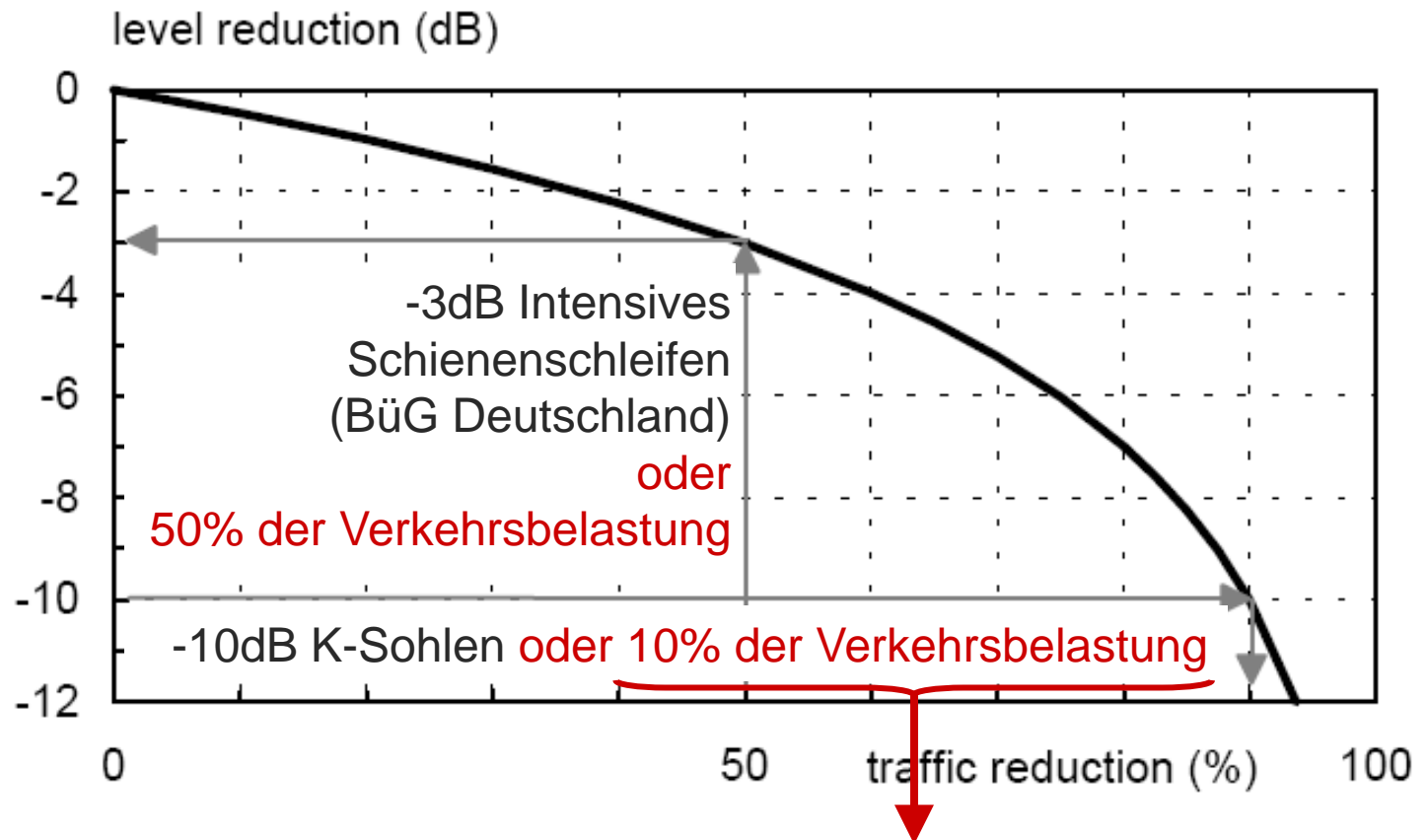


Limitierung der Verkehrsmenge

Letztendlich ein Kapazitätsengpass  
Das System Eisenbahn ist am Markt  
benachteiligt.

# Die Kosten des Lärms

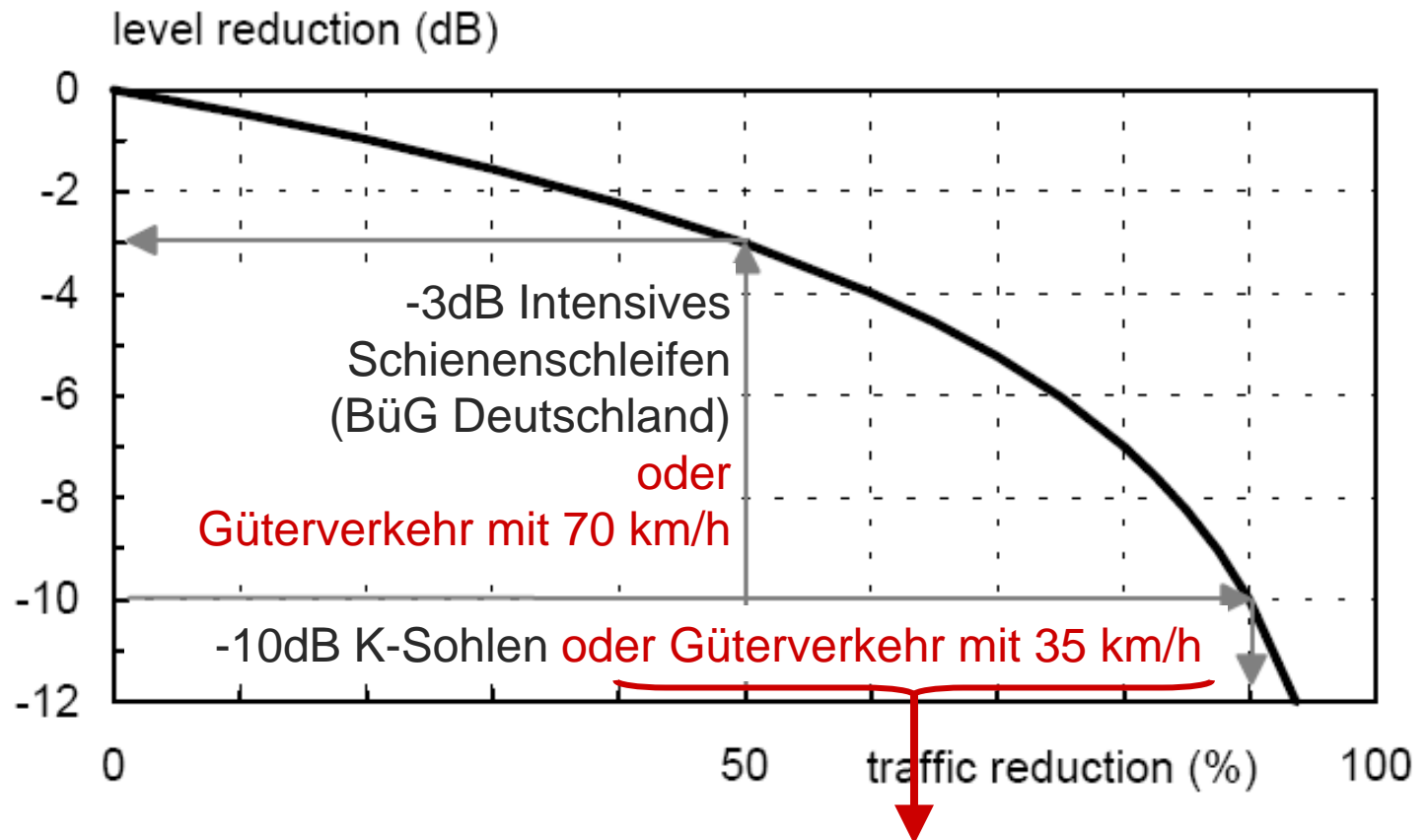
## Limitierung der Verkehrsmenge



Das kann nicht die Lösung des Problems sein!

# Die Kosten des Lärms

## Limitierung der Geschwindigkeit im GV



# Benützungsentgelt als Lärmkapazität

Monetarisierung des Kapazitätsengpasses

Abbildung im Infrastrukturbenützungsentgelt (IBE)

Verursachungsgerechte Verrechnung Bonus/Malus-System

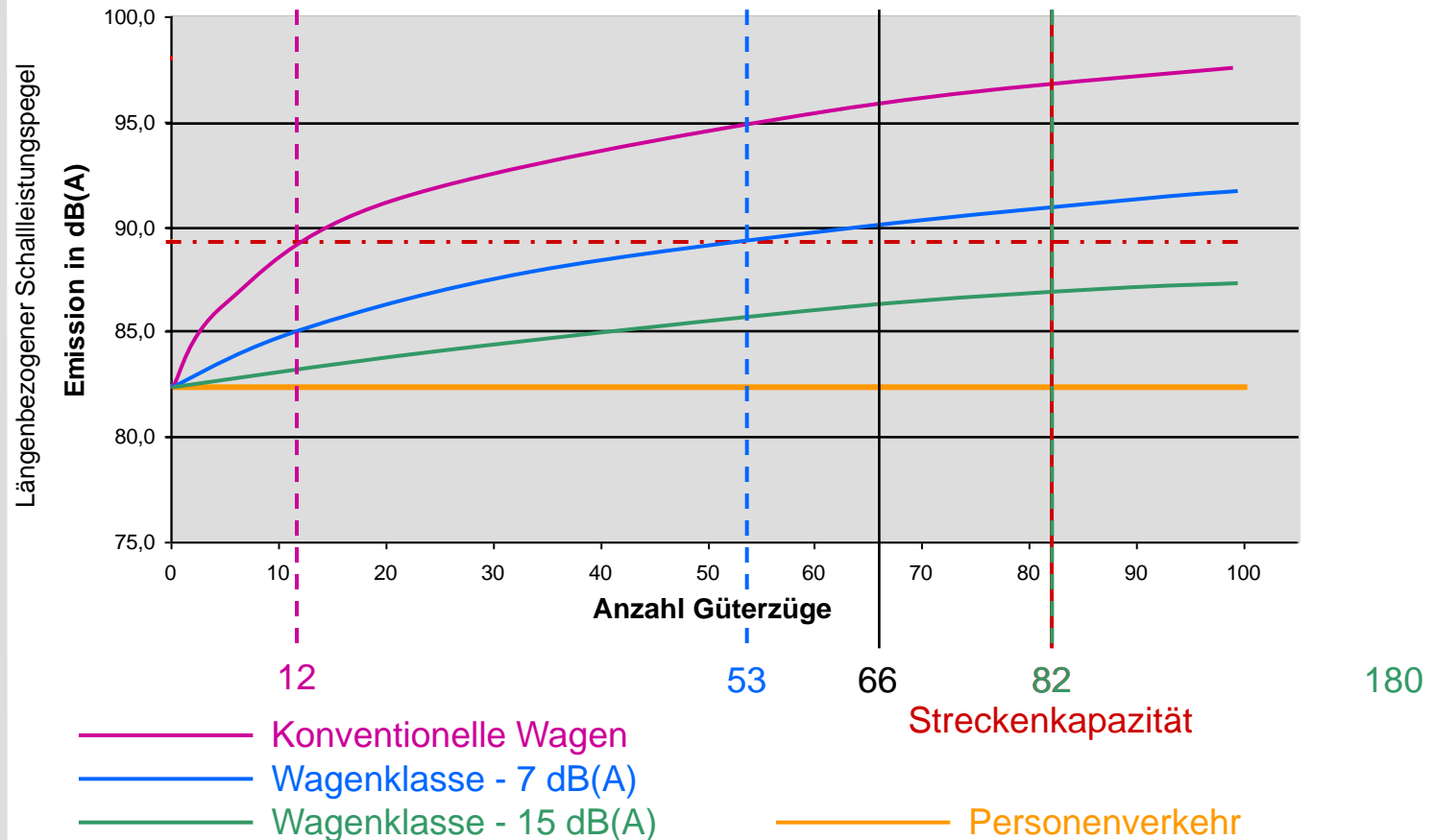
Ein lauterer Fahrzeug zahlt mehr als ein leiseres, da es  
mehr Kapazität verbraucht.

Im ersten Schritt für den Güterverkehr

# Berechnung der Lärmkapazität

## Beispiel

Parameter: Streckenkapazität, Geschwindigkeit (VzG), Personenverkehr





# Kostensätze im IBE

## Kostensätze ÖBB A-Netz (aus Hochrechnung)

### Anlagevermögen

GW <sub>-15dB</sub>	0,0745 €/km
GW <sub>-7dB</sub>	0,0966 €/km
GW <sub>konv.</sub>	0,1136 €/km

**Fixkosten** → nur Deltas

Malus	Bonus	Bonus/Malus	Bonus/Malus (aufwandsneutral)
0,000 €/km	- 0,039 €/km	- 0,022 €/km	- 0,0xx €/km
+ 0,022 €/km	- 0,017 €/km	0,000 €/km	- 0,0xx €/km
+ 0,039 €/km	0,000 €/km	+ 0,017 €/km	+ 0,0xx €/km



### Implementierungsstrategie

- Ziel 1: Markt
- Ziel 2: Steuerungswirkung

Definition der Null-Linie  
Definition der Zeitachse

# Kostensätze im IBE

## Kostensätze ÖBB A-Netz (aus Hochrechnung)

### Anlagevermögen

GW <sub>-15dB</sub>	0,0745 €/km
GW <sub>-7dB</sub>	0,0966 €/km
GW <sub>konv.</sub>	0,1136 €/km

**Fixkosten** → nur Deltas

Malus	Bonus	Bonus/Malus	Bonus/Malus (aufwandsneutral)
0,000 €/km	- 0,039 €/km	- 0,022 €/km	- 0,0xx €/km
+ 0,022 €/km	- 0,017 €/km	0,000 €/km	- 0,0xx €/km
+ 0,039 €/km	0,000 €/km	+ 0,017 €/km	+ 0,0xx €/km



### Implementierungsstrategie

- Ziel 1: Markt
- Ziel 2: Steuerungswirkung

Definition der Null-Linie  
Definition der Zeitachse

# Modelle in Europa

## Niederlande

eingeführt

Tatsächliche Kapazitätsbeschränkung bei Erreichen des Immissionsgrenzwertes – ab 01.01.2008

## Deutschland

geplant

Aufwandsneutrales Bonus-Malus-System im Infrastrukturbenutzungsentgelt (staatliche Zuzahlung) – geplant  
oder  
Zugangskriterium K-Sohle

## Schweiz

eingeführt

Finanzierung der Wagenumrüstung bzw. ‚Lärmbonus‘ im IBE

Verzinsung des Wertverlustes von Immobilien  
Bei Bahn Einhebung über Infrastrukturbenutzungsentgelt

## EU

geplant / Vorstudie

Adaptierung der Richtlinie 14/2001 im Bezug auf Lärm-Komponente

# IBE-Lärm Anforderungen

Ein Modell muss

den EU-Richtlinien entsprechen

× D ✓ NL, CH, A

eine Steuerungswirkung entfalten

× NL ✓ D, CH, A

Marktkompatibilität

× NL, D ✓ CH, A

mit wenig Aufwand zum Ergebnis  
führen und daher auf bestehenden  
Daten aufbauen

× D, CH ✓ NL, A

eine schnelle Implementierung  
ermöglichen

× D, CH ✓ NL, A

Das Infrastrukturbenutzungsentgelt bietet sich als  
Lösungsstrategie für das Lärmproblem der Bahn an.

# Schlussfolgerungen & Ausblick

- Eisenbahnlärm ist ein Umweltproblem in Europa
- Mit den TSIs wird erstmals europaweit die Geräuschemissionen von Schienenfahrzeugen begrenzt
  - nach anfänglich unterschiedlichen Messverfahren (ISO, TSI-HS, TSI-CR) ist Harmonisierungsgrad nun hoch
  - TSI-konforme Messgleise sind (offenbar) mittlerweile vorhanden
  - Schienenfahrzeuge sind verfügbar, welche die Anforderungen hinsichtlich Schallschutz erfüllen
- Die Europ. Kommission hat ein Maßnahmenpaket definiert zur akustischen Sanierung des vorhandenen Rollmaterials
  - Lärmabhängige Trassenpreise sollen primär Anreiz für Umrüstung bilden
  - ergänzend dazu werden Lärmplafonierung an „hot spots“ und freiwillige Vereinbarungen der Beteiligten empfohlen
- Die Höhe der Geräuschemission wird künftig ein wichtiger (Kosten-) Faktor beim Betrieb von Schienenfahrzeugen

# Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



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



Stefan MARSCHNIG  
LCC rail consult e.U., Graz / Austria  
[stefan.marschnig@LCCrail.com](mailto:stefan.marschnig@LCCrail.com)

