

# Die Umsetzung von CNOSSOS-EU in Österreich

## Herausforderungen – Arbeitspakete - Lösungsschritte

Christian Kirisits<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Ziviltechnikerbüro Kirisits, Pinkafeld-Wien

<sup>2</sup> Medizinische Universität Wien

# Richtlinie 2002/49/EG über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm

<b>Belästigung</b>	Grad der Lärmbelästigung in der Umgebung, der mit Hilfe von <u>Feldstudien</u> festgestellt wird;
<b>Lärmindex</b>	physikalische Größe für die Beschreibung des Umgebungslärms, der mit gesundheits-schädlichen Auswirkungen in Verbindung steht;
<b>Dosis-Wirkung-Relation</b>	Zusammenhang zwischen dem Wert eines Lärmindexes und einer gesundheitsschädlichen Auswirkung;

# ANHANG I LÄRMINDIZES

$L_{night}$  ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996-2: 1987, wobei der Beurteilungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Kalendertagen in der Nacht erfolgen

*ein Jahr ist das für die Lärmemission ausschlaggebende und ein hinsichtlich der Witterungsbedingungen durchschnittliches Jahr*

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left( 13 \times 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 3 \times 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right)$$

# ANHANG II BEWERTUNGSMETHODEN FÜR LÄRMINDIZES

*"Bewertung" Methode zur Berechnung, Vorhersage, Einschätzung oder Messung des Wertes des Lärmindex oder der damit verbundenen gesundheitsschädlichen Auswirkungen;*

**Original:**

**Assessment**

~

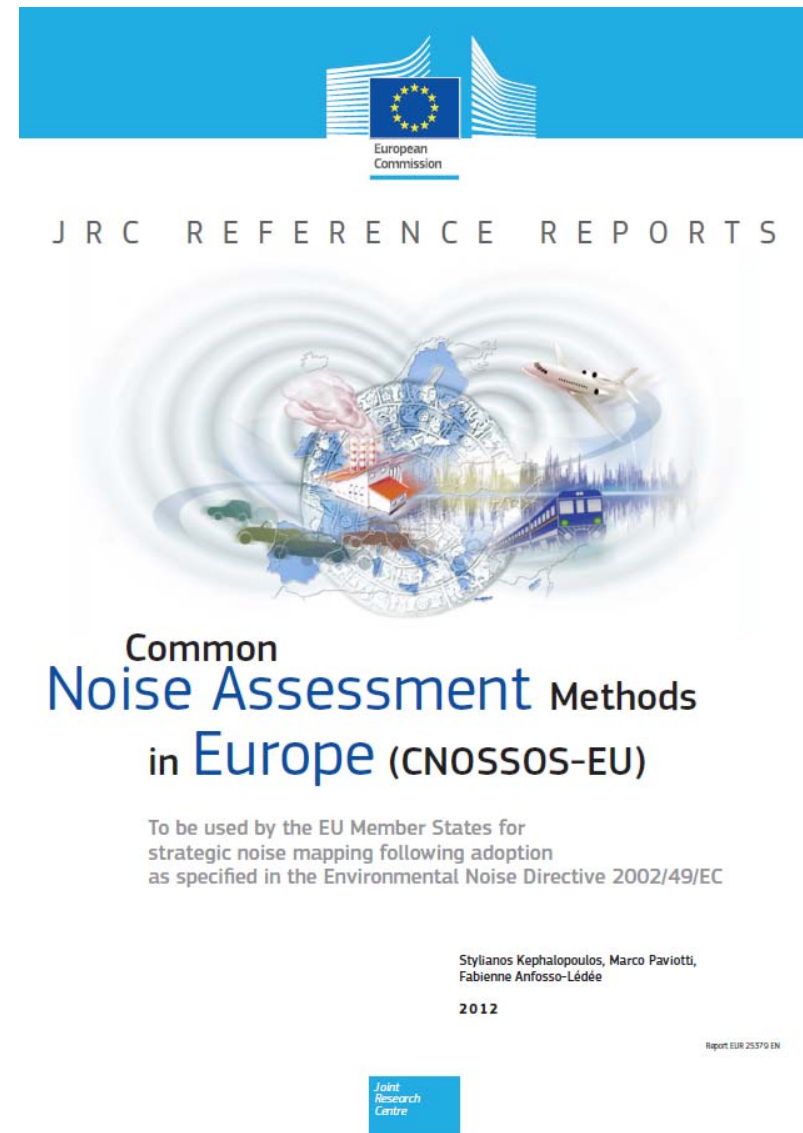
**Feststellung, Erfassung**

# ANHANG II BEWERTUNGSMETHODEN FÜR LÄRMINDIZES

Neue Berechnungsvorschriften

Implementierung in Österreich  
für Kartierung verpflichtend

für Genehmigungsverfahren  
und Sanierung optional



# ANHANG III METHODEN ZUR BEWERTUNG DER GESUNDHEITSSCHÄDLICHEN AUSWIRKUNGEN

Für die Bewertung der Auswirkungen von Lärm auf die Bevölkerung sollten Dosis-Wirkung-Relationen verwendet werden. Die Dosis-Wirkung-Relationen, die durch künftige Änderungen dieses Anhangs nach Artikel 13 Absatz 2 eingeführt werden, betreffen insbesondere Folgendes:

- die Relation zwischen **Belästigung** und  $L_{den}$  für Straßenverkehrs-, Eisenbahn- und Fluglärm sowie für Industrie- und Gewerbelärm,
- die Relation zwischen **Schlafstörung** und  $L_{night}$  für Straßenverkehrs-, Eisenbahn- und Fluglärm sowie für Industrie- und Gewerbelärm.

# ANHANG III METHODEN ZUR BEWERTUNG DER GESUNDHEITSSCHÄDLICHEN AUSWIRKUNGEN

EEA Technical report | No 11/2010

Good practice guide on noise exposure  
and potential health effects

---

ISSN 1725-2237

# Terminologie

- Richtlinie (EU) 2015/996 zur Festlegung gemeinsamer Lärmbewertungsmethoden gemäß Richtlinie 2002/49/EG
- Anhang II der Richtlinie 2002/49/EG
- CNOSSOS-EU



# 2.1. Allgemeine Bestimmungen – Straßenverkehrs-, Eisenbahn- und Industrie-/Gewerbelärm

## 2.1.2. Qualitätsrahmen

### *Genauigkeit der Eingangswerte*

Alle Eingangswerte, die den Emissionspegel einer Quelle beeinflussen, sind mit mindestens der Genauigkeit zu bestimmen, die einer Unsicherheit von  $\pm 2$  dB (A) im Emissionspegel der Quelle entspricht (wobei alle anderen Parameter unverändert bleiben).

### *Nutzung von Standardwerten*

generell nicht – Verhältnismäßigkeit der Kosten

### *Qualität der für die Berechnungen verwendeten Software*

#### Testfällen

Kein direkter Hinweis auf ISO/TR 17534 Reihe (aus 2014 bzw. 2015),  
Entwicklungen dazu sind aber zu beobachten!

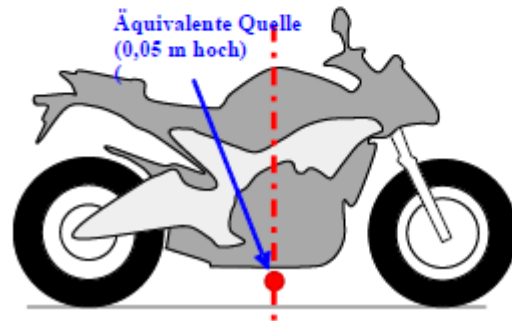
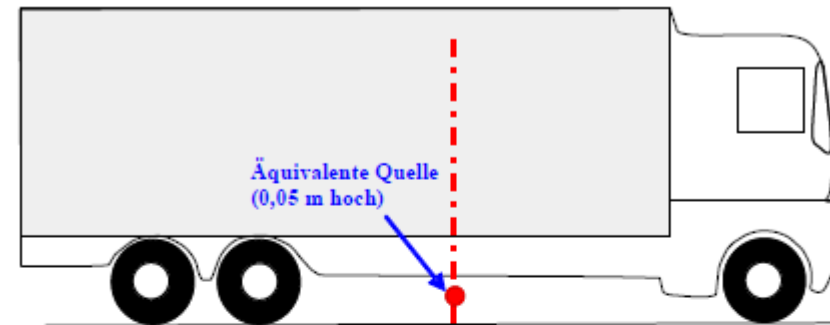
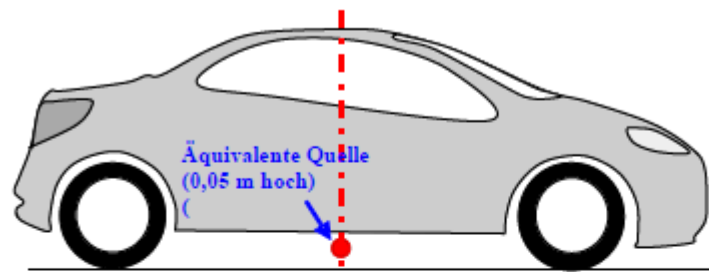
## 2.2. Straßenverkehrslärm

### Fahrzeugklassen

Klasse	Bezeichnung	Beschreibung	Fahrzeugklasse in EG-Typgenehmigung für vollständige Fahrzeuge <sup>1</sup>	
1	Leichte Kraftfahrzeuge	PKW, Lieferwagen $\leq 3,5$ t, Geländewagen (SUV) <sup>2</sup> , Großraumlimousinen <sup>3</sup> , einschließlich Anhänger und Wohnwagen	M1 und N1	
2	Mittelschwere Fahrzeuge	Mittelschwere Fahrzeuge, Lieferwagen $> 3,5$ t, Busse, Wohnmobile usw. mit zwei Achsen und Doppelbereifung auf der Hinterachse	M2, M3 und N2, N3	
3	Schwere Fahrzeuge	Schwere Nutzfahrzeuge, Reisebusse, Busse, mit drei oder mehr Achsen	M2 und N2 mit Anhänger, M3 und N3	
4	Zweirädrige Kraftfahrzeuge	4a	Zwei-, drei- und vierrädrige Mopeds	L1, L2, L6
		4b	Motorräder mit und ohne Seitenwagen, drei- und vierrädrige Motorräder	L3, L4, L5, L7
5	Offene Klasse	Entsprechend dem künftigen Bedarf	k. A.	

## 2.2. Straßenverkehrslärm

### Ersatzschallquellen



## 2.2. Straßenverkehrslärm

### Grundgleichungen

Schallleistungspegel pro Klasse und jährlichem Durchschnitt

$$L_{W',eq,line,i,m} = L_{W,i,m} + 10 \times \lg\left(\frac{Q_m}{1000 \times v_m}\right)$$

$$L_{W,i,m}(v_m) = 10 \times \lg\left(10^{L_{WR,i,m}(v_m)/10} + 10^{L_{WP,i,m}(v_m)/10}\right)$$

Rollgeräusch

$$L_{WR,i,m} = A_{R,i,m} + B_{R,i,m} \times \lg\left(\frac{v_m}{v_{ref}}\right) + \Delta L_{WR,i,m}$$

$$\Delta L_{WR,i,m} = \Delta L_{WR,road,i,m} + \Delta L_{studded\,tyres,i,m} + \Delta L_{WR,acc,i,m} + \Delta L_{W,temp}$$

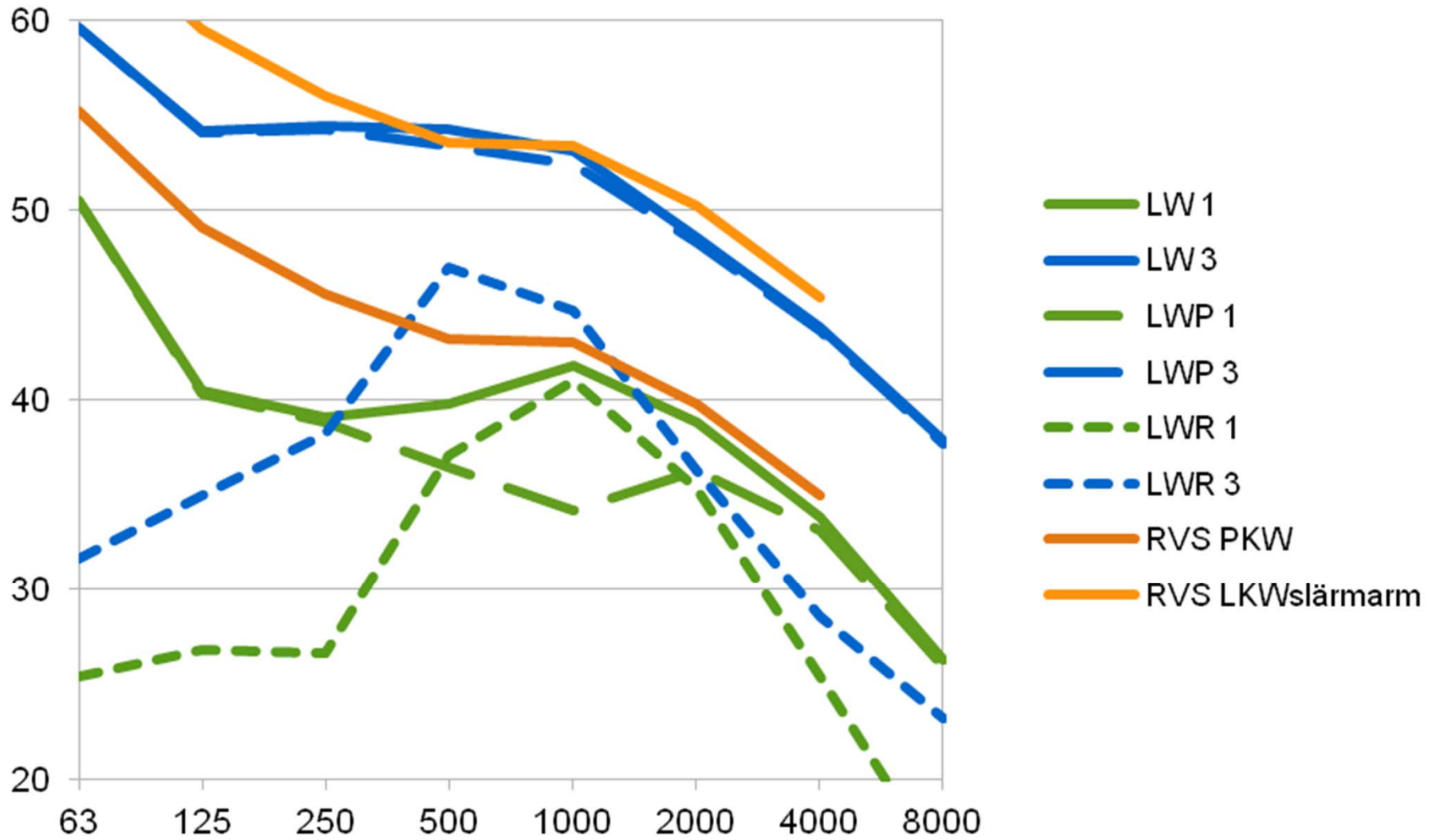
Antriebsgeräusch

$$L_{WP,i,m} = A_{P,i,m} + B_{P,i,m} \times \frac{(v_m - v_{ref})}{v_{ref}} + \Delta L_{WP,i,m}$$

$$\Delta L_{WP,i,m} = \Delta L_{WP,road,i,m} + \Delta L_{WP,grad,i,m} + \Delta L_{WP,acc,i,m}$$

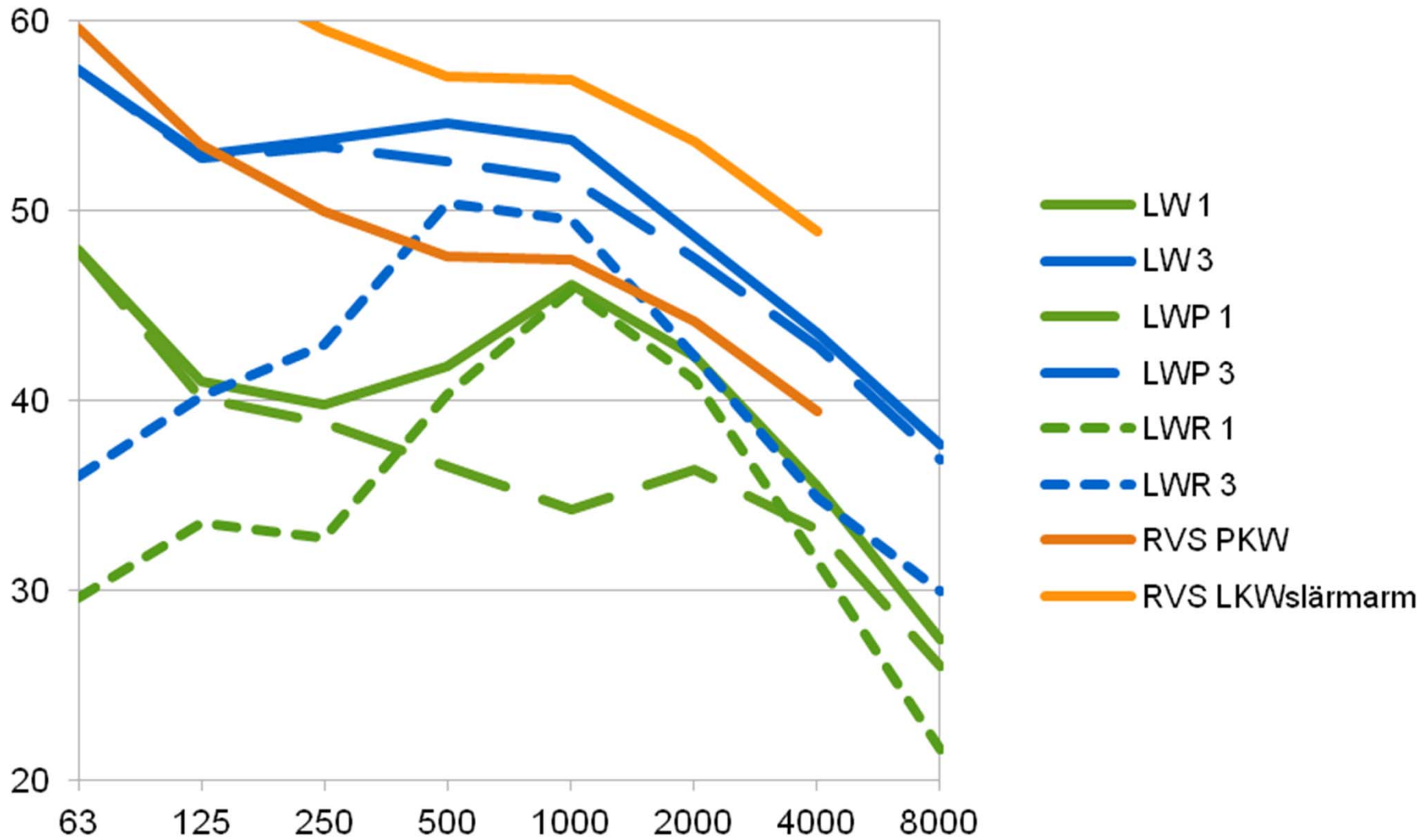
# 2.2. Straßenverkehrslärm

## Spektren – 30 km/h



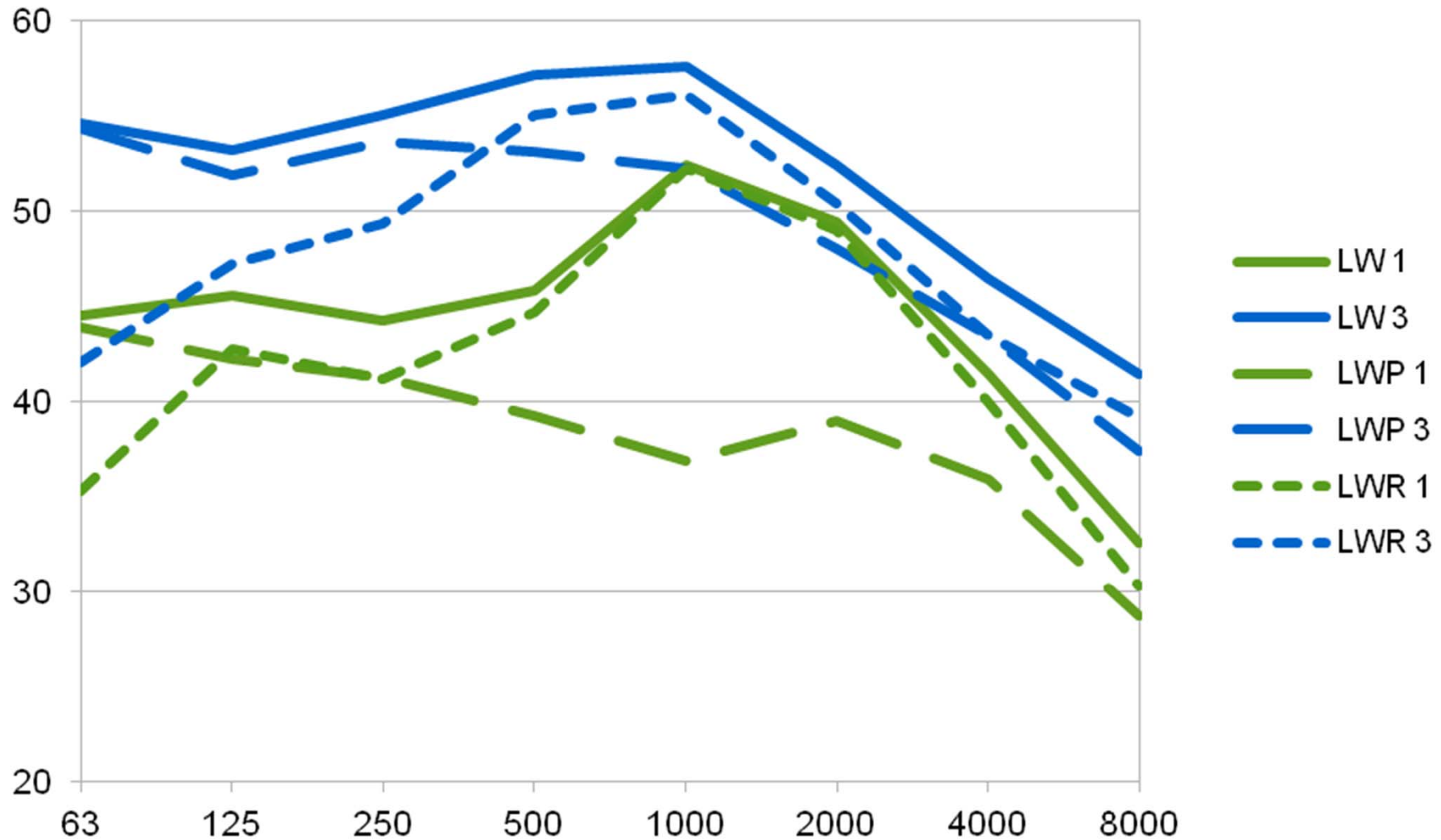
# 2.2. Straßenverkehrslärm

## Spektren – 50 km/h



## 2.2. Straßenverkehrslärm

### Spektren – 100 km/h



## 2.2. Straßenverkehrslärm

### Bestimmung aus nationalen Daten

**Emissionsdaten - national**



**Standard  
Berechnungsverfahren -  
national**



**Immissionspegel in  
z.B.: 30 m von der  
Emissionsachse**



**Inverses  
Berechnungsverfahren -  
CNOSSOS**



**Emissionsdaten - CNOSSOS**

Adaptiert nach: Generic guidelines for translating 3rd party datasets into CNOSSOS-EU.  
Extrium Ltd /EU DG ENV (2014)



# 2.2. Straßenverkehrslärm

## Verknüpfung mit Ausbreitungsrechnung (G=0)

### ÖAL 28

IP	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
7,5 m /1,2 m	-8,6	-8,7	-8,7	-8,7	-8,8	-8,9	-9,2	-9,7
25 m /1,2 m	-13,9	-14,0	-14,0	-14,1	-14,2	-14,5	-15,2	-16,6

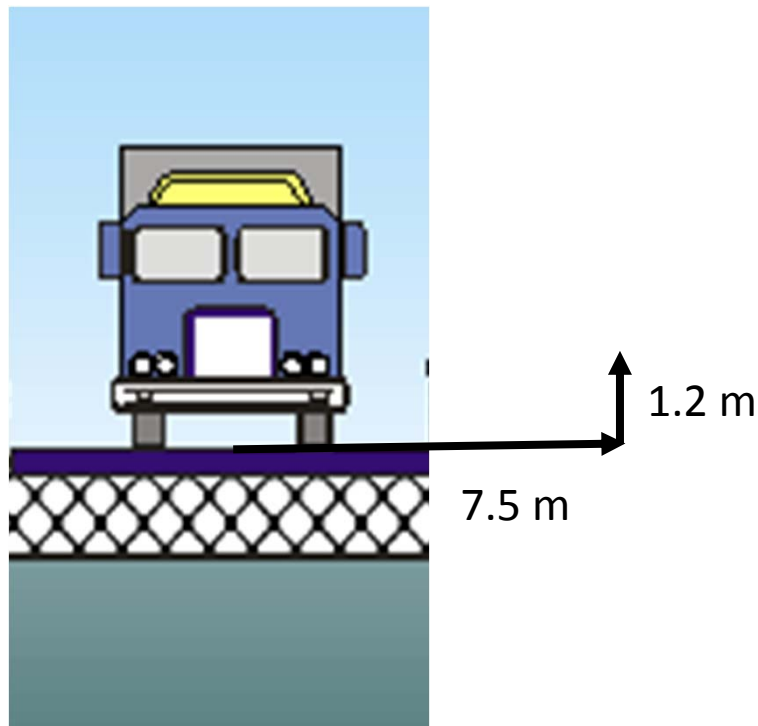
### ISO 9613-2

Lw	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,4
7,5 m /1,2 m	-8,7	-8,7	-8,7	-8,7	-8,8	-8,9	-9,2	-10,3
25 m /1,2 m	-13,9	-14,0	-14,0	-14,1	-14,2	-14,6	-15,7	-18,6

### CNOSSOS-EU

Lw	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,4
7,5 m /1,2 m	-8,8	-8,8	-8,8	-8,8	-8,9	-9,0	-9,4	-10,3
25 m /1,2 m	-14,1	-14,1	-14,2	-14,2	-14,3	-14,6	-15,7	-18,5

# Road – geometry



## Standard values:

a constant vehicle speed

a flat road

an air temperature  $\tau_{\text{ref}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

a virtual reference road surface,  
consisting of an average of dense asphalt  
concrete 0/11 and stone mastic asphalt  
0/11, between 2 and 7 years old and in a  
representative maintenance condition

a dry road surface

no studded tyres.

Hard ground (material identifier H,  $G=0$ )

Geometry according to ISO 11819

# Road – variations



## Road pavement:

No variation – fixed definition by national regulations

## Air temperature:

$$K_m (\tau_{\text{ref}} - \tau_r)$$

$K_m = 0.08$  for light motor vehicles (0.04 for heavy vehicles)

<u>City</u>	<u>Mean temperature</u>	<u>Difference to 20°C</u>
Helsinki	5.9 °C	+1.1 dB
Malta	23.2 °C	-0.3 dB

## Within Austria

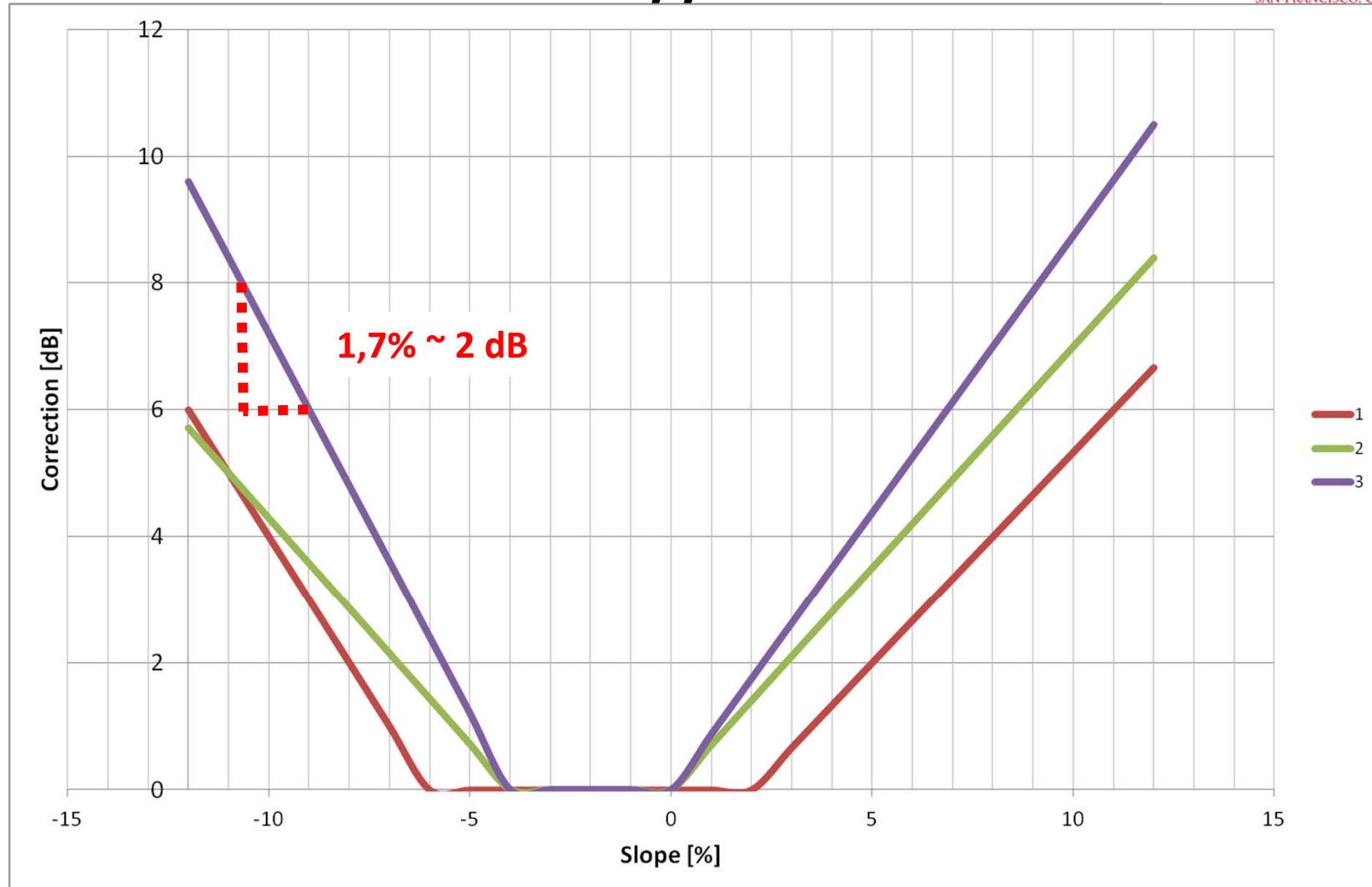
Vienna                      13°C      Coldest below 1000 m      7°C

Systematic variation 0.8 dB

If reference set to 10°C – random variation 0.3 dB

Day/night              5° difference ~ 0.2 dB - but if combining rolling noise and propulsion noise for heavy vehicles < 0.05 dB

# Road gradient



Vehicle speed 100 km/h for m=1, 70 km/h for m=2,3

Aus: Kirisits, Lechner. Internoise 2015

# Road



## Studded tires:

Percentage of light motor vehicles with studded tires in Austria:

< 10%

5 months allowed

Deviation of 0.2 dB for 50 km/h

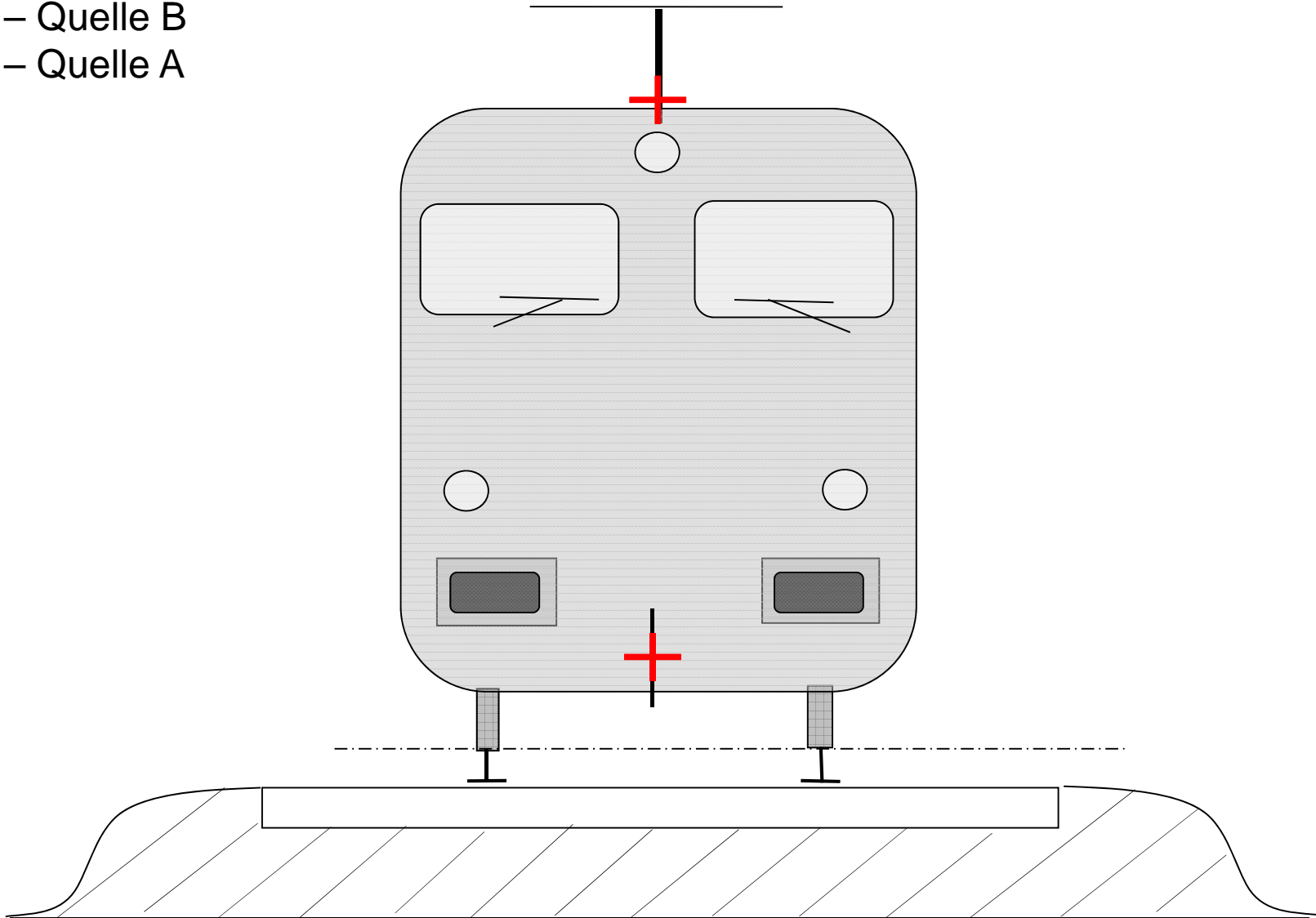
## Intersections with crossings and roundabouts:

Highly depending on geometry and location

## 2.3. Eisenbahnlärm

### Ersatzschallquellen

4.0 m – Quelle B  
0.5 m – Quelle A



## **2.3. Eisenbahnlärm**

### **Schallquellen**

- 1) Rollgeräusche**
- 2) Antriebsgeräusche**
- 3) aerodynamische Geräusche**
- 4) stoßartige Geräusche**
- 5) Bremsgeräusche**
- 6) Geräusche aufgrund zusätzlicher Einflussfaktoren wie Brücken und Viadukte**

## 2.3. Eisenbahnlärm

### Grundgleichungen

Schallleistungspegel pro Klasse und  
jährlichem Durchschnitt

$$L_{W',eq,line,i}(\psi, \varphi) = L_{W,0,dir,i}(\psi, \varphi) + 10 \times \lg\left(\frac{Q}{1000v}\right) \quad (\text{für } c = 1)$$

Richtcharakteristik

$$L_{W,0,dir,i}(\psi, \varphi) = L_{W,0,i} + \Delta L_{W,dir,vert,i} + \Delta L_{W,dir,hor,i}$$

Kombination Rauheit (Kontakfilter)

$$L_{R,TOT,i} = 10 \cdot \lg\left(10^{L_{r,TR,i}/10} + 10^{L_{r,VEH,i}/10}\right) + A_{3,i}$$

Transferfunktionen

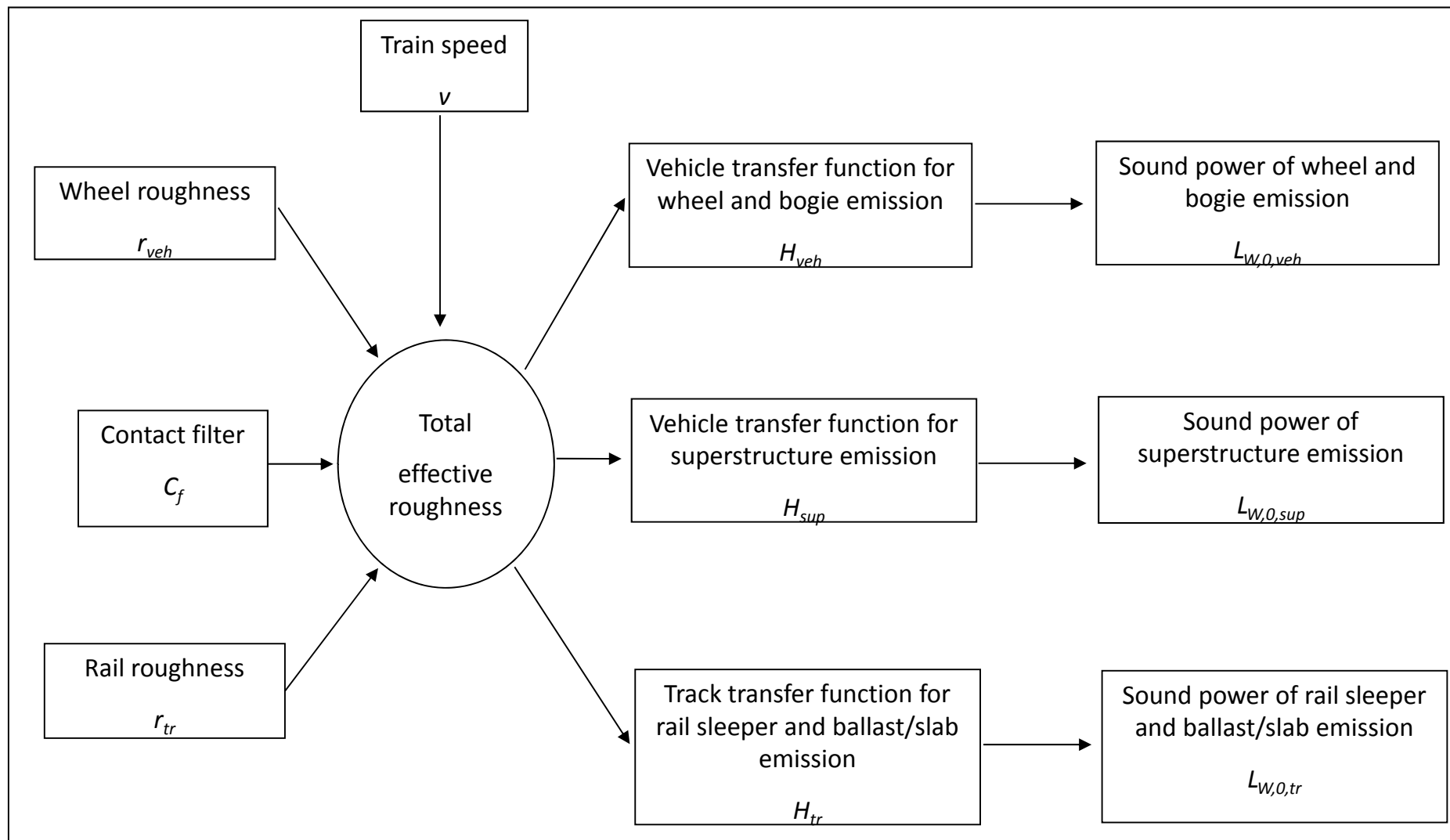
$$L_{W,0,TR,i} = L_{R,TOT,i} + L_{H,TR,i} + 10 \times \lg(N_a)$$

$$L_{W,0,VEH,i} = L_{R,TOT,i} + L_{H,VEH,i} + 10 \times \lg(N_a)$$



## 2.3. Eisenbahnlärm

### Rauheit und Transferfunktionen



# 2.3. Eisenbahnlärm

## Rauheit und Transferfunktionen

[Hz]			50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800
LwEqLine	A		57,2647	59,1756	62,403	64,6604	63,3462	63,4332	64,0839	67,2878	66,7649	68,498	70,6234	70,6048	72,2222
LwOdir	A		92,7931	94,704	97,9314	100,189	98,8746	98,9616	99,6123	102,816	102,293	104,026	106,152	106,133	107,751
LwOdir	A	rolling	92,7931	94,704	97,9314	100,189	98,8746	98,9616	99,6123	102,816	102,293	104,026	106,152	106,133	107,751
Lw0	A	rolling	92,5605	94,4675	97,6899	99,9416	98,6204	98,6982	99,3387	102,531	101,993	103,709	105,815	105,775	107,367
LwOdir	A	traction	0,232595	0,236503	0,241499	0,24722	0,254145	0,263448	0,273571	0,285534	0,300076	0,317606	0,336414	0,358458	0,384005
Lw0	A	traction	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LwOdir	A	aerodynamic	0,232595	0,236503	0,241499	0,24722	0,254145	0,263448	0,273571	0,285534	0,300076	0,317606	0,336414	0,358458	0,384005
Lw0	A	aerodynamic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
deltaLw0dir\A			0,232595	0,236503	0,241499	0,24722	0,254145	0,263448	0,273571	0,285534	0,300076	0,317606	0,336414	0,358458	0,384005
deltaLw0dirHorz			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LwTr			61,1574	68,1574	76,4571	86,4431	89,8083	90,5721	90,0009	92,8376	96,1744	102,105	105,203	105,176	106,988
LwVeh			92,5574	94,4574	97,6571	99,7431	98,0083	97,9721	98,8009	102,038	100,674	98,605	97,0033	96,8757	96,5875
LwVehSup			17,1574	17,1574	16,5571	15,6431	14,7083	13,6721	12,8009	11,9376	10,8744	9,60504	8,20333	6,47571	4,18754
deltaLsqueal			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
deltaLbridge			0												
LRtot			11,1368	11,1368	10,5365	9,62245	8,68773	7,65152	6,78034	5,91705	4,85384	3,58444	2,18273	0,455108	-1,83306
LHTr			44	51	59,9	70,8	75,1	76,9	77,2	80,9	85,3	92,5	97	98,7	102,8
LHVeh			75,4	77,3	81,1	84,1	83,3	84,3	86	90,1	89,8	89	88,8	90,4	92,4
LHVehSup			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LrRough			11,1368	11,1368	10,5365	9,62245	8,68773	7,65152	6,78034	5,91705	4,85384	3,58444	2,18273	0,455108	-1,83306

## 2.3. Eisenbahnlärm

### Vergleich

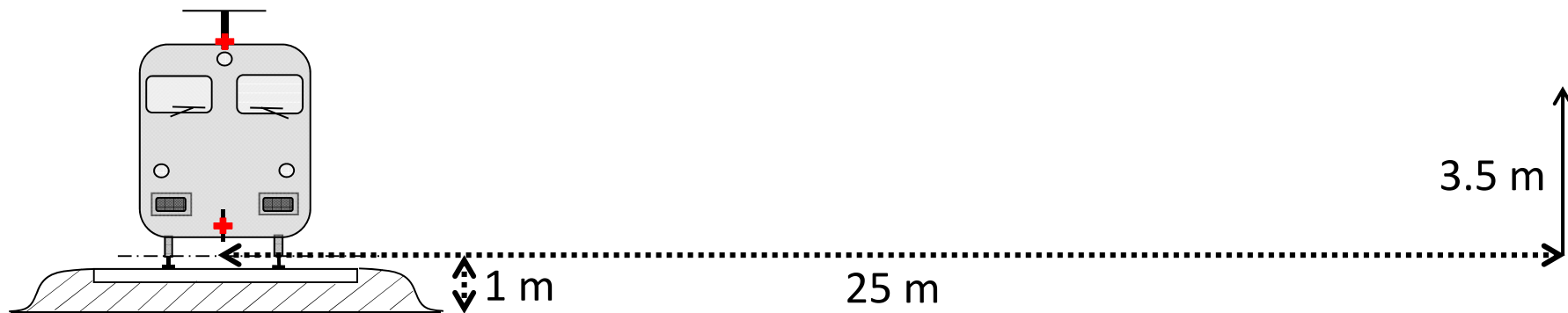
Beispiel:

Immissionspegel für Beispielzug

mehrere provisorische Annahmen für Eingangsdaten

<b>Punkt</b>	<b>y</b>	<b>z</b>	<b>ONR305011</b>	<b>CNOSSOS-EU</b>
IP1	7,5 m	1,2 m	62,1 dB	62,0 dB
IP2	25 m	3,5 m	55,9 dB	56,5 dB
IP3	100 m	4,0 m	48,0 dB	48,3 dB
IP4	300 m	4,0 m	41,0 dB	42,1 dB

# Methods – Railroad Emission



Geometry comparable to ISO 3095 for fast trains

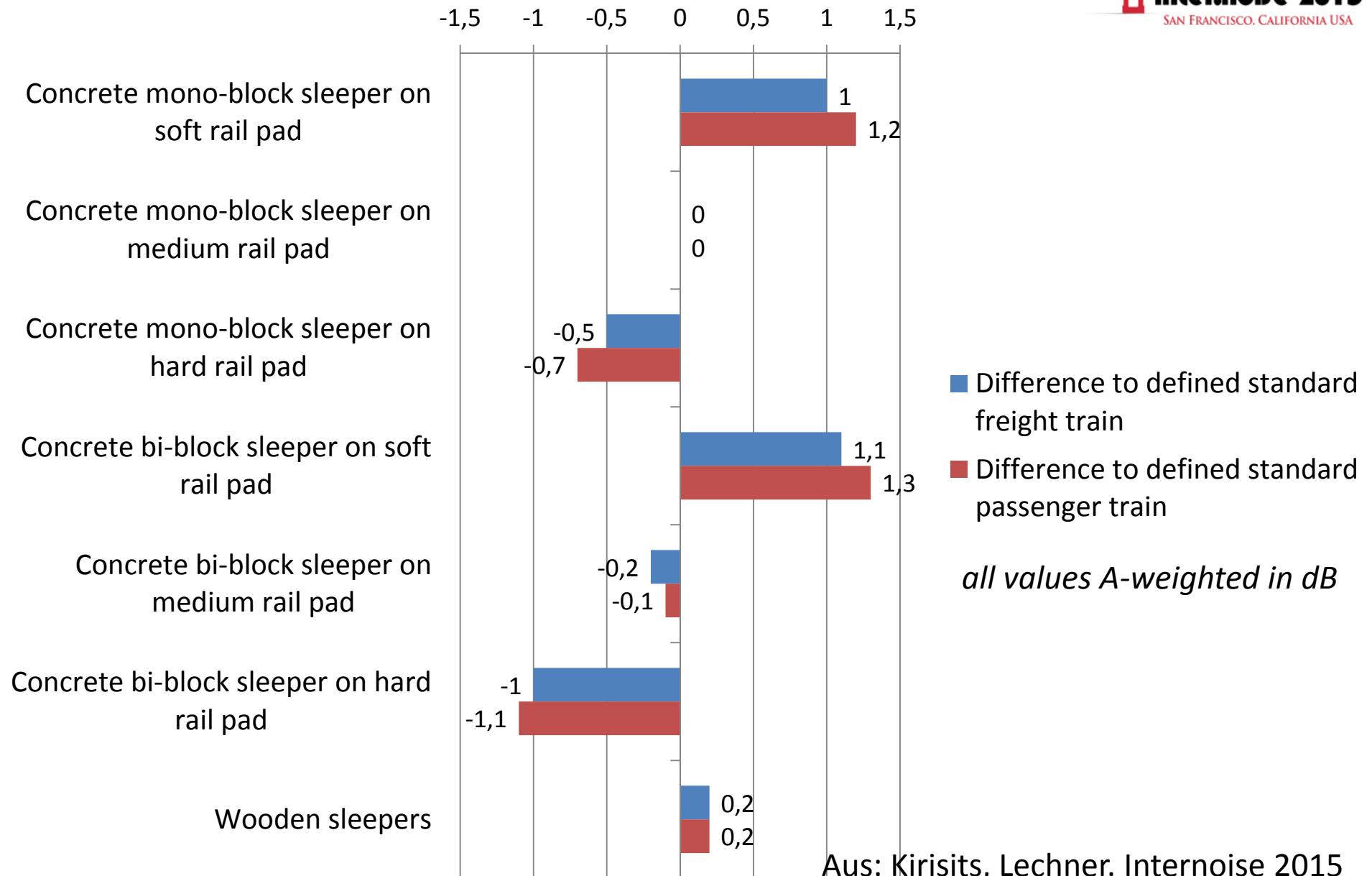
1 m rail segment

Uncompacted, loose ground (material identifier C,  $G=1$ )

## Reference track:

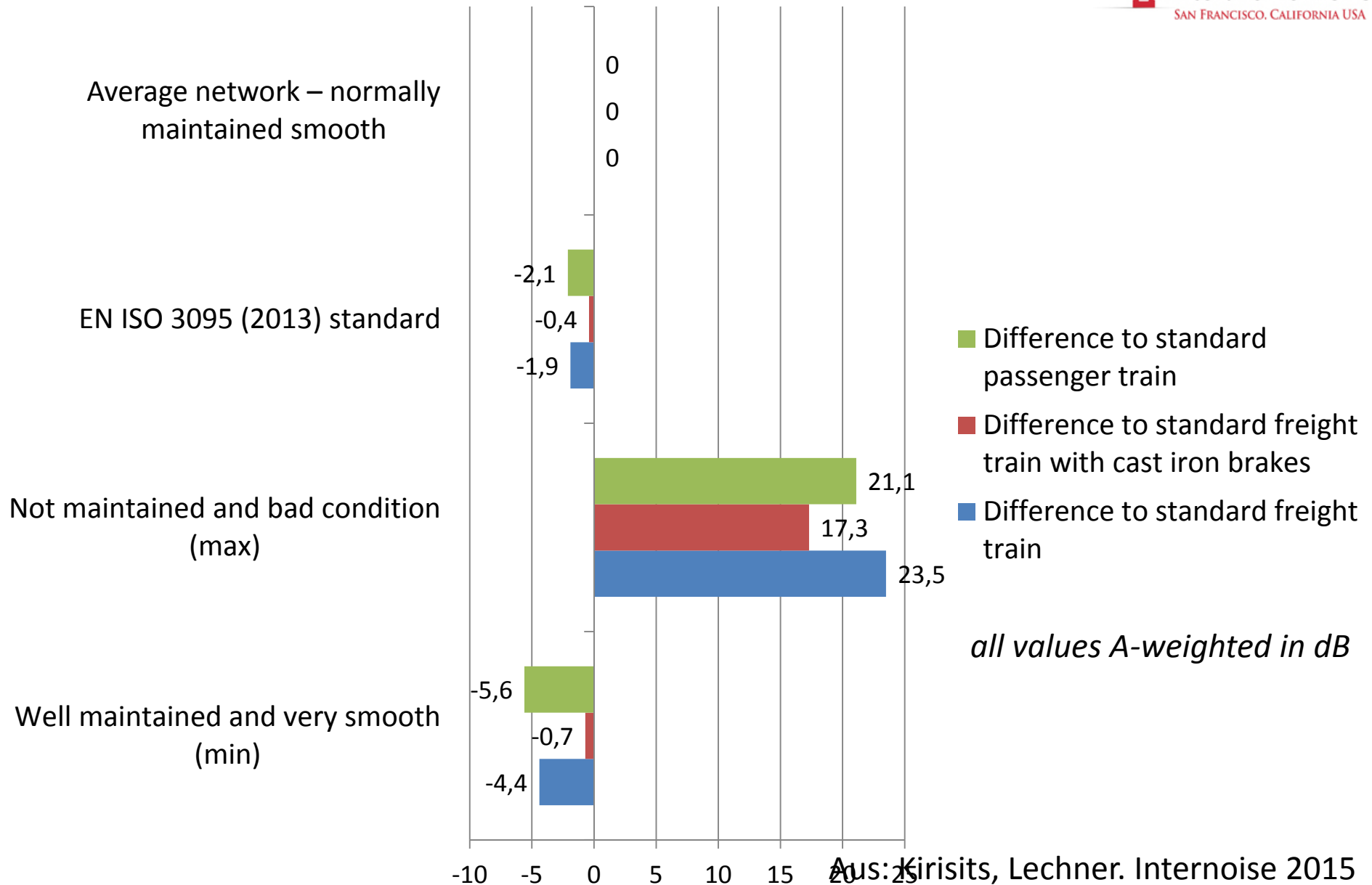
Concrete mono-block sleepers on medium railpad stiffness (250 to 800 MN/m), CNOSSOS default for superstructure transfer (empty), average network roughness, no impact noise (no joints), no bridge and no curve squeal

# Influence of sleeper

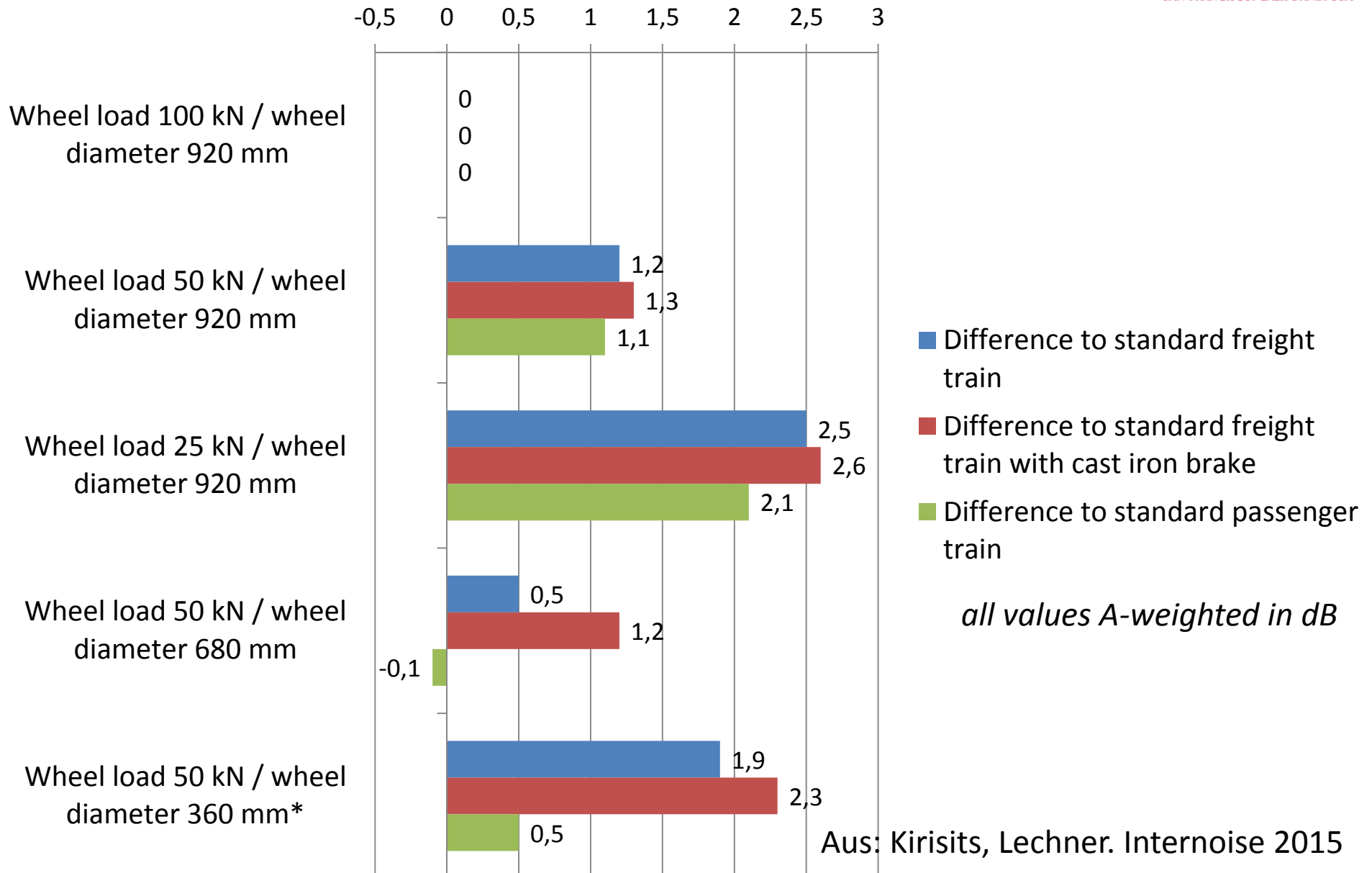


Aus: Kirisits, Lechner. Internoise 2015

# Variation due to rail roughness



# Variations due to vehicle transfer function and contact filter



Aus: Kirisits, Lechner. Internoise 2015

# Additional variations



## Impact Noise:

One switch, joint or crossing  
for a segment length of 100 m

+ 13.5 dB

10 joints

+ 23.3 dB

## Bridge type:

Predominately concrete or masonry bridge

+ 1.0 dB

Predominately steel bridge with ballasted track

+ 4.0 dB

## Squeal noise:

300 m < R < 500 m

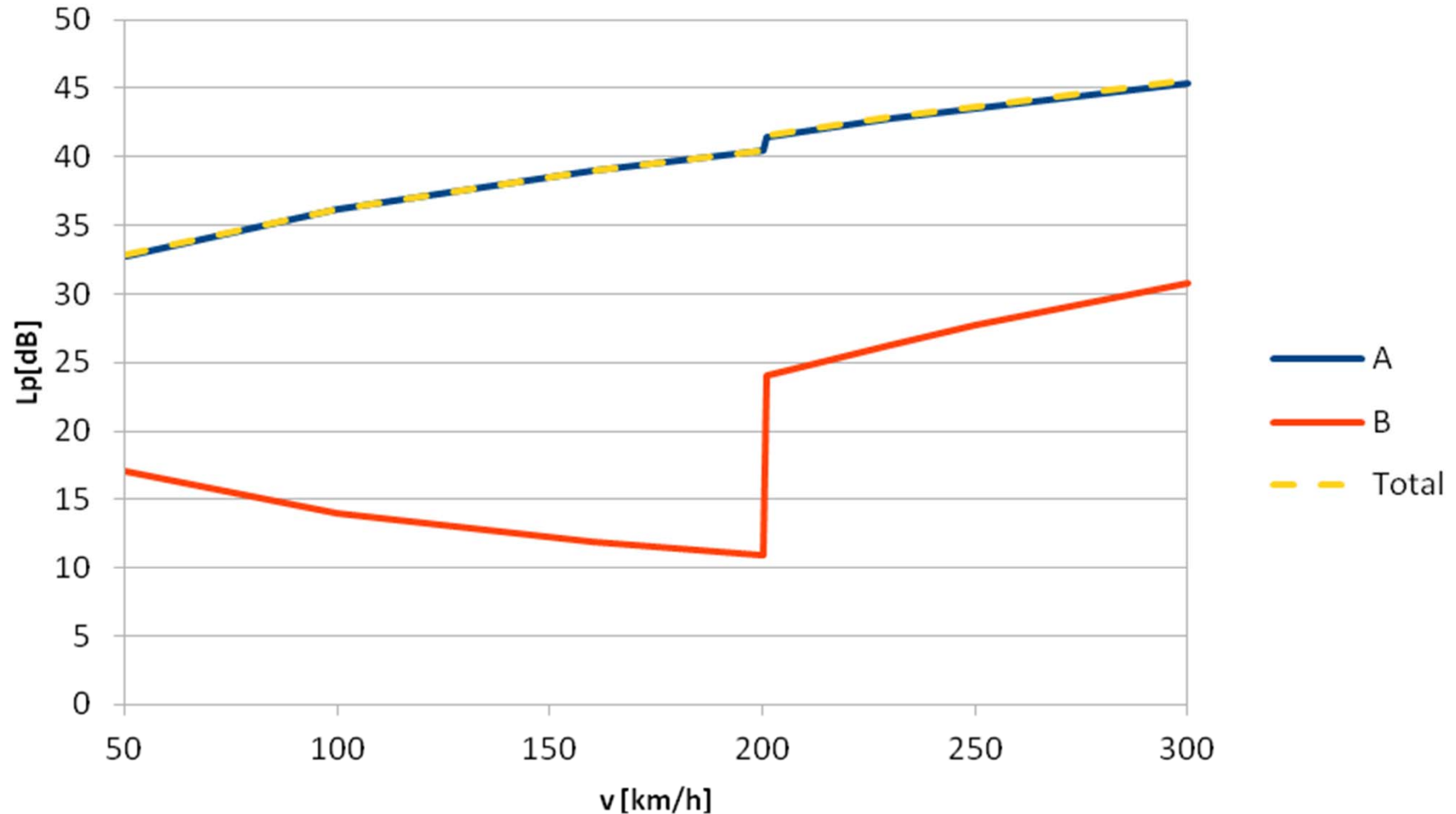
+ 5.0 dB

R < 300 m

+ 8.0 dB



# Contribution of source A and source B



*Might be of importance in case of barriers*

Aus: Kirisits, Lechner. Internoise 2015

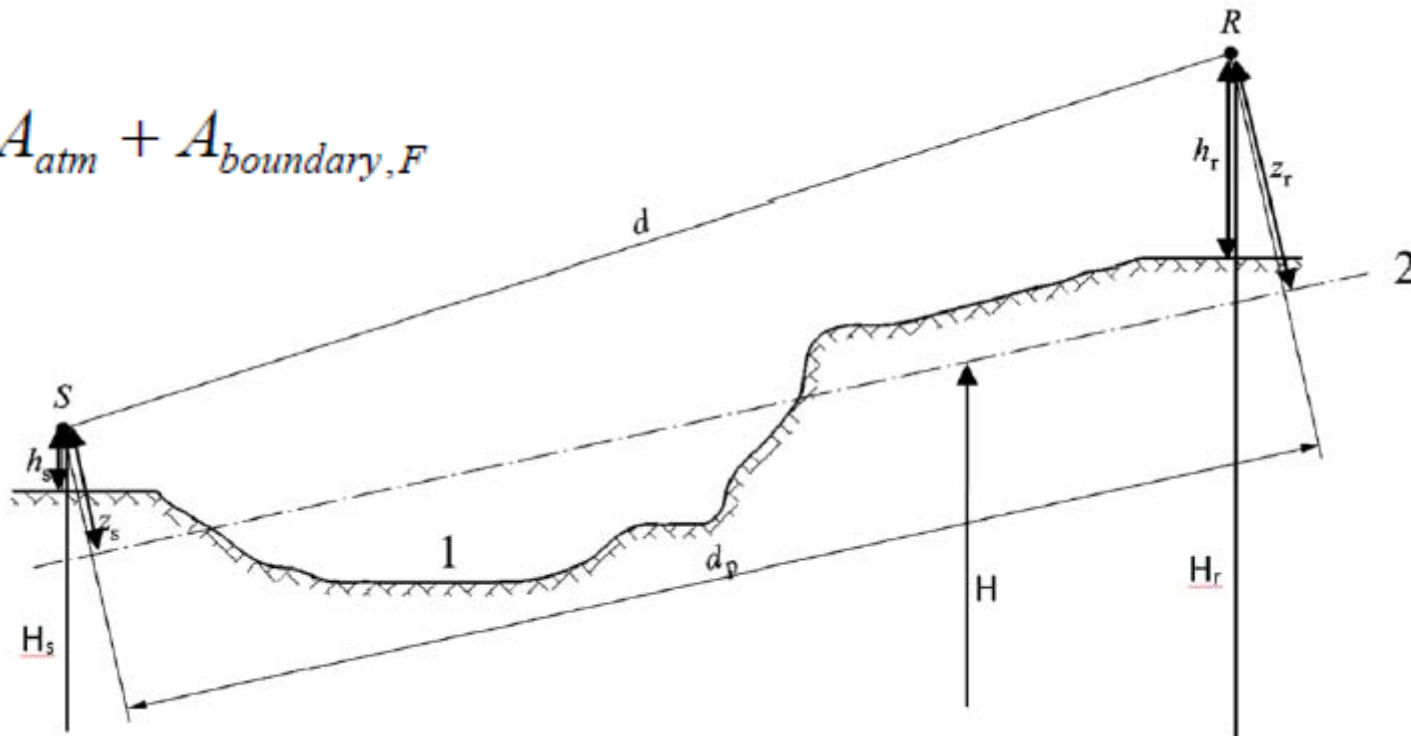
## 2.4. Industrie- und Gewerbelärm

### Grundlagen

- Spektrum der abgestrahlten Schallleistungspegel in Oktavbändern
- Betriebszeiten (Tag, Abend, Nacht, im Jahresdurchschnitt)
- Ort (Koordinaten  $x$ ,  $y$ ) *und Höhe ( $z$ ) der Schallquelle*
- Art der Quelle (Punkt, Linie, Fläche)
- Abmessungen und Ausrichtung
- Betriebsbedingungen der Quelle
- Richtverhalten der Quelle

## 2.5. Berechnung der Schallausbreitung von Straßen-, Eisenbahn- und Industrie- /Gewerbequellen Grundlagen

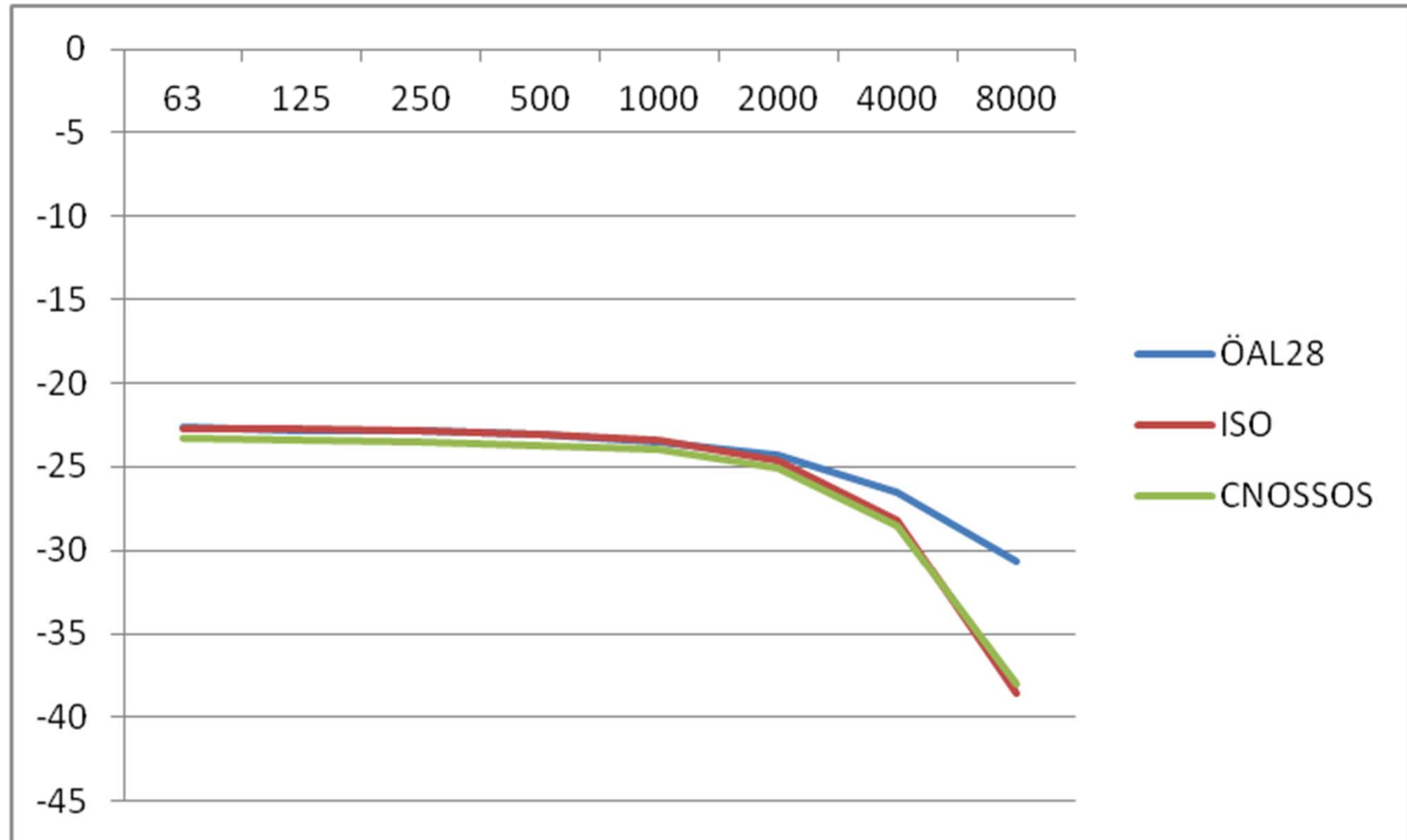
$$A_{div} + A_{atm} + A_{boundary, F}$$



## 2.5. Berechnung der Schallausbreitung

Frequenzabhängige Transmission

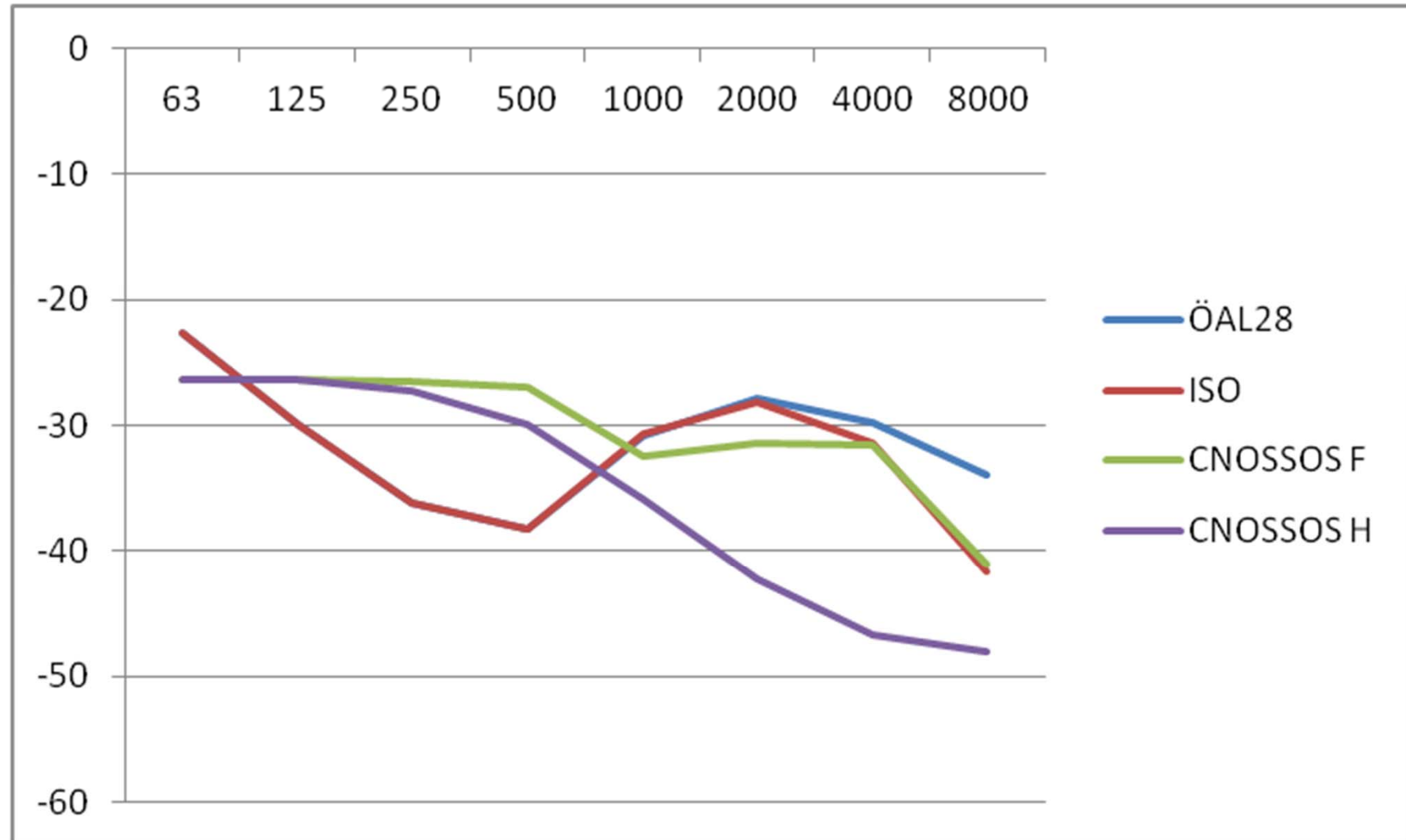
Akustisch hart – 100 m Entfernung / 4 m Höhe



## 2.5. Berechnung der Schallausbreitung

Frequenzabhängige Transmission

Akustisch porös – 100 m Entfernung / 4 m Höhe



## 2.5. Berechnung der Schallausbreitung Abschirmung

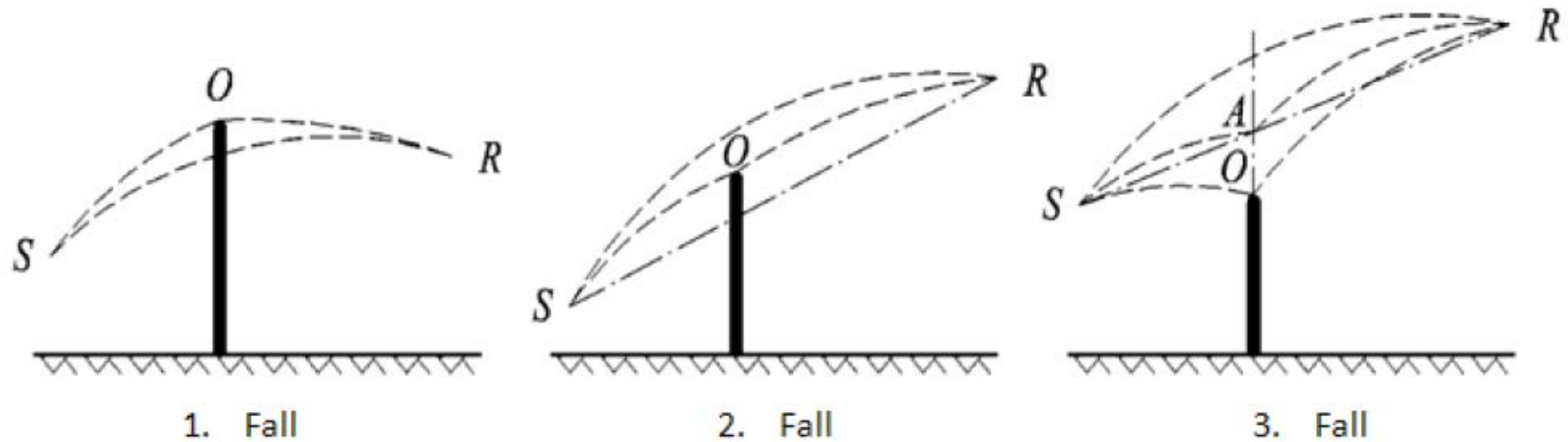
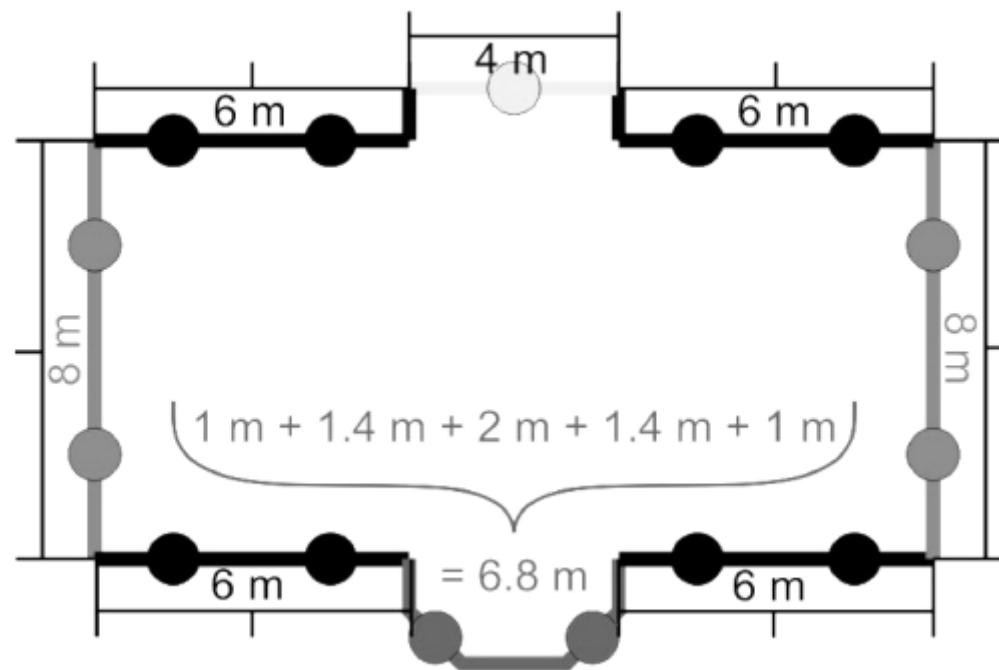


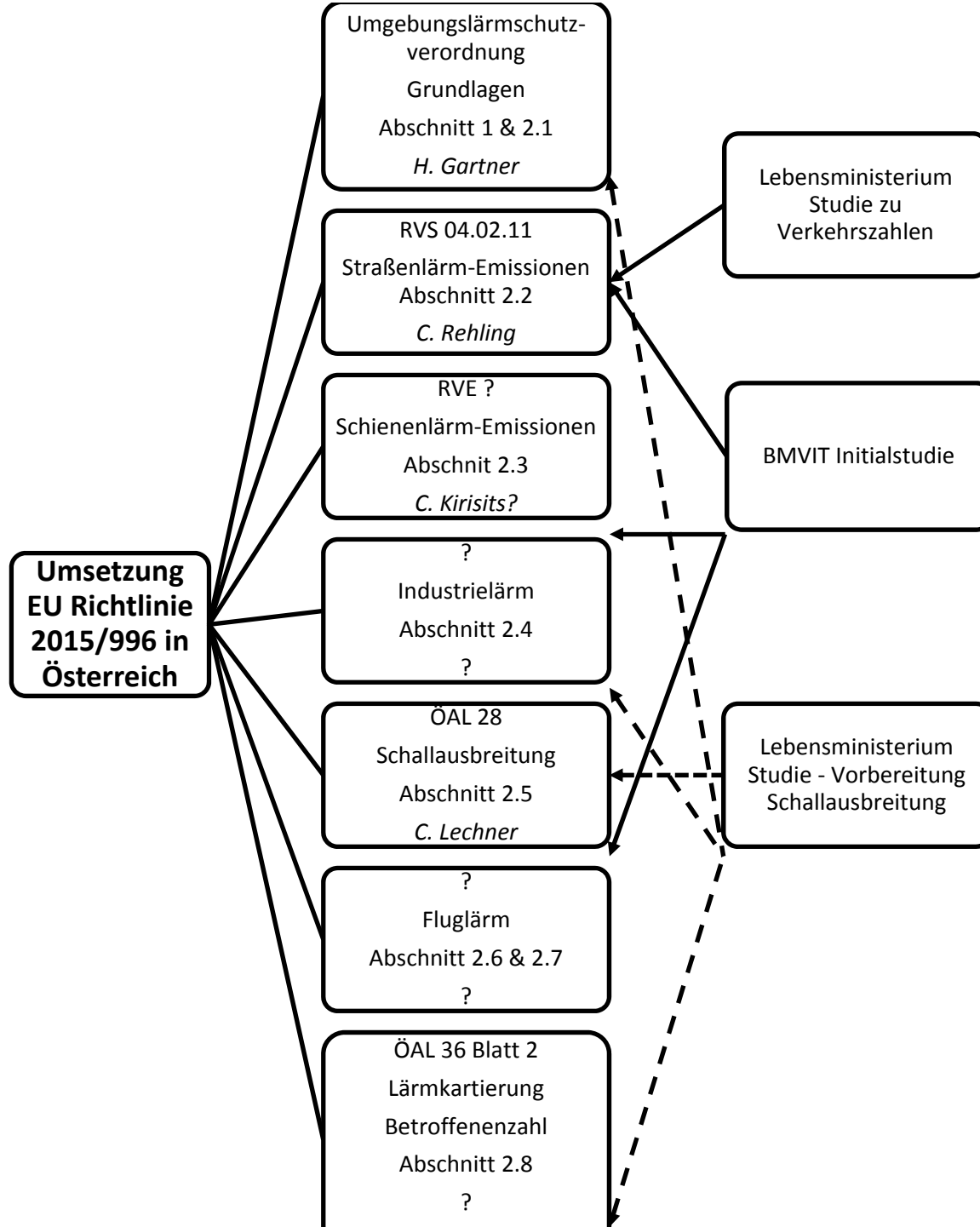
Abbildung 2.5.e: *Berechnung der Weglängendifferenz bei günstigen Bedingungen (Einzelbeugung)*

## 2.6. Allgemeine Bestimmungen – Fluglärm

### 2.7. Fluglärm

## 2.8. Zuweisung von Lärmpegeln und von Bewohnern zu Gebäuden







# Danksagung!

den Auftrag gebenden Bundesministerien



*Bundesministerium  
für Verkehr,  
Innovation und Technologie*

