

Lärmmessung: Kann man Lärm messen?

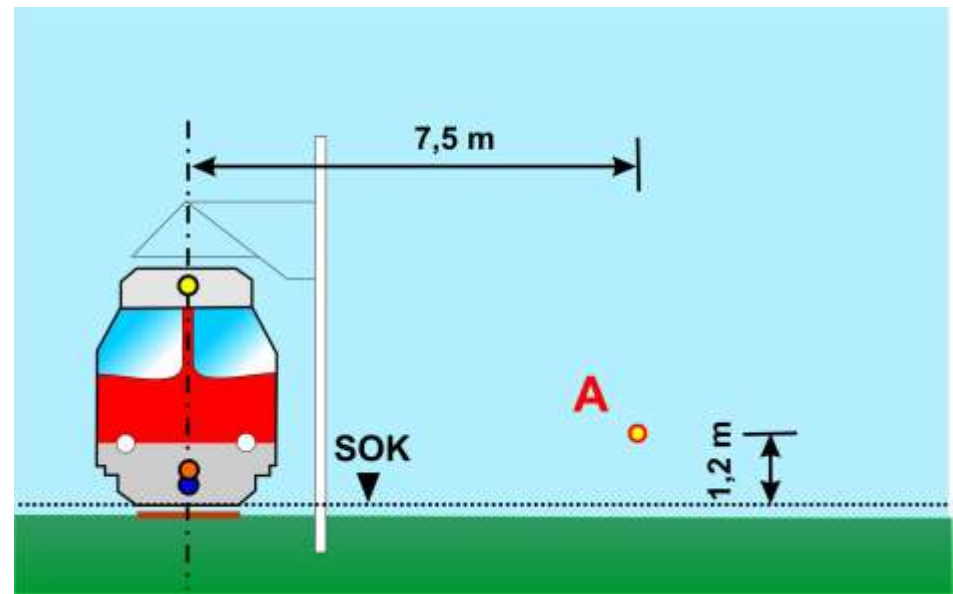
Christian Kirisits

Ingenieurkonsulent für technische Physik
Ao. Univ.-Prof an der MedUni Wien (Medizinphysik)

Schallmessung

Schalleistung in W

Schalleistungspegel in dB Skala
(in Oktavbandpegeln)



Schalldruck in N/m^2 (Pa)

Schalldruckpegel in der logarithmischen dB Skala

z.B. für eine Vorbeifahrt pro Stunde in einem Referenzpunkt (EN 3095)

$$L_p = 10 \log_{10} (\langle p^2 \rangle / p_0^2) = 20 \log_{10} (p/p_0) \quad [\text{dB}] \text{ (Dezibel)}$$

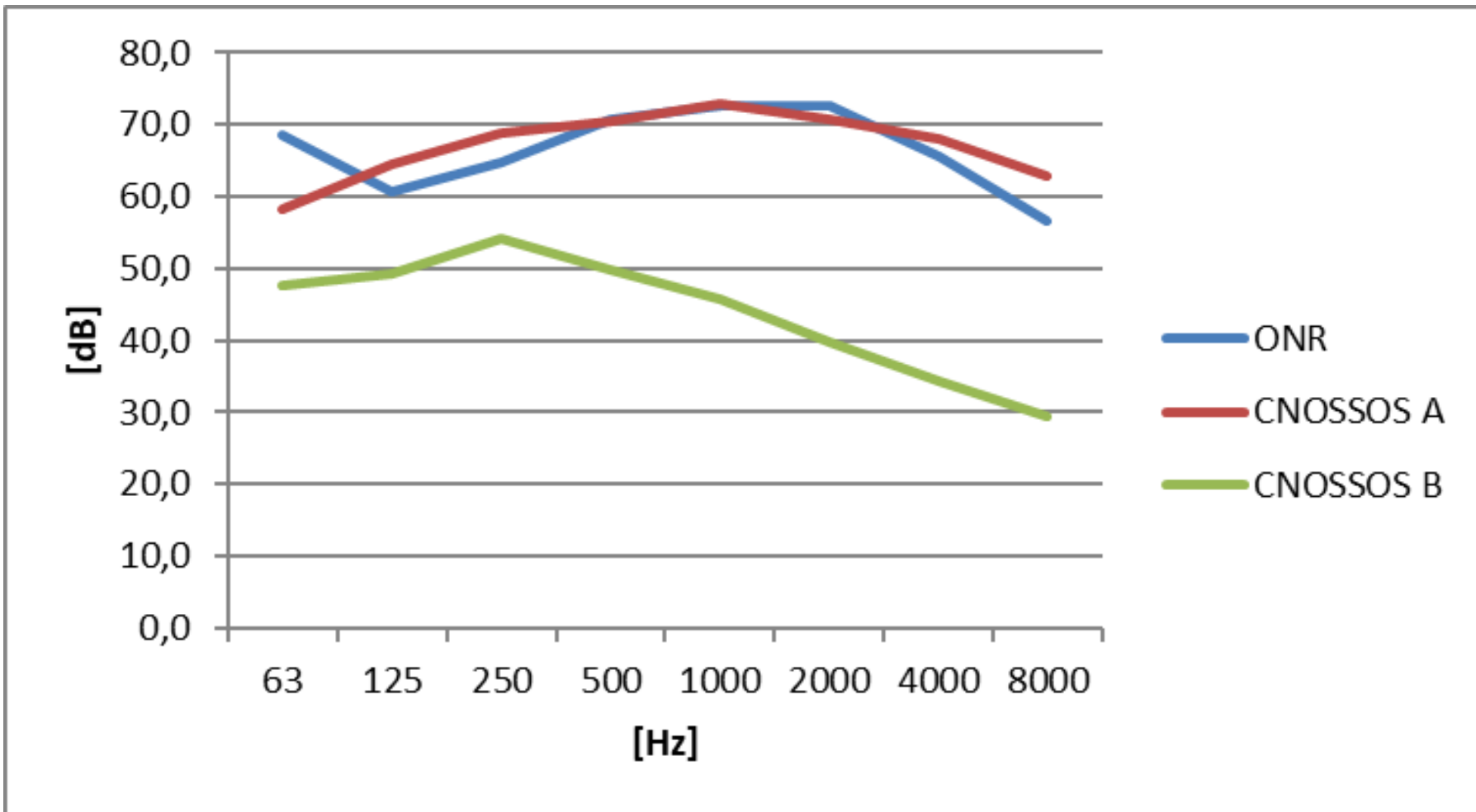
meist mit dem Zusatz SPL, Sound Pressure Level

Bezugsschalldruck $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa

(durchschnittlicher Schalldruck an der Hörschwelle bei 1 kHz)

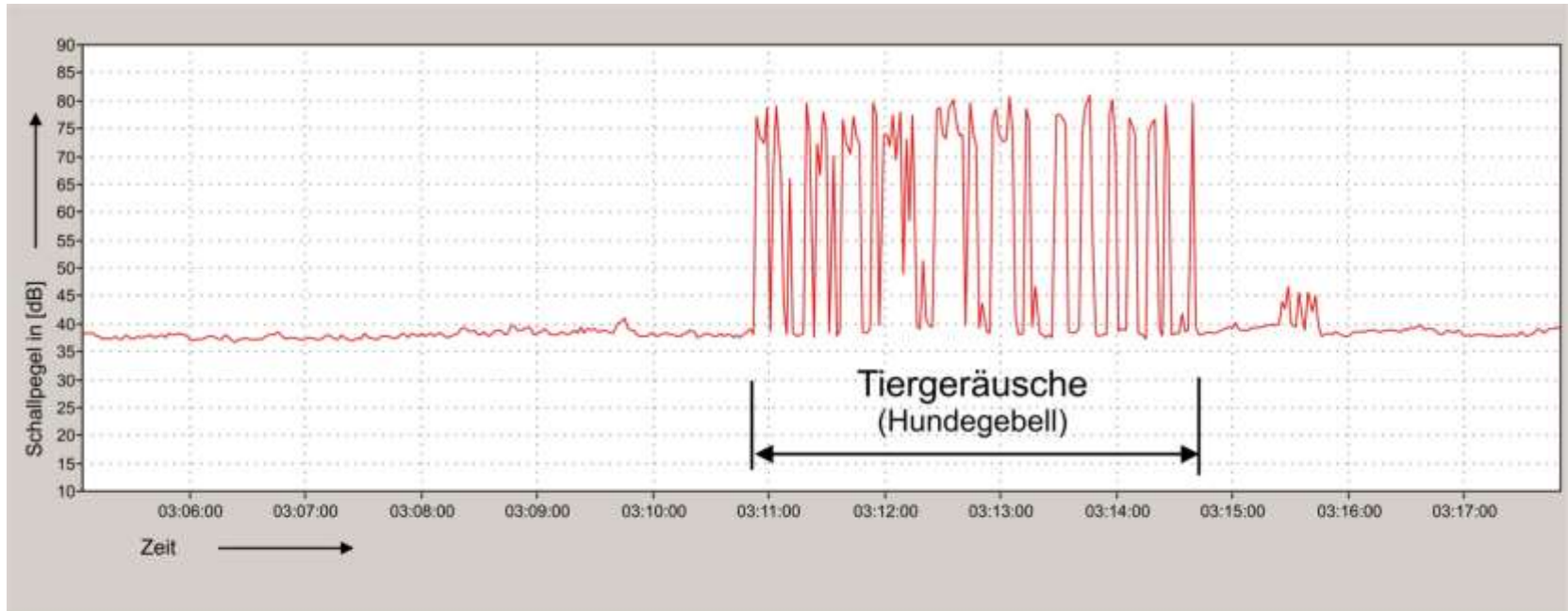
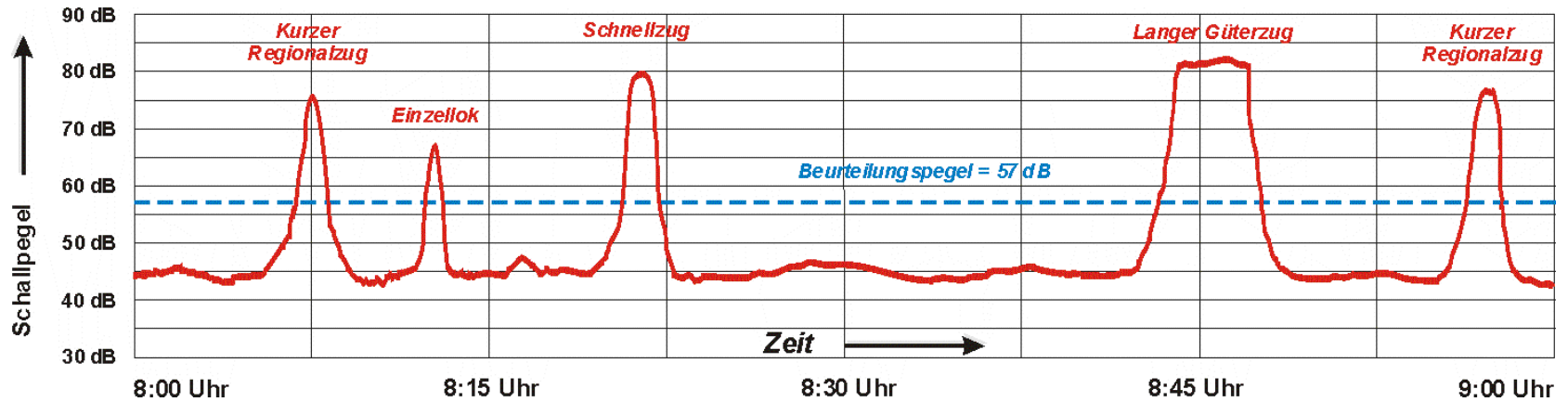
Verwendung zur Charakterisierung des Schalldruckpegels an einem bestimmten Punkt

Beispiel für Oktavband Schallleistungspegel für einen Fernreisezug Railjet bei 230 km/h



Aus: Kirisits C, Dinhobl G, Lechner. The implementation of EC directive 2015 / 996 for the Austrian railway network. In: INTER-NOISE 2018 - 47th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering. Chicago: INCE; 2018.

Schall = Lärm?



- **Wahrnehmung**

- Soundscape, akustische Gestaltung

- **Belästigung**

- Feldstudien, WHO Dosisbeziehungen, „unzumutbare Belästigungen“ (GewO, UVP-G)

- **Gesundheit**

- WHO Definition, Dosisbeziehungen, Grenzwerte

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

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

Belästigung – Annoyance

- (1) eine oft wiederholte Störung durch Lärm (Störung von Aktivitäten wie Kommunikation, Musik hören, Lesen, Arbeiten und speziell auch Schlafen) oft in Zusammenhang mit Änderungen des persönlichen Verhaltens um die Störung zu minimieren
- (2) eine emotionale Wirkung (Zorn über die Belastung und negative Bewertung der Lärmquelle)
- (3) eine kognitive Reaktion (z.B.: belastendes Erkennen nichts gegen die Situation unternehmen zu können)

Nach: Guski R, Schreckenberger D, Schuemer R. WHO environmental noise guidelines for the European region: A systematic review on environmental noise and annoyance. Int J Environ Res Public Health 2017;14:1–39. doi:10.3390/ijerph14121539.

Belästigung – Annoyance

Objektive Messung durch Fragebogen:

Einteilung in Annoyed (A) und Highly Annoyed (HA)

Beinhaltet längere Einwirkung (> 1 Jahr)

und Aufenthalt zu Hause (inkl. Freiraum!)

Fields, J.M.; De Jong, R.G.; Gjestland, T.; Flindell, I.H.; Job, R.F.S.; Kurra, S.; Lercher, P.V.M.; Yano, T.; Guski, R.; Felscher-Suhr, U.; et al. Standardized noise reaction questions for community noise surveys: Research and a recommendation. J. Sound Vib. 2001, 242, 641–679.

International Standards Organization. ISO TS 15666: Acoustics— Assessment of Noise Annoyance by Means of Social and Socio-Acoustic Surveys; ISO: Geneva, Switzerland, 2003.

Belästigung – Annoyance

Richtlinie 2002/49/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm

***„Belästigung“
Grad der Lärmbelästigung in der Umgebung,
der mit Hilfe von Feldstudien festgestellt
wird***

Gesundheit

Aurale – Extraaurale Wirkung

Extraaural:

Belästigung

Schlafstörung

Kognitive Leistung

Kardiovaskuläre Erkrankungen

Übersicht z.B. in:

Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark C, Janssen S, et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health. Lancet 2013;6736:1–8. doi:10.1016/S0140-6736(13)61613-X.

Lärmindizes

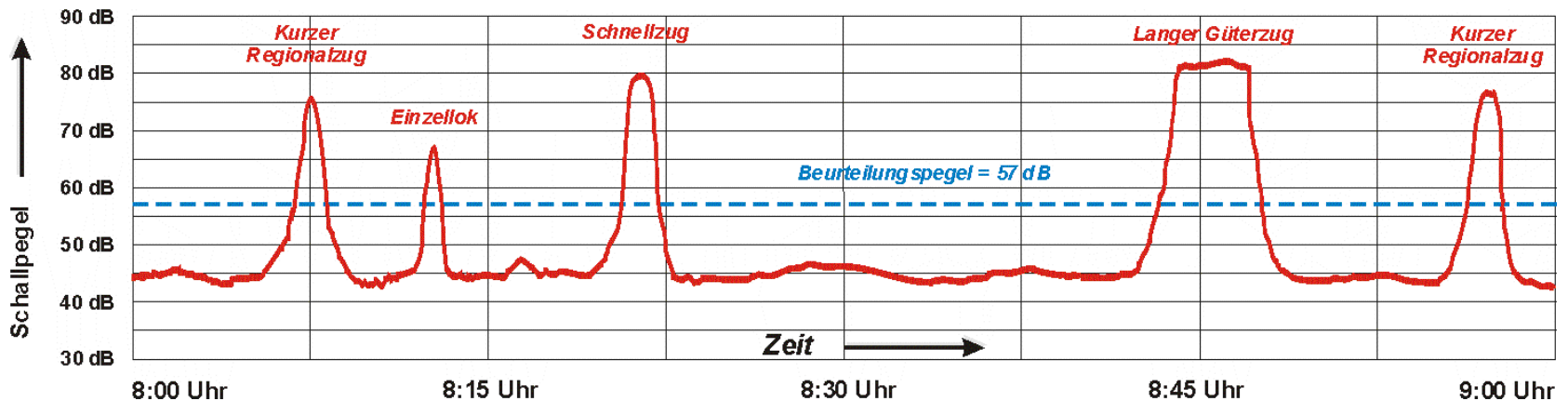
Richtlinie 2002/49/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm

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.

Wie wird Lärm beurteilt bzw. gemessen?



Der Lärmindex ergibt sich aus:

- einer Frequenzbewertung und Zeitbewertung
- der Höhe der Vorbeifahrtspegel
- der Dauer der Vorbeifahrten
- der Häufigkeit der Vorbeifahrten
- dem Zeitraum (Tag, Abend, Nacht)

Andere Beurteilungspegel berücksichtigen zusätzlich

- den Wochentag (Wochenende – für Baulärm)
- die Belästigungswirkung (Anpassungswert)

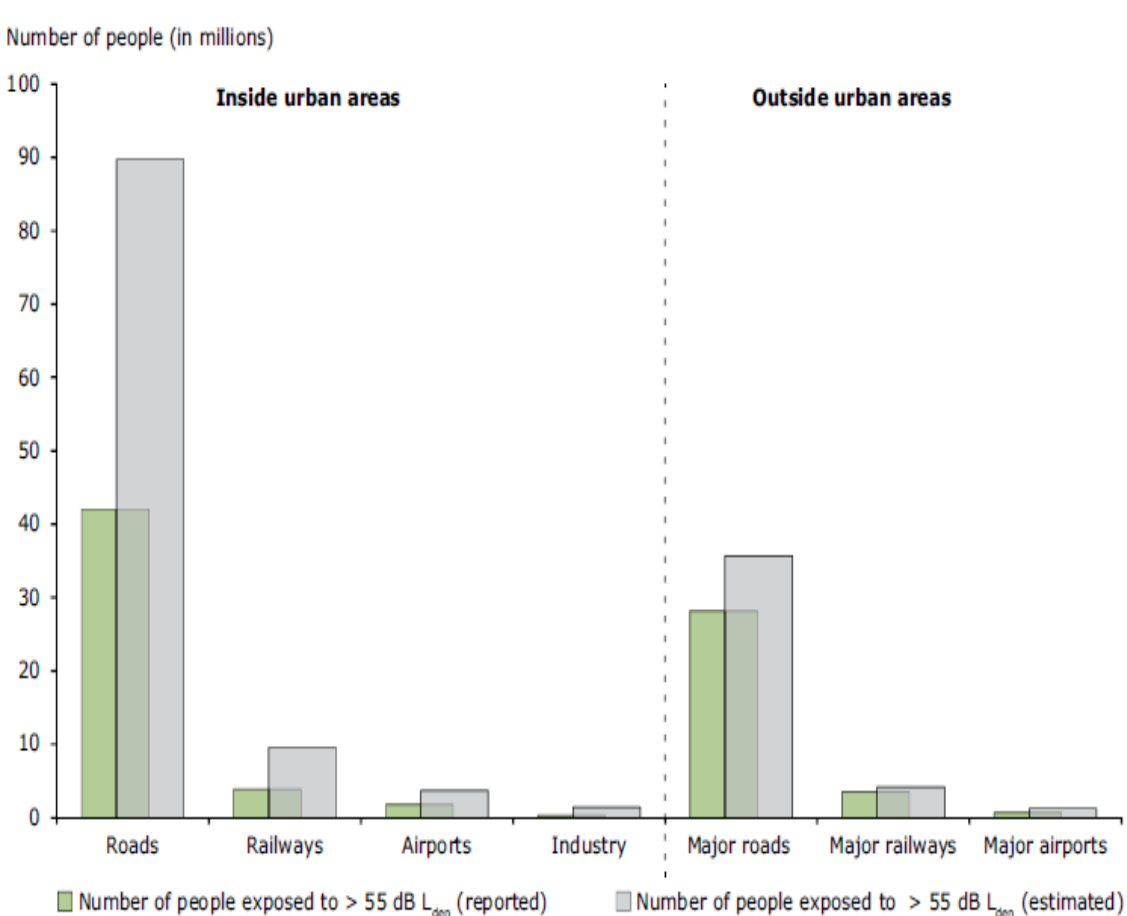
L_{night} ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996-2:1987, wobei der Beurteilungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Kalendertagen in der Nacht erfolgen

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

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

European Environment Agency. (2014). Noise in Europe 2014. Copenhagen.

Figure 3.1 Number of people exposed to noise in Europe > 55 dB L_{den} in EEA member countries (2012): reported and estimated data



Durch Straßenverkehr:

Mehr als 125 Millionen
mit $L_{den} > 55$ dB

Mehr als 37 Million
mit $L_{den} > 65$ dB



$L_{den} > 65 \text{ dB}$

ALLGEMEINER TEIL

Zusammenfassende Betroffenauswertung



BUNDESMINISTERIUM FÜR NACHHALTIGKEIT UND TOURISMUS



Straßenverkehr:

A&S (ohne Ballungsraum)	13.500
Außer A&S	102.000
Ballungsräume	1.121.500

Schienerverkehr:

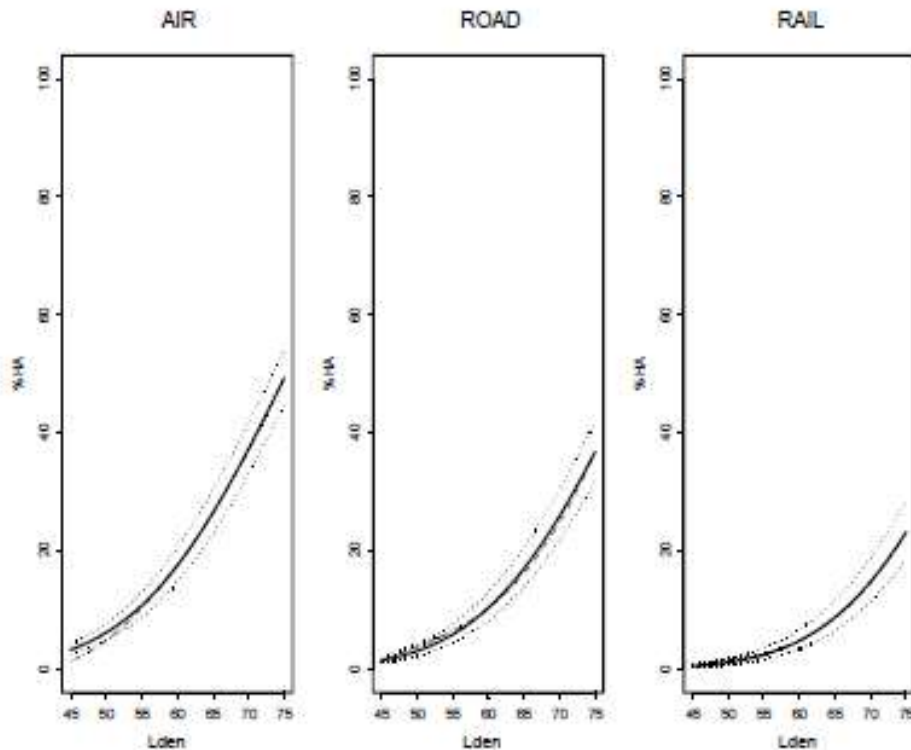
Eisenbahnen	66.800
Ballungsräume	54.700
Straßenbahnen	38.500

Flug: keine

IPCC: 400

Belästigungswirkung

Figure 2: The percentage highly annoyed persons (%HA) as a function of the noise exposure of the dwelling (L_{den}). The solid lines are the estimated curves, and the dashed lines are the polynomial approximations. The figure also shows the 95% confidence intervals (dotted lines).

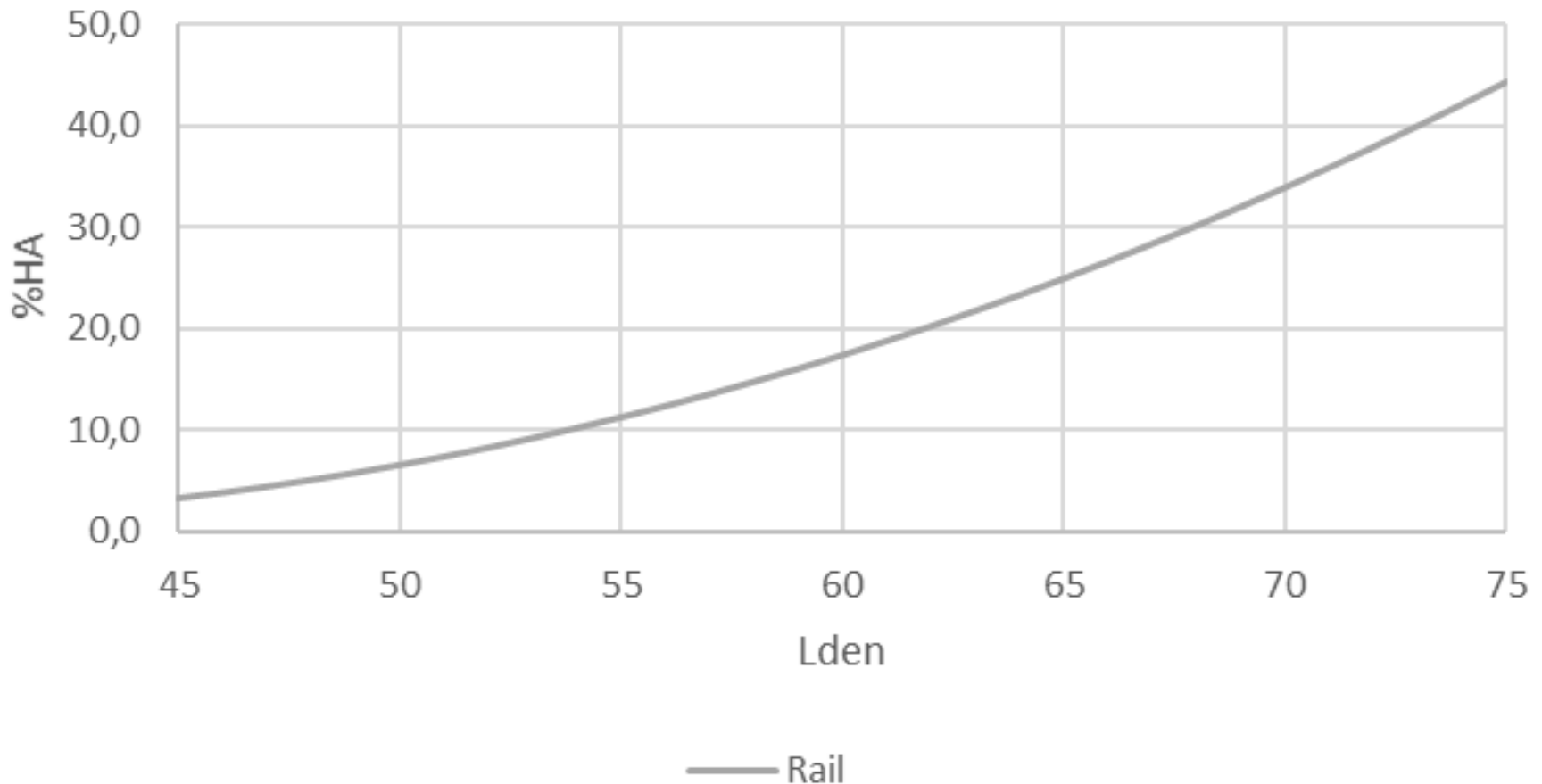


% Anteil der stark belästigten Personen in Abhängigkeit vom L_{den}

- Je nach Verkehrsträger unterschiedlich
- Es ist **keine signifikante Stelle für eine Grenzziehung** erkennbar
- Sie könnte nur **gesellschafts-politisch** erfolgen
- Für die **Beurteilung der Änderung** keine Anhaltspunkte außer der Steigerung ersichtlich.

Aus European Commission Working Group. *Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance*. Luxembourg 2002: Office for Official Publications of the European Communities. Basierend auf Miedema und Oudshoorn 2001

Belästigungswirkung



Basierend auf den Daten aus:

Guski R, Schreckenberg D, Schuemer R. WHO environmental noise guidelines for the European region: A systematic review on environmental noise and annoyance. *Int J Environ Res Public Health*. 2017;14(12):1–39.

Belästigungswirkung

$L_{r,den}$

*Beispiel einer aktuellen Dosis-Wirkungsbeziehung aus
Lechner C. Kombinierte Belästigungswirkungen durch Schienen- und Straßenverkehrslärm im
Tiroler Unterinntal. Magisterarbeit, 2017*

Grundlagen zur Gesundheitsgefährdung

Definition von Gesundheit nach WHO:

Gesundheit ist ein Zustand des vollständigen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlergehens und nicht nur das Fehlen von Krankheit oder Gebrechen

Vergleich mit dem Gesundheitsbegriff in österreichischen Gesetzen

Neue Guidelines der WHO – Publikationen 2018

Inzidenz und Prävalenz kardiovaskulärer Effekte

z.B.: Prävalenz aufgrund Schienenverkehrslärm

1.18 (0.82 -1.68) RR per 10 dB (95% CI) Inc IHD (very low quality of evidence)

van Kempen E, Casas M, Pershagen G, Foraster M. WHO environmental noise guidelines for the European region: A systematic review on environmental noise and cardiovascular and metabolic effects: A summary. Int J Environ Res Public Health. 2018;15(2):1–59.

L_{den} kann nicht gemessen aber berechnet werden

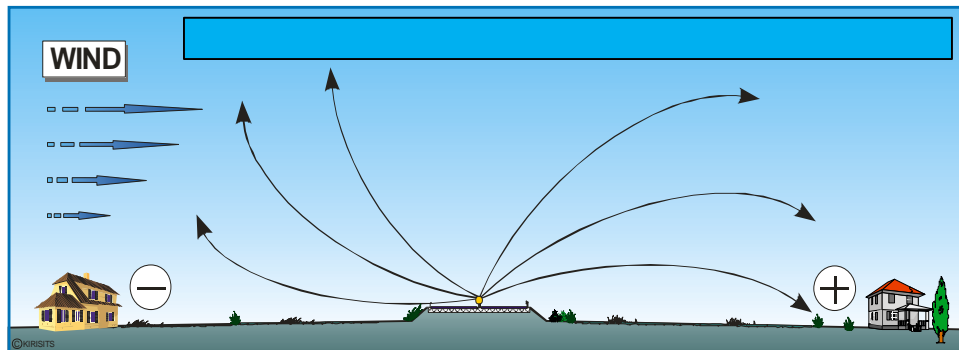
mittels Wichtungsfaktoren
für eine definierte Schallausbreitung
für einen definierten Betrieb

basierend auf

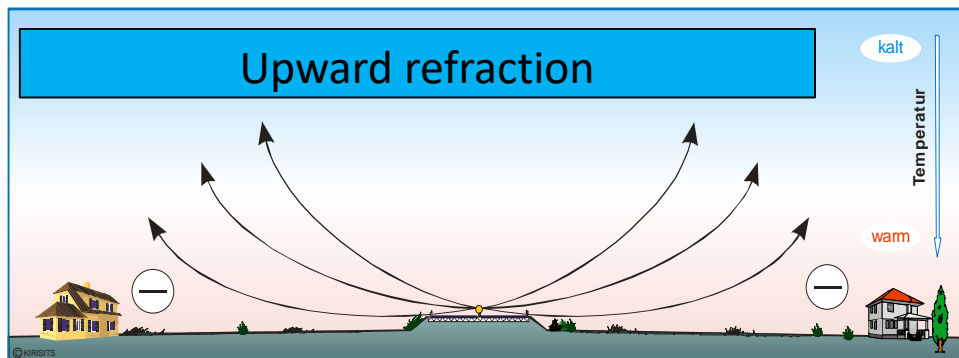
einem durch Messungen entwickelten Modell
z.b. ONR 305011 oder zukünftiger RVE
gemeinsam
durch mit Messungen ermittelten Emissionen

Sonnenaufgang heute 7:26 gemessen oder berechnet?

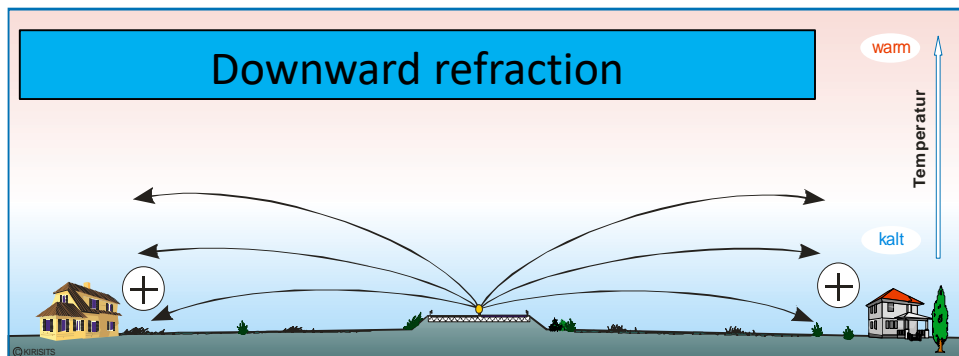
Influence of sound speed gradient



Upwind versus Downwind



e.g. Daytime with strong incoming radiation



e.g. Nighttime with clear sky

Effektive Schallgeschwindigkeit

$$c_{\text{eff}}(z) = c(z) + u(z) \cos \alpha$$

Gradient der effektiven Schallgeschwindigkeit $\Delta c_{\text{eff}} / \Delta z$

$$\frac{\Delta c_{\text{eff}}}{\Delta z} = \frac{c_0}{2T_0} \frac{\Delta T}{\Delta z} + \cos \alpha \frac{\Delta u}{\Delta z}$$

ACUMET

Forschungsprojekt

www.ffg.ac.at

VIF Forschung

Kann man Lärm messen?

Messbar sind schalltechnische Größen zur Charakterisierung der Emission von Schienenverkehrslärm für die Berechnung von Lärmindizes

Messbar sind schalltechnische Größen für die Immission zur Entwicklung von schalltechnischen Modellen für die Berechnung von Lärmindizes

Messbar sind Belästigung und Gesundheitsgefahr in Feldstudien für Dosis-Wirkungskurven

Nicht messbar ist ein standardisierter Lärmindex

Berechenbar sind Lärmindizes um Belästigung/Gesundheitsgefahr zu beurteilen