

Naturwissenschaftliche Grundlagen des Lärmschutzes

M. Jäcker-Cüppers
Vorsitzender der ALD-Leitung

1. Workshop Lärm im Spreeraum

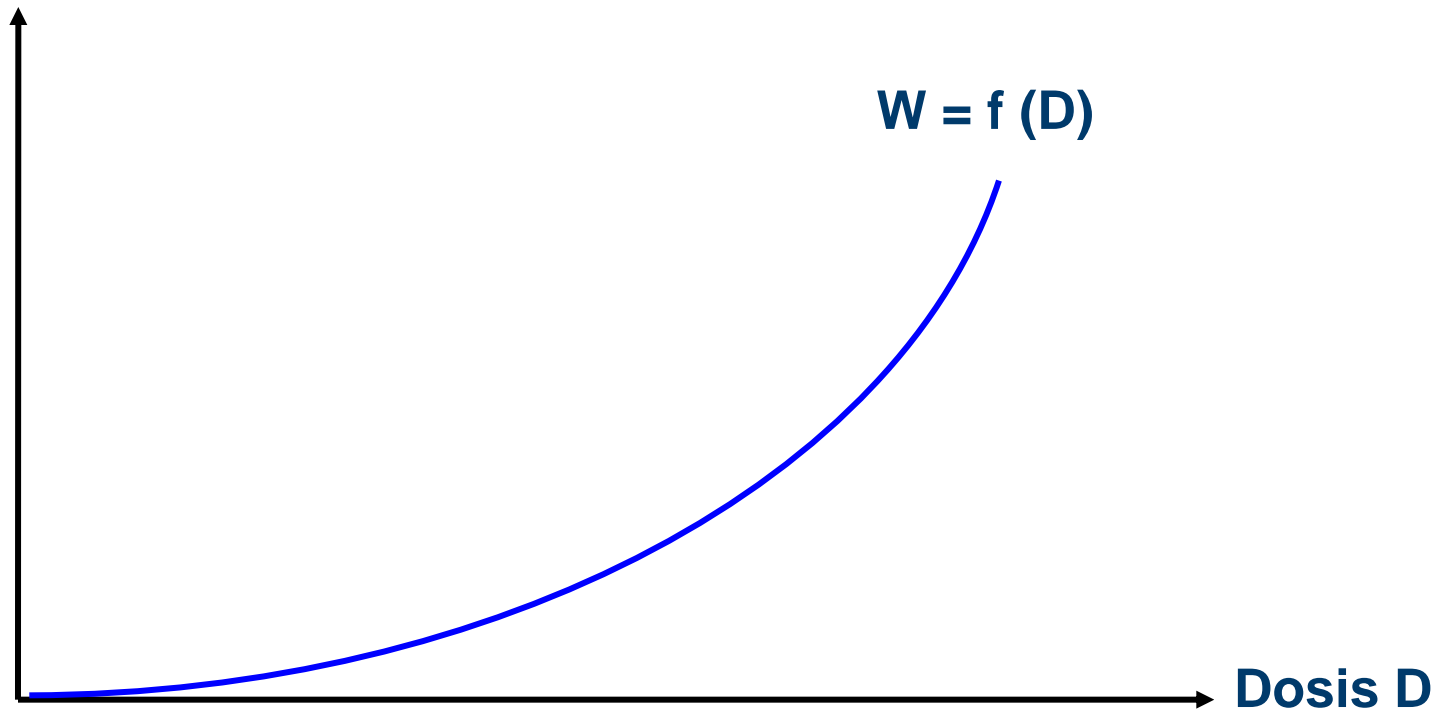
Berlin, 03.07.2014

- **Vorstellung des ALD**
- **Definition des Lärms**
- **Akustische Grundlagen**
 - **Schall, Schalldruck, Schalldruckpegel**
 - **Frequenz**
 - **Indikatoren**
 - **Mittelungspegel**
 - **Schallpegelmessung**
 - **Lärmkartierung**
 - **Emission- Transmission-Immission**

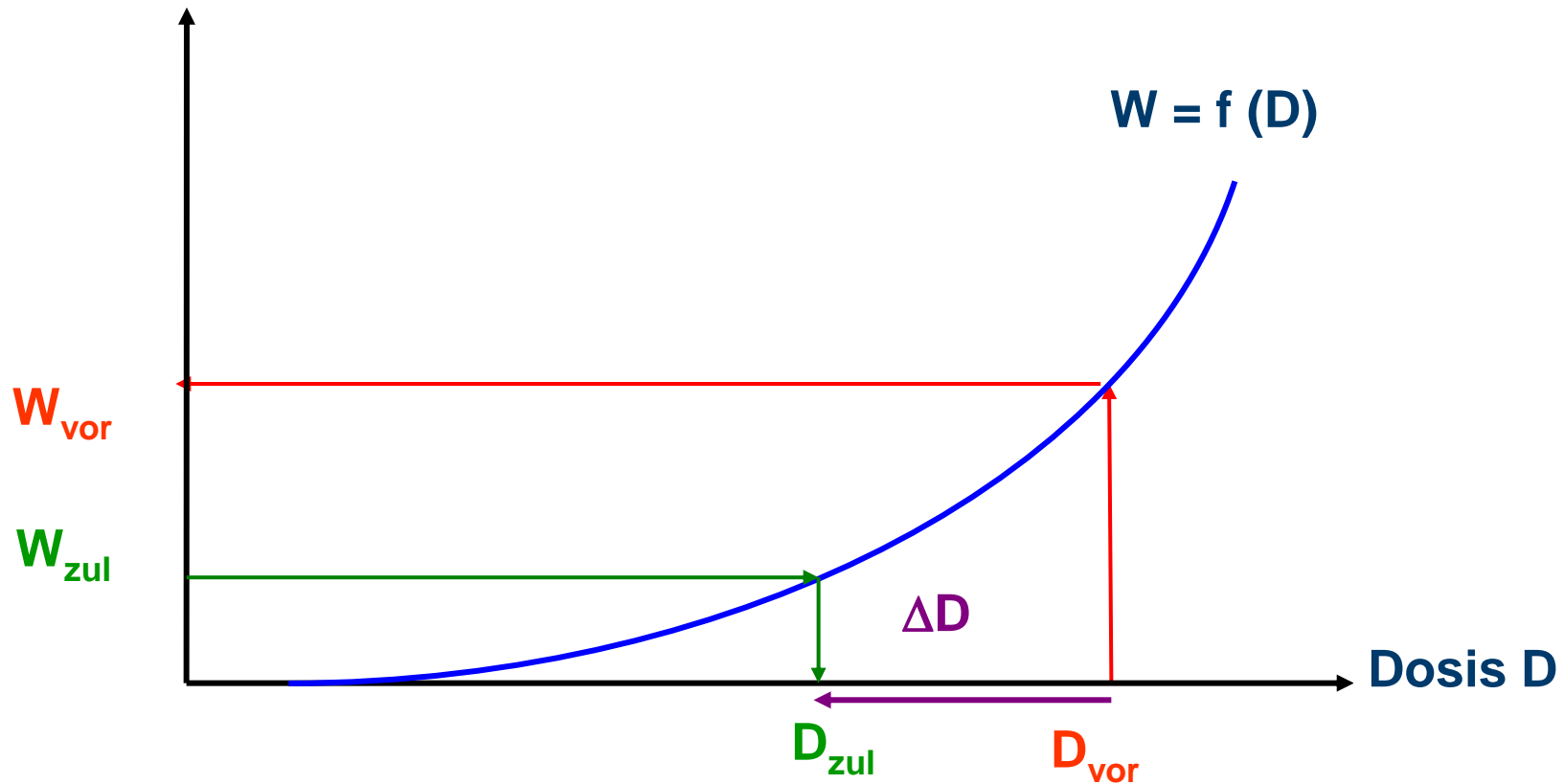
- **ALD: Im Mai 2009** gegründete **Fachgruppe** der DEGA als neuer institutioneller Rahmen für die Fortsetzung der Lärmschutzaktivitäten des DAL (Deutscher Arbeitsring für Lärmbekämpfung, bis 2007)
- **ALD vom BMU gefördertes** Projekt der DEGA
- **Zurzeit 326 Mitglieder**
- **Ziele** und Aufgaben
 - **Information** und Beratung der Öffentlichkeit in allen Lärmfragen (Dienstleistung)
 - **Strategische Einflussnahme** auf alle Akteure mit dem Ziel, den Lärmschutz in Deutschland und Europa zu verbessern (Politik)
- **Instrumente**
 - **Informations- und Geschäftszentrum IGZ**, Fachberater(innen)
 - **ALD-Website** (www.ald-laerm.de)
 - **Publikationen** (Druckschriften, z. B Straßenverkehrslärm, eNewsletter)
 - **Veranstaltungen** (Workshops, Tag gegen Lärm etc.)
 - **Veröffentlichungen** und Stellungnahmen

- **Lärm = beeinträchtigende Geräusche**
- **Beeinträchtigungen, z. B. (siehe auch 2. Teil):**
 - **Belästigung, Störung (Lärm als unerwünschte Geräusche = subjektive Bewertung der Geräusche)**
 - **Gesundheitliche Schäden :**
 - **Herz-Kreislauf-Erkrankungen** als Langzeitfolgen der Ausschüttung von **Stresshormonen**
bewusste und **unbewusste** Reaktionen (im Schlaf)
 - **Bsp. Hörschäden** als Folge **erwünschter** Geräusche (z. B. übermäßiger MP3-Player-Konsum, Diskothekenbesuch)
- **Geräusche, Schall: Gegenstand der Akustik**
- **Beeinträchtigungen: Gegenstand der Humanwissenschaften (Lärmwirkungsforschung)**
- **Herstellung des Zusammenhangs zwischen Schall und Beeinträchtigungen („Dosis-Wirkungs-Beziehung“)**

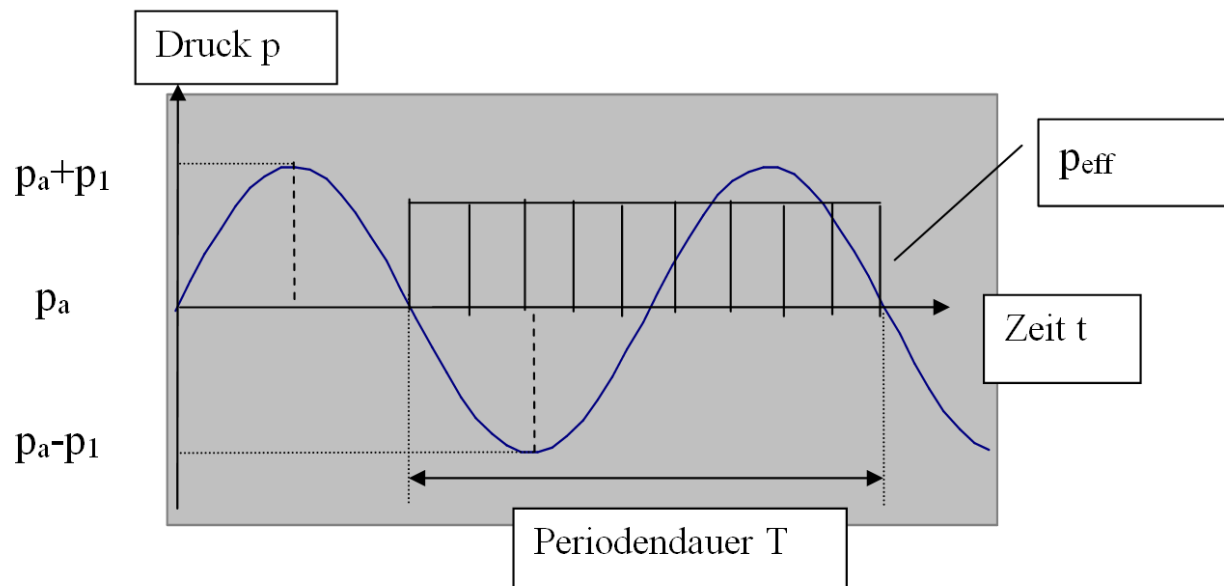
Wirkung W



Wirkung W

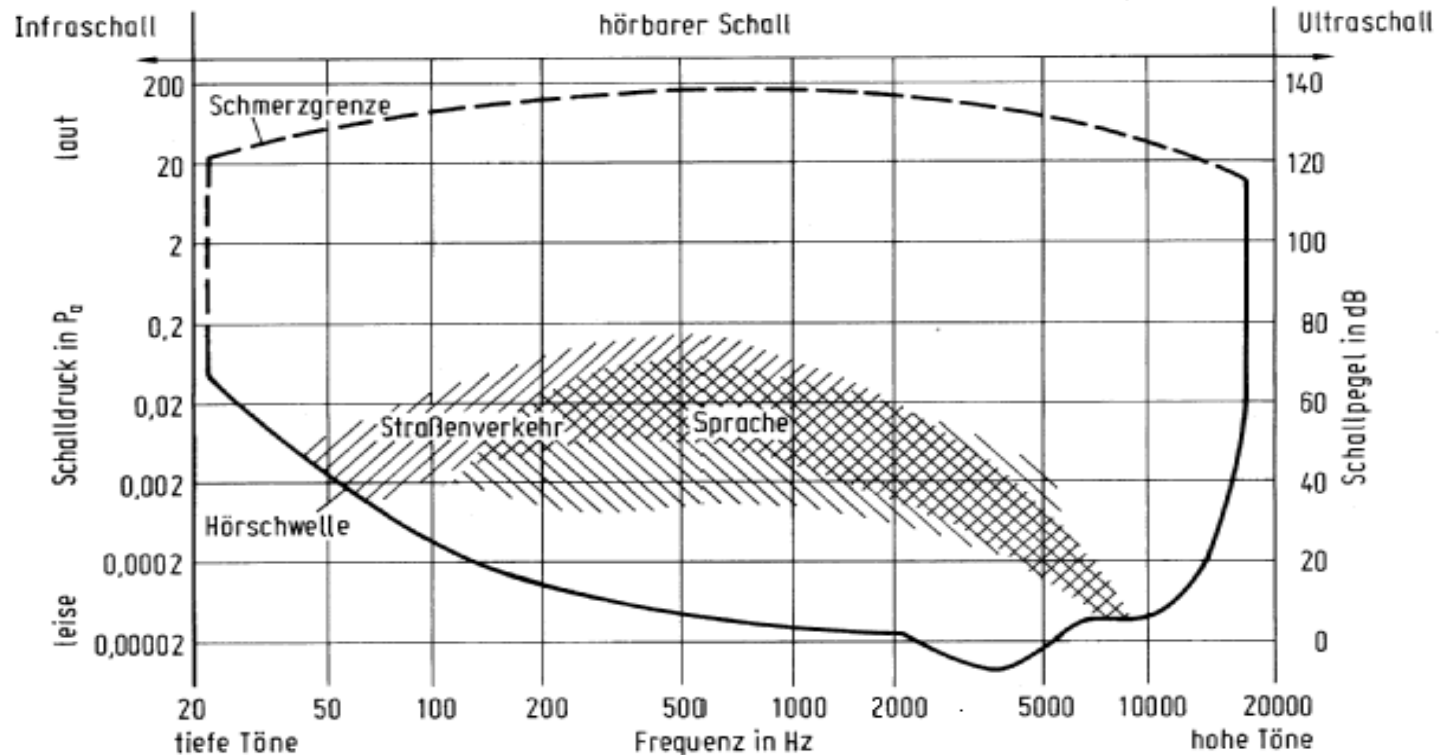


- **Luftschall:** Übertragungen der Schwingungen der Schallquelle (z. B. Stimmband, Stimmgabel) durch die Luft mittels **Druckschwankungen** p , die sich dem atmosphärischen Luftdruck p_a überlagern. Je höher p , desto lauter wird der Schall wahrgenommen:
- **Bsp. Reiner Ton (Sinusschwingung):**

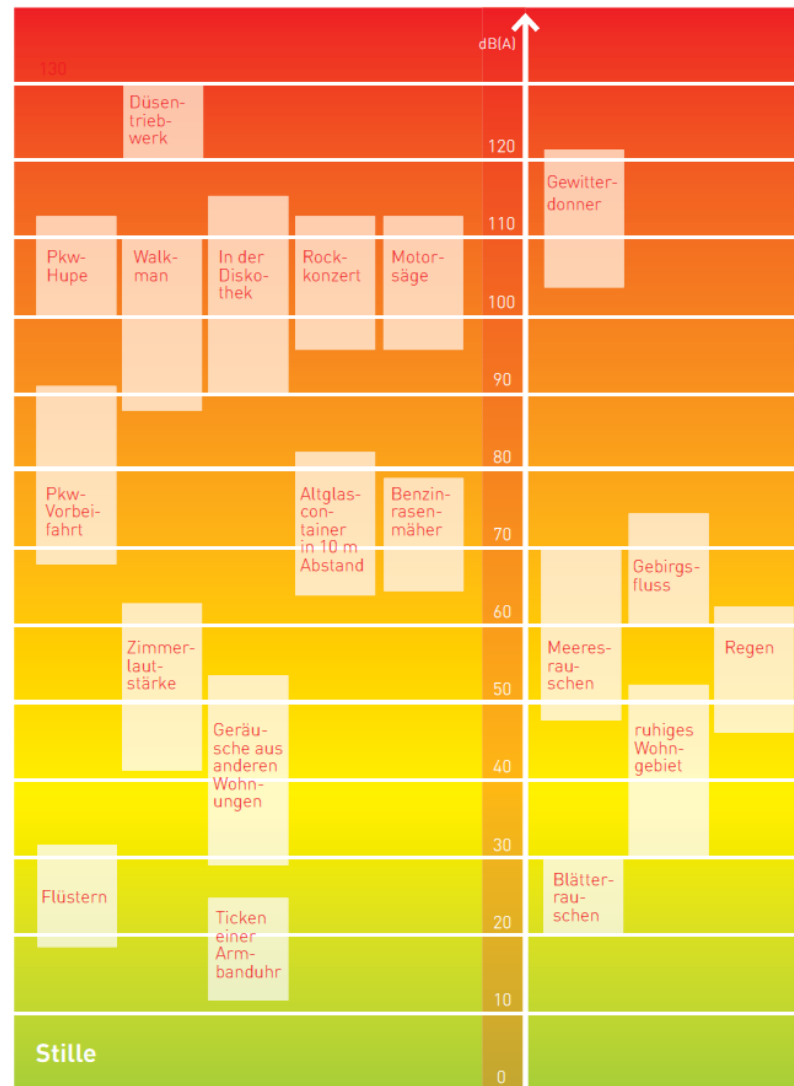


- p_a **atmosphärischer Druck**
(ca. 100.000 Pascal (Pa) = 100.000 Newton/m²)
- p_{eff} **Effektivwert** des Schalldruckes p , vereinfacht p genannt
- T **Periodendauer**
- $f = 1/T$: **Frequenz** in Hertz [Hz] (Tonhöhe)
- p_{eff} bzw. p hat **hohen Wertebereich**:
 - p_0 (Hörschwelle) = 0,00002 Pa
 - p_{max} (Schmerzgrenze) = 200 Pa
 - $p_0 : p_{\text{max}}$ wie 1 : 10.000.000
- p als Potenz ausgedrückt : $p^2 = p_0^2 * 10^{0,1 L_p}$
mit L_p Schalldruck**pegel** in deziBel (dB), $L_p = 10 \log p^2/p_0^2$
(vgl. Weber-Fechner'sches Gesetz: Wirkung proportional zum Logarithmus der Dosis))
($L_{p0} = 0$ (Hörschwelle), $L_{p\text{max}} = 140$ (Schmerzgrenze))

- **Besondere Rechenregeln:**
 - **Beispiel 1:** 2 Schallquellen mit je 60 dB erzeugen einen Gesamtpegel von $60 + 3 = 63$ dB
 - **Beispiel 2:** analog 10 Schallquellen: Gesamtpegel = $60 + 10 = 70$ dB
 - **Geräusch:** Schallereignis im **Hörbereich**, dass sich aus Frequenzanteilen unterschiedlicher Lautstärke zusammensetzt:
 - Bsp. Menschliche Sprache
 - Bsp. Straßenverkehrsgeräusche
 - Hohe und niedrige Töne werden bei gleichem Schalldruck weniger laut wahrgenommen als Töne bei 1000- 5000 Hz
- A-Bewertung** der Pegel : L_p in dB(A)



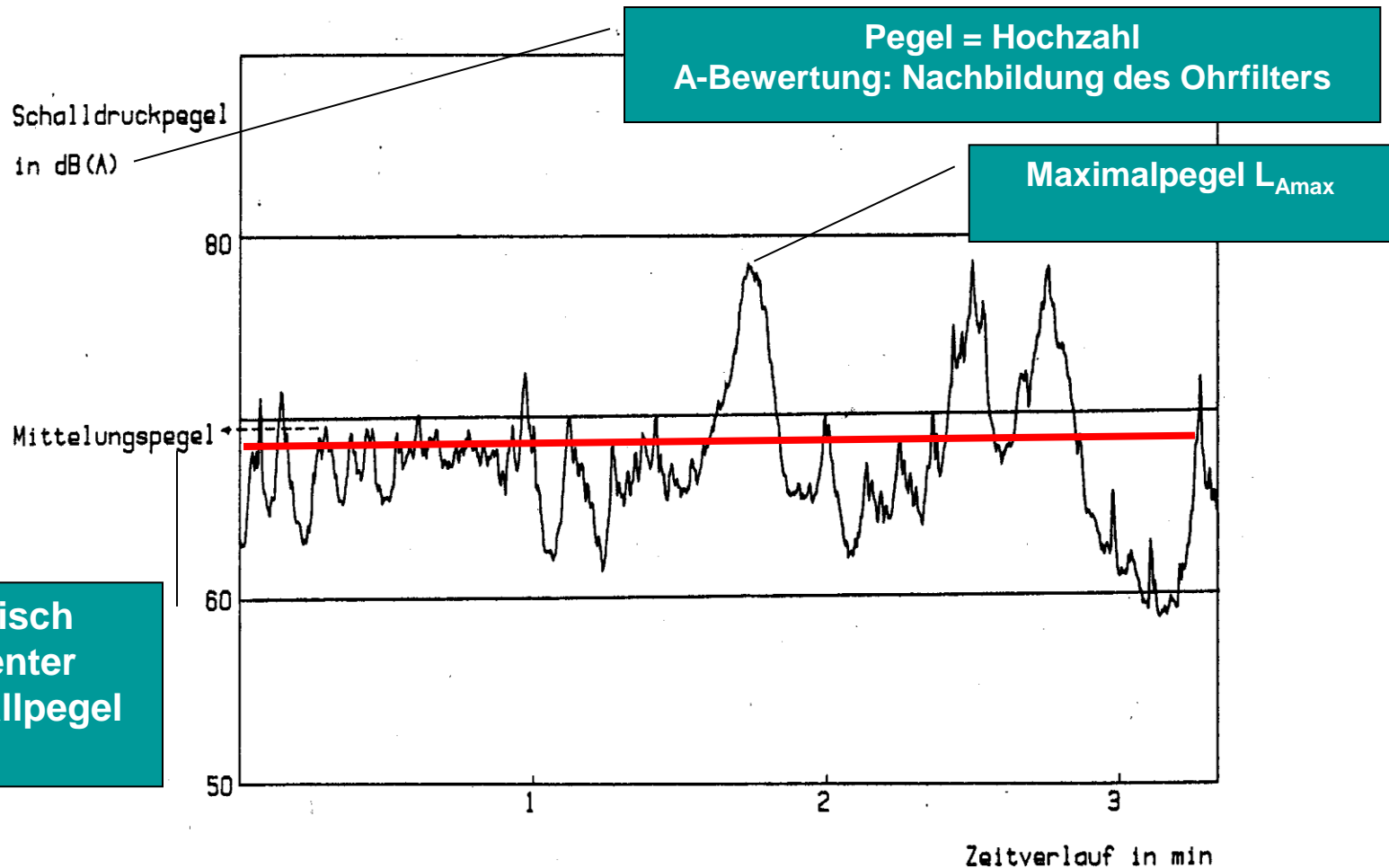
Quelle: Umweltbundesamt: „Lärmbekämpfung '88



- Wahl des **geeigneten Indikators** für die Schalldosis: Zuordnung zur untersuchten Wirkung und zur Geräuschart:
 - Beispiel Störung des **Schlafs**:
Flug- und Schienenverkehr: Störung durch das Geräusch des jeweils einzelnen Flugzeugs oder Schienenfahrzeugs
 - Beispiel Störung der **Kommunikation**: Störung durch den Hintergrundpegel (z. B. das Rauschen einer Autobahn)

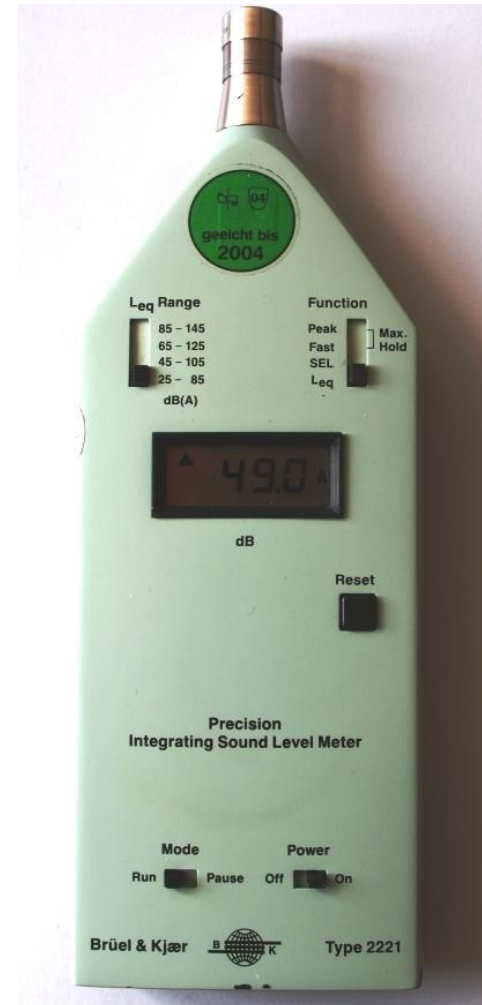
Zwei wichtige Indikatoren:

- **Maximalpegel** L_{\max} (dB(A))
- **Dauerschallpegel** oder **Mittelungspegel** L_m (dB(A))



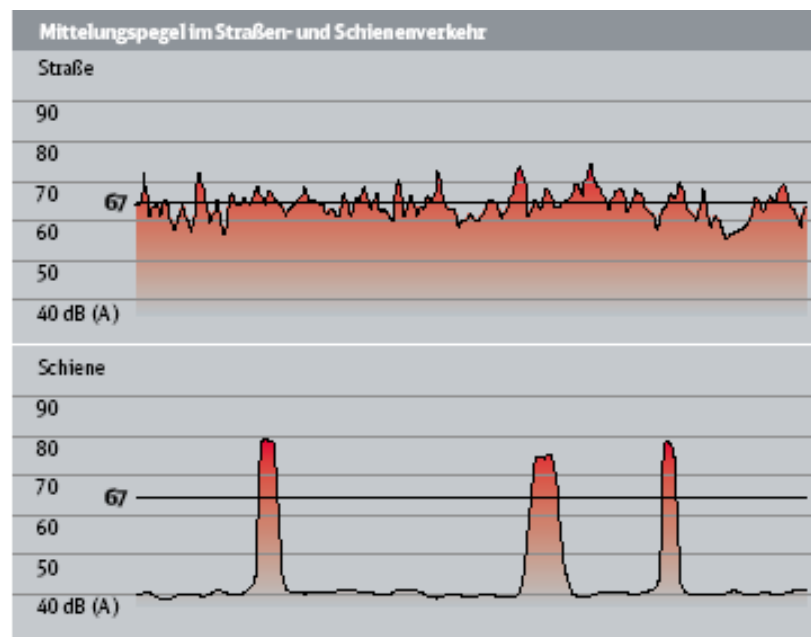
Pegolverlauf $L(t)$ in Stadtstraße, 1500 Kfz/Stunde

- **Schallpegelmesser**
Bsp. Brüel & Kjær, Type 2221;
Funktionen:
 - $L_{eq} = L_{Am}$ in dB(A)
 - **Fast:** L_{Amax} in dB(A)
(schnelle Mittelung des Messwertes)
 - Hier $L_{eq} = 49,0$ dB(A)
(Zimmer)
- Messung des **Mittelungspegels:**
Repräsentativen Zeitraum beachten



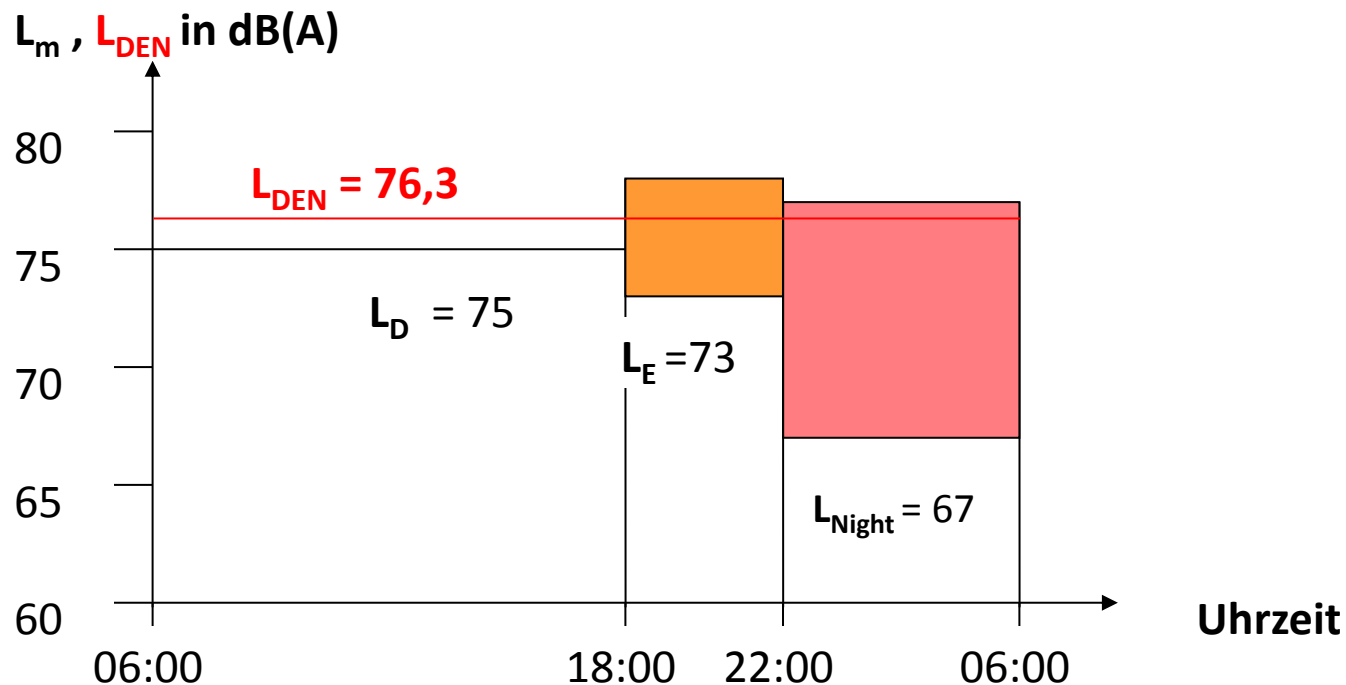
Auslöschung der **Zeitstruktur** einer Geräuschsituation:

- Bsp. $L_{Am, n(achts)}$: identisch für
 - 8 Stunden konstanter Pegel L_{Am}
 - 4 Stunden Ruhe, 4 Stunden $L_{Am} + 3$ dB
- Bsp. Vergleich Straße - Schiene

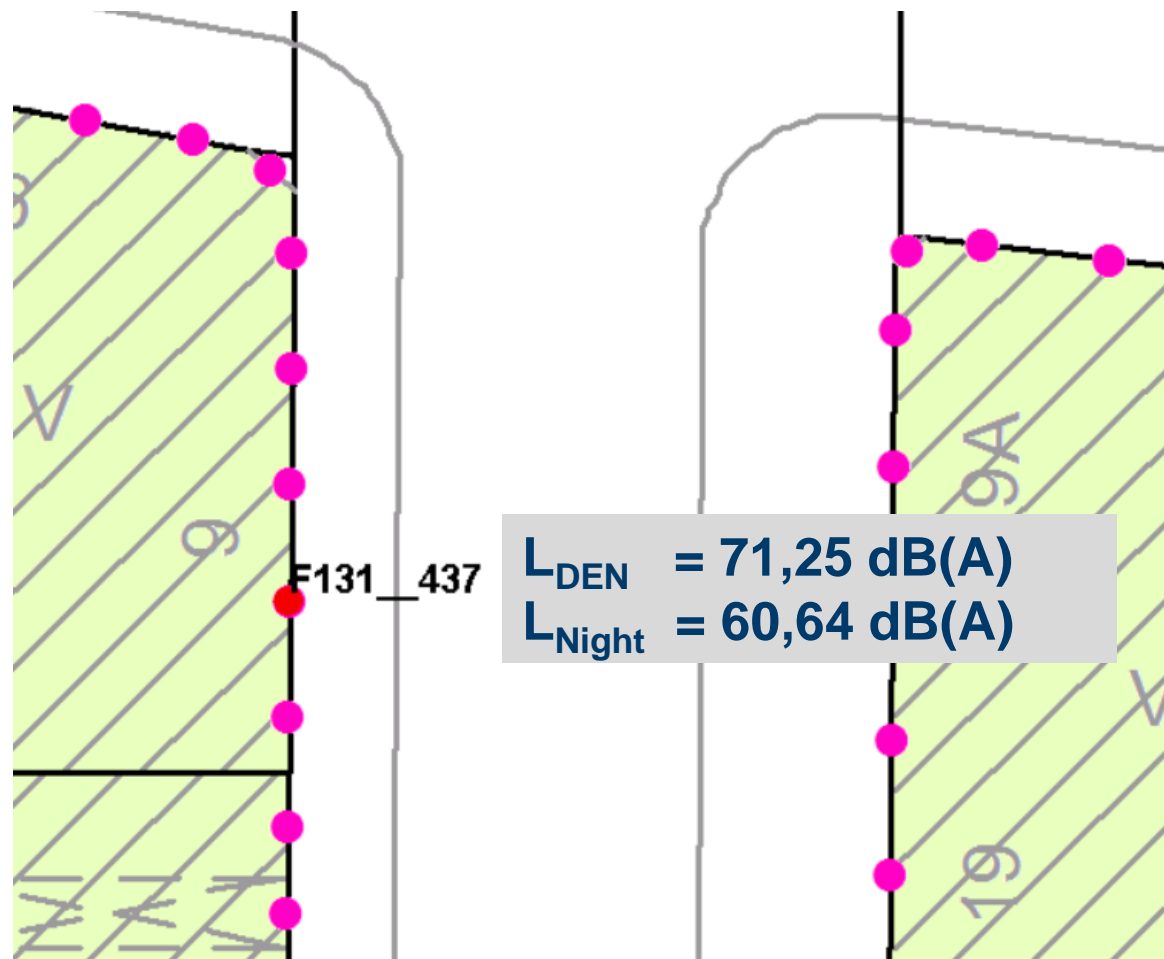


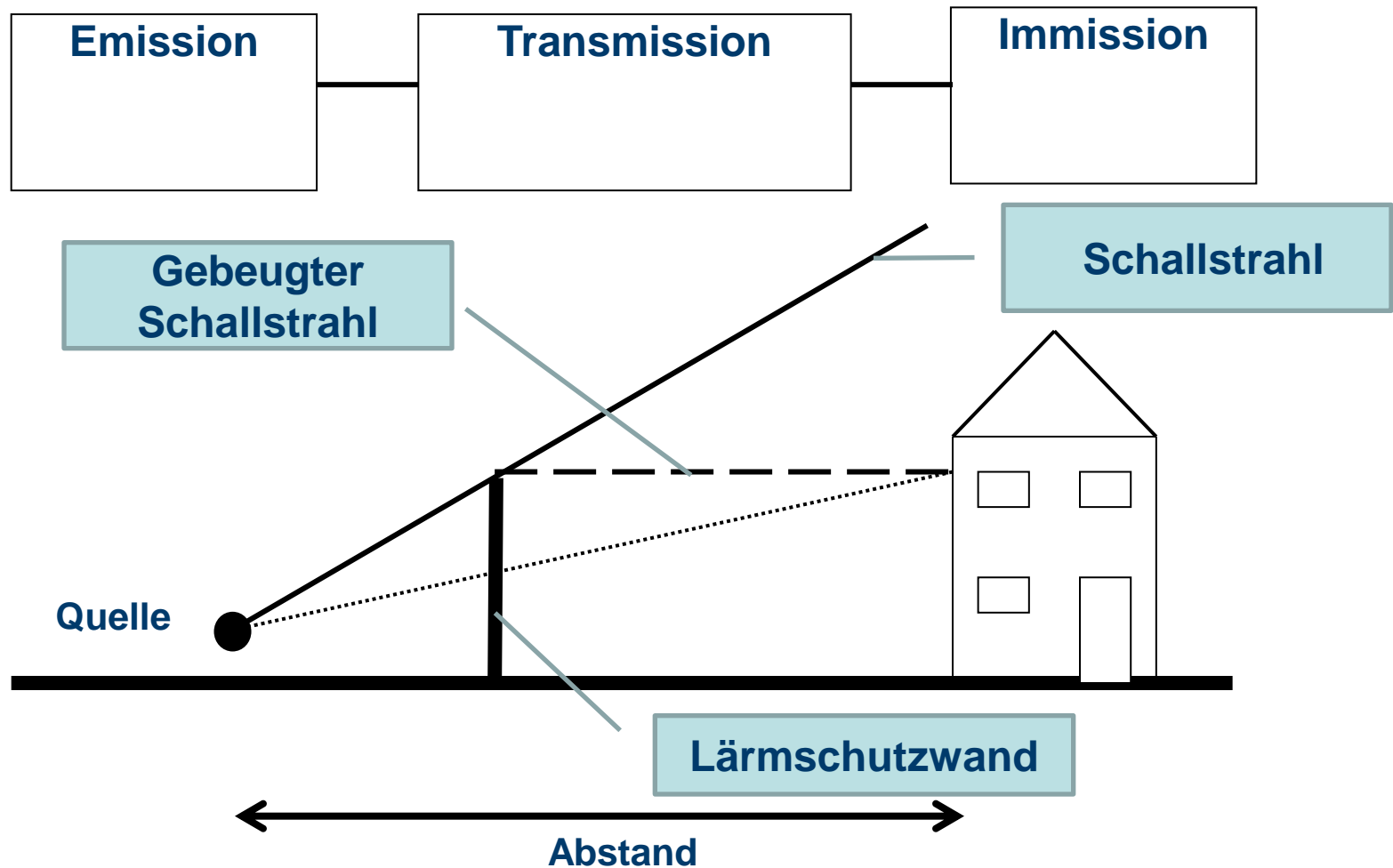
- Auslöschung der **Frequenzstruktur**:
Gleicher L_A für unterschiedlich lästige Geräusche (Brummen, Dröhnen, Quietschen, Kreischen, Zischen, Knattern, Rattern, Knallen etc.)
 - **Tonhaltigkeit**:
Einzelne Töne sind deutlich heraus hörbar
 - **Impulshaltigkeit**:
Geräusche mit schnellen Pegeländerungen (Knall)
 - **Informationshaltigkeit**:
z. B. Lautsprecheransagen (Bahnhof, Veranstaltungen), Musikdarbietungen
 - Zur Berücksichtigung werden dem Mittelungspegel **Zuschläge** hinzugefügt;
Bsp. **Richtlinie des LAI für Freizeitlärm**: für laute und gut verständliche Lautsprecherdurchsagen, deutlich hörbare Musikwiedergaben + 6 dB(A)
- **Psychoakustische** Indikatoren (Lautheit, Schärfe, Rauheit etc.) teilweise besser geeignet, Wirkungen zu erklären

- **EU-Richtlinie zum Umgebungslärm (ULR):**
 - L_{DEN} : gewichteter Ganztagespegel (Day, Evening, Night: Zuschlag für 4 Abendstunden + 5 dB(A), Zuschlag für 8 Nachtstunden: + 10 dB(A); Beispiel



Lärmkartierung Berlin 2013, Straßenverkehrslärm, Friesenstr. 9





- **Bestimmung der Immissionen:**
 - **Rechnen** oder **Messen**?
Vorzugsweise **Berechnung** (Repräsentativität, Prognosefähigkeit, Aufwand)
 - (z. B. Straße: Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen RLS-90)
- **Emissionen**; Bsp. Straßenverkehrslärm
 - Fahrzeugmengen
 - Fahrzeugtyp (Pkw, Lkw, Motorrad, Bus etc.)
 - Geschwindigkeit
 - Straßenbelag (Rollgeräusch)
 - Steigung

- **Transmission: Schallausbreitungsrechnung**
 - **Geometrische Schallausbreitung:**
 - **Punktschallquelle** (z. B. einzelne Maschine):
kugelförmige Ausbreitung
Abstandsverdopplung entspricht – 6 dB(A)
 - **Linien-schallquelle** (z. lange, gerade Straße)
Zylinderförmige Ausbreitung
Abstandsverdopplung entspricht – 3 dB(A)
 - **Absorption** (in der Luft, am Boden): Minderung
 - **Beugung und Brechung** (Krümmung der Schallstrahlen)
 - **Reflexion** (Bsp. Straßenschlucht): Erhöhung der Immissionspegel
- **Außenpegel – Innenpegel:** Vor der Hausfassade – in den Räumen:
Differenz abhängig vom **baulichen Schallschutz** (Dämmung der Außenwand) und dem **Öffnungsgrad** der Fenster (gekippt: ΔL etwa 15 dB(A))



Vielen Dank fürs Zuhören!

jaecker.cueppers@t-online.de

www.ald-laerm.de