

Lärm, Gehörschäden und Schutzmaßnahmen

António Maria Hölzl

Gliederung

1. Einleitung

2. Lärm

2.1. Definition von Lärm

2.2. Lärmumgebungen

3. Folgen durch Lärm

3.1. extraaurale Folgen

3.2. aurale Folgen

4. Maßnahmen gegen Lärm

4.1. Gesetzliche Maßnahmen und Empfehlungen

4.2. Gehörschutz

Einleitung

Was ist Lärm?

- Mögliche Definition:

... Geräusche, die stören, beeinträchtigen und auch gesundheitliche Schäden verursachen können

- Problem:

- **subjektive** Bewertung des Geräusches (*Hörempfindlichkeit, Angst, Akzeptanz, etc.*)
- kann nicht für Richtlinien zum Lärmschutz verwendet werden

- Suche nach **objektiven** Bewertungskriterien:

- Lautheit
- bewertete Schallpegel (*A-Bewertung, C-Bewertung*)
- Schärfe
- Rauigkeit

Ziel: Definition von Grenzwerte, ab denen ein Geräusch als Lärm gilt

Lärmumgebungen

Arbeitslärm

*Industrie,
verarbeitendes Gewerbe,
Musikbranche,
etc.*

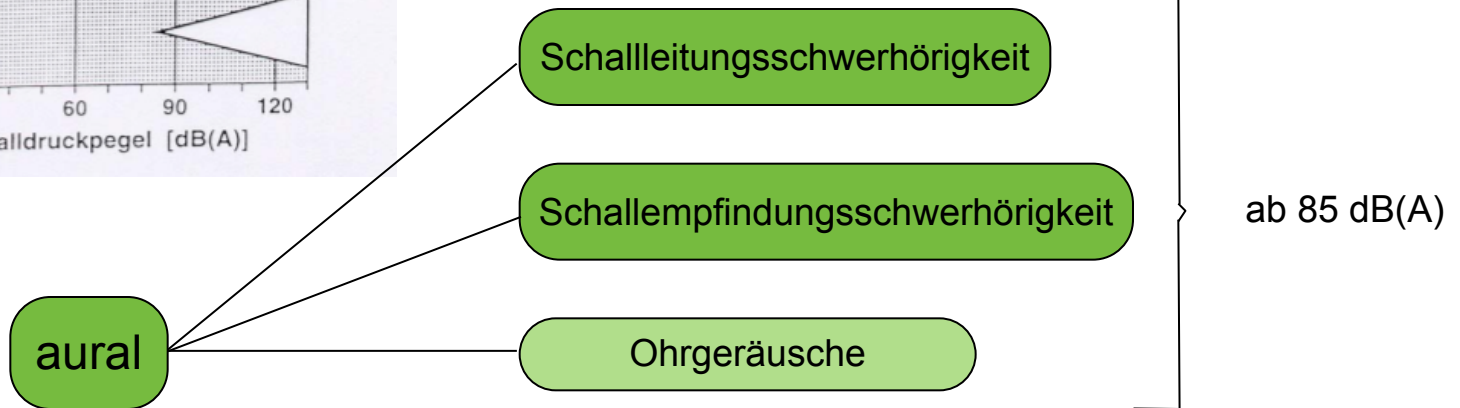
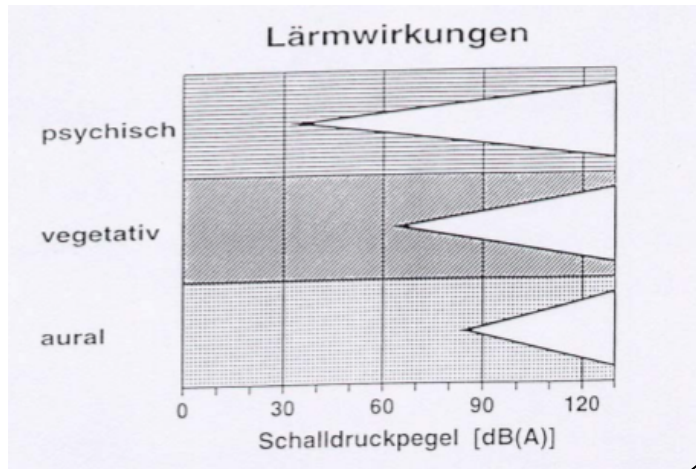
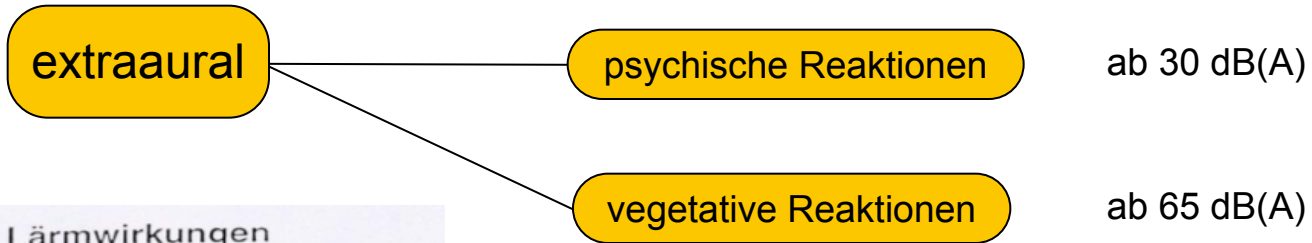
Umgebungs­lärm

*Verkehr, Bauarbeiten,
Nachbarschaft,
Gewerbe,
etc.*

Freizeitlärm

*Musikgenuss
Feuerwerkskörper,
Spielzeug,
etc.*

Folgen durch Lärm



extraaurale Folgen durch Lärm

psychische Reaktionen

- Wirkung auf das Nervensystem
- Auswirkung auf die Leistungsfähigkeit des Gehirns (*Kurzzeitgedächtnis*)
- Veränderung des Hormonhaushalts:
Ausschüttung von Stresshormone
- => Einfluss auf Herzaktivität und Blutdruck

vegetative Reaktionen

- Wirkung auf lebensnotwendige Mechanismen (*Herz-Kreislauf, Blutdruck*)
- Gefahr des Herzinfarkts bei Risikopatienten
- Organschäden durch extreme Schallpegel (*Verletzung der Lunge*)

- Problem:

- Körper sehr komplex, von vielen Faktoren abhängig: Studien kommen teilweise zu unterschiedlichen Ergebnissen
- Reaktionen sind weniger vom Schallpegel als von der subjektiven Schallempfindlichkeit abhängig

aurale Folgen durch Lärm

Schalleitungsschwerhörigkeit: Trommelfellruptur

- Ursache:
 - ▶ Schalldruckpegel ab **185 dB(SPL)** (*Explosion, Feuerwerk, Knallgeräusche*)
- Folge:
 - ▶ Schall wird abgeschwächt an das Innenohr weitergeleitet
 - ▶ mögliche Schäden auch an den Gehörknöchelchen
- Behandlung:
 - ▶ Trommelfell schließt sich selbstständig
 - ▶ operativer Eingriff bei Schäden an den Gehörknöchelchen

aurale Folgen durch Lärm

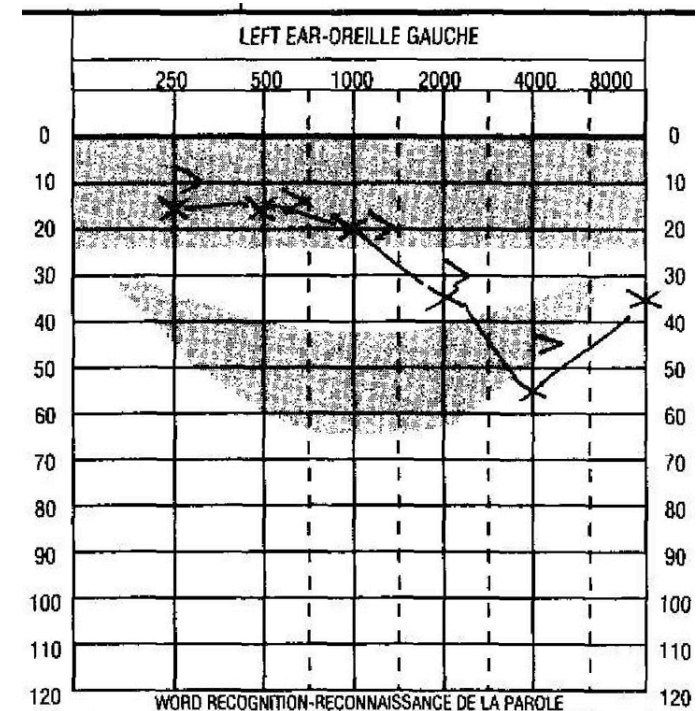
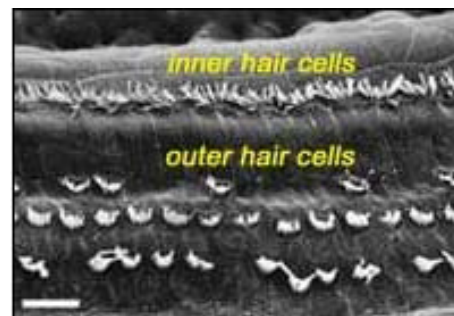
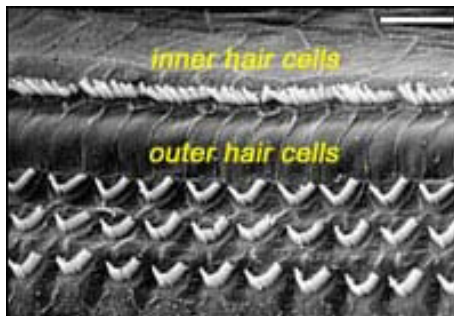
Schallempfindungsschwerhörigkeit: lärmbedingter Hörverlust

- Ursache:
 - ▶ Beschallung ab **85 dB(A)**
 - ▶ Expositionsdauer
 - ▶ spektrale Zusammensetzung des Geräusches
 - ▶ zeitliche Struktur
- Folge: **zeitliche/permanente** Verschiebung der Ruhehörschwelle
 - ▶ Beeinträchtigung der Durchblutung und des Stoffwechsels im Ohr:
 - ▶ Haarzellen verlieren ihre Steifigkeit / Empfindlichkeit
 - ▶ toxische Stoffe bewirken Zelltod im Innenohr
 - ▶ cochleärer Verstärker passt sich an die hohen Pegel an
- zeitliche Ruhehörschwellenverschiebung (TTS) normalisiert sich nach einer mehrstündigen Ruhephase unter **70 dB(A)**

aurale Folgen durch Lärm

lärmbedingter Hörverlust

- ausgeprägter Hörverlust um **3-6 kHz** (C5-Senke)
- kann sich auf gesamten Hörbereich ausdehnen
- Verlust der äußeren Haarzellen führt zu einer Hörminderung um **50 bis 70 dB**
- Hyperakusis
- eingeschränkte Dynamik (positives Recruitment)



aurale Folgen durch Lärm

lärmbedingter Hörverlust

Betroffene

Arbeiter

- Bau, verarbeitende Industrie:
90 - 130 dB(A)
- 30% erleiden Hörverlust in weniger als 5 Jahre
- 100% bei 40 Jahre Arbeitslärm
- häufigste Berufserkrankung in Europa

Musiker

- Orchester, Rock und Pop:
85 - 115 dB(A)
- 31-44% erleiden Hörverlust
- 48-79% leiden an Hyperakusis
- große Dunkelziffer
- besonders nicht professionelle Musiker betroffen

Freizeit

- Konzert-, Disco-Besucher:
bis über **110 dB(A)**
- Walkman/MP3-Player:
ca. **100 dB(A)** bei 10% der Hörer
- Spielzeuge, Feuerwerkskörper:
bis über **170 dB(A)**
- steigende Zahl an Hörverlusten bei Jugendlichen

- Behandlung:
 - Durchblutungsfördernde Medikamente
 - Sauerstofftherapie
 - in Zukunft: Regenerierung der Haarzellen (*Stammzellenforschung*)

aurale Folgen durch Lärm


Ohrgeräusche: lärmbedingter Tinnitus

- Ursache:
 - ▶ Fehlfunktion der äußeren und inneren Haarzellen infolge eines lärminduzierten Hörschadens

- Folge:
 - ▶ Haarzellen bewegen sich unkontrolliert und eigenständig
 - ▶ Information entsteht und wird an das Gehirn weitergeleitet
 - ▶ Ohrgeräusch kann zur psychischen Belastung führen

- Behandlung:
 - ▶ Behandlung des Hörschadens
 - ▶ Umgang mit dem Tinnitus erlernen
 - ▶ Überdeckung mittels Maskierer

Maßnahmen gegen Lärm



gesetzliche
Maßnahmen und
Empfehlungen

*zu Arbeits-, Freizeit- und
Umgebungslärm*



Gehörschutz

*für Arbeit, Musik und
Freizeitbeschäftigung*

gesetzliche Maßnahmen und Empfehlungen

- **Arbeitslärm:** Verordnung Lärm und Vibrationen [VOLV]
 - Pflichten des Arbeitgebers:
 - ▶ Ermittlung des Dauerschallpegels an Lärm Arbeitsplätzen
 - ▶ Bei Überschreitung des Expositionsgrenzwertes ($L_{Aeq,8h} = 85 \text{ dB(A)}$ / $L_{C,peak} = 137 \text{ dB(C)}$) muss Gehörschutz getragen werden
 - ▶ Lärmbelastung so weit wie möglich vermeiden
 - ▶ Aufklärung über die Gefahr und Folgen von Lärm

 - Ermitteln des energieäquivalenten Dauerschallpegels:

$$L_{Aeq,Te} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} \left[\frac{P_A(t)}{P_0} \right]^2 dt \right)$$

- täglicher Expositionspegel:

$$L_{EP,d} = L_{Aeq,Te} + 10 \log_{10} \frac{T_e}{T_0}$$

$L_{EP,d}$täglicher Expositionspegel
T_etägliche Expositionsdauer
T_08 Stunden
P_020 μPa
$P_A(t)$A-bewertete Schalldruck in Pa

gesetzliche Maßnahmen und Empfehlungen

• Freizeitlärm:

- nur wenige Richtlinien, die den Freizeitlärm einschränken:
 - Lärmschutzrichtlinie für Freiluftveranstaltungen:
 - ▶ Dauerschallpegel soll grundsätzlich unter 93 dB(A) liegen
 - ▶ maximal 100 dB(A) erlaubt:
 - kostenloser normierter Gehörschutz mit mindestens 15 dB Dämmung für Besucher
 - Hinweis auf erhöhte Schallpegel und Gesundheitsgefährdung
 - Sicherheit von Spielzeuge:
 - ▶ keine Grenzwerte angegeben
 - ▶ es soll durch ihre Verwendung kein Hörschaden bei Kindern entstehen
 - Feuerwerkskörper:
 - ▶ Einteilung in verschiedene Kategorien
 - ▶ Verkauf erst ab bestimmten Alter
 - ▶ Grenzwert auf 120 dB(A) festgelegt

gesetzliche Maßnahmen und Empfehlungen

• Umgebungslärm:

- Festgelegte Tages-Abend-Nacht-Index für:
 - ▶ Wohnort: 45 - 60 dB(A) / 30 - 45 dB(A)
 - ▶ Straßen-, Schienen- und Flugverkehr: 60 - 70 dB(A) / 50 - 60 dB(A)
 - ▶ industrielle Tätigkeit: 55 dB(A) / 50 dB(A)
 - ▶ Verwendung von Geräten und Maschinen: Maximalpegel 91 - 106 dB
 - ▶ Nachbarschaft: keine exakten Grenzwerte

- Ermitteln des Tages-Abend-Nacht-Index L_{den}

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

L_{day}	A-bewertete äquivalenter Dauerschallpegel von 06:00 - 19:00
$L_{evening}$	A-bewertete äquivalenter Dauerschallpegel von 19:00 - 22:00
L_{night}	A-bewertete äquivalenter Dauerschallpegel von 22:00 - 06:00

Gehörschutz

• Eigenschaften:

- Dämmwert über die Frequenz: SNR, NRR, HML
- Form:
 - ▶ Kapselgehörschutz
 - ▶ Gehörschutzstöpsel:
 - formbar
 - vorgefertigt
 - angepasst
- Funktionsweise:
 - ▶ passiver Gehörschutz
 - ▶ aktiver Gehörschutz



Gehörschutz

- **Auswahl:**

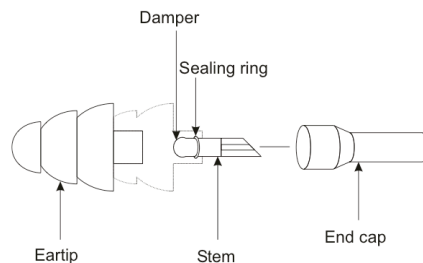
- Lärmsituation / Dämmeingenschaft:
 - ▶ impulshafter Lärm vs. Dauerlärm
 - ▶ spektrale Zusammensetzung
 - ▶ Kommunikationsfähigkeit
- Tragekomfort / Akzeptanz
 - ▶ Vermeidung von Überprotektion
 - ▶ Klimatische Bedingungen
- Preis
- Lebensdauer

Gehörschutz

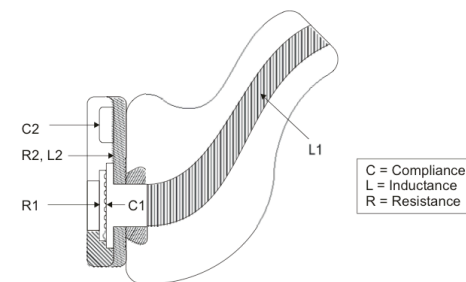
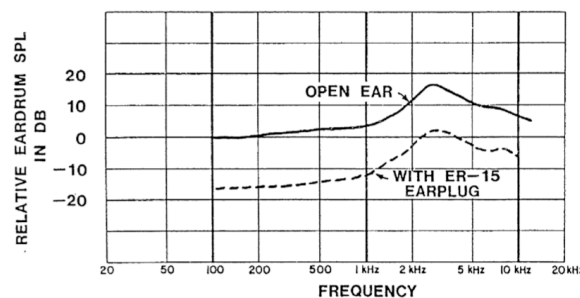
... für Musikberufe / Musikliebhaber

- Ziel: Hörgewohnheit soll so wenig wie möglich beeinträchtigt werden
- Kopfübertragungsfunktion muss beibehalten bleiben:
 - Kapselgehörschutz kann nicht verwendet werden
- natürlicher Frequenzgang des Außenohrs muss mitmodelliert werden:
 - Resonanzüberhöhung zwischen 2 und 4 kHz

vorgeformter Gehörschutzstöpsel



angepasster Gehörschutzstöpsel



Vielen Dank