

# 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.*

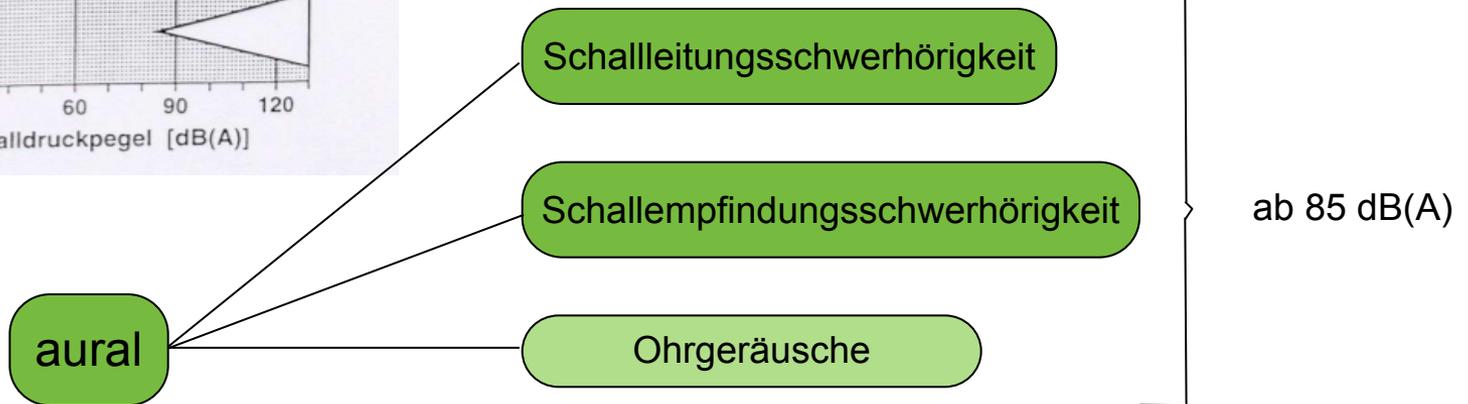
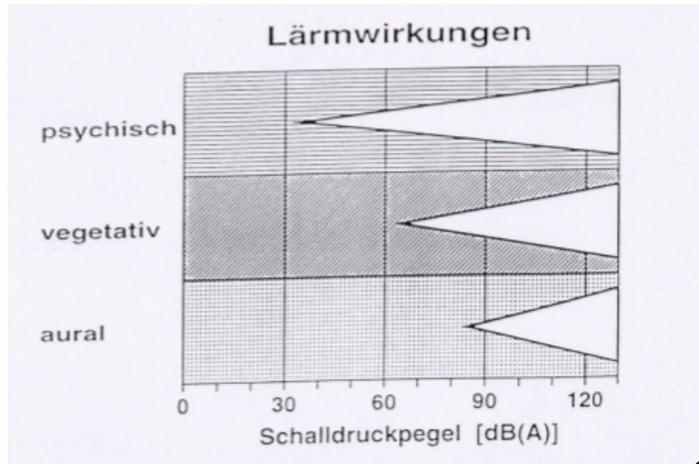
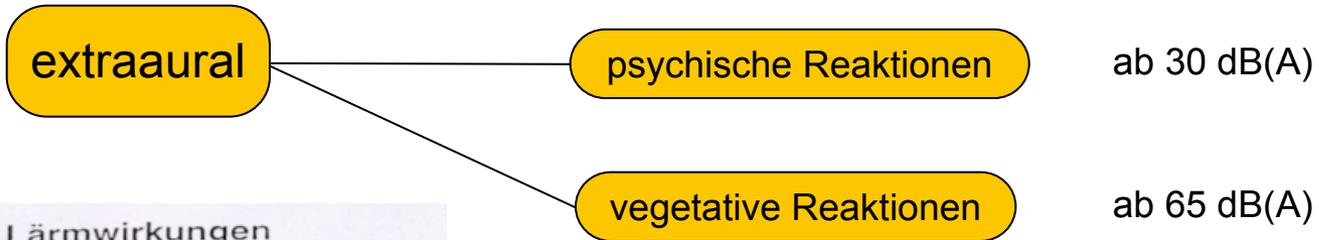
## Umgebungs­lärm

*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

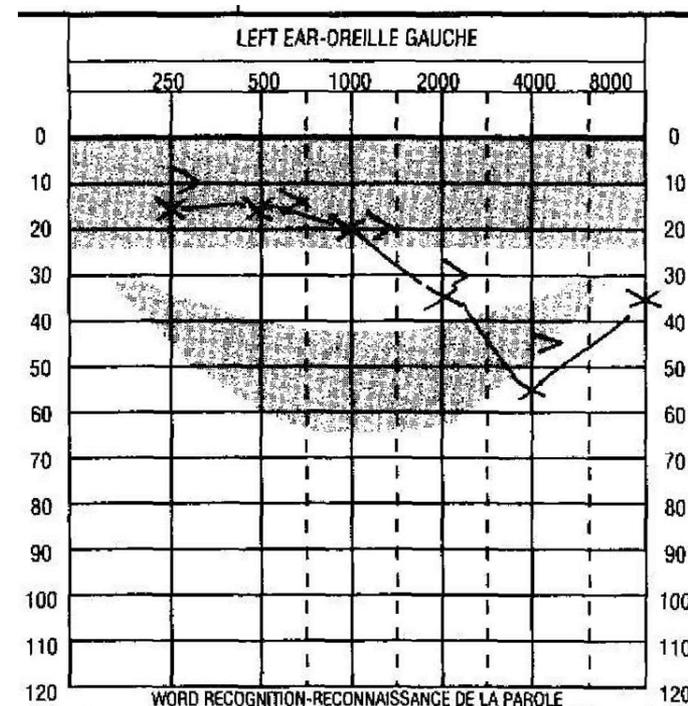
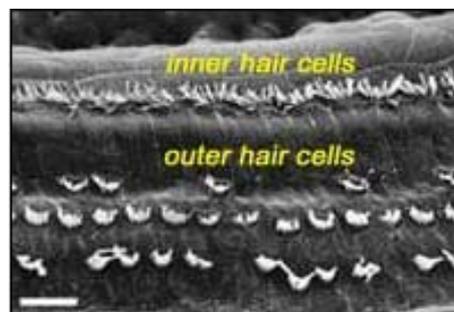
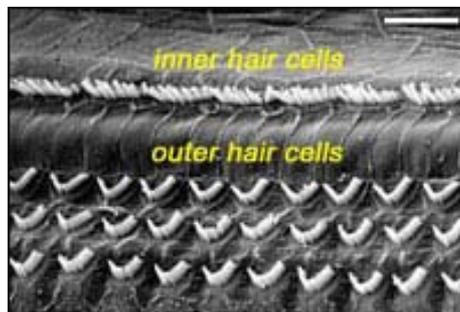
## Schallempfindungsschwerhörigkeit: lärmbedingter Hörverlust

- 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 Lärmarbeitsplätzen
    - ▶ 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
$T_e$	.....tägliche Expositionsdauer
$T_0$	.....8 Stunden
$P_0$	.....20 $\mu\text{Pa}$
$P_A(t)$	.....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:**

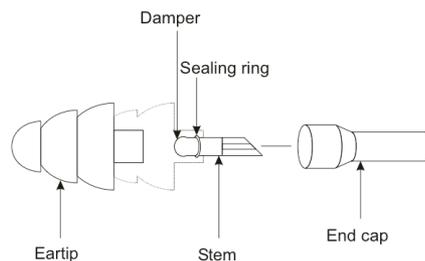
- Lärmsituation / Dämmeingenschaft:
  - ▶ impulshafter Lärm vs. Dauerlärm
  - ▶ spektrale Zusammensetzung
  - ▶ Kommunikationsfähigkeit
- Tragekomfort / Akzeptanz
  - ▶ Vermeidung von Überprotektion
  - ▶ Klimatische Bedingungen
- Preis
- Lebensdauer

# Gehörschutz

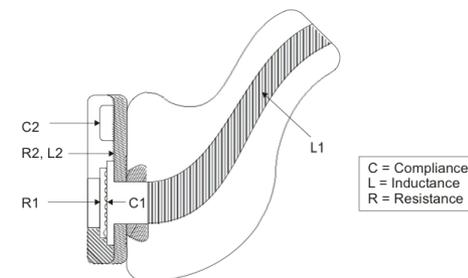
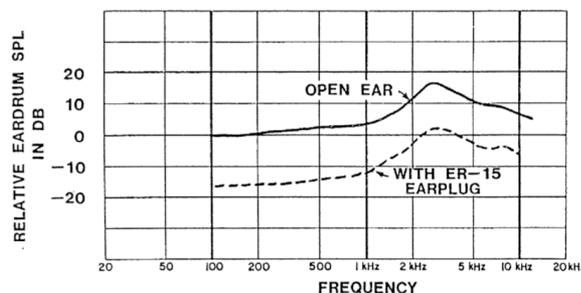
... für Musikberufe / Musikliebhaber

- 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**