

Grundlagen der Lärmbekämpfung

www.auva.at



Inhalt

Einleitung	2
Was ist Lärm?	3
Das Gehörorgan	4
Wirkung von Lärm auf den Menschen	6
Mess- und Beurteilungsgrößen	8
Grenzwerte	11
Technische Lärminderung	13
Gehörschutz	16

**Die AUVA bietet
Lärmmessungen,
Gehöruntersu-
chungen und
technische
Beratung an.**

Einleitung

Die Lärmschwerhörigkeit zählt zu den entschädigungs-pflichtigen Berufskrankheiten. Mit ihrem Eintritt ist dann zu rechnen, wenn am Arbeitsplatz andauernd starker Lärm mit Expositionspegeln über 85 dB(A) auftritt. Ungefähr 400.000 Arbeitnehmer und Arbeitnehmerinnen arbeiten zur Zeit in Österreich an Arbeitsplätzen mit gehörgefährdendem Lärm arbeiten.

Um die Zahl beruflich bedingter Lärmschwerhörigkeitsfälle zu senken, führt die Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (AUVA) in den Betrieben Lärmmessungen, audiometrische Untersuchungen und technische Beratungen zur Lärmmin-derung durch.

Die Lärmmessungen dienen dazu, den Personenkreis zu bestimmen, der an Arbeitsplätzen mit gehörgefährdendem Lärm arbeitet. Die Ergebnisse dieser Messungen werden den Betrieben in einem Messbericht mitgeteilt.

Die audiometrischen Untersuchungen müssen auf Grund der Verordnung über die gesundheitliche Eignung von Arbeitnehmern für bestimmte Tätigkeiten an jenen Personen vorgenommen werden, für welche ein Lärmexpositionspe- gel oder Spitzenpegel über dem Grenzwert festgestellt wur- den. Das Untersuchungsintervall beträgt in der Regel 5 Jahre. Diese Gehöruntersuchungen sind von Ärzten oder Institutionen durchzuführen, die dazu vom jeweils zuständi- gen Minister /der jeweils zuständigen Ministerin ermächtigt wurden. Die AUVA ist ebenfalls ermächtigt und kann audio- metrische Untersuchungen durchführen.

Technische Beratungen zur Senkung des Lärms am Ar- beitsplatz können über die jeweilige Landesstelle angefor- dert werden.

Was ist Lärm?

Wer jeden lauten Schall als Lärm bezeichnet, macht sich die Sache zu einfach. Ob ein Schall als Lärm empfunden wird, hängt nicht nur von der Intensität, sondern vor allem vom Informationsgehalt und von der Einstellung des Betroffenen zum Schallereignis ab.

Dazu ein Beispiel:

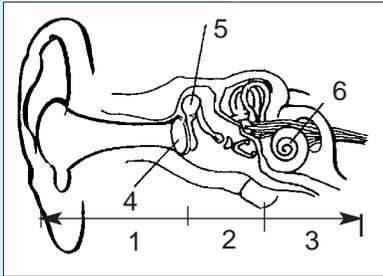
Der Besucher eines Konzertes genießt die dort dargebotene, oft sehr laute Musik; liegt er dagegen abends im Bett, kann ihn dieselbe Musik aus der benachbarten Wohnung am Einschlafen hindern.

Wir können also feststellen, dass Lärm ein Schallereignis ist, das vor allem als störend oder lästig empfunden wird. Darüber hinaus kann Lärm aber auch das Hörvermögen beeinträchtigen.

Jeder laute Schall kann das Hörvermögen beeinträchtigen.

Das Gehörorgan

Aufbau



- 1 Gehörgang,
- 2 Mittelohr
- 3 Innenohr,
- 4 Trommelfell
- 5 Hammer, Amboss,
Steigbügel
- 6 Schnecke

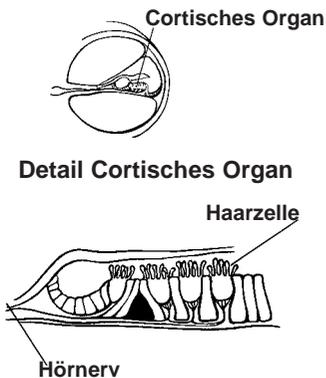
Das Ohr wird in drei Abschnitte unterteilt, in das äußere Ohr, das Mittelohr und das Innenohr.

Das äußere Ohr besteht aus Ohrmuschel, Gehörgang und Trommelfell. Es dient zur Schallaufnahme und zur Weiterleitung der Schallwellen. Den Abschluss des äußeren Gehörganges bildet das Trommelfell.

Das Mittelohr ist ein luftgefüllter Raum von etwa $0,8 \text{ cm}^3$, in dem sich die Gehörknöchelchenkette, bestehend aus Hammer, Amboss und Steigbügel, befindet.

Das Innenohr setzt sich im Wesentlichen aus dem Gleichgewichtsorgan und der Hörschnecke zusammen. Die Hörschnecke ist ein in etwa 2,5 Windungen spiralförmig aufgewickelter, schlauchartiges System mit einer Gesamtlänge von 35 mm. Sie wird durch eine teils knöcherne (Schneckentrennwand), teils häutige (Basilarmembran) Scheidewand in zwei Kanäle aufgeteilt. Auf der Basilarmembran befindet sich das eigentliche Hörorgan (Cortisches Organ), dessen Haarzellen (Hörzellen) über die Hörnerven mit dem Hörzentrum im Gehirn in Verbindung stehen.

Schnitt durch die Schnecke



Schallwahrnehmung durch Luftleitung

Ankommende Schallwellen werden von der Ohrmuschel aufgefangen und gebündelt in den äußeren Gehörgang geleitet, wo sie auf das Trommelfell treffen.

Die Bewegungen des Trommelfells werden durch den damit verwachsenen Hammer über den Amboss auf den Steigbügel übertragen. Das Größenverhältnis (15,7 : 1) der Trommelfellfläche zur Steigbügelplatte sowie das Übersetzungsverhältnis von Hammer zu Amboss (1,4 : 1) bedingen eine etwa 22-fache Verstärkung des ankommenden Schalldrucks. Die über den Steigbügel auf das Innenohr übertragenen Schallwellen erregen die Hörflüssigkeit zu Schwingungen, die sich auf die Haarzellen übertragen. Die Bewegung der Haarzellen führt zu Reizmechanismen, die bewirken, dass elektrische Impulse in die Hörnerven eingeleitet und zum Gehirn transportiert werden. Dort erfolgt die Sinneswahrnehmung des akustischen Signals.

Schallwahrnehmung durch Knochenleitung

Unter Knochenleitung versteht man die Zuführung von Schall zum Innenohr über Schwingungen des Schädelknochens. Dabei wird das Mittelohr umgangen. Von praktischem Nutzen kann die Knochenleitung für diejenigen Hörbehinderten sein, bei denen die Funktion des Innenohres normal (keine Lärmschwerhörigkeit), die Schallübertragung durch das Mittelohr aber pathologisch verändert ist. In solchen Fällen kann ein Knochenleitungshörer als Hörhilfe verwendet werden. Bei einer Lärmschwerhörigkeit dagegen kann auch ein Hörapparat keine zufrieden stellende Hörverbesserung erzielen.

Bei Lärmschwerhörigkeit nützen Hörapparate wenig!

Wirkung von Lärm auf den Menschen

Bei den Wirkungen von Lärm auf den Menschen sind zwei Bereiche zu unterscheiden, nämlich die Auswirkungen auf das Hörorgan (aurale Auswirkungen) und die Auswirkungen auf den Gesamtorganismus (extraaurale Wirkungen).

Die in der Arbeitswelt am häufigsten auftretende aurale Auswirkung ist der lärmbedingte Gehörschaden, die Lärmschwerhörigkeit. Sie entsteht meist durch langjährige Einwirkung von Schall mit Expositionspegeln über 85 dB(A). Die durch Lärm bedingte Schwerhörigkeit ist eine Innenohrschwerhörigkeit. Sie ist durch einen mehr oder weniger ausgedehnten Ausfall von Hörzellen charakterisiert. Die Schädigung der Hörsinneszellen ist im Wesentlichen auf eine Überforderung von Stoffwechselfvorgängen zurückzuführen, welche bei lang dauernder Überlastung durch Geräusche hoher Intensität auftritt. Da abgestorbene Hörzellen nicht durch neue ersetzt werden können, ist die durch Lärm bedingte Hörminderung irreversibel.

Abgestorbene Hörzellen lassen sich nicht ersetzen.

Lärmschwerhörigkeit ist unheilbar!

Die durch Lärm bedingte Schwerhörigkeit ist im sozialversicherungsrechtlichen Sinn entschädigungspflichtig, wenn sie an beiden Ohren eine Minderung der Erwerbsfähigkeit von mindestens 20 Prozent ergibt. Im Jahr 2008 wurden in insgesamt 1.144 Fällen Lärmrenten ausbezahlt, jährlich kommen zur Zeit im Schnitt etwa 40 neue Fälle hinzu.

Extraaurale Lärmwirkungen betreffen das Zentralnervensystem (Weckreaktionen, Schlafstörungen, EEG-Veränderungen), die Psyche (Leistung, Konzentration, Reizbarkeit, Aggressivität etc.) und das Vegetativum (Blutdruck, Blutverteilung, Herzfrequenz, Magen-Darm-Peristaltik und Verdauungsdrüsensekretion, Atmung, Stoffwechsel etc.).

Ab Schalldruckpegeln von etwa 50 dB(A) können zunehmend das subjektive Erleben der Belästigung und eine deutliche Beeinflussung der mentalen Leistung auftreten, und zwar insbesondere bei Aufgaben, die Merk-, Konzentrations- und Aufmerksamkeitsleistungen erfordern.

Bei Schalldruckpegeln ab 65 dB(A) können physiologische Reaktionen auftreten. Auch die mentale Leistungsminde- rung nimmt weiter zu und erfordert einen erhöhten Kom- pensationsaufwand für den Betroffenen. Bei Schalldruckpe- geln über 85 dB(A) werden mentale Leistungen in einem derartigen Ausmaß gestört, dass sie auch mit erhöhtem psychischen und physischen Aufwand nicht mehr voll kom- pensiert werden können.

**Lärm senkt die
mentale
Leistung.**

Die Frequenz entscheidet über die Tonhöhe.

Mess- und Beurteilungsgrößen

Zur Beurteilung der Wirkung des Lärms auf Menschen müssen vor allem Frequenzzusammensetzung, Intensität und Einwirkdauer des Arbeitsplatzgeräusches berücksichtigt werden.

Die Frequenz, die in Hertz (Hz) gemessen wird, gibt die Anzahl der Schallschwingungen pro Sekunde an. Schwingungen mit kleinen Frequenzzahlen werden als tiefe, solche mit großen als hohe Töne wahrgenommen. Dabei beziehen sich die Merkmale „klein“ und „groß“ auf den vom Menschen wahrnehmbaren Frequenzbereich, der sich von 20 Hz bis 20 000 Hz erstreckt.

Die Intensität (I) eines Geräusches ist definiert als die Schallenergie, die pro Zeiteinheit durch eine bestimmte Fläche hindurchtritt. Legt man als Bezugsfläche die Größe des Trommelfells zugrunde, dann lässt sich ermitteln, welche Schallenergie in das Gehörorgan eindringt. Die Wahl der Intensität als Messgröße wird damit plausibel. Auf Grundlage des Weber-Fechnerschen Gesetzes (das besagt, dass die Stärke einer Empfindung proportional ist zum Logarithmus der Intensität des Reizes), wird bei der Schallmessung ein logarithmischer Maßstab verwendet. Berücksichtigt man noch, dass die Intensität mit dem leicht zu messenden Schalldruck (p) eng in Verbindung steht ($I \approx p^2$), dann ergibt sich die in der technischen Akustik am häufigsten angewandte Messgröße:

$$L_p = 10 \lg (p^2 / p_0^2) \text{ (dB)}$$

p gemessener Schalldruck (N/m^2)

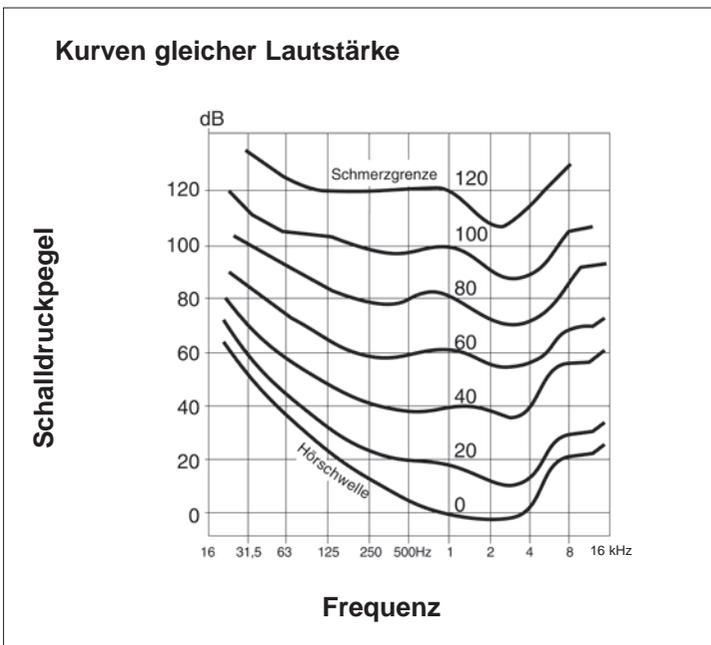
p_0 ... Referenzschalldruck ($0,00002\text{N/m}^2$)

Diese Messgröße wird Schalldruckpegel genannt. Messwertangaben werden mit Dezibel (dB) gekennzeichnet.

Das menschliche Ohr ist ein sehr empfindliches „Empfangsgerät“ für Schallintensitäten. Dies geht daraus hervor, dass die niedrigsten zu den höchsten beschwerdelos wahrnehmbaren Schallintensitäten in einem Verhältnis von 1: 10^{12} stehen. Das zwischen Hörschwelle und Schmerzgrenze liegende Hörfeld umfasst daher einen Bereich von 120 dB.

Ob ein Geräusch als laut oder leise empfunden wird, hängt, wie erwartet, von der Intensität, darüber hinaus aber auch von der Frequenzzusammensetzung des Schallereignisses ab. Es lässt sich z. B. nachweisen, dass tieffrequente Töne leiser empfunden werden als hochfrequente Töne gleicher Intensität.

Frequenz und Intensität ergeben die Lautstärkeempfindung.



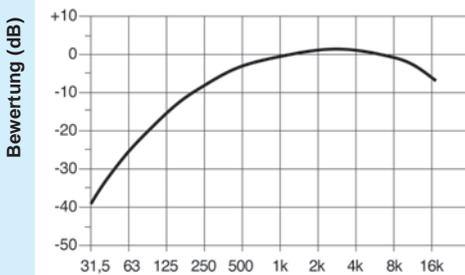
Der A-Filter berücksichtigt die Eigenschaften des Gehörs.

Die große Zahl der zu beurteilenden Lärmeinwirkungen an Arbeitsplätzen, bei Anrainern von Betrieben, Straßen und Flugplätzen erfordert eine rasch bestimmbare, verlässliche Beurteilungsgröße, welche die oben genannten Kriterien berücksichtigt. In einer internationalen Übereinkunft am Ende der Sechzigerjahre wurde dafür der A-bewertete Schalldruckpegel ausgewählt. Er wird ermittelt, indem man bei der Aufnahme des Schalldruckes einen zusätzlichen elektrischen Filter mit der Bezeichnung „A“ verwendet. Der Verlauf dieses Filters trägt näherungsweise den Eigenschaften des Gehörs Rechnung, indem tieffrequente Komponenten ($f < 500 \text{ Hz}$) weniger berücksichtigt werden als das Frequenzband der höchsten Ohrempfindlichkeit ($1000 \text{ Hz} < f < 5000 \text{ Hz}$). Die Frequenzanteile über 5000 Hz werden wieder stärker unterdrückt.

Ob eine Lärmexposition vorgegebene Grenzen überschreitet, kann nur beurteilt werden, wenn auch die Einwirkdauer bekannt ist. Unter Heranziehung der Einwirkdauer wird ein zeitlicher Mittelwert des Schalldruckpegels gebildet. Dieser

ist bei Einwirkung des Lärms am Arbeitsplatz auf einen Arbeitstag (8 Stunden) zu beziehen. Die sich auf diese Weise ergebende Größe wird allgemein Lärmexpositionspegel genannt. Schwanken die Lärmexpositionspegel von einem Tag auf den anderen, darf auch auf eine Woche (40 Stunden) bezogen werden. Parallel dazu werden auch die Schalldruckspitzenpegel als Beurteilungsgröße herangezogen.

A-Bewertung



Grenzwerte

In der Verordnung Lärm – Vibrationen (VOLV) sind folgende Pegel als Grenzwerte der Lärmexposition für unterschiedliche Tätigkeiten festgelegt. Man unterscheidet:

- störender Lärm, in bestimmten Räumen (für bestimmte Tätigkeiten – § 5 VOLV). Hier gelten folgende Grenzwerte:
 - Räume, in denen überwiegend geistige Tätigkeiten ausgeführt werden, darf der Beurteilungspegel $L_{A,r}$ maximal 50 dB erreichen.
 - In Aufenthalts-, Bereitschafts-, Sanitäts- und Wohnräumen darf der Beurteilungspegel $L_{A,r}$ maximal 50 dB erreichen.
 - Bei einfachen Bürotätigkeiten oder vergleichbaren Tätigkeiten darf der Beurteilungspegel $L_{A,r}$ maximal 65 dB erreichen.
- Lärm mit individuell nicht gänzlich auszuschließender Gehörgefährdung über den Auslösewerten $L_{A,EX,8h} > 80$ dB bzw. $L_{C,peak} > 135$ dB (siehe § 4 Abs. 1 Z 3 VOLV)
- Lärm mit statistischer relevanter Gehörgefährdung über den Expositionsgrenzwerten $L_{A,EX,8h} > 85$ dB bzw. $L_{C,peak} > 137$ dB (siehe § 3 Abs. 1 Z 3 VOLV).

Beurteilungspegel $L_{A,r}$: Lärmexpositionspegel mit Zuschlägen für Impuls- und Tonhaltigkeit. Lärmexpositionspegel $L_{A,EX,8h}$: der energieäquivalente A-bewertete Dauerschallpegel mit einem Beurteilungszeitraum von einem Arbeitstag (8h). Kann unter gewissen Voraussetzungen durch 40h-Wert ersetzt werden.

$L_{C,peak}$: der C-bewertete Spitzenschalldruckpegel

Wird am Arbeitsplatz ein Grenzwert überschritten, dann liegt eine statistisch relevante Gehörgefährdung vor. Für diesen Fall ist im ASchG und ergänzenden Verordnungen eine Reihe von Bestimmungen festgelegt, die die Erhaltung der Gesundheit der betroffenen Arbeitnehmer gewährleisten sollen. Dazu zählen die Verpflichtung zur Durchführung von Lärminderungsmaßnahmen, zur kostenlosen Bereitstellung und konsequenten Verwendung von Gehörschutzmitteln, zur Durchführung von Einstellungs- und wiederkehrenden Eignungsuntersuchungen. Liegt der Expositionspegel über dem Auslösewert, dann besteht ein individuelles Risiko einen Gehörschaden zu erleiden. Auch hier muss Gehörschutz bereitgestellt werden. Es können auf freiwilliger Basis audiometrische Untersuchungen durchgeführt werden, wenn weitere bestimmte Gesundheitsgefahren vorliegen.

Technische Lärminderung

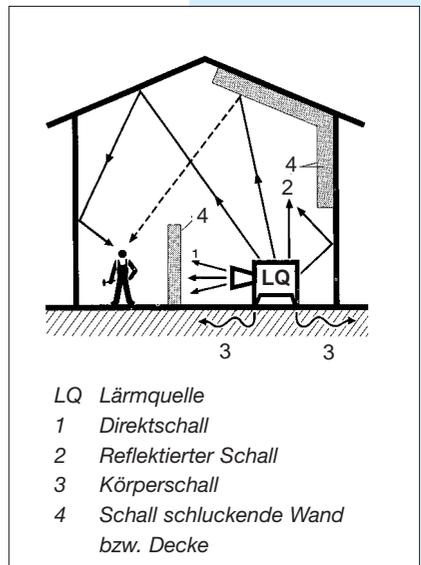
Allgemeines

Grundsätzlich steht fest, dass an erster Stelle der in Frage kommenden Maßnahmen die technische Lärmbekämpfung steht. Es ist eine präventivmedizinische Selbstverständlichkeit, bei Einwirkung von Schädigungen die die Ursache der Schädigungen selbst zu beseitigen oder deren Dosis deutlich unter den als schädigend erkannten Grenzwert zu senken. Dies gilt natürlich auch für die „Lärm“.

Eine wesentliche Aufgabe der technischen Lärminderung besteht darin, durch konstruktive Maßnahmen lärmarme Maschinen zu erzeugen. Einkäufer sollten bei der Neuanschaffung von Maschinen, wenn möglich, lärmarmen Modellen den Vorrang geben und sich Immissionswerte vom Maschinenverkäufer garantieren lassen.

Ist eine Lärmquelle bereits in Betrieb, dann ist ein wesentliches Ziel technischer Maßnahmen, die Weiterleitung von unvermeidlichem Schall zu verringern. Dabei soll die Schallenergie in der Nähe der Quelle in Wärme umgewandelt werden (z. B. Dämpfung, Absorption). Schließlich ist auch die Abstrahlung von schwingenden Flächen, etwa von Maschinenabdeckungen, soweit wie möglich zu reduzieren. Wenn an den Maschinen selbst keine Lärminderungsmaßnahmen durchgeführt werden können, dann ist zu überprüfen, ob durch akustische Bedämpfung des ganzen Raumes und einer eventuellen Abschirmung der Lärmquelle eine wesentliche Pegelminderung erzielbar ist.

**Möglichst
lärmarme
Maschinen
kaufen!**



Räume mit glatten Wänden sind immer hallig.

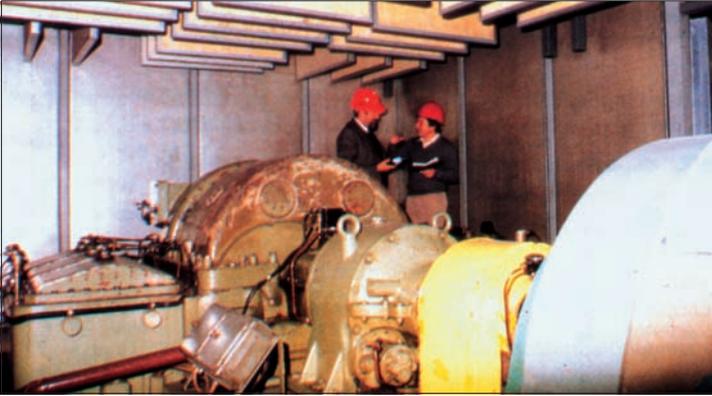
Trotz aller Anstrengungen ist es nicht immer möglich, technische Lärminderungsmaßnahmen durchzuführen. In diesen Fällen besteht für die betroffenen Arbeitnehmer die einzige Möglichkeit und zugleich auch die Verpflichtung, zum Schutz vor Lärm persönlichen Gehörschutz zu verwenden.

Beispiele

Räume mit glatten Begrenzungsflächen sind immer hallig, was bedeutet, dass Geräusche auch in großer Entfernung vom Entstehungsort noch deutlich wahrgenommen werden. Der dort vermehrt auftretende Reflexionsschall führt neben Pegelerhöhungen auch zu einer Verringerung der Sprach- und Signalverständlichkeit. Schallschluckende Decken oder Wände können in der Praxis die Hallenpegel um ca. 5 dB(A) senken.



Schallschirme sollen die Ausbreitung von Lärm verhindern. Sie kommen nur bei schallschluckender Ausführung der Decke (und eventuell der Wände) voll zur Wirkung



Die Umhausung einer Lärmquelle bezeichnet man als Kapselung. Schallschluckende Auskleidung der Kapselinnenseite ist Voraussetzung für hohe Pegelminderung



Schalldämpfer können manchmal sehr einfach ausgeführt sein, trotzdem aber hohe Pegelabnahmen bringen

Beispiele für erfolgreiche technische Lärminderung: Umhausung und Schalldämpfer

Gehörschutz

Bei den Gehörschützern unterscheidet man grundsätzlich drei Typen, nämlich Gehörschutzstöpsel, Kapselgehörschützer und Otoplastiken.

Gehörschutzstöpsel

werden in den Gehörgang gesteckt.

Man unterscheidet:

- Dehnschaumstöpsel
- Bügelstöpsel
- vorgeformter Stöpsel
- Otoplastiken (werden individuell angepasst).

Kapselgehörschützer

werden über die Ohrmuschel gesetzt.

Man unterscheidet:

- Kapseln mit Kopf-, Kinn-, Nacken- oder Universalbügel
- An Schutzhelmen befestigte Kapseln
- Kapselgehörschützer mit Kommunikationseinrichtung
- Kapselgehörschutz mit aktiver Elektronik – pegelabhängige Dämmung oder aktiver Geräuschkompensation

Hinsichtlich ihrer gesamten Dämmwirkung, die z. B. durch die HML-Werte oder den SNR-Wert gekennzeichnet ist, gibt es keine wesentlichen Unterschiede zwischen den beiden Typen von Gehörschützern. Beide sind im Einzelfall bis zu Pegeln von 110 - 115 dB(A) geeignet. Welcher Gehörschutz jeweils verwendet werden soll, hängt neben der Gewährleistung einer ausreichenden Schalldämmung von einer Reihe weiterer Faktoren ab. Die wesentlichsten davon sind Sprach- und Signalverständlichkeit, Hitze- und Staubeinwirkung sowie persönliche Verträglichkeit.

**Passenden
Gehörschutz gibt
es für jeden!**

Zur Eignung ist grundsätzlich festzuhalten, dass unter Inkaufnahme einer Eingewöhnungsphase von etwa zwei bis drei Wochen für jeden Arbeitnehmer passende Gehörschützer gefunden werden können. Die Erfahrung zeigt, dass Arbeitnehmer, die gewohnt sind, Gehörschützer zu tragen, die sich daraus ergebenden Vorteile so schätzen, dass für sie eine Arbeit ohne Gehörschutz undenkbar geworden ist.

Bitte wenden Sie sich in allen Fragen des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit bei der Arbeit an den Unfallverhütungsdienst der für Sie zuständigen Landesstelle:

Wien, Niederösterreich und Burgenland:

UVD der Landesstelle Wien
Webergasse 4, 1203 Wien
Telefon +43 1 331 33-0

UVD der Außenstelle St. Pölten
Kremser Landstraße 8, 3100 St. Pölten
Telefon +43 2742 25 89 50-0

UVD der Außenstelle Oberwart
Hauptplatz 11, 7400 Oberwart
Telefon +43 3352 353 56-0

Steiermark und Kärnten:

UVD der Landesstelle Graz
Göstinger Straße 26, 8021 Graz
Telefon +43 316 505-0

UVD der Außenstelle Klagenfurt
Waidmannsdorfer Straße 35,
9021 Klagenfurt am Wörthersee
Telefon +43 463 58 90-0

Oberösterreich:

UVD der Landesstelle Linz
Garnisonstraße 5, 4017 Linz
Telefon +43 732 23 33-0

Salzburg, Tirol und Vorarlberg:

UVD der Landesstelle Salzburg
Dr.-Franz-Rehrl-Platz 5, 5010 Salzburg
Telefon +43 662 21 20-0

UVD der Außenstelle Innsbruck
Ing.-Etzel-Straße 17, 6020 Innsbruck
Telefon +43 512 520 56-0

UVD der Außenstelle Dornbirn
Eisengasse 12, 6850 Dornbirn
Telefon +43 5572 269 42-0

www.auva.at

