Quelle: https://www.arbeitssicherheit.de//document/f3c8fe91-ec94-3f03-a5b0-a7f760eb13da

Bibliografie	
Titel	Lärm am Arbeitsplatz (DGUV Information 209-023)
Amtliche Abkürzung	DGUV Information 209-023
Normtyp	Satzung
Normgeber	Bund
Gliederungs-Nr.	[keine Angabe]

Abschnitt 1.2 - 1.2 Wirkung auf das Gehör

1.2.1
Aufbau des Ohres

Die von einer Schallquelle abgestrahlte Energie tritt als Luftschall in das Ohr und versetzt das Trommelfell in Schwingungen. Das Trommelfell überträgt die akustische Energie über die im Mittelohr befindliche Gehörknöchelreihe (Hammer, Amboss, Steigbügel) auf das ovale Fenster. Das ovale Fenster ist kleiner als das Trommelfell, sodass hier wie bei einem mechanischen Transformator eine etwa 20-fache Verstärkung des Schalldruckes stattfindet (Bild 1-1).

Diese Schallfortleitung kann natürlich nur dann funktionieren, wenn z. B. das Trommelfell als Membran beweglich ist und schwingen kann und nicht durchlöchert ist. Ein beschädigtes Trommelfell würde den Schall ähnlich vermindert übertragen wie eine angeregte, jedoch gedämpfte oder gelochte Blechtafel.

Das ovale Fenster überträgt die Schwingungen auf die Flüssigkeit, mit der die etwa erbsengroße Schnecke (Bild 1-2 auf Seite 9) des Innenohres gefüllt ist.

Es handelt sich nun um Flüssigkeitsschall, wie in einem hydraulischen System.

Die Druckschwankungen sorgen nun dafür, dass die Haarzellen (Bild 1-3 auf Seite 9) in der Schnecke erregt werden. Die Bewegungsenergie wird hier in elektrochemische Energie umgewandelt und über den Hörnerv an das Gehirn weitergeleitet.

Die Schnecke des Innenohres kann man mit einem Schallpegelmesser vergleichen. Je lauter ein Geräusch ist, desto stärker werden die Haarzellen ausgelenkt und das Geräusch wird im Gehirn als laut verarbeitet.

Zugleich wird die Tonhöhe (Frequenz) dadurch registriert, dass bestimmte Frequenzen nur auf entsprechende Haarzellenbereiche wirken: Die tiefen Töne werden im oberen Bereich der Schnecke empfangen und die hohen Töne an der Basis der Schnecke.

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

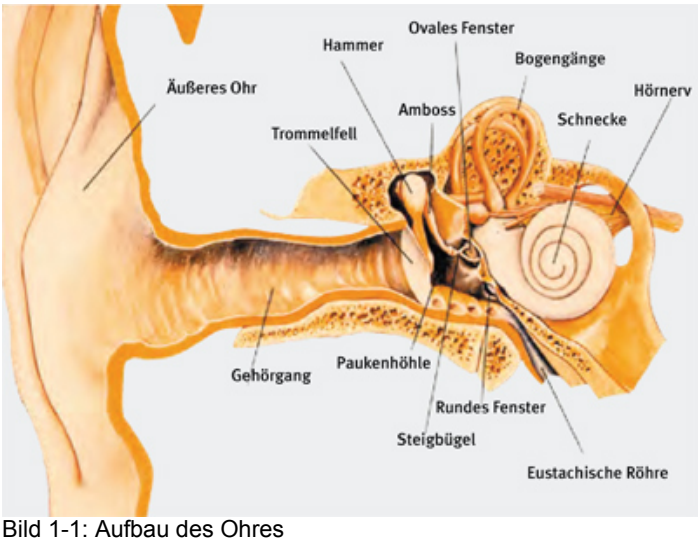

Bild 1-1: Aufbau des Ohres

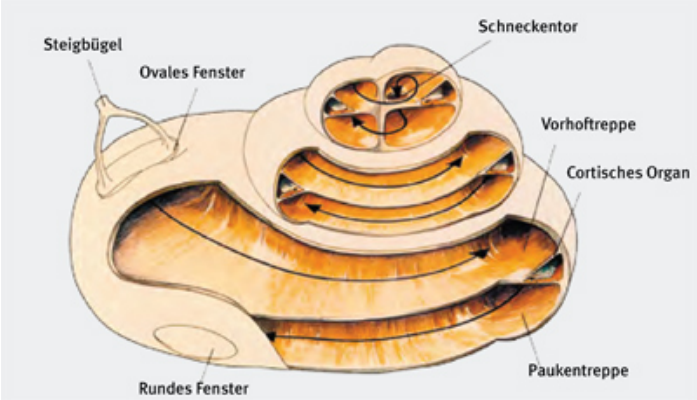

Bild 1-2: Schnecke im Innenohr

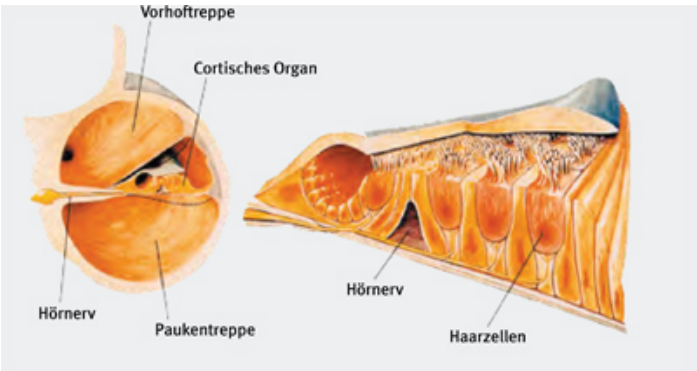

Bild 1-3: Schnitt durch Schnecke

1.2.2
Hörvermögen des gesunden Ohres

Das Hörvermögen lässt sich am besten am so genannten Hörfeld (Bild 1-4 auf Seite 10) erläutern. Diese Darstellung erklärt auch die grundlegenden akustischen Begriffe:

- Das menschliche Ohr nimmt Schall wahr, dessen Frequenzen zwischen etwa 16 und 16.000 Hz liegen. Die Maßeinheit Hz (= Hertz) gibt die Zahl der Schwingungen pro Sekunde an. Bei Schall unter 16 Hz spricht man von Infraschall und oberhalb von 16.000 Hz von Ultraschall.

- Der effektive Schalldruck p ist die wesentliche Größe, um Geräuscheinwirkungen auf den Menschen zu beschreiben. Auf der Ordinate rechts ist der effektive Schalldruck in Pascal [Pa] angegeben. Hier reichen die Zahlen von 0,00002 Pa an der Hörschwelle bis 20 Pa an der Schmerzschwelle.

- Mit dem Schalldruck in Pascal lässt sich nur schwer rechnen. Deshalb wird diese Zahlenspanne von der Hörschwelle bis zur Schmerzschwelle durch eine logarithmische Skala ersetzt. So erhält man für 0,00002 bis 20 Pa nur noch 0 bis 120 dB (= Dezibel). Damit wird auch deutlich, dass dB keine Einheit im Messwesen ist wie [W] oder [m^2] und man mit Dezibel-Werten nicht rechnen kann, wie man es mit anderen Zahlen gewohnt ist (z. B. 80 dB(A) + 80 dB(A) = 83

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

dB(A)). Im Übrigen kommt das logarithmische Maß den Empfindungsabstufungen des Ohres sehr nahe. So wird eine Schallpegeländerung von 1 dB gerade noch wahrgenommen und ein Pegelanstieg um 10 dB wird als doppelt so laut empfunden.

- Bei 1.000 Hz liegt die Hörschwelle bei 0 dB, bei 100 Hz etwa bei 40 dB. Hieran erkennt man, dass das Ohr für tiefe Frequenzen relativ unempfindlich ist, dagegen auf Töne mit 2.000 bis 4.000 Hz am empfindlichsten reagiert. Bei großen Lautstärken, z. B. im Bereich der Schmerzschwelle, spielt die Frequenz kaum noch eine Rolle. Diese unterschiedliche Empfindlichkeit des Ohres auf verschiedene Frequenzen muss bei Geräuschmessungen berücksichtigt werden. In die Schallpegelmesser ist deshalb ein Filter (A-Filter) eingebaut, der tiefe Töne stark dämpft und Töne zwischen 1.000 und etwa 4.000 Hz leicht verstärkt. Wird mit dem A-Filter gemessen, so erhält man dB(A). Bei der Messung mit dem C-Filter erhält man dB(C), ein Wert, der zusammen mit dem dB(A)-Wert zur Auswahl von Gehörschutz herangezogen wird.

- Das Sprachfeld macht innerhalb des Hörfeldes nur einen geringen Teil aus. Wer also schon Sprache schlecht versteht, dem fehlt auch ein Großteil der Geräusche oder der Musik, die ebenfalls im Hörfeld liegen.

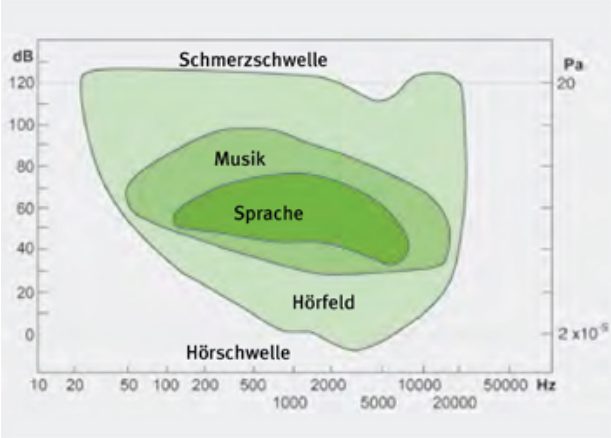

Bild 1-4: Hörfeld des gesunden Ohres

1.2.3
Gehörschäden und Hörverlust

Dauert Lärm zu lange an, wirkt er auf das Ohr gehörschädigend. Die Haarzellen werden mehr und mehr ausgelenkt und richten sich beim Fehlen einer ausreichend langen Lärmpause nicht wieder auf (Bild 1-5) - vergleichbar mit einem Getreidefeld, das durch starken Regen und Wind niedergewalzt ist.

Das Hörorgan wird nicht mehr genügend durchblutet und die Haarzellen sterben ab. Daher wird der Gehörschaden durch Lärm irreparabel. Ein Hörgerät kann nur bedingt Abhilfe schaffen.

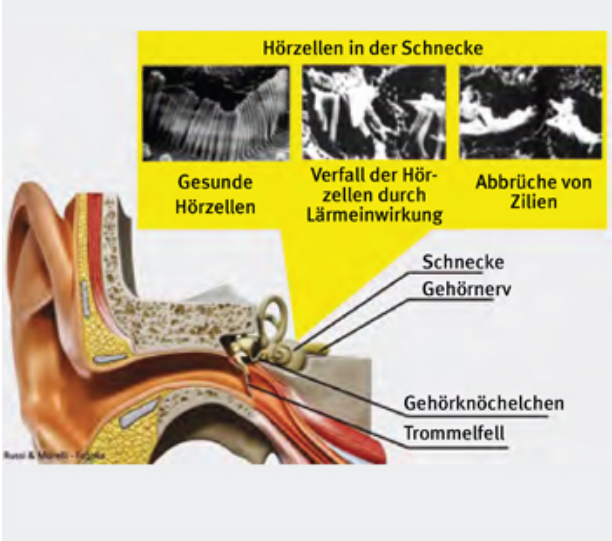

Bild 1-5: Schädigung des Innenohres

Aus den Bildern 1-6 und 1-7 wird deutlich, welche Informationsverluste ein Schwerhöriger erleidet. Bei einem schweren Hörschaden kann schon mehr als die Hälfte der Sprache nicht mehr verstanden werden.

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Neben den sich im Lauf der Zeit meist langsam entwickelnden Gehörschäden - den die Betroffenen anfangs nicht bemerken - gibt es akute Gehörschäden. Diese treten schon bei kurzzeitigen lauten Schallereignissen auf, deren Pegel $L_{pC,peak}$ = 150 dB(C) überschreiten.

So kann z. B. ein Knall genügen, um das ungeschützte Ohr zu schädigen.

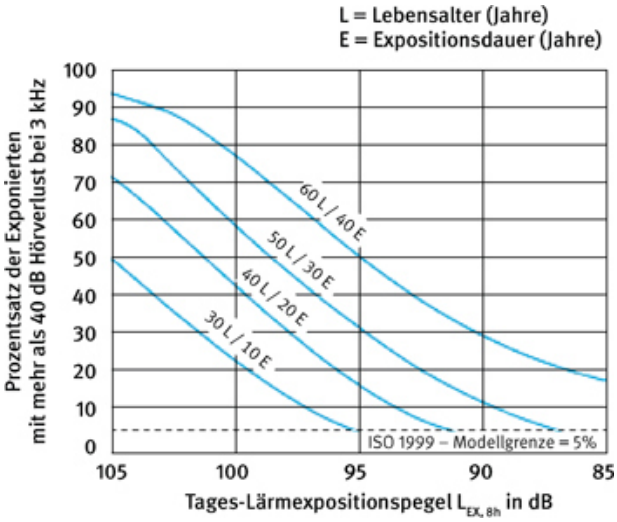

Bild 1-6: Zusammenhang zwischen Lärmexposition, Tages-Lärmexpositionspegel und Hörverlust (nach ISO 1999)

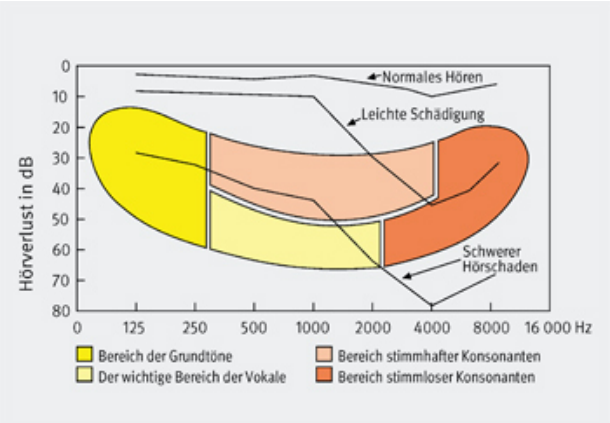

Bild 1-7: Einfluss des Hörvermögens auf das Hörfeld

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH