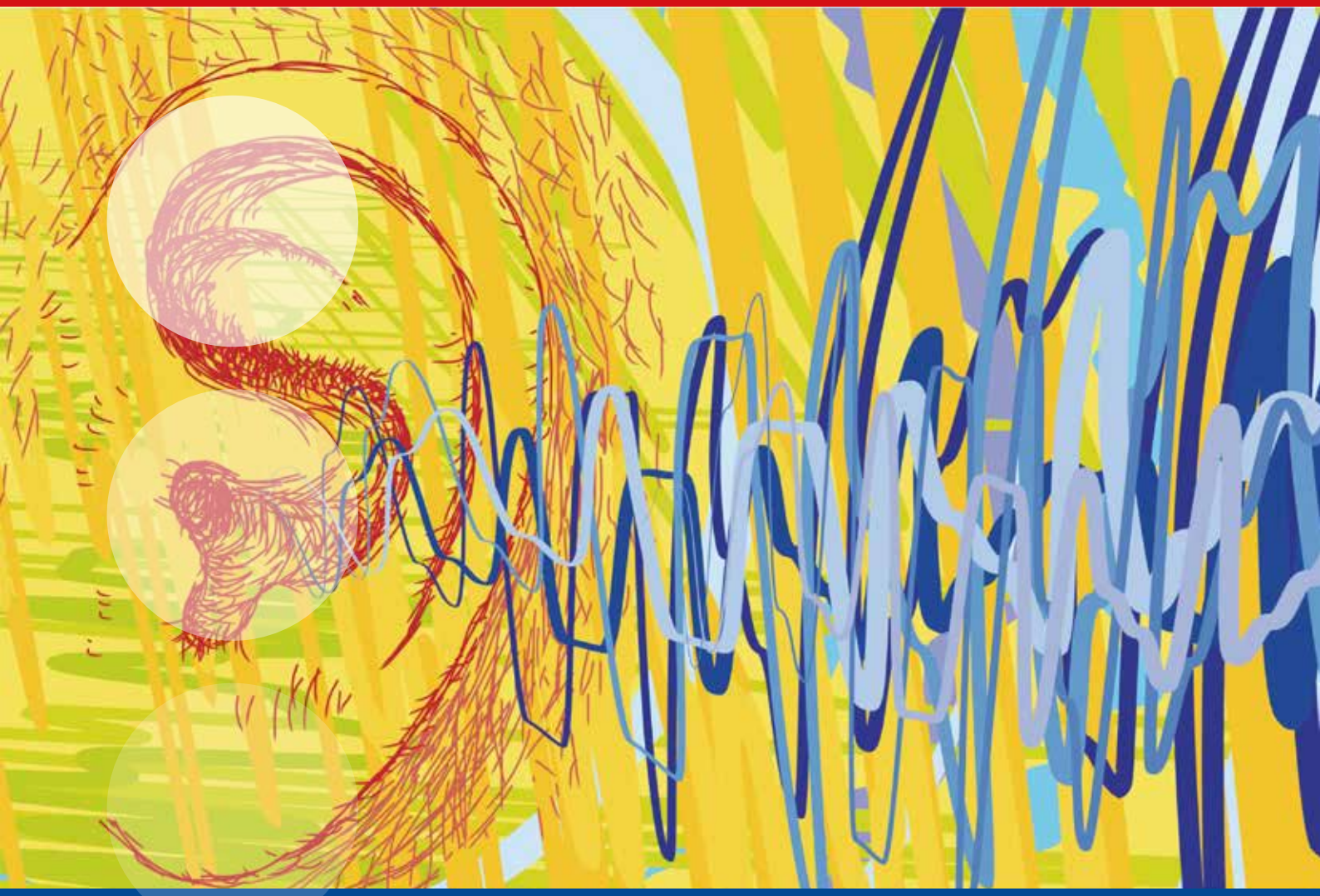
BGHM
Berufsgenossenschaft
Holz und Metall

209-023

DGUV Information 209-023



DGUV Information

Lärm am Arbeitsplatz

November 2013

Impressum

Herausgeberin

Berufsgenossenschaft Holz und Metall
Isaac-Fulda-Allee 18
55124 Mainz

Telefon: 0800 9990080-0
Fax: 06131 802-20800
E-Mail: service@bghm.de
Internet: www.bghm.de

Servicehotline bei Fragen zum Arbeitsschutz: 0800 9990080-2
Medien Online: bestellung@bghm.de

Hinweis
Das Schriftenwerk aller gewerblichen Berufsgenossenschaften und Unfallkassen ist neu strukturiert und thematisch den verschiedenen Fachbereichen der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) zugeordnet worden. Vor diesem Hintergrund hat diese Schrift die neue Bezeichnung „DGUV Information 209-023“ und einen neuen Umschlag erhalten und ist sonst ein inhaltlich unveränderter Nachdruck der bisherigen BGI 688 mit inhaltlichem Stand von 2013.

Ausgabe: November 2013/Februar 2017

Eine entgeltliche Veräußerung oder eine andere gewerbliche Nutzung bedarf der schriftlichen Einwilligung der BGHM.

Lärm am Arbeitsplatz

DGUV Information 209-023

Inhalt

Vorwort 7

1. Wirkung des Lärms 8

1.1 Wirkung auf die Gesundheit 8

1.2 Wirkung auf das Gehör 8

1.2.1 Aufbau des Ohres 8

1.2.2 Hörvermögen des gesunden Ohres 9

1.2.3 Gehörschäden und Hörverlust 10

2. Gesetzliche Grundlagen 11

3. Grundlagen der Geräuschimmission 13

3.1 Schalldruckpegel, Messgrößen und Messverfahren 13

3.1.1 Schalldruckpegel 13

3.1.2 Frequenzbewertung 13

3.1.3 Zeitbewertung 14

3.1.4 Messverfahren 14

3.2 Messgeräte 14

3.3 Durchführung der Geräuschmessung 14

3.4 Erfassen der Lärmeinwirkung 15

3.4.1 Personengebundene und ortsfeste Messung 16

3.4.2 Messstrategien nach DIN EN ISO 9612 . . 16

3.4.3 Auswahl geeigneter Teilzeiten 16

3.5 Rechnen mit Schallpegeln 17

3.5.1 Mittelung von Schallpegeln 17

3.5.2 Pegeladdition 18

3.6 Tages-Lärmexpositionspegel 20

3.6.1 Ermittlung des Tages-Lärmexpositionspegels 20

3.6.2 Berechnung des Tages-Lärmexpositionspegels 21

3.6.3 Expositionspunkte 22

3.6.4 Berechnung mit dem IFA-Rechner 24

3.7 Angaben der Messunsicherheiten 24

3.7.1 Bestimmung der kombinierten Standardunsicherheit nach DIN EN ISO 9612 24

3.7.2 Bestimmung der Unsicherheit ΔL aus der Genauigkeitsklasse 25

3.7.3 Vergleich der Tages-Lärmexpositionspegel mit Auslösewerten . . . 25

4. Frequenzanalysen 27

4.1 Anwendung und Grundlagen 27

4.2 Durchführung einer Frequenzanalyse 27

5. Grundlagen der Geräuschemission 29

5.1 Bestimmungen der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung zur Emission 30

5.2 Kenngrößen für die Geräuschemission 30

5.2.1 Schallleistungspegel L_{WA} 30

5.2.2 Arbeitsplatzbezogener Emissionswert L_{pA} 31

5.2.3 Spitzenschalldruckpegel $L_{pC,peak}$ 31

5.3 Durchführung und Auswertung der Emissionsmessungen 31

5.4 Abgrenzung Immission – Emission 31

5.5 Praktische Hinweise und Bestellschreiben 32

6. Lärmminderungsmaßnahmen 33

6.1 Rangfolge und Maßnahmen 33

6.2 Gefahrenquelle vermeiden/beseitigen/reduzieren 33

6.2.1 Alternative Arbeitsverfahren 33

6.2.2 Arbeitsmittel 34

6.2.3 Kombinationen von Lärmminderungsmaßnahmen 36

6.3 Sicherheitstechnische Maßnahmen 38

6.3.1 Grundbegriffe der Lärmminderung 38

6.3.2 Lärmminderung auf den Schallübertragungswegen 39

6.3.3 Kapselung 39

6.3.4 Abschirmung 40

6.3.5 Raumakustische Maßnahmen 42

6.3.6 Schallschutzkabinen 45

6.4 Organisatorische Maßnahmen 46

6.4.1 Wartungsprogramme 46

6.4.2 Begrenzung der Exposition 46

6.4.3 Arbeitszeitpläne 46

6.5 Nutzung persönlicher Schutzausrüstungen . . . 46
6.6 Verhaltensbezogene Maßnahmen. 46
7. Lärmminderungsprogramm 47
8. Persönlicher Gehörschutz 48
8.1 Arten von Gehörschützern 48
8.1.1 Kapselgehörschützer 48
8.1.2 Gehörschutzstöpsel 49
8.1.3 Otoplastiken 49
8.2 Allgemeine Auswahlkriterien 49
8.3 Vorteile und Nachteile verschiedener Gehörschützer 52
8.4 Besondere Anforderungen bei der Auswahl von Gehörschützern 52
8.5 Gewöhnung und Akzeptanz 53
8.6 Schutzwirkungsverlust 53
9. Arbeitsmedizinische Vorsorge 54
9.1 Gesetzliche Grundlagen 54
9.2 Fristen 54
9.3 Untersuchungen nach dem DGUV Grundsatz G20 „Lärm“ 54
9.4 Arbeitsmedizinische Dokumentation 56
9.5 Ototoxische Arbeitsstoffe 56
10. Quellen- und Literaturverzeichnis 57
10.1 Unfallverhütungsvorschriften. 57
10.2 BG-Regeln, BG-Grundsätze, BG-Informationen und sonstige Schriften 57
10.3 Gesetze und Verordnungen 57
10.4 DIN-EN- und ISO-Normen (Auswahl) 57
10.5 VDI-Richtlinien (Auswahl) 58
11. Abbildungsverzeichnis 59
Anhang 1. 61
Anhang 2 62
Anhang 3 63
Anhang 4 64
Anhang 5 65
Anhang 6 66
Anhang 7 67
Anhang 8 68

Vorwort

Lärmbekämpfung am Arbeitsplatz ist nach wie vor notwendig. Die Unfallversicherungsträger gehen davon aus, dass 4 bis 5 Millionen Beschäftigte gehörgefährdendem Lärm bei der Arbeit ausgesetzt sind. Bei langjähriger Arbeit im Lärm kann dies zu Hörschäden bis hin zu einer Berufskrankheit „Lärmschwerhörigkeit“ führen.

Seit 2006 entfallen etwa 46 % aller anerkannten Lärmschwerhörigkeitsfälle in der gewerblichen Wirtschaft auf die Metall- und Holz-Berufsgenossenschaften – 56 % aller anerkannten Berufskrankheiten bei den Metall- und Holz-Berufsgenossenschaften sind Lärmschwerhörigkeitsfälle (Bild 0-1).

Die vorliegende DGUV Information wendet sich deshalb an diejenigen, die in den Betrieben Verantwortung für die Verminderung des Lärms tragen. Sie soll auch denen eine Hilfe sein, welche die Verantwortlichen über die Gefährdungsbeurteilung, Lärmminderungsmaßnahmen, die Auswahl geeigneter Gehörschützer und die Organisation der arbeitsmedizinischen Vorsorge beraten.

Die allgemeinen Ausführungen in den ersten Abschnitten vermitteln Grundkenntnisse und sollen zur Sensibilisierung und Motivation beitragen.

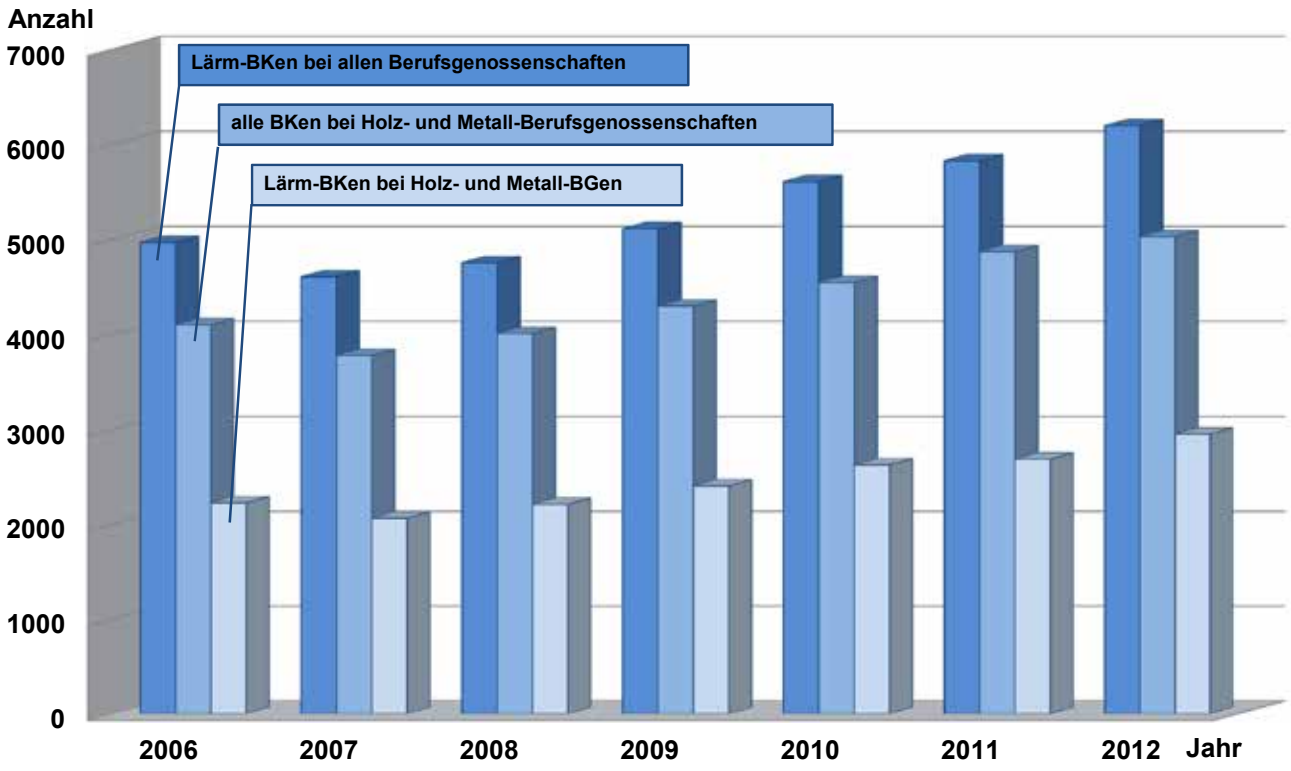


Bild 0-1: Anerkannte Berufskrankheiten bei den gewerblichen Berufsgenossenschaften

1. Wirkung des Lärms

1.1 Wirkung auf die Gesundheit

Das Ohr als Sinnesorgan besitzt praktisch keine natürlichen Schutzmechanismen, die verhindern, dass Lärm auf das Ohr wirkt.

Während sich z. B. die Pupille des Auges bei starkem Lichteinfall verengt, ist das Ohr ständig „auf Empfang geschaltet“.

Für die Wirkung des Lärms auf den Menschen gilt die allgemein übliche Definition:

Lärm = Geräusch (Schall), das stören, belästigen, die Gesundheit schädigen und die Unfallgefahr erhöhen kann

Mit dem Präventionsauftrag der Berufsgenossenschaften werden alle Beeinträchtigungen und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren betrachtet.

Im Vordergrund steht die gehörschädigende Wirkung des Lärms, die zur Berufskrankheit „Lärmschwerhörigkeit“ (Nr. 2301 der in der Anlage 1 zur Berufskrankheiten-Verordnung bezeichneten Krankheiten) führen kann.

Weitere arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren durch Lärm können beispielsweise Schlaflosigkeit, Nervosität, Erhöhung des Blutdruckes, Beschleunigung der Herztätigkeit, Stoffwechselstörungen und ähnliche Beeinträchtigungen sein.

Eine Erhöhung der Unfallgefahr ist möglich, wenn durch Lärm die Wahrnehmung akustischer Signale oder Gefahr ankündigender Geräusche beeinträchtigt wird. Beispiele hierfür sind Warnsignale für Beschäftigte im Bereich von Gleisen oder Geräusche sich ankündigender Gefahren an Maschinen, die eventuell durch Störschall verdeckt werden.

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.

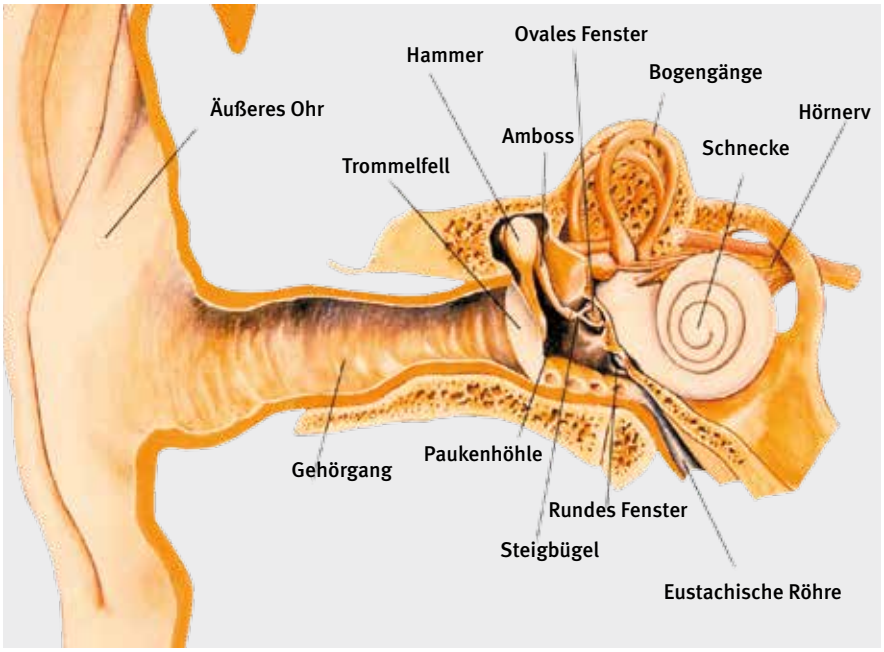


Bild 1-1: Aufbau des Ohres

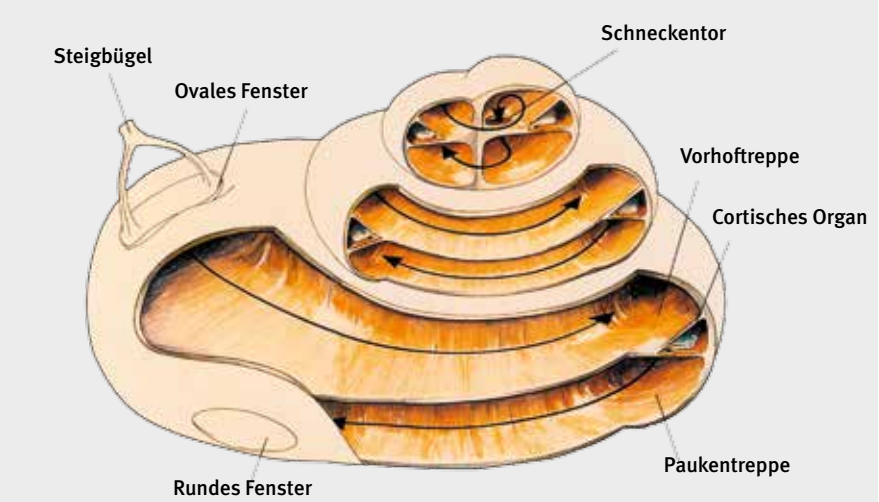


Bild 1-2: Schnecke im Innenohr

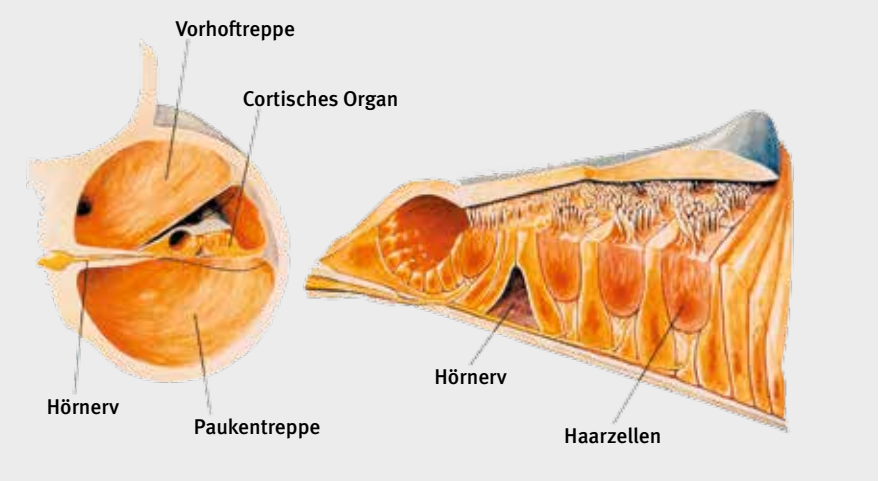


Bild 1-3: Schnitt durch Schnecke

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 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 1000 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 2000 bis 4000 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 1000 und etwa 4000 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.

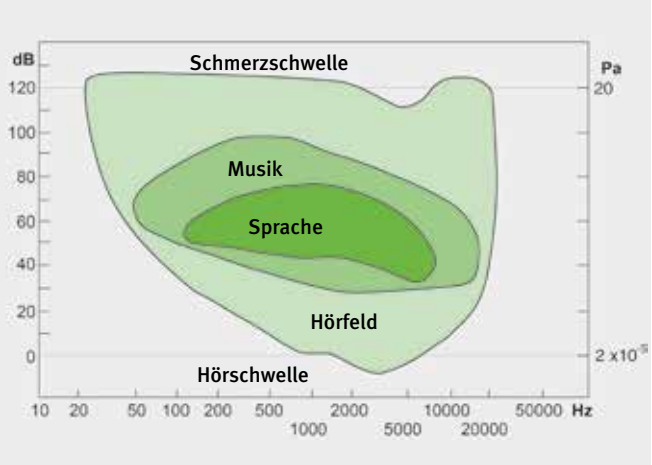


Bild 1-4: Hörfeld des gesunden Ohres

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.

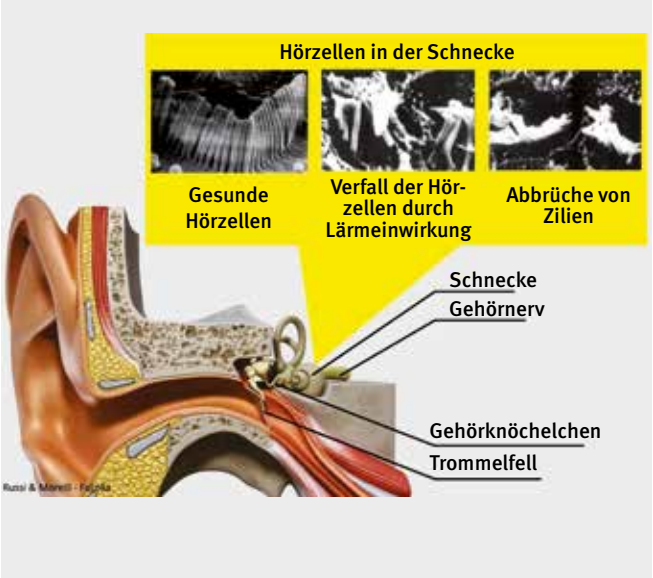


Bild 1-5: Schädigung des Innenohres

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.

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.

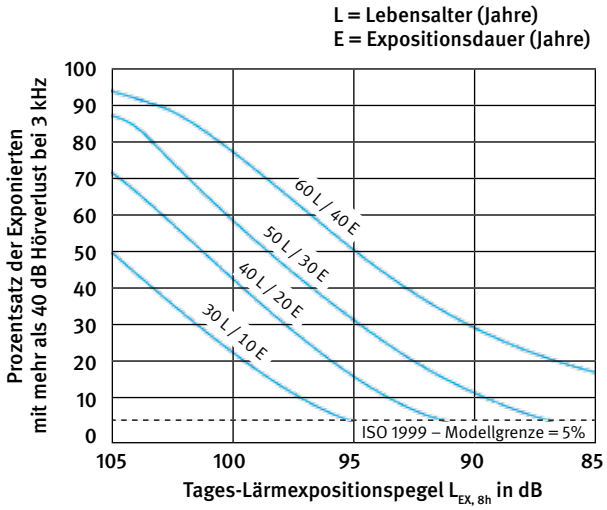


Bild 1-6: Zusammenhang zwischen Lärmexposition, Tages-Lärmexpositionspegel und Hörverlust (nach ISO 1999)

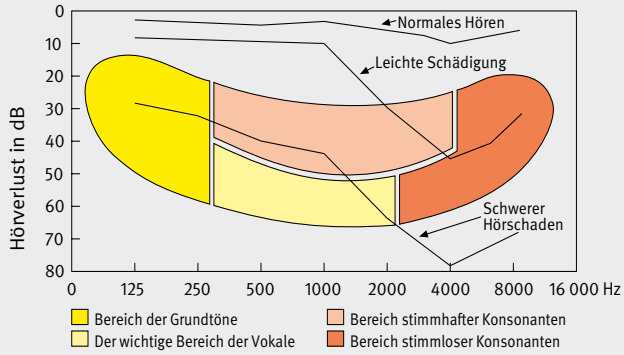


Bild 1-7: Einfluss des Hörvermögens auf das Hörfeld

2. Gesetzliche Grundlagen

Zentraler Punkt der „Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefahren durch Lärm und Vibrationen“ (LärmVibrationsArbSchV) ist die Gefährdungsbeurteilung, durch die festgestellt wird, ob die Beschäftigten Lärm ausgesetzt sind.

Die Auslöse- und maximal zulässigen Expositionswerte der LärmVibrationsArbSchV und der „Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge“ (ArbMedVV) beziehen sich auf die ermittelten Tages-Lärmexpositionspegel bzw. den Höchstwert des C-bewerteten Spitzenschalldruckpegels. Der Tages-Lärmexpositionspegel ist der A-bewertete, über die Zeit gemittelte Lärmexpositionspegel bezogen auf eine 8-Stunden-Schicht.

Wegen seiner zentralen Bedeutung für die Beurteilung des Lärms wird dieser Pegel im Abschnitt 3 ausführlich behandelt.

Diese Expositionspegel gelten als Maß für die Wirkung des Lärms im Hinblick auf

- eine Beeinträchtigung des Hörvermögens oder
- die Erhöhung der Unfallgefahr durch Überhören von Warnsignalen oder
- andere arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren, die sich nicht auf das Gehör beziehen.

Bei Erreichen oder Überschreiten der Auslösewerte werden – wie der Name schon sagt – bestimmte Maßnahmen des Arbeitsschutzes ausgelöst.

Die Auslösewerte unterscheiden sich in untere und obere Auslösewerte.

Untere Auslösewerte
betragen $L_{EX,8h}$ = 80 dB(A), beziehungsweise $L_{pC,peak}$ = 135 dB(C).

Obere Auslösewerte
betragen $L_{EX,8h}$ = 85 dB(A), beziehungsweise $L_{pC,peak}$ = 137 dB(C).

Weiterhin sind maximal zulässige Expositionswerte definiert. Die maximal zulässigen Expositionswerte dürfen auf keinen Fall überschritten werden und stellen somit Grenzwerte dar. Sie betragen $L_{EX,8h}$ = 85 dB(A), beziehungsweise $L_{pC,peak}$ = 137 dB(C) und beziehen die dämmende Wirkung des Gehörschutzes mit ein.

Sind Beschäftigte Tages-Lärmexpositionspegeln von 85 dB(A) und mehr über viele Jahre ausgesetzt, können lärmbedingte Gehörschäden entstehen.

Liegt der Expositionspegel noch höher, nimmt die Gefahr der Gehörschädigung deutlich zu.

In der genannten Gefährdungsbeurteilung wird auch beurteilt, ob Vibrationen oder ototoxische Substanzen, also Gefahrstoffe, die das Gehör schädigen können, beachtet werden müssen.

Die Werte des Spitzenschalldruckpegels haben bei den meisten Gefährdungsbeurteilungen eine geringere praktische Bedeutung und werden deshalb bei den folgenden Ausführungen weitgehend vernachlässigt.

Das Arbeitsschutzgesetz fordert den Arbeitgeber über die Einhaltung von Auslösewerten hinaus auf, eine Verbesserung von Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten anzustreben.

Nach der VDI-Richtlinie 2058 Blatt 3 „Beurteilung von Lärm am Arbeitsplatz unter Berücksichtigung unterschiedlicher Tätigkeiten“ sollten als messbare Einflussgrößen folgende Pegel nicht überschritten werden:

- 70 dB(A) bei einfachen oder überwiegend mechanisierten Bürotätigkeiten und vergleichbaren Tätigkeiten
- 55 dB(A) bei überwiegend geistigen Tätigkeiten

Die empfohlenen Lärmminderungszielwerte nach DIN EN ISO 11690 Teil 1 „Richtlinien für die Gestaltung lärmarmer maschinenbestückter Arbeitsstätten“ sollten auf der Grundlage beruhen, dass Geräusche unter Berücksichtigung des technischen Fortschrittes, des Produktionsprozesses, der Arbeitsaufgaben und der Lärmminderungsmaßnahmen auf den niedrigstmöglichen Pegel reduziert werden müssen.

Folgende Lärmminderungszielwerte nach DIN EN ISO 11690 Teil 1 sollten bei der Geräuschexposition nicht überschritten werden:

a) in industriellen Arbeitsstätten:
   $<$ 80 dB(A)

b) für routinemäßige Büroarbeit:
   $<$ 55 dB(A)

c) für Tätigkeiten, die besondere Konzentration verlangen:
   $<$ 45 dB(A)

Bei Erreichen dieser Ziele ist von einer Verringerung der Zahl der arbeitsbedingten Erkrankungen und einer Verbesserung von Sicherheit und Gesundheit durch Lärm auszugehen.

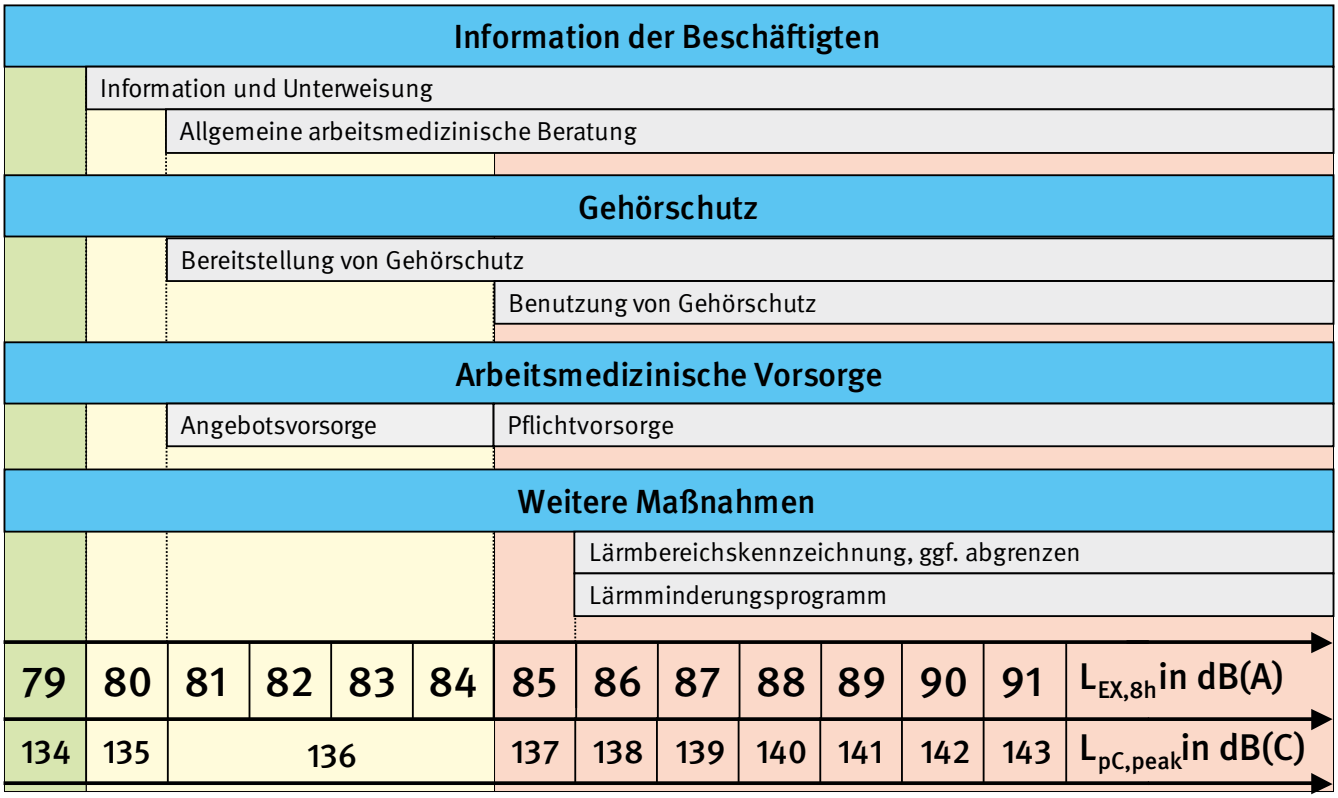


Bild 2-1: Maßnahmen, die bei Erreichen oder Überschreiten der Auslösewerte durchgeführt werden müssen

3. Grundlagen der Geräuschimmission

Unter Geräuschimmission am Arbeitsplatz versteht man die Einwirkung aller Geräusche auf das Gehör. Ein Maß für die Geräuschbelastung ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel (Tages-Lärmexpositionspegel). Um diesen bestimmen zu können, sind nachfolgende Grundkenntnisse erforderlich.

3.1 Schalldruckpegel, Messgrößen und Messverfahren

3.1.1 Schalldruckpegel

In der Akustik rechnet man nicht mit dem Schalldruck als Effektivwert der Druckschwankungen in einem Medium (Luft, Flüssigkeit oder fester Körper), sondern mit einem logarithmischen Maß, dem Schalldruckpegel L_p (englisch: L = level, p = pressure), auch kurz Schallpegel genannt.

Als „Schalldruckpegel“

$$L_p = 20 \lg \frac{p}{p_0} \text{ in dB}$$

p = vorhandener Schalldruck
p_0 = Schalldruck an der Hörschwelle (p_0 = 0,00002 Pa)

werden alle in der Praxis gebräuchlichen Größen angegeben.

3.1.2 Frequenzbewertung

Die im Arbeits- und Gesundheitsschutz gebräuchlichste Größe ist die „A“- Frequenzbewertung. Dabei wird das menschliche Hörempfinden durch in Messgeräte eingebaute Filter nachgeahmt.

Bei der Benutzung dieses Filters werden im Messgerät tiefe Töne stark gedämpft und hohe Töne schwach verstärkt. Angegeben wird der Schalldruckpegel L_A in dB. Gebräuchlich ist auch die Schreibweise L in dB(A).

Der Index „C“ weist auf die „C“-Frequenzbewertung hin. Bei dieser Frequenzbewertung werden die hörbaren tiefen und hohen Töne nur wenig gedämpft.

Der C-bewertete Schalldruckpegel dient z. B. gemeinsam mit dem A-bewerteten Pegel zur Auswahl von Gehörschutz (siehe Abschnitt 8).

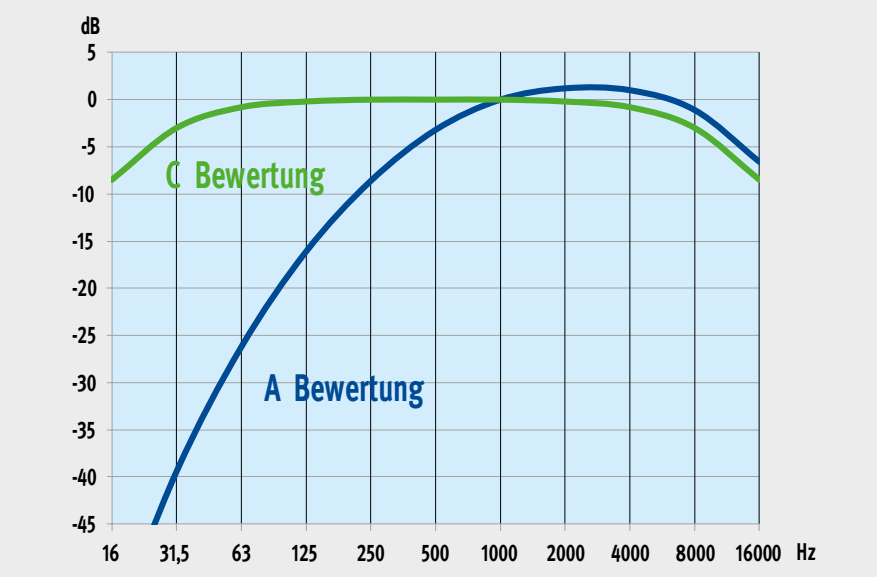


Bild 3-1: Im Arbeitsschutz gebräuchliche Frequenzbewertungen

Bedeutung der wichtigsten frequenz- und zeitbewerteten Pegel		
L_A	in dB(A)	Schalldruckpegel (Momentanwert) gemessen mit Frequenzbewertung „A“, auch Schallpegel genannt
L_C	in dB(C)	Schalldruckpegel (Momentanwert) gemessen mit Frequenzbewertung „C“
L_{AF}	in dB(A)	Schalldruckpegel (Momentanwert) gemessen mit Frequenzbewertung „A“ und der Zeitbewertung „fast“ = „schnell“
L_{AS}	in dB(A)	Schalldruckpegel (Momentanwert) gemessen mit Frequenzbewertung „A“ und der Zeitbewertung „slow“ = „langsam“
L_{CF}	in dB(C)	Schalldruckpegel (Momentanwert) gemessen mit Frequenzbewertung „C“ und der Zeitbewertung „fast“ = „schnell“
$L_{pC,peak}$	in dB(C)	Spitzenwert des Schalldruckpegels mit Frequenzbewertung „C“
Bedeutung der wichtigsten Pegel im Arbeitsschutz		
$L_{Aeq,t}$	in dB(A)	A-bewerteter äquivalenter Dauerschallpegel als Mittelungspegel über den Zeitraum „t“
$L_{Ceq,t}$	in dB(C)	C-bewerteter äquivalenter Dauerschallpegel als Mittelungspegel über den Zeitraum „t“ Gemeinsam mit dem gleichzeitig gemessenen $L_{Aeq,t}$ lässt sich die Geräuschklasse zur Bestimmung von Gehörschutz ermitteln (siehe Abschnitt 8).
$L_{EX,8h}$	in dB(A)	Tages-Lärmexpositionspegel, entspricht dem Dauerschallpegel $L_{Aeq,8h}$ Er ergibt sich auch aus den Einzelpegeln $L_{Aeq,t}$ und den dazugehörigen Expositionszeiten
$L_{pC,peak}$	in dB(C)	Spitzenschalldruckpegel

Bild 3-2: Im Arbeitsschutz gebräuchliche Schalldruckpegel

3.1.3 Zeitbewertung

Die gebräuchlichsten Zeitbewertungen, die die Messgeräte aufweisen, sind die Zeitbewertungen „slow“, „fast“ und „peak“.

Zeitbewertung „slow“
In der Zeitbewertung „slow“ werden Schwankungen gedämpft, sodass das Ablesen von Momentanpegeln, insbesondere auf Messgeräten mit analoger Anzeige, erheblich vereinfacht wird.

Zeitbewertung „fast“
Die Zeitbewertung „fast“ ist die Standardzeitbewertung bei der Mittelung von Schallpegeln. Als Einstellung in einem Messgerät mit analoger Anzeige ist sie weniger gut geeignet, da die schnelle Bewegung des Zeigers ein Ablesen eines Momentanpegels sehr erschwert.

Zeitbewertung „peak“
Mit der Einstellung „peak“ wird üblicherweise der maximale Spitzenschalldruckpegel innerhalb des Messzeitraums ermittelt. In der Frequenzbewertung „C“ ergibt er den Messwert, für den in der LärmVibrationsArbSchV Auslöse- und maximal zulässige Expositionswerte festgelegt sind.

3.1.4 Messverfahren

Geräusche an Arbeitsplätzen können in ihrem Pegelverlauf gleichmäßig, schwankend oder unterbrochen sein oder aus Kombinationen verschiedener Geräusche bestehen.

Ältere Messgeräte, die nur den Momentanpegel angeben, repräsentieren nur den Augenblick der Ablesung, was bei nicht gleichmäßigen Geräuschen natürlich zu Fehlinterpretationen führen kann.

Messgeräte, die im Arbeitsschutz eingesetzt werden sollen, müssen den energieäquivalenten Dauerschallpegel über einen längeren Zeitraum ausweisen können, um auch Pegelschwankungen zu berücksichtigen.

Weiterhin müssen diese Messgeräte den C-bewerteten peak-Wert ($L_{pC,peak}$) messen können, um den Spitzenschalldruckpegel angeben zu können.

3.2 Messgeräte

Wenn bei der Ermittlung der Geräuschimmission am Arbeitsplatz nicht auf Werte von vergleichbaren Arbeitsplätzen oder Maschinen zurückgegriffen werden kann, sind fachkundige Schallpegelmessungen erforderlich.

Die Unterschiede bei den einzelnen Schallpegelmessern liegen in den Genauigkeitsklassen (Bild 3-3) und bei den möglichen Zusatzeinrichtungen. Im Arbeitsschutz sollten jedoch nur Geräte eingesetzt werden, die integrieren können und somit gleich den äquivalenten Dauerschallpegel angeben.

Genauigkeitsklasse	1	2
Grenzabweichung	1,1 dB	1,4 dB

Bild 3-3: Genauigkeitsklassen der Messgeräte (nach DIN EN 61672-1)

Oktav- und Terzfilter, die Anzeige des Pegelzeitverlaufs und Interfaces zur Kommunikation mit einem PC sind häufig als Option beim Kauf erhältlich. Für den Betrieb eines Schallpegelmessers wird ein Kalibrator benötigt, um die Genauigkeit prüfen und erforderlichenfalls nachregulieren zu können (siehe DIN EN 60942).

3.3 Durchführung der Geräuschmessung

Geräuschimmissionsmessungen am Arbeitsplatz (Bild 3-4 auf Seite 15) sind meistens schwieriger als zunächst vermutet, insbesondere dann, wenn es sich um verschiedene Tätigkeiten handelt, die zeitlich und örtlich wechseln. Besonders sorgfältig ist die Messung durchzuführen, wenn sich herausstellt, dass die Geräuschimmission nahe an den Auslösewerten 80 und 85 dB(A) liegt oder hohe Spitzenschalldruckpegel (ab 135 dB(C)) zu erwarten sind.

In der überwiegenden Zahl der Messungen werden diese als Bereichsmessungen ortsbezogen durchgeführt, also unabhängig davon, wie lange sich die Beschäftigten in den jeweiligen Bereichen aufhalten (siehe Abschnitt 3.5).

Den Ablauf bei Bereichsmessungen mit den wichtigsten Kriterien zeigt das Ablaufschema (Bild 3-5 auf Seite 15).

Das Muster eines Geräusch-Messprotokolls befindet sich im Anhang.

Fachkunde nach TRLV Lärm

Da sich die Geräuschmessung und deren Auswertung als sehr umfassend darstellt, sollen nur Personen, welche über die notwendige Fachkunde und die erforderlichen Messgeräte verfügen, diese Geräuschmessungen durchführen.

Die TRLV Lärm verlangt u. a. Kenntnisse
- über die Inhalte der LärmVibrationsArbSchV
- über die Messverfahren nach DIN EN ISO 9612
- über die zu bestimmenden Messgrößen
- über lärmrelevante Tätigkeiten und Arbeitsmittel
- über die Dokumentation der Messungen und
- zur Beurteilung möglicher Wechsel- oder Kombinationswirkungen mit ototoxischen Stoffen und Vibrationen

Bild 3-4: Geräuschimmissionsmessung; gemessen wird hier in Ohrnähe des Beschäftigten

Messung (Vorbereitung/Durchführung)	Protokoll (Hinweise)
Allgemeine Angaben für Messprotokolle festhalten	Unternehmen, Abteilung, Halle, Messdatum, Bearbeiter, Teilnehmer an der Messung, Messvorschriften
Messausrüstung zusammenstellen	Messgerät und Zusatzeinrichtungen, Kalibrator
Messorte (Maschinen, Gerät, Bereich usw.) beschreiben	Messpunkte nach Messstellenplan, Daten der Geräuscherzeuger, Betriebszustand personenbezogen/ ortsbezogen messen
Messverfahren festlegen	Frequenz- und Zeitbewertung
Überprüfung der Kalibrierung	Vor der Messung
Grundgeräusch und Arbeitspausen feststellen	Grundgeräusch messen, sofern wichtig für Expositionspegel
Unplanmäßige Fremdgeräusche und Pausen ermitteln, ausblenden	Unplanmäßige Fremdgeräusche und Pausen gehen in den Tages-Lärmexpositionspegel nicht ein!
Messdurchführung	Äquivalenter Dauerschallpegel, gegebenenfalls Spitzenschalldruckpegel, Frequenzanalyse
Zahl der Messungen festlegen	Genauigkeitsklasse der Ermittlungen unter Berücksichtigung des Stichprobenumfangs
Überprüfung der Kalibrierung	Nach der Messung
Messprotokoll auswerten	Tages-Lärmexpositionspegel aus äquivalentem Dauerschallpegel, Teilzeiten und Beurteilungszeit
Lärmkataster aufstellen	Tages-Lärmexpositionspegel in Hallenplan eintragen, Lärmkarte erstellen
Zusammenfassung	Abschließende Beurteilung hinsichtlich Zuordnung zu: – kein Lärmbereich – Einhaltung des oberen Auslösewertes – Lärmbereich – personenbezogene Auswertungen

Bild 3-5: Ablaufschema für Geräuschimmissionsmessungen

3.4 Erfassen der Lärmeinwirkung

3.4.1 Personengebundene und ortsfeste Messung

Eine Messung kann personengebunden oder ortsfest durchgeführt werden.

3.4.1.1 Personengebunde Messung

Bei dieser Messung wird das Messgerät, ein Lärmdosimeter, von dem Beschäftigten am Körper getragen. Das Mikrofon hat idealerweise einen Abstand von mindestens 10 cm zum Ohr und 4 cm über der Schulter. Bei der Messung wird die Lärmbelastung im Lärmdosimeter aufgezeichnet. Diese Art der Messung bietet sich vor allem für mobil eingesetzte Beschäftigte an, die unterschiedliche Tätigkeiten an unterschiedlichen Arbeitsplätzen durchführen.

3.4.1.2 Ortsfeste Messung

Hierbei wird die Messung im Allgemeinen dann durchgeführt, wenn der Beschäftigte nicht anwesend ist. Das Mikrofon befindet sich dann in der üblichen Position des Kopfes.

Als Anhaltswerte für die Mikrofonhöhe gelten:
- 1,55 m über dem Boden für stehende Personen
- 0,80 m über der Sitzfläche für sitzende Personen

Falls sich der Beschäftigte zur Bedienung einer Maschine an seinem Arbeitsplatz aufhalten muss, ist das Mikrofon in Ohrnähe im Abstand von 10 bis 40 cm seitlich des Kopfes zu positionieren.

3.4.2 Messstrategien nach DIN EN ISO 9612

Im Prinzip kann man die Messung auf drei verschiedenen Wegen durchführen:

3.4.2.1 Tätigkeitsbezogene Messungen

Diese Messstrategie ist in Deutschland am gebräuchlichsten. Der repräsentative Arbeitstag wird in einzelne Arbeitsaufgaben aufgeteilt. Für jede Arbeitsaufgabe wird ihre Dauer ermittelt und der Schalldruckpegel im Allgemeinen als ortsfeste Messung durchgeführt. Anschließend wird aus diesen Werten der Tages-Lärmexpositionspegel berechnet.

3.4.2.2 Berufsbildbezogene Messungen

Hier handelt es sich um ein Stichprobenverfahren. Aus einer bestimmten Anzahl von Stichproben gleicher Dauer, die über mehrere Tage und über mehrere Beschäftigte verteilt sind, wird der Tages-Lärmexpositionspegel für das zu betrachtende Berufsbild ermittelt.

3.4.2.3 Ganztagsmessungen

Ganztagsmessungen werden als personengebundene Messungen (Abschnitt 3.4.4.1) mit Lärmdosimetern durchgeführt. Dabei werden alle Lärmbelastungen einschließlich ruhiger Phasen erfasst. Nach Möglichkeit sollen vollständige Arbeitsschichten erfasst werden. Beim Einsatz der Schalldosimeter ist jedoch auch eine Beobachtung des Probanden notwendig, um auffällige Ergebnisse während der Messung zu dokumentieren und ggf. in die Auswertung einfließen lassen zu können.

3.4.3 Auswahl geeigneter Teilzeiten

Der Verlauf von Geräuschen kann verschiedene Eigenschaften haben:
- Er kann über einen langen Zeitraum, ggf. über eine vollständige Arbeitsschicht den gleichen Schalldruckpegel haben, z. B. in großen Hallen mit vielen Bearbeitungszentren.
- Er kann periodisch schwanken, z. B. an einer Großpresse.
- Er kann vollkommen regellos sein, z. B. in einer Instandhaltungswerkstatt.

An jedem dieser Arbeitsplätze ist eine andere Messstrategie notwendig, um die kennzeichnenden Werte ausreichend genau und mit angemessenem Zeitaufwand zu erfassen.

- In einem Bereich mit einem gleichmäßigen Pegel genügt eine kurze Messung von ca. 15 Sekunden. Im Bild 3-6 auf Seite 17 ist dies die Messzeit t_{m1} innerhalb der Teilzeit T_1.
- Bei regelmäßig schwankenden Pegeln muss die Messzeit mehrere, mindestens jedoch drei, vollständige Arbeitstakte betragen, wie es die Messzeit t_{m2} während der Teilzeit T_2 zeigt.
- Bei unregelmäßig schwankenden Geräuschen, z. B. während der Teilzeit T_3, kann es notwendig werden, dass die Messzeit die gesamte Dauer einer Arbeitsschicht beträgt.

Die fachkundige Person wird im Allgemeinen so lange messen, bis sich keine Änderung des Wertes auf dem Display des integrierend messenden Schallpegelmessgerätes mehr zeigt und der Betrieb den üblichen Betriebsablauf bestätigt.

Eine weitere Aufgabe bei der Bestimmung des Tages-Lärmexpositionspegels besteht darin, zusätzlich die Teilzeiten zu ermitteln, für die dieses Geräusch repräsentativ ist. Aus den unterschiedlichen Teilzeiten mit den dazugehörigen Pegeln lässt sich dann daraus der Tages-Lärmexpositionspegel, wie in den vorherigen Abschnitten gezeigt, errechnen. Bei diesen Arbeiten können auch zusätzlich Werte aus früheren Messungen oder aus Datenbanken genutzt werden.

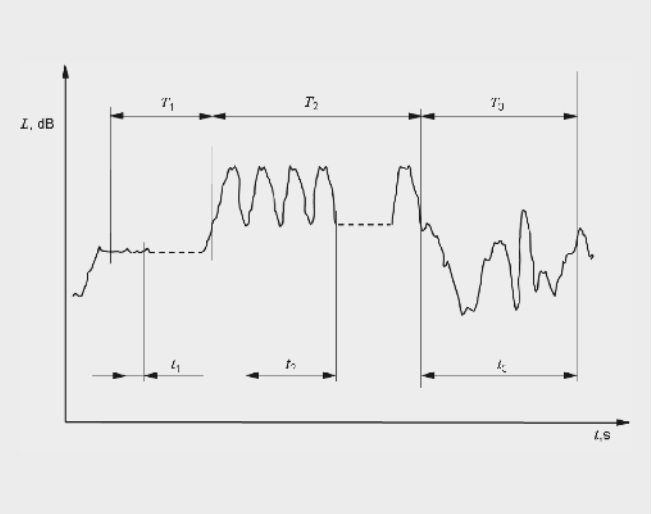


Bild 3-6: Veranschaulichung möglicher Pegelverläufe und Messzeiten

3.5 Rechnen mit Schallpegeln

Schon während der Geräuschmessung mit einem nicht integrierenden Schallpegelmesser stellt sich die Frage, wie Momentanwerte zu äquivalenten Dauerschallpegeln zusammengefasst werden und welchen Einfluss Störgeräusche auf den Gesamtschallpegel haben.

Gleichermaßen können Lärmminderungen in der Regel nur begonnen und beurteilt werden, wenn die Pegeladdition geläufig ist. Komplizierte Rechnungen sind meistens nicht erforderlich, oftmals reichen „Rezepte“ zur Lösung der Aufgabenstellung aus.

3.5.1 Mittelung von Schallpegeln

Schallpegel werden nach DIN 45641 gemittelt. Sie lassen sich einfach mitteln, wenn die Schwankungsbreite des Geräusches nicht mehr als 10 dB beträgt und der Pegelverlauf im Schwankungsbereich statistisch gleichmäßig verteilt ist.

1. Schwankungsbereich bis zu 5 dB:
   Für Schallvorgänge mit Pegelschwankungen bis zu etwa 5 dB kann im Allgemeinen die Mitte des Schwankungsbereiches als äquivalenter Dauerschallpegel gelten.

Beispiel:
Der Schallpegel schwankt zwischen 90 und 94 dB(A). Die Mitte zwischen beiden Werten ist der äquivalente Dauerschallpegel L_{Aeq} = 92 dB(A).

2. Schwankungsbereich bis zu 10 dB:
   Wenn der Schwankungsbereich der Messwerte kleiner als etwa 10 dB ist, so liegt der Mittelungspegel um etwa 1/3 des Schwankungsbereiches unterhalb der oberen Grenze.

Beispiel:
Der Schallpegel schwankt zwischen 90 und 99 dB(A).
Schwankungsbereich:
9 dB(A); 1/3 davon = 3 dB(A)
Also: L_{Aeq} = 99 – 3 = 96 dB(A)

An diesem Beispiel erkennt man schon, dass hohe Pegel stärker zu Buche schlagen als niedrige Pegel.

3. Mittelung mit Taschenrechnern:
   Für die rechnerische Mittelung von Schallpegeln in unterschiedlichen Zeitintervallen gilt folgende Formel:

$$L_{eq} = 10 \lg \left[1/T_M \left(10^{0{,}1 L_{eq1}} \cdot T_1 + 10^{0{,}1 L_{eq2}} \cdot T_2 + \ldots 10^{0{,}1 L_{eqn}} \cdot T_n\right)\right]$$

$T_M = T_1 + T_2 + \ldots T_n$
= betrachtetes gesamtes Zeitintervall (Messzeit)

$T_1, T_2, \ldots T_n$ = einzelne Zeitintervalle

$L_1, L_2, \ldots L_n$ = Schallpegel in dB(A) zur Zeit $T_1, T_2, \ldots T_n$

Beispiel:
L_{Aeq1} = 85 dB(A) T_1 = 5 min
L_{Aeq2} = 90 dB(A) T_2 = 10 min
L_{Aeq3} = 95 dB(A) T_3 = 15 min
$T_M = T_1 + T_2 + T_3$ T_M = 30 min
$L_{Aeq} = 10 \lg [1/30 (10^{8{,}5} \cdot 5 + 10^{9{,}0} \cdot 10 + 10^{9{,}5} \cdot 15)]$ dB(A)
L_{Aeq} = 92,9 dB(A) ≈ 93 dB(A)

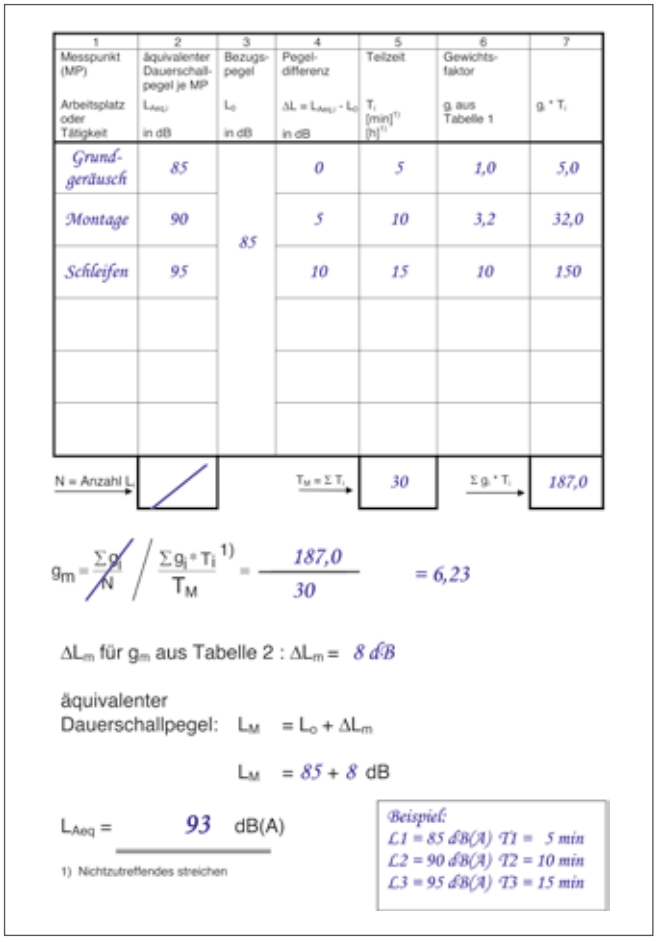
In diesem Beispiel wurde über 30 Minuten gemittelt, es wurde nicht der Tages-Lärmexpositionspegel gebildet. Eine Mittelung wie im zweiten Beispiel ist hier nicht möglich, da wir es hier mit unterschiedlichen Zeitintervallen zu tun haben. Bei Geräuschimmissionsmessungen in der Genauigkeitsklasse 2 ist es wegen der Unsicherheiten nicht sinnvoll, dB-Werte mit Dezimalstellen anzugeben, deswegen wird auf- oder abgerundet.

4. Mittelung nach Tabellen:
   Die Mittelung nach Tabellen ist eine sichere und einfache Methode, wenn beim Umgang mit einem Taschenrechner die Routine oder am Taschenrechner die Logarithmus-Rechenfunktion fehlt.

In der folgenden Berechnung werden die Zahlenwerte aus Beispiel „3. Mittelung mit Taschenrechnern“ übernommen.

Diese Rechnung wiederholt sich prinzipiell auch bei der Pegeladdition und bei der Bestimmung des Tages-Lärmexpositionspegels, dem äquivalenten Dauerschallpegel über acht Stunden.

Insofern ist diese Art der Rechnung für die Praxis zu empfehlen. Die in der Tabelle (Bild 3-7) enthaltenen Zahlenrundungen liefern im Allgemeinen ein hinreichend genaues Ergebnis (vgl. Rechnung unter 3.).



1 Messpunkt (MP) Arbeitsplatz oder Tätigkeit	2 äquivalenter Dauerschallpegel je MP $L_{Aeq,i}$ in dB	3 Bezugspegel L_0 in dB	4 Pegeldifferenz $\Delta L = L_{Aeq,i} - L_0$ in dB	5 Teilzeit T_i [min][1] [h][1]	6 Gewichtsfaktor g_i aus Tabelle 1	7 $g_i * T_i$
Grundgeräusch	85	85	0	5	1,0	5,0
Montage	90		5	10	3,2	32,0
Schleifen	95		10	15	10	150
N = Anzahl L_i			$T_M = \Sigma T_i$	30	$\Sigma g_i * T_i$	187,0

$$g_m = \frac{\Sigma g_i}{N} \Big/ \frac{\Sigma g_i * T_i}{T_M}{}^{1)} = \frac{187,0}{30} = 6,23$$

ΔL_m für g_m aus Tabelle 2 : ΔL_m = 8 dB

äquivalenter Dauerschallpegel: $L_M = L_o + \Delta L_m$

$L_M = 85 + 8$ dB

L_{Aeq} = 93 dB(A)

1) Nichtzutreffendes streichen

Beispiel:
$L1 = 85$ dB(A) $T1 = 5$ min
$L2 = 90$ dB(A) $T2 = 10$ min
$L3 = 95$ dB(A) $T3 = 15$ min

Bild 3-7: Schallpegelmittelung; Beispiel mit ungleichen Teilzeiten

Tabelle 1

ΔL in dB	g_i
40	10 000
39	8 000
38	6 300
37	5 000
36	4 000
35	3 200
34	2 500
33	2 000
32	1 600
31	1 300
30	1 000
29	800
28	630
27	500
26	400
25	320
24	250
23	200
22	160
21	130
20	100
19	80
18	63
17	50
16	40
15	32
14	25
13	20
12	16
11	13
10	10
9	8,0
8	6,3
7	5,0
6	4,0
5	3,2
4	2,5
3	2,0
2	1,6
1	1,3
0	1,00
-1	0,80
-2	0,63
-3	0,50
-4	0,40
-5	0,32
-6	0,25
-7	0,20
-8	0,16
-9	0,13
-10	0,10

Tabelle 2

g_m	ΔL_m in dB*)
8 910	39
7 080	38
5 620	37
4 470	36
3 550	35
2 820	34
2 240	33
1 780	32
1 410	31
1 120	30
891	29
708	28
562	27
447	26
355	25
282	24
224	23
178	22
141	21
112	20
89,1	19
70,8	18
56,2	17
44,7	16
35,5	15
28,2	14
22,4	13
17,8	12
14,1	11
11,2	10
8,91	9
7,08	8
5,62	7
4,47	6
3,55	5
2,82	4
2,24	3
1,78	2
1,41	1
1,12	0
0,891	-1
0,708	-2
0,562	-3
0,447	-4
0,355	-5
0,282	-6
0,224	-7
0,178	-8
0,141	-9
0,112	

*) Jeder Pegelwert gilt für den Bereich zwischen den versetzt angeordneten g_m-Werten

Bild 3-8: Hilfsgröße g_i und ΔLm für g_m

3.5.2 Pegeladdition

Sind die Immissionsschallpegel einzelner Schallquellen bekannt, können diese durch eine einfache Rechnung zu einem Gesamtschallpegel addiert werden.

1. Überschlägige Pegeladdition nach Tabelle:

ΔL in dB	0	1	2	3	4÷9	≥ 10
S in dB	3	3	2	2	1	0

L_{ges} = L_1 + S in dB, wenn $L_1 \geq L_2$
L_1 = Schallpegel Lärmquelle 1 in dB(A)
L_2 = Schallpegel Lärmquelle 2 in dB(A)
S = Zuschlag nach Tabelle für ΔL in dB(A)

1. Beispiel: ($L_1 > L_2$)
L_1 = 95 dB(A)
L_2 = 90 dB(A)
ΔL = $L_1 - L_2$ = 5 dB(A) mit S = 1 dB(A)
L_{ges} = L_1 + S = 95 + 1 = 96 dB(A)

2. Beispiel: ($L_1 = L_2$)
L_1 = L_2 = 90 dB(A)
ΔL = 0 dB(A) mit S = 3 dB(A)
L_{ges} = 90 + 3 = 93 dB(A)

3. Beispiel: ($L_1 > L_2 > L_3$)
L_1 = 95 dB(A)
L_2 = 90 dB(A)
L_3 = 85 dB(A)
Addition in 2 Schritten: 1. Schritt
ΔL = $L_1 - L_2$ = 5 dB(A) mit S_1 = 1 dB(A)
L_{ges1} = $L_1 + S_1$ = 95 + 1 = 96 dB(A)
2. Schritt
ΔL = $L_{ges1} - L_3$ = 11 dB(A) mit S_2 = 0 dB(A)
L_{ges} = $L_{ges1} + S_2$ = 96 + 0 = 96 dB(A)

Bild 3-9: Pegeladdition

Aus diesen einfachen Rechnungen nach der Tabelle kann Folgendes nachvollzogen werden:

- Eine Verdoppelung des Schallpegels ergibt einen Anstieg um 3 dB (auch 0 dB + 0 dB = 3 dB).
- Beträgt die Differenz zweier Schallpegel ≥ 10 dB, wird der Gesamtschallpegel nur durch den lautesten Pegel der Einzelschallquelle bestimmt.
- Bei der Addition zehn gleicher Schallquellen erhöht sich der Gesamtschallpegel um 10 dB (wie 3. Beispiel zu rechnen).

2. Pegeladdition nach Diagramm: Die Anwendung des Diagramms wird aus den Beispielen deutlich.

1. Beispiel: Addition ($L_1 > L_2$)
L_1 = 95 dB(A)
L_2 = 90 dB(A)
ΔL = 5 dB(A) auf ΔL-Achse aufsuchen und auf S-Achse Zuschlag S ablesen
S = 1 dB(A) (gerundet)
L_{ges} = L_1 + S = 96 dB(A)

2. Beispiel: Addition ($L_1 > L_2$)
L_1 = 100 dB(A)
L_2 = 90 dB(A)
ΔL = 10 dB(A) auf ΔL-Achse aufsuchen und auf S-Achse Zuschlag S ablesen
S = 0 dB(A) (abgerundet)
L_{ges} = L_1 + S = 100 dB(A)

Bild 3-10: Grafische Addition von Schallpegeln

3. Pegeladdition mit Taschenrechner:

L_{ges} = 10 lg ($10^{0,1L_1} + 10^{0,1L_2} + \ldots 10^{0,1L_n}$) in dB(A)
L_1, L_2 ... L_n = Schallpegel in dB(A)
Beispiel:
L_1 = 85 dB(A)
L_2 = 90 dB(A)
L_3 = 95 dB(A)
L_{ges} = 10 lg ($10^{8,5} + 10^{9,0} + 10^{9,5}$) in dB(A)
L_{ges} = 96,5 dB(A) ≈ 97 dB(A)

Dieses Beispiel zeigt die Grenzen bzw. die Ungenauigkeit der überschlägigen Pegeladdition nach der Tabelle und nach dem Diagramm auf. L_{ges} ist nach dieser Rechnung 1 dB größer als bei der überschlägigen Pegeladdition nach Bild 3-7 auf Seite 18, 1. Beispiel.

4. Pegeladdition nach Tabellen (Bild 3-11 auf Seite 20):
Die Pegeladdition nach Tabellen erfolgt prinzipiell nach dem gleichen Schema wie die Pegelmittelung.

Diese Tabellen ersparen letztlich das Rechnen mit Logarithmen.

Ein Vergleich der Ergebnisse mit gleichen Schallquellen zeigt unterschiedliche Gesamtschallpegel:

Für L_1 = 85 dB(A)
L_2 = 90 dB(A)
L_3 = 95 dB(A)
„Überschlägige Pegeladdition nach Tabelle“: L_{ges} = 96 dB(A)
„Pegeladdition mit Taschenrechner“: L_{ges} = 97 dB(A)
„Pegeladdition nach Tabellen“: L_{ges} = 97 dB(A)

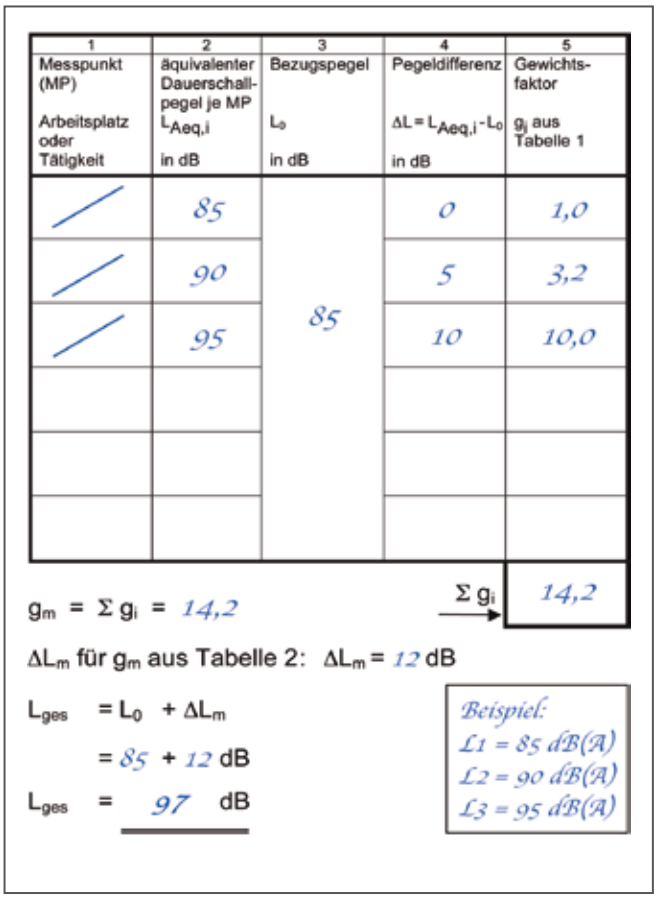


Bild 3-11: Pegeladdition – Beispiel

Die Abweichungen kommen durch Rundungen in den Tabellen zustande. In Zweifelsfällen gilt die formelmäßige Rechnung.

3.6 Tages-Lärmexpositionspegel

Die Pegelmittelung und die Pegeladdition sind bei der Bestimmung der Geräuschimmission im Wesentlichen nur Zwischenschritte, um den Tages-Lärmexpositionspegel berechnen zu können. Hierzu benötigen wir noch Teilzeiten (Expositionszeiten) für die einzelnen Mittelungspegel und die Bezugsdauer.

Der Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$ in dB(A)

- kennzeichnet die Lärmbelastung an einem bestimmten Arbeitsplatz, in einem bestimmten Bereich oder für einzelne Personen
- ermöglicht den Vergleich mit Auslöse- oder maximal zulässigen Expositionswerten
- erlaubt den Vergleich von Geräuschimmissionen unabhängig von deren Art und Entstehung
- bestimmt die erforderliche Schalldämmung von Gehörschützern
- bestimmt den Personenkreis, der durch arbeitsmedizinische Vorsorge überwacht werden muss
- entscheidet über notwendige technische Lärmminderungsmaßnahmen

Der Tages-Lärmexpositionspegel wird in der Regel auf acht Stunden bezogen. Nur bei täglich erheblich wechselnden Geräuschimmissionen darf der Tages-Lärmexpositionspegel ausnahmsweise und mit Genehmigung der zuständigen Behörde als wöchentlicher Mittelwert $L_{EX,40h}$ der einzelnen Tageswerte ermittelt werden; ein noch längerer Beurteilungszeitraum ist nicht zugelassen, z. B. ein Monats- oder Jahres-Lärmexpositionspegel.

Bei der Bestimmung des Tages-Lärmexpositionspegels ist zwischen ortsbezogenem und personenbezogenem Tages-Lärmexpositionspegel zu unterscheiden. Der ortsbezogene Tages-Lärmexpositionspegel beschreibt die Geräuschimmission an einem bestimmten Arbeitsplatz oder Arbeitsbereich mit festen Messpunkten, unabhängig von der Aufenthaltsdauer der Mitarbeiter.

Dieser Tages-Lärmexpositionspegel ist für die Durchführung der Schutzmaßnahmen nach der LärmVibrationsArbSchV maßgebend (z. B. bei der Bestimmung des Lärmbereiches, bei der Tragepflicht von Gehörschutz).

Der personenbezogene Tages-Lärmexpositionspegel ist z. B. dann anzuwenden, wenn sich Mitarbeiter nicht ständig in Lärmbereichen aufhalten, jedoch der personenbezogene Tages-Lärmexpositionspegel aufgrund wechselnder Einsatzorte die Auslösewerte erreicht oder überschreitet (z. B. zur Bestimmung der arbeitsmedizinischen Vorsorge bei Kontrolleuren oder betrieblichen Vorgesetzten). Ein weiterer Anwendungsfall des personenbezogenen Tages-Lärmexpositionspegels tritt bei der Beurteilung von Lärmerkrankungen im Berufskrankheitenverfahren auf. In diesen Fällen muss die tatsächliche Lärmbelastung als äquivalenter Dauerschallpegel für den einzelnen Mitarbeiter bestimmt werden.

3.6.1 Ermittlung des Tages-Lärmexpositionspegels

Am einfachsten ließe sich der Tages-Lärmexpositionspegel bestimmen, wenn ein gleichförmiges Geräusch ohne Schwankungen acht Stunden lang konstant auftritt. In diesem (theoretischen) Fall ist sogar die Zeitbewertung bei der Messung frei wählbar (vgl. Abschnitt 3.1) und die Momentanpegel entsprechen den Mittelungspegeln.

Dann gilt:

$$L_{AFeq} = L_{Aeq} = L_{Aeq,8h} = L_{EX,8h} \text{ in dB(A)}$$

Eine weitere einfache Methode, den Tages-Lärmexpositionspegel abschätzen zu können, ergibt sich aus der Energieäquivalenz (Halbierungsparameter) von Schalldruckpegeln: „doppelter Lärm in halber Zeit = halber Lärm in doppelter Zeit“

In Zahlen ausgedrückt ergibt sich folgende Tabelle:

für den unteren Auslösewert $L_{EX,8h}$ = 80 dB(A)	für den oberen Auslösewert $L_{EX,8h}$ = 85 dB(A)
80 dB(A) in 8 h	85 dB(A) in 8 h
= 83 dB(A) in 4 h	= 88 dB(A) in 4 h
= 86 dB(A) in 2 h	= 91 dB(A) in 2 h
= 89 dB(A) in 1 h	= 94 dB(A) in 1 h
= 92 dB(A) in 30 min	= 97 dB(A) in 30 min
= 95 dB(A) in 15 min	= 100 dB(A) in 15 min
= 98 dB(A) in 7,5 min	= 103 dB(A) in 7,5 min
= 101 dB(A) in 3,8 min	= 106 dB(A) in 3,8 min

Bild 3-12: Tages-Lärmexpositionspegel (Halbierungsparameter)

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, wie schnell Auslösewerte erreicht werden können. Bei einem äquivalenten Dauerschallpegel L_{eq} = 105 dB(A), z. B. bei Schleifarbeiten, wird ohne das Auftreten weiteren Lärms bereits nach fünf Minuten der obere Auslösewert erreicht.

3.6.2 Berechnung des Tages-Lärmexpositionspegels

Der Tages-Lärmexpositionspegel lässt sich berechnen, wenn die äquivalenten Dauerschallpegel mit den dazugehörigen Teilzeiten bekannt sind.

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\frac{1}{T_r} (10^{0,1L_1} \cdot T_1 + 10^{0,1L_2} \cdot T_2 + \ldots + 10^{0,1L_n} \cdot T_n) \right]$$

1. Berechnung mit dem Taschenrechner

T_r = Bezugszeitdauer (8 h pro Tag)

$T_1, T_2, \ldots T_n$ = Teilzeit pro Mittelungspegel

$L_1, L_2, \ldots L_n$ = Mittelungspegel in dB(A) zur Zeit $T_1, T_2, \ldots T_n$

1. Beispiel:

L_{Aeq1} = 105 dB(A), T_1 = 4 h
L_{Aeq2} = 111 dB(A), T_2 = 1 h
L_{Aeq3} = 95 dB(A), T_3 = 1 h
L_{Aeq4} = 85 dB(A), T_4 = 2 h
T_r = 8 h

$L_{EX,8h} = 10 \lg [{}^1/_8 (10^{10,5} \cdot 4 + 10^{11,1} \cdot 1 + 10^{9,5} \cdot 1 + 10^{8,5} \cdot 2)]$ dB(A)
$L_{EX,8h} = 105{,}1$ dB(A) ≈ 105 dB(A)

2. Beispiel
(Tagesschicht mit mehr als 8 Stunden):

L_{Aeq} = 90 dB(A), T = 10 h

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\frac{1}{T_r} (10^{0,1L} \cdot T) \right]$$

mit T_r = 8 h
$L_{EX,8h} = 10 \lg [{}^1/_8 \cdot (10^{9,0} \cdot 10)]$ in dB(A)
$L_{EX,8h}$ = 91 dB(A)

2. Berechnung des Tages-Lärmexpositionspegels nach Tabellen:

Die Berechnung des Tages-Lärmexpositionspegels erfolgt hier nach dem gleichen Prinzip wie bei der Pegelmittelung und bei der Pegeladdition nach Tabellen (Bild 3-7 und Bild 3-11).

3. Beispiel (vgl. 1. Beispiel) in diesem Abschnitt:

Presse
mit L_{Aeq1} = 105 dB(A) und T_1 = 4 h

Scheuertrommel
mit L_{Aeq2} = 111 dB(A) und T_2 = 1 h

Säge
mit L_{Aeq3} = 95 dB(A) und T_3 = 1 h

Grundgeräusch
mit L_{Aeq4} = 85 dB(A) und T_4 = 2 h / T_r = 8 h

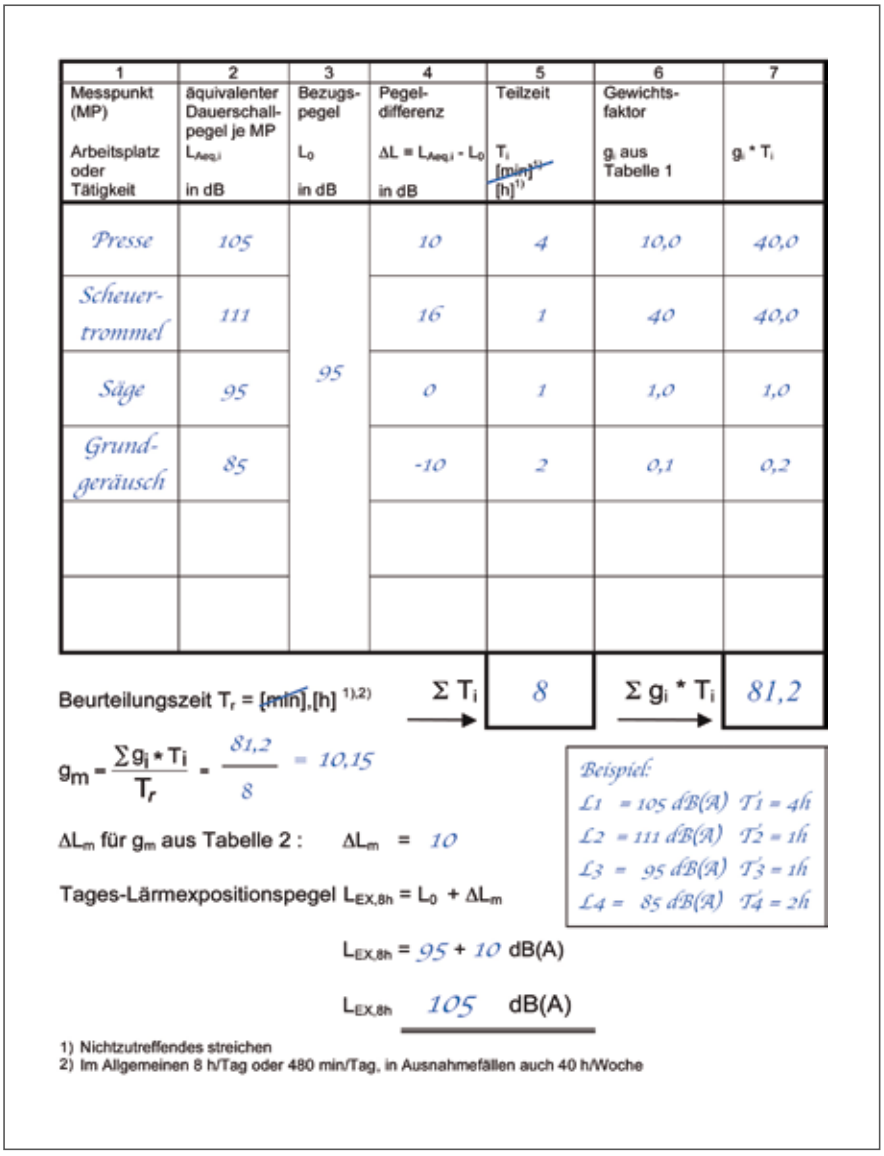
Nach Bild 3-13 errechnet man:
$L_{Aeq,8h} = L_{EX,8h}$ = 105 dB(A)

An dem hier durchgeführten Berechnungsbeispiel wird deutlich:

- Die hohen Pegel (Presse und Scheuertrommel) beeinflussen im Wesentlichen den Tages-Lärmexpositionspegel.
- Die Mittelungspegel für die Presse und die Scheuertrommel haben mit den dazugehörigen Teilzeiten etwa die gleiche Wirkung auf das Gehör.
- Ohne rechnerischen Nachweis ist die Angabe des Tages-Lärmexpositionspegels, z. B. durch Schätzung, kaum möglich.

Das Beispiel lässt sich nachrechnen, z. B. für den Fall, dass die Presse gekapselt wird. Die Kapsel soll eine Schallpegelminderung von 20 dB(A) besitzen, also bis auf das Grundgeräusch dämmen. Der Tages-Lärmexpositionspegel beträgt dann noch 105 dB(A).

Hier müssten also auch die Scheuertrommel und die Säge lärmgemindert werden, um 85 dB(A) zu unterschreiten.



1	2	3	4	5	6	7
Messpunkt (MP) Arbeitsplatz oder Tätigkeit	äquivalenter Dauerschall-pegel je MP $L_{Aeq,i}$ in dB	Bezugs-pegel L_0 in dB	Pegel-differenz $\Delta L = L_{Aeq,i} - L_0$ in dB	Teilzeit T_i ~~[min]~~ [h] 1)	Gewichts-faktor g_i aus Tabelle 1	$g_i * T_i$
Presse	105	95	10	4	10,0	40,0
Scheuer-trommel	111		16	1	40	40,0
Säge	95		0	1	1,0	1,0
Grund-geräusch	85		-10	2	0,1	0,2
Beurteilungszeit T_r = ~~[min]~~,[h] 1),2)				ΣT_i → 8	$\Sigma g_i * T_i$ →	81,2

$$g_m = \frac{\Sigma g_i * T_i}{T_r} = \frac{81,2}{8} = 10,15$$

ΔL_m für g_m aus Tabelle 2 : ΔL_m = 10

Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h} = L_0 + \Delta L_m$

$L_{EX,8h}$ = 95 + 10 dB(A)

$L_{EX,8h}$ 105 dB(A)

Beispiel:
L1 = 105 dB(A) T1 = 4h
L2 = 111 dB(A) T2 = 1h
L3 = 95 dB(A) T3 = 1h
L4 = 85 dB(A) T4 = 2h

1) Nichtzutreffendes streichen
2) Im Allgemeinen 8 h/Tag oder 480 min/Tag, in Ausnahmefällen auch 40 h/Woche

Bild 3-13: Berechnung des Tages-Lärmexpositionspegels

3.6.3 Expositionspunkte

Ein weiteres Verfahren zur Berechnung des Tages-Lärmexpositionspegels ist die Möglichkeit, Pegeln und deren Einwirkungszeit Lärmexpositionspunkte zuzuordnen.

Die Zuordnung erfolgt nach Bild 3-14 auf Seite 23.

Ausgehend von den Lärmminderungsvorschlägen im vorherigen Abschnitt soll nun die Anwendung der Lärmexpositionspunkte dargestellt werden.

Zunächst werden die Lärmexpositionspunkte je Arbeitsplatz nach Mittelungspegel und Teilzeit aus der Tabelle ausgelesen und notiert. Dann wird die Summe der Lärmexpositionspunkte berechnet (Bild 3-15 auf Seite 24).

Mit dieser Punktsumme von 433,6 geht man nun in den rechten Teil der Tabelle und entnimmt ihr den Tages-Lärmexpositionspegel von 86 dB(A).

Man erkennt, dass trotz erheblicher Anstrengungen durch Maschinenkapselung der obere Auslösewert nicht eingehalten werden kann und daher weitere Maßnahmen zur Pegelminderung notwendig werden.

Lärmexpositionspunkte

unterer Auslösewert eingehalten	$L_{EX,8h}$ < 80 dB(A)
oberer Auslösewert eingehalten	$L_{EX,8h}$ < 85 dB(A)
oberer Auslösewert nicht eingehalten	$L_{EX,8h}$ ≥ 85 dB(A)

L_{Aeq} in dB(A)	Tägliche Einwirkungsdauer in Minuten							
	15	30	60	120	180	240	360	480
110	3.125	6.250	12.500	25.000	37.500	50.000	75.000	100.000
109	2.482	4.965	9.929	19.858	29.787	39.716	59.575	79.433
108	1.972	3.943	7.887	15.774	23.661	31.548	47.322	63.096
107	1.566	3.132	6.265	12.530	18.795	25.059	37.589	50.119
106	1.244	2.488	4.976	9.953	14.929	19.905	29.858	39.811
105	988	1.976	3.953	7.906	11.859	15.811	23.717	31.623
104	785	1.570	3.140	6.280	9.420	12.559	18.839	25.119
103	624	1.247	2.494	4.988	7.482	9.976	14.964	19.953
102	495	991	1.981	3.962	5.943	7.924	11.887	15.849
101	393	787	1.574	3.147	4.721	6.295	9.442	12.589
100	313	625	1.250	2.500	3.750	5.000	7.500	10.000
99	248	496	993	1.986	2.979	3.972	5.957	7.943
98	197	394	789	1.577	2.366	3.155	4.732	6.310
97	157	313	626	1.253	1.879	2.506	3.759	5.012
96	124	249	498	995	1.493	1.991	2.986	3.981
95	98,8	198	395	791	1.186	1.581	2.372	3.162
94	78,5	157	314	628	942	1.256	1.884	2.512
93	62,4	125	249	499	748	998	1.496	1.995
92	49,5	99,1	198	396	594	792	1.189	1.585
91	39,3	78,7	157	315	472	629	944	1.259
90	31,3	62,5	125	250	375	500	750	1.000
89	24,8	49,6	99,3	199	298	397	596	794
88	19,7	39,4	78,9	158	237	315	473	631
87	15,7	31,3	62,6	125	188	251	376	501
86	12,4	24,9	49,8	99,5	149	199	299	398
85	9,9	19,8	39,5	79,1	119	158	237	316
84	7,8	15,7	31,4	62,8	94,2	126	188	251
83	6,2	12,5	24,9	49,9	74,8	99,8	150	200
82	5,0	9,9	19,8	39,6	59,4	79,2	119	158
81	3,9	7,9	15,7	31,5	47,2	62,9	94,4	126
80	3,1	6,3	12,5	25,0	37,5	50,0	75,0	100
79	2,5	5,0	9,9	19,9	29,8	39,7	59,6	79,4
78	2,0	3,9	7,9	15,8	23,7	31,5	47,3	63,1
77	1,6	3,1	6,3	12,5	18,8	25,1	37,6	50,1
76	1,2	2,5	5,0	10,0	14,9	19,9	29,9	39,8
75	1,0	2,0	4,0	7,9	11,9	15,8	23,7	31,6
	0,25	0,5	1	2	3	4	6	8
	Tägliche Einwirkungsdauer in Stunden							

Punktsumme über...	Punktsumme bis...	$L_{EX,8h}$ in dB(A)
89.125	112.202	110
70.795	89.125	109
56.234	70.795	108
44.668	56.234	107
35.481	44.668	106
28.184	35.481	105
22.387	28.184	104
17.783	22.387	103
14.125	17.783	102
11.220	14.125	101
8.913	11.220	100
7.079	8.913	99
5.623	7.079	98
4.467	5.623	97
3.548	4.467	96
2.818	3.548	95
2.239	2.818	94
1.778	2.239	93
1.413	1.778	92
1.122	1.413	91
891	1.122	90
708	891	89
562	708	88
447	562	87
355	447	86
282	355	85
224	282	84
178	224	83
141	178	82
112	141	81
89	112	80
71	89	79
56	71	78
45	56	77
35	45	76
28	35	75

Benutzung bei mehreren Tätigkeiten im Lärm

1.) In der Zeile des Schallpegels und der Spalte der dazugehörigen Einwirkungsdauer den Punktwert ablesen.
2.) Dieses für jede Tätigkeit wiederholen.
3.) Punktwerte zur Punktsumme addieren.
4.) In den Spalten "Punktsumme über... bis ... " die der Punktsumme zugeordneten Zeile bestimmen.
5.) Dem zur Punktsumme zugeordneten $L_{EX,8h}$ in der rechten Spalte ist der Tages-Lärmexpositionspegel.

Bild 3-14: Lärmexpositionspunkte (siehe auch Anhang)

	Mittelungspegel nach der Lärmminderung in dB(A)	Teilzeit in h	Lärmexpositionspunkte
Presse gekapselt	85	4	158
Scheuertrommel, gekapselt	91	1	157
Säge, gekapselt	85	1	39,5
Grundgeräusch	85	2	79,1
		Summe:	433,6

Bild 3-15: Rechnen mit Lärmexpositionspunkten

3.6.4 Berechnung mit dem IFA-Rechner

Ein weiteres Verfahren zur Berechnung des Tages-Lärmexpositionspegels ist die Möglichkeit, die Einzelpegel mithilfe eines Excel-Blattes, das das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) erstellt hat, zu berechnen (www.dguv.de, webcode d10635).

Mit dieser kleinen Anwendung lassen sich bis zu 21 Einzelpegel mit ihren Teilzeiten zu einem Tages-Lärmexpositionspegel addieren.

Nach der Eingabe der Einzelpegel und der Teilzeiten entnimmt man der Tabelle den Tages-Lärmexpositionspegel von 86 dB(A).

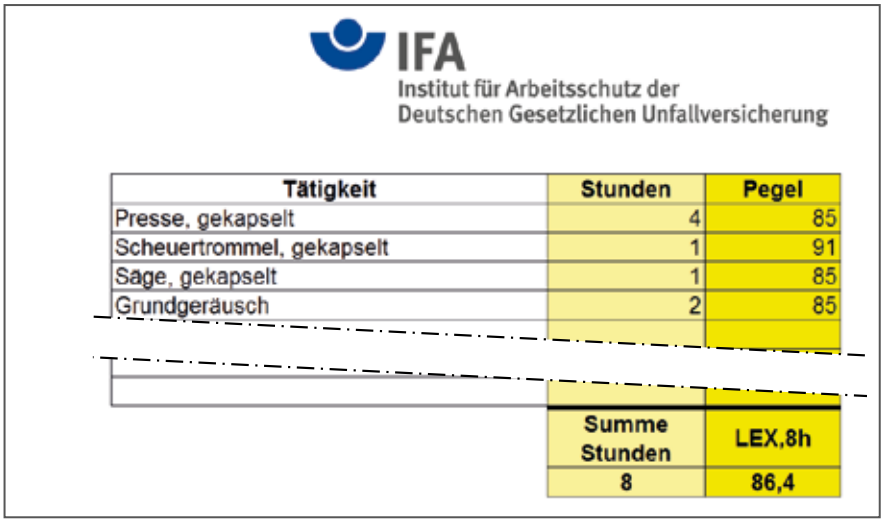


Bild 3-16: Expositionsrechner des IFA

3.7 Angaben der Messunsicherheiten

Wenn sich der Tages-Lärmexpositionspegel in der Nähe eines Auslösewertes befindet, gewinnt die Betrachtung der Messunsicherheit an Bedeutung.

Es muss nämlich die Entscheidung getroffen werden, ob der betrachtete Auslösewert unterschritten bzw. erreicht oder überschritten wird. Davon wiederum ist es abhängig, ob Maßnahmen zur Lärmminderung umgesetzt werden müssen.

3.7.1 Bestimmung der kombinierten Standardunsicherheit nach DIN EN ISO 9612

Die Messunsicherheit nach DIN EN ISO 9612 hängt von folgenden Einflussfaktoren ab:

- Klasse des Schallpegelmessgeräts und Kalibrierung
- Mikrofonposition
- Abweichung der Situation, in der gemessen wird, gegenüber einer längerfristig typischen Exposition
- Anzahl der Stichprobennahmen

Die Zusammenfassung dieser Faktoren zu einer kombinierten Standardunsicherheit u ist mit einem hohen rechnerischen Aufwand verbunden.
Die DIN EN ISO 9612 beinhaltet daher auch ein Tabellenkalkulationsblatt, mit dem diese Rechnung durchgeführt werden kann. Über das Internetangebot des Instituts für Arbeitssicherheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) kann dazu das Excel-Tabellenblatt kostenlos heruntergeladen werden (www.dguv.de, webcode d4682).

3.7.1.1 Bestimmung der Genauigkeitsklasse nach TRLV Lärm

Nach TRLV Lärm werden die drei Genauigkeitsklassen 1, 2 und 3 unterschieden, wobei die Genauigkeitsklasse 1 die höchste Genauigkeitsklasse beinhaltet.

Die TRLV Lärm ordnet der kombinierten Standardunsicherheit u nach DIN EN ISO 9612 einer Genauigkeitsklasse zu.

Kombinierte Standardunsicherheit u	≤ 2 dB	≤ 4 dB	≤ 6 dB
Genauigkeitsklasse	1	2	3

Bild 3-17: Bestimmung der Genauigkeitsklasse aus der kombinierten Standardunsicherheit u

3.7.1.2 Bestimmung der Genauigkeitsklasse nach dem vereinfachten Verfahren (TRLV)

In der Metallindustrie werden im Allgemeinen tätigkeitsbezogene Messungen durchgeführt, da es sich meist um Arbeitsbereiche mit ortsfesten Maschinen handelt. Für diesen Fall bietet die TRLV ein vereinfachtes Verfahren zur Bestimmung der Genauigkeitsklasse an.

Dabei werden nur zwei Einflussfaktoren berücksichtigt:
- die Klasse des Messgerätes
  Nach DIN EN 61672-1 gibt es hier die Genauigkeitsklassen 1 und 2 (siehe Kapitel 3.2 „Messgeräte“)
- die Unsicherheit bei der Erfassung der längerfristig typischen Lärmexposition

Diese Unsicherheit muss der Fachkundige für Lärmmessungen aufgrund der Arbeitsplatzsituation und seiner betrieblichen Messerfahrung in eine der drei Stufen ≤ 1,5 dB, ≤ 3 dB oder ≤ 6 dB abschätzen. Dies ist in der Regel gut möglich, wenn eine ausreichende Arbeitsanalyse erstellt und mit den Mitarbeitern im Betrieb abgestimmt wurde. Zusätzlich können Datenbankwerte genutzt werden.

Mit der Kenntnis dieser beiden Faktoren kann dann die Genauigkeitsklasse abgeleitet werden.

Messgerät	Klasse 1	Klasse 2 oder Klasse 1	Klasse 2 oder Klasse 1
Geschätzte Unsicherheit bei der längerfristig typischen Lärmexposition	≤ 1,5 dB	≤ 3 dB	≤ 6 dB
Genauigkeitsklasse	1	2	3

Bild 3-18: Bestimmung der Genauigkeitsklasse nach dem vereinfachten Verfahren.

Fehlt diese Erfahrung bei der Schätzung der Randbedingungen und somit der Unsicherheit, so muss die kombinierte Standardunsicherheit u nach der DIN EN ISO 9612 berechnet und die Genauigkeitsklasse dem Bild 3-17 entnommen werden (siehe Abschnitt 3.7.1 auf Seite 24). Aus diesen Betrachtungen können die Haupteinflussgrößen gut erkannt werden, um ggf. weitere Messungen zu veranlassen.

3.7.2 Bestimmung der Unsicherheit ΔL aus der Genauigkeitsklasse

Das Ziel bei der Ermittlung des Tages-Lärmexpositionspegels ist es, festzustellen, ob die in der Lärm- und Vibrationsarbeitsschutzverordnung festgesetzten Auslösewerte eingehalten werden.

Bei ermittelten Expositionspegeln von 73 dB(A) und darunter oder 92 dB(A) und darüber in der Genauigkeitsklasse 1, 2 oder 3 ist eine weitere Betrachtung der Unsicherheit nicht notwendig, da selbst in der Genauigkeitsklasse 3 weder der untere Auslösewert von 80 dB(A) noch der obere Auslöswert von 85 dB(A) unter Berücksichtigung der Unsicherheit ΔL berührt werden.

Genauigkeitsklasse	1	2	3
Unsicherheit ΔL	0 dB	3 dB	6 dB

Bild 3-19: Bestimmung der Unsicherheit ΔL aus der Genauigkeitsklasse

Wenn der Tages-Larmexpositionspegel in der Nähe des Auslösewertes liegt und die Genauigkeitsklasse bestimmt wurde, muss die Unsicherheit ΔL aus Bild 3-19 entnommen werden.

Für jede Genauigkeitsklasse ist eine Unsicherheit ΔL definiert. Die Unsicherheit ΔL ist unabhängig von der kombinierten Standardunsicherheit u nach DIN EN ISO 9612 und der geschätzten Unsicherheit nach TRLV. So wird trotz einer errechneten kombinierten Standardunsicherheit u von z. B. 1,8 dB eine Unsicherheit ΔL von 0 dB festgelegt (siehe Bild 3-19). Damit kann auf jeden Fall eine Entscheidung getroffen werden, ob ein Auslösewert eingehalten bzw. überschritten wurde.

3.7.3 Vergleich der Tages-Lärmexpositionspegel mit Auslösewerten

Anhand der folgenden Beispiele wird nun dargestellt, welche Auswirkungen die Bestimmung der Genauigkeitsklasse und der Unsicherheit ΔL auf die Entscheidung, ob Auslösewerte überschritten wurden, hat.

3.7.3.1 Genauigkeitsklasse 1

Am einfachsten verhält es sich, wenn in der Genauigkeitsklasse 1 gemessen wurde und die Unsicherheit ΔL damit 0 dB beträgt. Dann lässt sich auf jeden Fall eine Entscheidung treffen, ob der zu betrachtende Auslösewert eingehalten oder überschritten wurde.

Beispiel:
Der obere Auslösewert beträgt 85 dB(A), der Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$ wurde zu 84 dB(A) in der Genauigkeitsklasse 1 ermittelt. Damit ist der obere Auslösewert eingehalten.

3.7.3.2 Genauigkeitsklasse 2 und Überschreitung eines Auslösewertes

Liegt der Expositionspegel $L_{EX,8h}$ minus Unsicherheit ΔL oberhalb des Auslösewertes, dann gilt der Auslösewert als überschritten und es müssen die entsprechenden Lärmminderungsmaßnahmen veranlasst werden.

Beispiel:
Der obere Auslösewert beträgt 85 dB(A), der Tages-Lärmexpositionspegel wurde zu 89 dB(A) in der Genauigkeitsklasse 2 ermittelt. Damit ist der obere Auslösewert überschritten und entsprechende Maßnahmen, die an den oberen Auslösewert gekoppelt sind, müssen veranlasst werden.

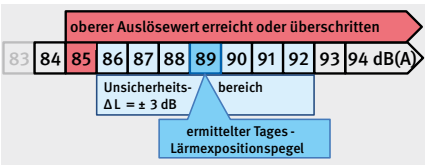


Bild 3-20: Beispiel zur Überschreitung des oberen Auslösewertes

3.7.3.3 Genauigkeitsklasse 2 und Einhaltung eines Auslösewertes

Liegt der Expositionspegel $L_{EX,8h}$ plus Unsicherheit ΔL unterhalb des Auslösewertes, dann gilt der Auslösewert als eingehalten.

Beispiel:
Der obere Auslösewert beträgt 85 dB(A), der Tages-Larmexpositionspegel wurde zu 81 dB(A) in der Genauigkeitsklasse 2 ermittelt. Der Unsicherheitsbereich geht dann von 78 dB(A) bis 84 dB(A). Damit ist der obere Auslösewert eingehalten. Die Betrachtung des unteren Auslösewertes ergibt, dass dieser überschritten ist.

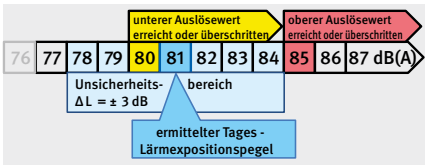


Bild 3-21: Beispiel zur Einhaltung des oberen Auslösewertes

3.7.3.4 Genauigkeitsklasse 2 in der Nähe eines Auslösewertes

Wenn der Auslösewert innerhalb des Bereiches von Expositionspegel $L_{EX,8h}$ ± Unsicherheit ΔL liegt, ist zunächst von einer Überschreitung auszugehen. Alternativ dazu kann geprüft werden, ob man mit zusätzlichen Messungen zu einem Ergebnis einer höheren Genauigkeitsklasse kommt.

Beispiel:
Der obere Auslösewert beträgt 85 dB(A), der Tages-Lärmexpositionspegel wurde zu 83 dB(A) in der Genauigkeitsklasse 2 ermittelt. Expositionspegel plus Unsicherheit ΔL überschreiten damit den oberen Auslösewert.

Nach der TRLV Lärm müssten nun entsprechende Maßnahmen, die mit dem Erreichen oder Überschreiten des oberen Auslösewertes ausgelöst werden, veranlasst werden, um eine sinnvolle Prävention zu erreichen.

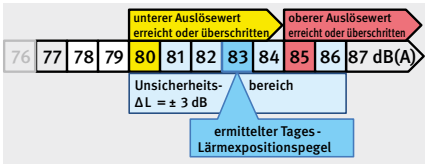


Bild 3-22: Beispiel in der Nähe des Auslösewertes

Es können weitere Erhebungen durchgeführt werden, um eine höhere Genauigkeitsklasse zu erreichen. Wird der Tages-Lärmexpositionspegel dabei zu 83 dB(A) der Genauigkeitsklasse 1 ermittelt, sind nun entsprechende Maßnahmen, die an den oberen Auslösewert gekoppelt sind, nicht mehr zwangsläufig zu veranlassen.

4. Frequenzanalysen

4.1 Anwendung und Grundlagen

Momentanpegel, Mittelungspegel und Tages-Lärmexpositionspegel sagen im Allgemeinen nichts über die Zusammensetzung des Geräusches aus.

Um Informationen über das Vorhandensein und die Intensität eines Frequenzbereiches gewinnen zu können, sind Frequenzanalysen erforderlich (Bild 4-1).

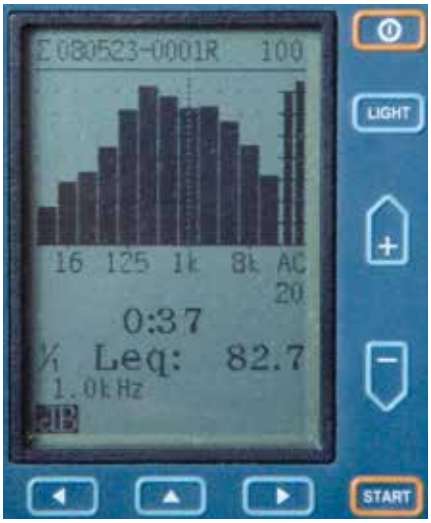


Bild 4-1: Oktav-Frequenzanalyse mit der Software des Messgerätes

Frequenzanalysen dienen

- der gezielten Lärmminderung an einzelnen Bauteilen
- der Auswahl von Gehörschützern in kritischen Fällen
- der Nachprüfung von Liefervereinbarungen
- der Beurteilung raumakustischer Verhältnisse in Fertigungshallen sowie
- der Bestimmung der Tonhaltigkeit eines Geräusches bei Störungen durch Lärm

Unterschieden werden Oktav-, Terz-, Schmalband- und Echtzeitanalysen. Mit zunehmender Aufteilung des Frequenzbereiches steigt die Aussagekraft der Frequenzanalyse, jedoch auch der gerätetechnische und zeitliche Aufwand. Die Oktavanalyse reicht für die meisten Anwendungsfälle aus.

Bei der Messung wird dann das Oktav-Filter eingeschaltet. Die Oktavbandmittenfrequenz benachbarter Oktaven unterscheidet sich um den Faktor 2. So besteht z. B. die Unterteilung des hörbaren Schalls von 16 bis 16000 Hz aus 10 Oktaven.

Bei Terz-Analysen ist jede Oktave in drei Terzbereiche aufgeteilt. Schmalbandanalysen unterteilen das Frequenzspektrum noch feiner.

Echtzeitanalysen erlauben unmittelbar die Bestimmung der Höhe der Pegel in den Frequenzen bei kurzzeitigen Schallereignissen.

4.2 Durchführung einer Frequenzanalyse

Bei älteren Geräten wird bei der Oktav- oder Terzanalyse der Frequenzwahlschalter des Messgerätes auf „linear“ geschaltet, d. h. jede Oktave wird unbewertet gemessen.

Die Anzeigedynamik wird auf „FAST“ eingestellt. Die bei den einzelnen Frequenzen abgelesenen Schalldruckpegel werden dann in den Messbericht eingetragen (siehe Vordruck im Anhang).

Als zusätzliche Schalldruckpegel werden bei der Frequenzanalyse noch die Messwerte L_A und L_C abgelesen (vgl. Bild 4-1 Oktav-Frequenzanalyse). L_{lin} ist die Summe aller unbewerteten Schalldruckpegel der einzelnen Oktaven. Der C-bewertete Schalldruckpegel kommt aufgrund seiner in einem weiten Frequenzbereich flach verlaufenden Dämpfungscharakteristik dem unbewerteten Schalldruckpegel nahe und hat daher als Zusatzinformation bei der Gehörschützerauswahl eine Bedeutung.

Bei der Gehörschützerauswahl wird durch die Auswertung von L_A und L_C eine überschlägige Frequenzanalyse durchgeführt.

Tieffrequente Geräusche weisen eine Differenz $L_C - L_A$ von mehr als 5 dB auf. Bei tieffrequenten Geräuschen ist der A-Schalldruckpegel L_A wegen der starken Dämpfung im unteren Frequenzbereich erheblich kleiner als der C-bewertete Schalldruckpegel L_C.

Hoch- und mittelfrequente Geräusche weisen eine Differenz $L_C - L_A$ von weniger als 5 dB auf. Bei diesen Geräuschen ist der Anteil der durch den A-Bewertungsfilter gedämpften niedrigen Frequenzen gering.

Diesen Zusammenhang zeigen die Bilder 4-2 und 4-3 auf Seite 28.

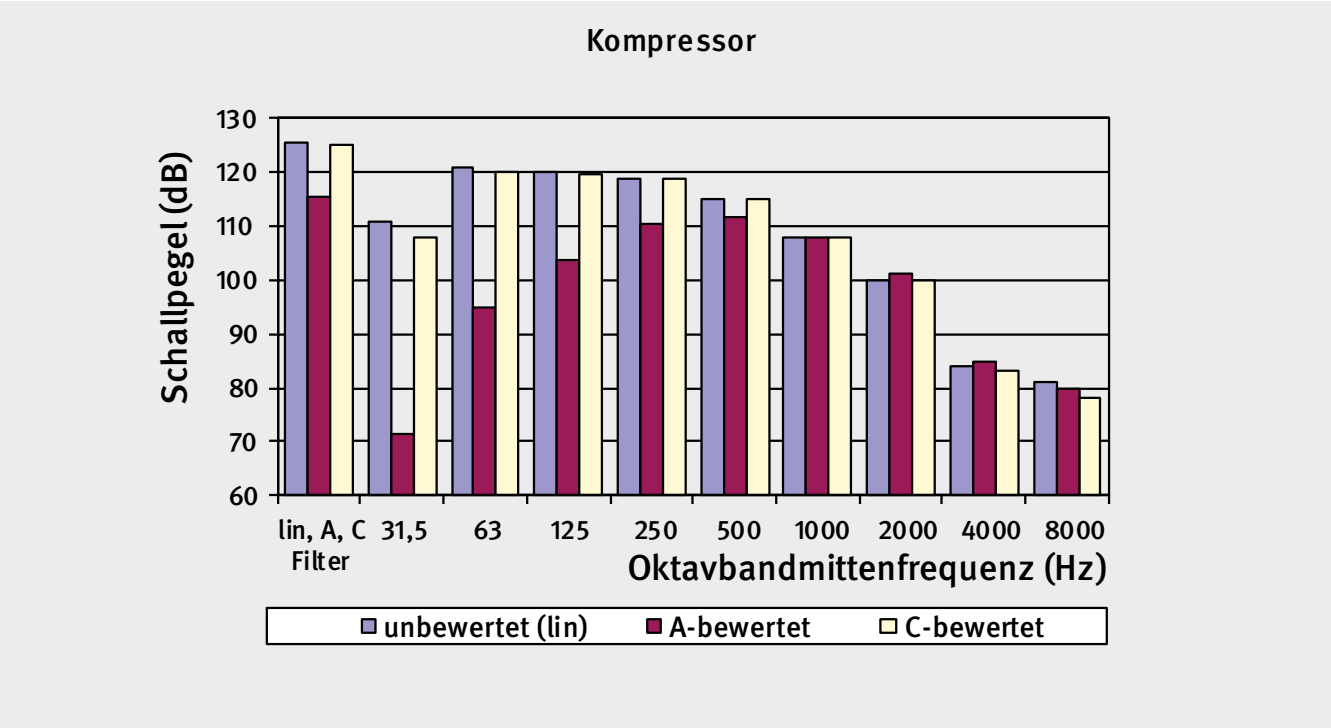


Bild 4-2: Oktavanalyse eines Kompressors (tieffrequent)

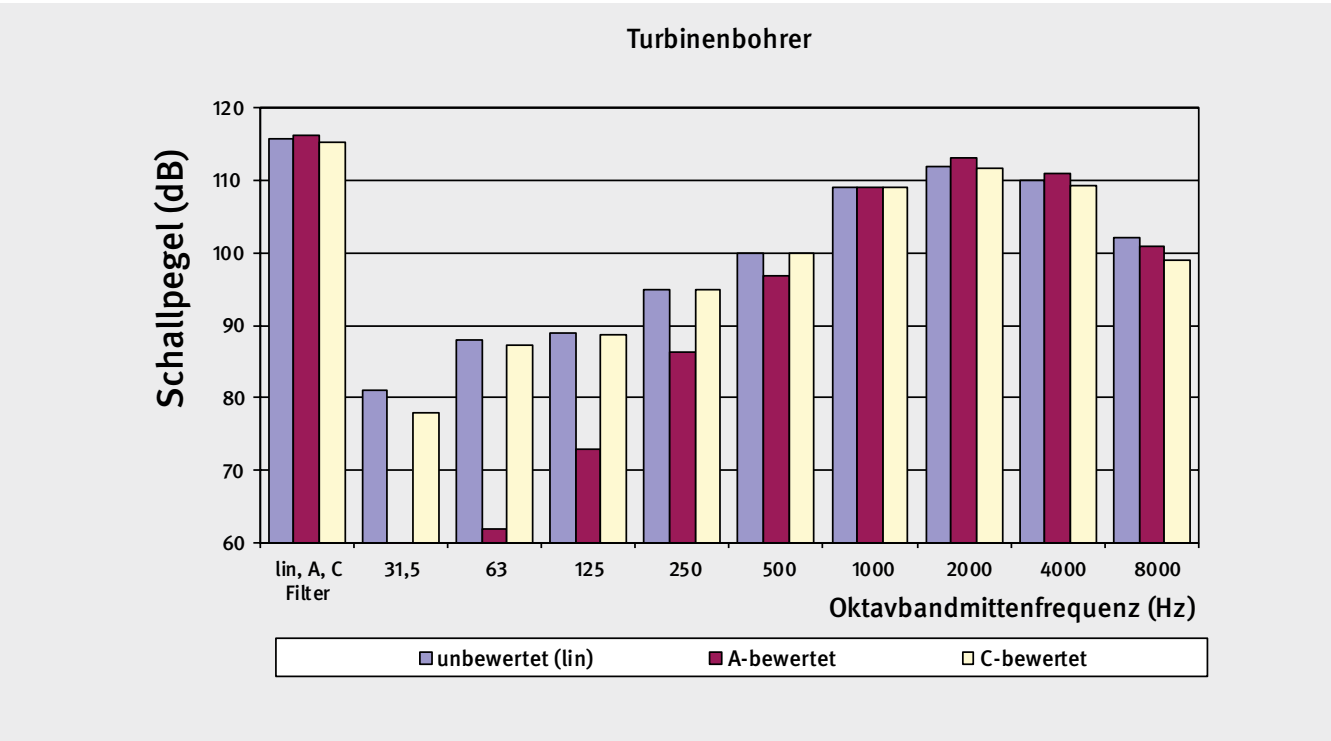


Bild 4-3: Oktavanalyse eines Turbinenbohrers (hochfrequent)

5. Grundlagen der Geräuschemission

Unter der Geräuschemission einer Schallquelle versteht man den an die Umgebung abgestrahlten Schall. Die wichtigsten Größen der Geräuschemission sind der Schallleistungspegel und der arbeitsplatzbezogene Emissionsschalldruckpegel.

Der Schallleistungspegel beschreibt die mittlere Luftschallenergie von der Maschine. Damit ist der Schallleistungspegel unabhängig von den akustischen Eigenschaften der Umgebung (Raumrückwirkung) und der Entfernung von der Maschine.

Er ist deshalb die wichtigste Geräuschemissionskenngröße und besonders geeignet, Maschinen gleicher Art hinsichtlich ihrer Geräuschemission miteinander zu vergleichen und Lärmminderungsmaßnahmen an der Quelle (Maschine) zu beurteilen.

Der Schallleistungspegel (L_{WA}) ist als Kennwert einer Maschine zu verstehen, vergleichbar mit der Drehzahl, Tragfähigkeit oder anderen maschinenspezifischen Daten. Dabei ist es zunächst unerheblich, wo sich der Beschäftigte aufhält.

Der arbeitsplatzbezogene Emissionsschalldruckpegel ist der Emissionsschalldruckpegel L_{pA}, die kennzeichnende Emissionsgröße für den der Maschine zugeordneten Arbeitsplatz. Dieser L_{pA} ist damit eine rein maschinenbezogene Geräuschemissionskenngröße, da er den Schalldruckpegel beschreibt, der allein durch die Geräuschabstrahlung dieser einen Maschine gegeben ist. Er wird unter den gleichen Betriebs- und Aufstellbedingungen wie der L_{WA} ermittelt und ist von möglichen Einflussgrößen, wie dem Fremdgeräusch benachbarter Maschinen und dem Reflexionsschall der Decke und der Wände, d. h. der Raumrückwirkung, bereinigt.

L_{pA} und L_{WA} dienen folgenden Zwecken:

- dem Vergleich der Geräuschemission von Maschinen gleicher oder unterschiedlicher Art
- dem Vergleich von vorgegebenen Emissionswerten (z. B. Grenzwerten)
- der Festlegung von Kennzeichnungswerten
- der Überprüfung vertraglich vereinbarter Werte
- der Angabe in Betriebsanleitungen (Pflicht nach der 9. ProdSV)
- der Abschätzung von Geräuschimmissionen bei Planungsaufgaben

Im Rahmen dieser Broschüre können nur Prinzipien und die wichtigsten Daten der Geräuschemission genannt werden. Für den Praktiker reicht es im Allgemeinen, wenn er die Messungen und Auswertungen verstehen, Protokolle deuten und daraus Schlüsse ziehen kann und die wichtigsten Bestimmungen und technischen Regeln kennt.

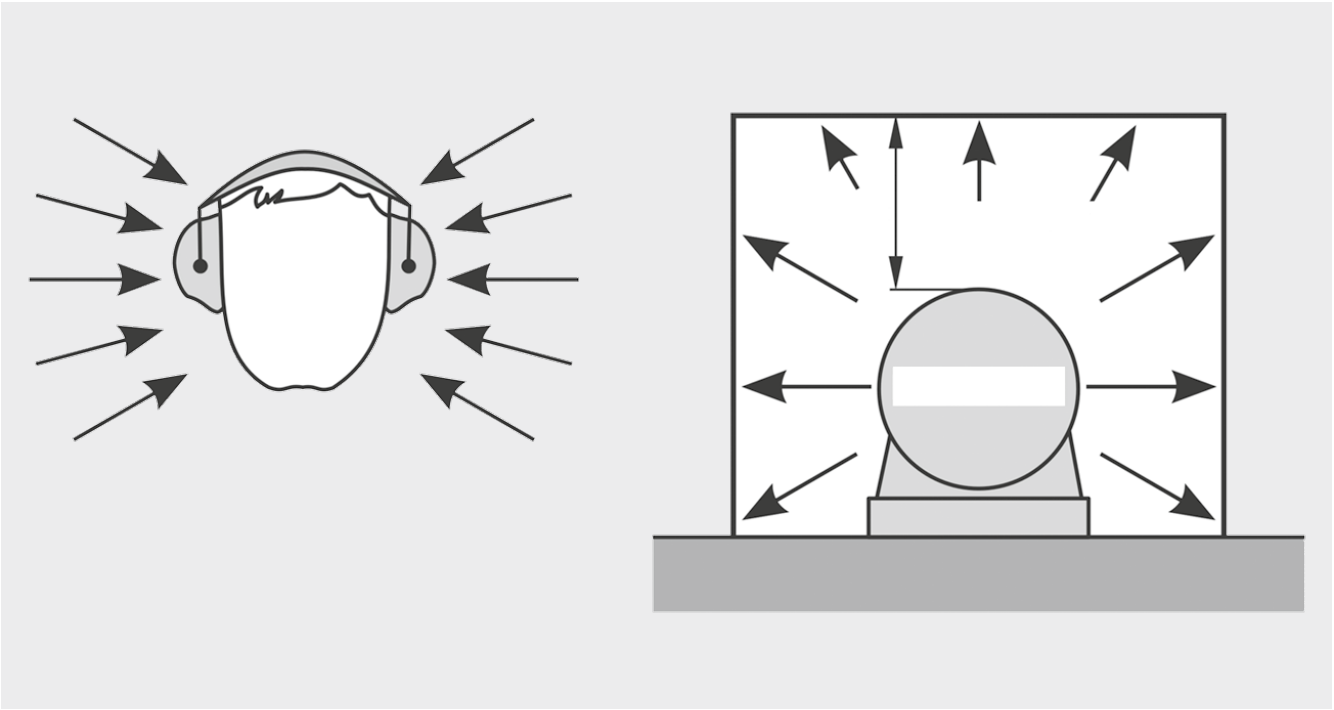


Bild 5-1: Immission – Emission

5.1 Bestimmungen der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung zur Emission

Unter „Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der Lärmexposition“ ist im § 7 der LärmVibrationsArbSchV die Rangfolge der Maßnahmen zur Lärmminderung genannt.

Die Lärmemission muss am Entstehungsort verhindert oder so weit wie möglich vermindert werden. Die Schutzmaßnahmen sind dem Entwicklungsstand fortschrittlicher Einrichtungen, der die praktische Eignung zum Schutz vor Lärm gesichert erscheinen lässt, anzupassen.

Die Angabe der Emissionswerte für Maschinen ist in der 9. ProdSV geregelt. Um die Angabe der Geräuschemissionen einheitlich durchführen zu können, beschreiben die DIN-EN-ISO-Normen der Reihen 3740 und 11200 das Messverfahren. Die Normen beinhalten ausschließlich die Ermittlung der Geräuschemission.

Grenzwerte zur Geräuschemission existieren z. B. für Maschinen- und Gerätearten, die im Freien benutzt werden (Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung).

5.2 Kenngrößen für die Geräuschemission

Die Geräuschemission einer technischen Schallquelle wird beschrieben durch

- den Schallleistungspegel L_{WA}
- den arbeitsplatzbezogenen Emissionswert L_{pA}
- die Spitzenschalldruckpegel $L_{pC,peak}$
- Unsicherheitsangaben (seit 2010)

5.2.1 Schallleistungspegel L_{WA}

Der Schallleistungspegel ergibt sich aus dem Messflächen-Schalldruckpegel L_{pA} und dem Messflächenmaß L_S.

Messflächen-Schalldruckpegel L_{pA}

Auf der Messfläche, die das Messobjekt in 1 m Abstand umgibt, sind die Messpunkte nach DIN 45635 ff. oder DIN EN ISO 3740 ff. festgelegt.

Messflächen-Schalldruckpegel L_{pA} ist der zeitlich über die Messfläche energetisch gemittelte Schalldruckpegel. Er ist also ein zeitlicher und ein räumlicher Mittelungspegel, der aus den einzelnen Schalldruckpegeln an den Messpunkten nach DIN 45641 gemittelt wird.

Die Messwerte an den festgelegten Messpunkten ergeben dann den unkorrigierten 1 m-Messflächen-Schalldruckpegel. Es erfolgt dann noch eine Korrektur, um den Fremdgeräuscheinfluss und den Einfluss von reflektiertem Schall zu eliminieren.

Messflächenmaß L_S

Die Messfläche ist die meist quaderförmige Hüllfläche, die das Messobjekt in 1 m Abstand umgibt. Das Messflächenmaß ist die logarithmische Größe der auf 1 m² bezogenen Oberfläche eines Quaders.

Das Messflächenmaß L_S stellt somit die Verbindung von Schalldruckpegeln auf der Messfläche zur abgegebenen Schallleistung dar.

Die Betriebsbedingungen, z. B. Leerlauf/Bearbeitung und Art der Aufstellung, müssen zusätzlich angegeben werden.

Damit ergibt sich der Schallleistungspegel aus der Summe des Messflächen-Schalldruckpegels L_{pA} und dem Messflächenmaß L_S:

$L_{WA} = L_{pA} + L_S$ in dB
L_{pA} = Messflächen-Schalldruckpegel
L_S = Messflächenmaß
$= 10 \lg S/S_0$
mit
S = Messflächeninhalt (Hüllfläche um die Maschine)
und
S_0 = 1 m²

5.2.2 Arbeitsplatzbezogener Emissionswert L_{pA}

Der arbeitsplatzbezogene Emissionswert L_{pA} ist der Schalldruckpegel an dem Arbeitsplatz, welcher der Maschine zugeordnet wird. Der arbeitsplatzbezogene Emissionsschalldruckpegel darf keinesfalls mit dem Tages-Lärmexpositionspegel verwechselt werden. Im Gegensatz zum Tages-Lärmexpositionspegel findet eine Fremdgeräusch- und eine Umgebungskorrektur statt. Er ist auch nicht auf eine achtstündige Arbeitsschicht bezogen.

5.2.3 Spitzenschalldruckpegel $L_{pC,peak}$

Der C-bewertete Spitzenschalldruckpegel $L_{pC,peak}$ ist eine Kenngröße, die angegeben wird, wenn am Arbeitsplatz der Spitzenschalldruckpegel 130 dB übersteigt.

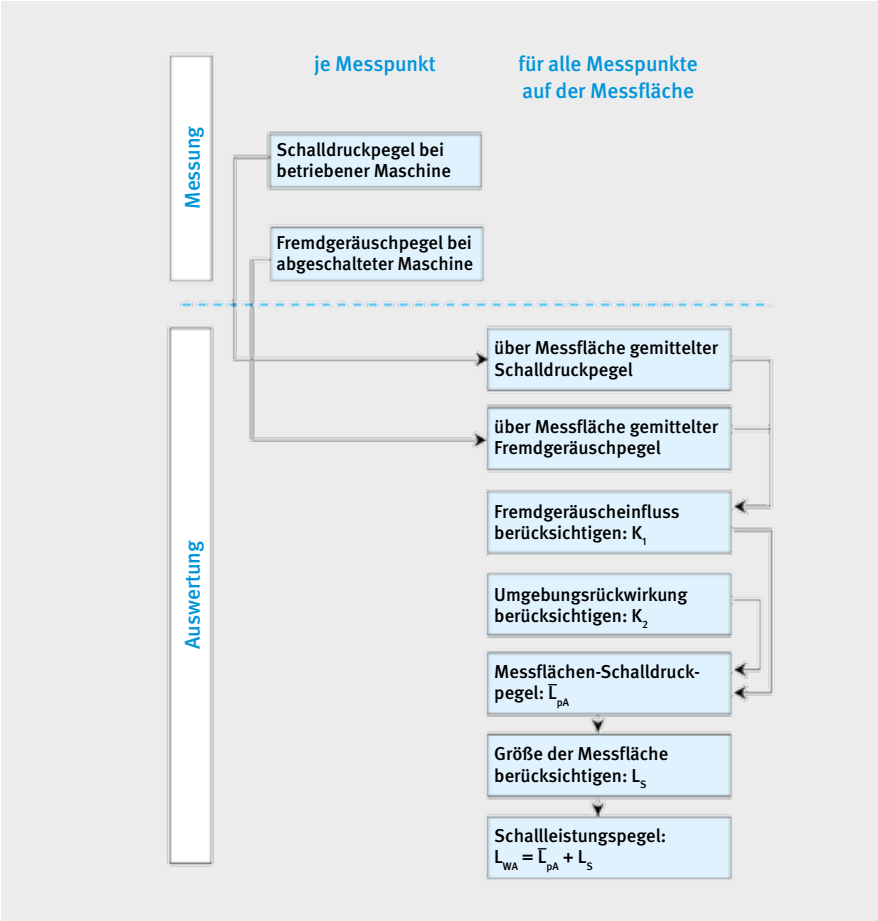


Bild 5-3: Ablaufdiagramm zur Ermittlung des Schallleistungspegels

5.3 Durchführung und Auswertung der Emissionsmessungen

Die Durchführung der Geräuschemissionsmessungen ist ohne genaue Kenntnis der DIN-Normen, deren Folgeteilen und der DIN-EN-ISO-Normen der Reihen 3740 und 11200 nicht möglich. Im Prinzip wird eine Hüllfläche in einem bestimmten Messabstand um das Messobjekt gelegt. Auf dieser Hüllfläche liegen dann die Messpunkte, an denen die A-Schalldruckpegel bestimmt werden (Bild 5-2).

In weiteren Schritten wird unter Berücksichtigung des Fremdgeräuscheinflusses K_1 und der Umgebungsrückwirkung K_2 der Messflächen-Schalldruckpegel bestimmt. Durch Addition des Messflächenmaßes L_S zum Messflächen-Schalldruckpegel erhält man letztlich den Schallleistungspegel L_{WA}.

Das vereinfachte Ablaufdiagramm zur Ermittlung des Schallleistungspegels zeigt den Umfang der Messung und die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Pegeln auf (Bild 5-3).

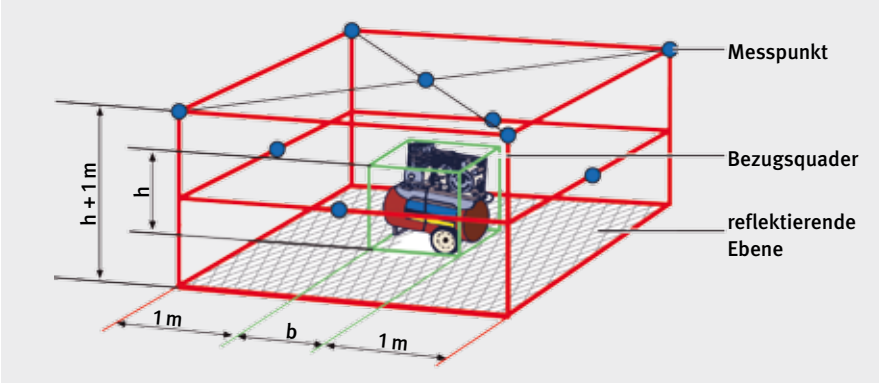


Bild 5-2: Geräuschemissionsmessung an einem Drucklufterzeuger

5.4 Abgrenzung Immission – Emission

Die Abgrenzung zwischen Immission am Arbeitsplatz und Emission von Arbeitsmitteln wird aus der tabellarischen Gegenüberstellung im Bild 5-4 auf Seite 32 deutlich.

Geräuschimmission nach LärmVibrationsArbSchV	Geräuschemission
Kenngröße: arbeitsplatzbezogen	Kenngröße: maschinenbezogen
beschreibt Gehörschadenrisiko, Erfolg von Lärmminderungsmaßnahmen	beschreibt den Stand der Lärmminderungstechnik
Summe der am Arbeitsplatz einwirkenden Geräusche: Geräusche am Arbeitsplatz selbst, von benachbarten Arbeitsplätzen, Reflexionsschall von Wänden und Decken	Summe der an die Umgebung abgegebenen Geräusche: unabhängig von Umgebungs- und Fremdgeräuscheinflüssen
Ermittlung nach DIN EN ISO 9612/TRLV Lärm Teil 2 „Messungen“	Messung nach DIN 45635 und Folgeteilen und DIN-EN-ISO-Normen der Reihen 3740 und 11200
mittlerer Wert über eine Arbeitsschicht	unabhängig von Betriebsstundenzahl
Definition der Betriebs- und Aufstellungsbedingungen ohne Einfluss	definierte Betriebs- und Aufstellungsbedingungen nach DIN und DIN EN ISO
Beurteilungsgrößen: Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$, orts- oder personenbezogen	Messgrößen: Schallleistungspegel L_{WA} arbeitsplatzbezogener Emissionswert L_{pA}

Bild 5-4: Abgrenzung Immission – Emission

5.5 Praktische Hinweise und Bestellschreiben

Oftmals fehlt die Übung beim Umgang mit dem Messflächen-Schalldruckpegel und dem Schallleistungspegel. Schlimmstenfalls werden die Emissionskennwerte mit Immissionskennwerten, z. B. dem Tages-Lärmexpositionspegel, verwechselt.

Der 1 m-Messflächen-Schalldruckpegel und der Schallleistungspegel L_{WA} unterscheiden sich um das Messflächenmaß L_S. Dieses beträgt bei einem Würfel mit der Kantenlänge 2 m als eine für Handgeräte übliche Hüllfläche schon 13 dB.

Zum arbeitsplatzbezogenen Emissionsschalldruckpegel L_{pA} müssen noch Geräusche benachbarter Arbeitsplätze und der Reflexionsschallanteil addiert werden, um an diesem Arbeitsplatz den äquivalenten Dauerschallpegel L_{Aeq} für die Geräuschimmission zu erhalten.

Bei der Beschaffung einer Maschine oder eines sonstigen technischen Arbeitsmittels müssen Lärmwerte in den Lieferbedingungen fest verankert werden. Nur so kann späteren Auseinandersetzungen vorgebeugt werden.

Lieferbedingungen mit Emissionswerten sollen folgende Angaben enthalten:

- Emissionskennwert
  - Schallleistungspegel L_{WA}
  - arbeitsplatzbezogener Emissionsschalldruckpegel L_{pA}
  - Spitzenschalldruckpegel $L_{pC,peak}$
- Genauigkeit der Messwerte
- Betriebs- und Aufstellungsbedingungen (Last- und Leerlauf)
- angewendete Normen
- Lage der Messpunkte am Arbeitsplatz
- weitere Angaben (Tonhaltigkeit, Schallschutzmaßnahmen)

Das Muster eines Bestellschreibens zur Geräuschemission befindet sich im Anhang 7. Die Maschinenverordnung (9. ProdSV) verpflichtet Hersteller und Importeure technischer Arbeitsmittel, in der Betriebsanleitung und in Prospekten, in denen Leistungsangaben gemacht werden, Angaben über das bei üblichen Einsatzbedingungen von den Arbeitsmitteln ausgehende Geräusch zu machen (Bild 5-5). Die Emissionskennwerte sind sehr detailliert festgelegt und müssen mit der Betriebsanleitung mitgeliefert werden.

	Emissionskennwert in dB(C)/dB(A)	Angaben in Betriebsanleitungen in dB(C)/dB(A)
a)	$L_{pA} \leq 70$	$L_{pA} = 70$
b)	$L_{pA} > 70 \ldots \leq 80$	$L_{pA} = \ldots$
c)	$L_{pA} > 80$	$L_{pA} = \ldots$ $L_{WA} = \ldots$
d)	$L_{pC,peak} > 130$ an Arbeitsplätzen	$L_{pC,peak} = \ldots$
e)	$L_{pA} > 80$ bei sehr großen Maschinen	je Stelle i im Maschinenumfeld $L_{pA,i} = \ldots$
f	L_{pAmax} (wenn kein Arbeitsplatz festgelegt ist, in 1 m Abstand und 1,6 m über der Standfläche)	$L_{pAmax} = \ldots$ mit Messpunktangabe

Bild 5-5: Emissionskennwerte nach der „Maschinenrichtlinie“ (siehe 1.7.4.2 „Inhalt der Betriebsanleitung“)

6. Lärmminderungsmaßnahmen

Das Ziel aller Lärmminderungsmaßnahmen muss die Senkung des Lärmexpositionspegels sein. Dabei ist die Rangfolge der Schutzmaßnahmen nach § 4 Arbeitsschutzgesetz zu beachten. Diese Rangfolge wird in der LärmVibrationsArbSchV auf die Forderungen des Lärmschutzes bezogen.

6.1 Rangfolge und Maßnahmen

Die wirkungsvollste Maßnahme der Lärmbekämpfung ist die Vermeidung des Entstehens von Lärm. Technische Lärmminderungsmaßnahmen haben Vorrang vor den organisatorischen Maßnahmen. Diese Maßnahmen wiederum haben Vorrang vor der Verwendung von Gehörschutz (Bild 6-1).

Um die Gefahrenquelle „Lärm“ zu vermeiden, sind alternative Arbeitsverfahren oder lärmarme Arbeitsmittel auszuwählen.

Zu den technischen Maßnahmen zählen die Minderung der Schallabstrahlung und der Schallübertragung. Dazu gehören Kapseln, Abschirmungen und die lärmmindernde Gestaltung der Arbeitsstätten durch Absorptionsmaterialien.

Arbeitsverfahren			
lärmarm	geräuschintensiv	lärmarm	geräuschintensiv
Ablegen	Abwerfen	hydraulisches Ziehen/Drücken	Richten mit Hammer
Absaugen	Abblasen	Kleben	Nieten
Ankörnen mit Zentrierbohrer	Ankörnen mit Körner	Laserschneidmaschine	Nibbelmaschine
Bohren	Stanzen	optische Signalgebung	akustische Signalgebung
Bohrhammer	Schlagbohrmaschine	Prägen (z. B. Stempelabrollen)	Schlagstempeln
Bolzenschweißen (Schiffbau)	Anschweißen von z. B. Knacken	Pressen	Schlagen
Drehmomentschrauber	Schlagschrauber	Riementrieb	Kettentrieb
Elektroantrieb	Verbrennungsmotor	Sägen	Trennschleifen
Gießen	Schmieden	Schrauben	Nieten
Gleitlager	Wälzlager	Schweißen	Nieten
hydraulisches Verformen (Kraftformer)	Bördeln mit Hammer	Schweißtrennmittel aufsprühen	Schweißspritzer abschlagen
		Transport kontinuierlich	Transport stoßweise

Bild 6-2: Beispiele lärmarmer Arbeitsverfahren

Auch durch organisatorische Maßnahmen ist Lärmminderung erreichbar, z. B. durch räumliches Zusammenfassen von Lärmbereichen oder zeitliche Verlegung lärmintensiver Arbeiten in mannarme Schichten.

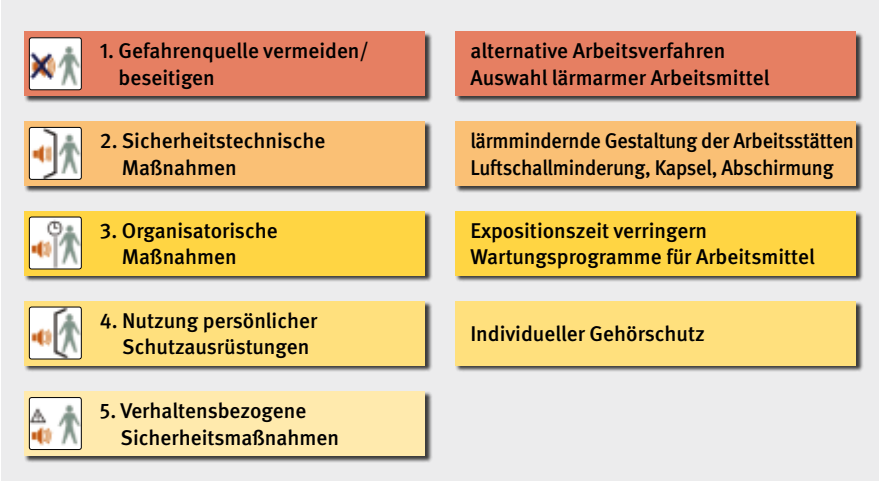


Bild 6-1: Rangfolge der Schutzmaßnahmen

6.2 Gefahrenquelle vermeiden/beseitigen/reduzieren

Schall, der gar nicht erst entsteht, braucht auch nicht gemindert zu werden. Daher sind Arbeitsverfahren und Arbeitsmittel bereits in der Planung so auszuwählen, dass am besten kein, zumindest aber weniger Lärm entsteht. Dazu müssen alternative Arbeitsverfahren oder Arbeitsmittel gesucht oder die Eigenschaften der Lärmquelle konstruktiv verändert werden.

6.2.1 Alternative Arbeitsverfahren

Durch die Wahl lärmarmer Arbeitsverfahren kann die Gehörgefährdung erheblich gesenkt werden. Die Bedeutung lärmarmer Arbeitsverfahren wird dadurch unterstrichen, dass alternative

Arbeitsverfahren in der LärmVibrationsArbSchV an erster Stelle der technischen Maßnahmen genannt werden.

Selbstverständlich ist bei der Auswahl lärmarmer Arbeitsverfahren zu berücksichtigen, ob die Geräuschminderung mit sicherheitstechnischen Nachteilen verbunden ist.

Bild 6-3: Lärmgeminderte Druckluftdüse

Bild 6-4: Bolzenschweißen bei der Plattenstoßmontage im Schiffbau. Dieses Verfahren ersetzt das Anschweißen von z. B. Knacken, die später mit erheblichem Lärm abgetrennt werden müssen. Senkung des Tages-Lärmexpositionspegels um ca. 10 dB(A)

Bild 6-5: Ersatz von Schlagschraubern durch Drehmomentschrauber. Die Benutzung von Gehörschutz ist nicht notwendig. Balancer verbessern die Ergonomie

6.2.2 Arbeitsmittel

Alternative Arbeitsmittel

Die Hersteller von Maschinen müssen in der Betriebsanleitung die Emissionskennwerte angeben (siehe Abschnitt 5 „Grundlagen der Geräuschemission“). Bei der Beschaffung neuer Maschinen sind diese Kennwerte der einzelnen Maschinen gegenüberzustellen und die Maschine mit dem jeweils niedrigsten Kennwert auszuwählen.

Konstruktive Maßnahmen

Lärmminderungsmaßnahmen an der Schallentstehungsstelle müssen im Allgemeinen schon beim Hersteller von Maschinen, Geräten usw. getroffen werden, möglichst schon in der Planung.

Zum Handwerkszeug eines jeden Konstrukteurs sollte dazu die VDI-Richtlinie 3720 gehören. Nachfolgend sind einige Grundprinzipien zusammengestellt.

Vermieden werden sollten:

- der Zusammenstoß fester Körper
- hohe Drehzahlen bzw. Umfangsgeschwindigkeiten
- hohe Strömungsgeschwindigkeiten
- hohe Beschleunigungen und Verzögerungen
- Verdichtungsstöße bzw. plötzliche Druckwechsel
- hohe Reibungskräfte
- pulsierende Antriebskräfte
- Unwuchten
- Resonanzen
- zu große Fertigungstoleranzen (Lagerspiele)
- Einsatz von Werkstoffen mit geringer innerer Dämpfung
- große Oberflächenrauigkeit

Maßnahme Werkstoff/Bauelement	Einsatzmöglichkeiten	Quellenangaben
Auswerfer – mechanisch	Ersatz für Werkstücktransport mit Druckluft	VDI 3720 Blatt 2
Mehrloch-Druckluftdüsen	Ausblasen und Reinigen mit Druckluft	BGI/GUV-I 792-030 Abschnitt 3.1 BGI 680, BGI 861
Hämmer – rückschlagfrei	allgemein	BGI/GUV-I 792-030 Abschnitt 3.3 BGI 796
Sägeblätter	Holz- und Metallbearbeitung	BGI/GUV-I 792-030 Abschnitt 3.4
Schalldämpfer	Dämpfung des Luftaustrittes	BGI/GUV-I 792-030 Abschnitt 2.7
Schleifscheiben – lärmarm	Schruppschleifen	BGI/GUV-I 792-030 Abschnitt 3.2 BGI 760
Schnittschlagdämpfer	Schnittgeräusch an Pressen dämpfen	BGI/GUV-I 792-030 Abschnitt 2.6
Schrauber – lärmgemindert	Montage	BGI 793
Verbundblech	Entdröhnen von Luft- und Körperschall	BGI/GUV-I 792-030 Abschnitt 2.4

Bild 6-6: Maßnahmen beim Betreiber

Weitere Lösungsmöglichkeiten bietet die VDI-Richtlinie. Wegen der Vielfalt der Möglichkeiten, den Lärm an der Entstehungsstelle zu mindern, kann hier nicht auf Einzelheiten eingegangen werden.

Zahlreiche Maßnahmen lassen sich jedoch auch beim Betreiber durchführen:

Weit verbreitet sind in den Betrieben Druckluftdüsen zum Reinigen und Kühlen von Werkzeugen und Werkstücken und zum Auswerfen und Transportieren von Werkstücken und Abfallmaterial. Werden hier Mehrlochdüsen statt Einlochdüsen eingesetzt (Bild 6-7), ist eine Minderung der Geräuschabstrahlung aufgrund geringerer Wirbelbildungen und verbesserter Strahlrichtwirkung möglich.

Neben der Betrachtung des Geräuschpegels ist dem Anwender auch wichtig, welche Blaskraft zur Verfügung steht.

Bild 6-7: Lärm- und Kraftmessung an Druckluftdüsen

Bei der Geräuschpegelmessung wird an einem Werkstück mit scharfen Kanten, Bohrungen, Innengewinden und Sacklöchern das Reinigen des Werkstücks simuliert. Der Abstand zwischen dem Pegelmessgerät und dem Werkstück wird konstant gehalten und ist auch bei allen untersuchten Blaspistolen gleich.

Mithilfe einer Waage wird die Blaskraft der Düse bestimmt. Dazu wird in einem festgelegten Abstand senkrecht von oben auf den Waageteller geblasen und der angezeigte Wert abgelesen.

Zu den Maßnahmen, die die Entstehung des Schalls an der Entstehungsquelle unterbinden, gehört auch die Verhinderung, dass Körperschall als Luftschall von Oberflächen abgestrahlt wird (Bild 6-8).

Folgende konstruktive Möglichkeiten bieten sich an:

- abstrahlende Oberflächen möglichst klein halten
- abstrahlende Flächen lochen (ab 20 % Lochanteil)
- Abstrahlflächen biegeweich ausführen
- Steifigkeit vergrößern durch dickere Wände, Rippen usw.
- Dämpfungsmaterial aufbringen (entdröhnen)
- Zusatzmassen anbringen
- schwingende Teile fest einspannen
- Trennelemente zwischen Schallquelle und abstrahlender Fläche einbauen
- Werkstoffe mit hoher innerer Dämpfung (Grauguss, Verbundblech, Kunststoff) verwenden
- doppelschalige Ausführung von Trennschichten und Ausfüllung der Zwischenschicht mit Absorptionsmaterial
- Schalldämpfer an Luftaustrittsöffnungen anschließen bzw. Öffnungen schließen oder möglichst klein halten

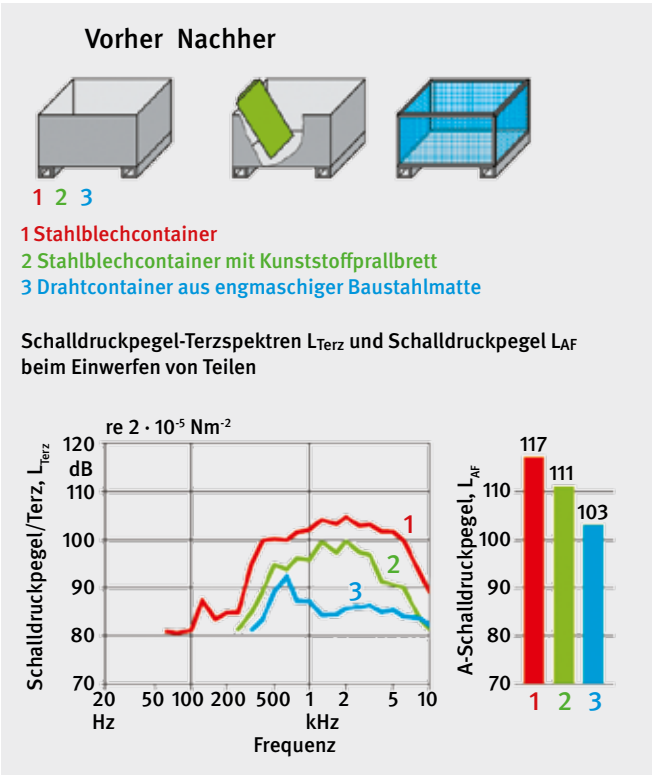
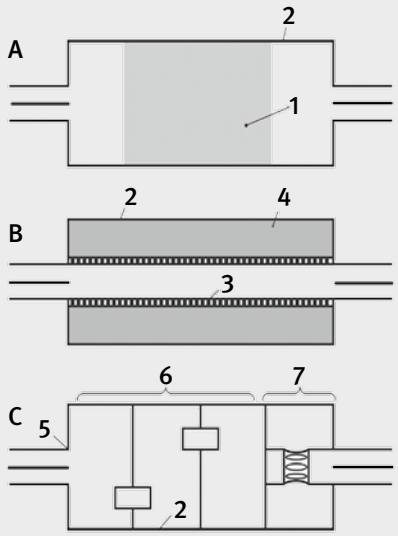


Bild 6-8: Lärmminderung beim Einsatz verschiedener Container



A Drosselschalldämpfer
B Absorptionsschalldämpfer
C Reflexionsschalldämpfer
1 Poröser Stoff mit hohem Strömungswiderstand
2 Außenmantel
3 Schalldurchlässige Abdeckung
4 Schallabsorbierendes Material
5 Querschnittssprung
6 Reihenresonator (durchströmt)
7 Abzweigresonator (nicht durchströmt)

Bild 6-9: Schalldämpferbauarten

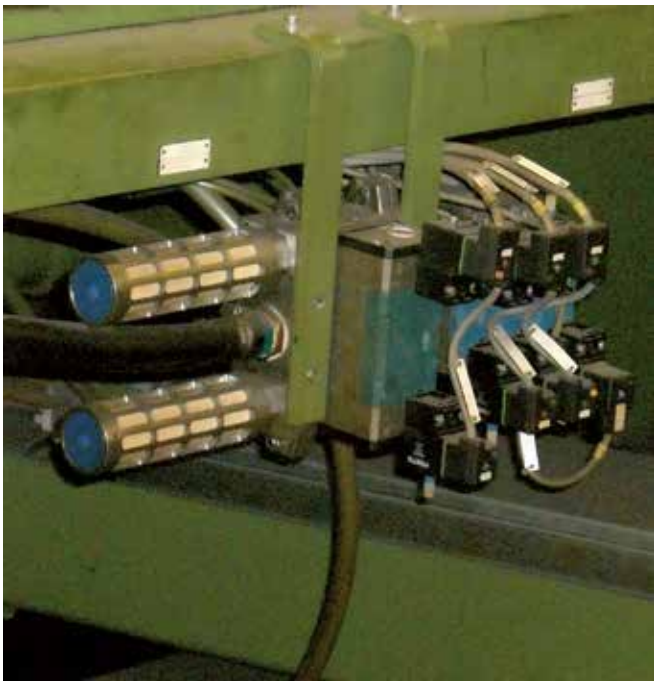


Bild 6-10: Schalldämpfer an pneumatischen Steuerungen, große Schalldämpfereinheiten für mehrere Schläuche

6.2.3 Kombinationen von Lärmminderungsmaßnahmen

In den meisten Fällen reicht eine einzelne Maßnahme zur Lärmminderung nicht aus. Erst die Kombination von mehreren Maßnahmen verspricht Erfolg. Am Beispiel von Pressen, häufig Hauptlärmquellen in den Betrieben, werden die Primärmaßnahmen aufgezeigt, die sich in der Praxis bewährt haben. Diese Beispiele zeigen auch, dass die Schallarten, deren Entstehung und Minderung nicht immer getrennt werden können. Wichtig ist jedoch, dass zunächst die Hauptlärmquelle gemindert wird.

Eine weitere Senkung des Geräuschpegels an Pressen bieten Sekundärmaßnahmen, wie Kapselungen. Insgesamt wird die Wirkung von Kapselungen verbessert, wenn durch Primärmaßnahmen der Schall so weit wie möglich zuvor abgebaut wird.

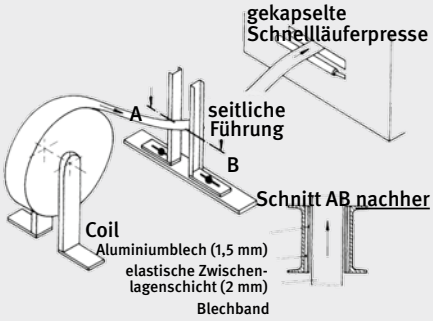


Bild 6-11: Geräuschgeminderte Führung des Blechbandes zwischen Coil und Presse, Pegelminderung bis 15 dB(A)

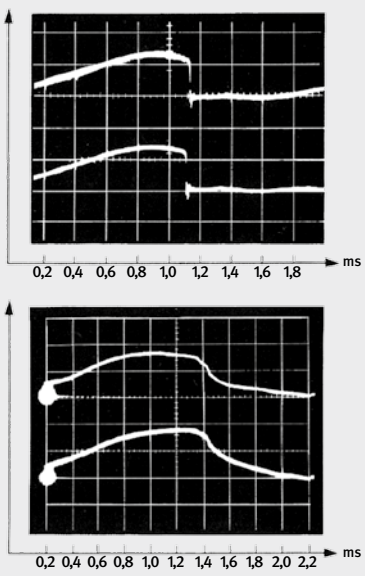


Bild 6-12: Schnittvorgang an einer hydraulischen Presse mit/ohne Schnittschlagdämpfung. Geräuschminderung im Mittel 6 dB(A)

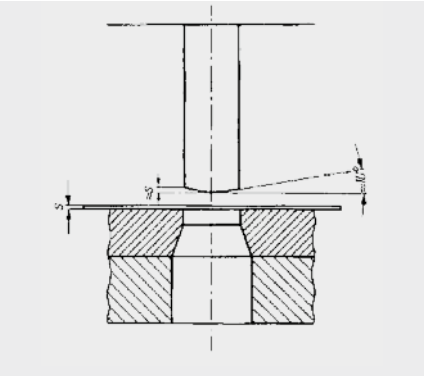


Bild 6-13: Dach- und Schrägschnitte an Pressenwerkzeugen dehnen zeitlich den Schneidvorgang und bauen damit Impulsspitzen ab

Lärmquelle	Maßnahmen	Quellenangabe
Schaltgeräusche	Geplante Instandhaltung der Lager- und Führungsspiele, Nachstellen von Kupplung und Bremse, Teilkapselung von Kupplung und Bremse	VDI 3752 Blatt 1 BGI 789
Schalldämpfer	Auswahl geeigneter Schalldämpfer (Selbstreinigung beachten)	ZH 1/457
Leerlaufgeräusche	Überwachung des Verschleißes, Teilkapselung des Antriebs und des Getriebes	BGI/GUV-I-792-030 Abschn 2.1
Schutzverkleidungen	Einsatz entdröhnter Bleche, Vermeidung starrer Verbindungen	BGI/GUV-I 792-030 Abschn. 2.4
Lastgeräusche Schnittschlag	Zeitliche Dehnung der Belastungsänderung Einsatz von Schnittschlagdämpfern	VDI 3720 Blatt 2 VDI 3752 Blatt 1 BGI/GUV-I 792-030 Abschn. 2.6
Werkzeug	Dach- oder Schrägschnitt, Stufen- oder Wellenschnitt, Minimierung des Schneidspaltes und der Eintauchtiefe	VDI 3720 Blatt 2
Aufstellung/ Fundament	Schwingungsisolierte Aufstellung der Presse	VDI 2062 Blatt 2 BGI/GUV-I 792-030 Abschn. 2.6
Hydraulik	Installation von Schläuchen statt Rohrleitungen, lärmarme Aufstellung der Hydraulikaggregate und Teilkapselung	VDI 3733 BGI 789
Transportgeräusche	Vermeidung schlag- oder stoßartiger Bewegungen	VDI 3759
Ausblasgeräusche	Einsatz von Mehrlochdüsen gegenüber Einlochdüsen, Minimierung des Abstandes der Düse vom Werkstück, Einsatz von Impulsauswertern, Ersetzen der Druckluftdüsen durch mechanische Auswerfer	BGI 680 BGI 681
Rinnen, Rutschen, Trichter	Einsatz von entdröhntem Blech oder Verbundblech, Rollgang aus Kunststoffrollen, Ersetzen der Vibrierförderrinnen durch elastische Transportbänder oder Magnetförderbänder	VDI 3759 VDI 3720 Blatt 2
Behälter	Container aus Drahtgewebe oder Lochblech statt aus Vollblech, Einsatz von Kunststoff-Prallbrettern, Abdecken der Behälter mit geschlitzten Deckeln, Verringerung der Fallhöhe durch die Bereitstellung von Hubtischen	VDI 3720 Blatt 2
Vorschubapparate	Minderung des Geräusches beim Zusammenschlagen und Öffnen der Klemmbacken von Zangenvorschüben durch den Einsatz von Kunststoffzwischenlagen, Einsatz von Walzenvorschüben, Ersatz der festen Anschläge durch das Anbringen von Dämpfern aus Kunststoff	BGI/GUV-I 792-030 Abschn. 2.6 VDI 3720
Coilführung	Dämpfung der seitlichen Führung durch das Anbringen abriebfester Kunststoffbeläge, Rollenführung statt seitlicher U-Profile	BGI/GUV-I 792-030 Abschn. 2.6 VDI 3720

Bild 6-14: Primärmaßnahmen zur Lärmminderung an Pressen

6.3 Sicherheitstechnische Maßnahmen

Sicherheitstechnische Maßnahmen sind Lärmminderungsmaßnahmen, die die Schallausbreitung einschränken. Im Gegensatz zum vorherigen Abschnitt sind dies Maßnahmen, die darauf ausgerichtet sind, den bereits entstandenen Lärm in der Nähe der Quelle zu mindern. Sie sollen bewirken, dass der von einer maschinellen Einrichtung abgestrahlte Schall möglichst wenig zur Geräuschimmission bei den Beschäftigten beiträgt. Auch diese Maßnahmen werden in der LärmVibrationsArbSchV genannt.

Im Einzelnen sind dies folgende Lärmminderungsmöglichkeiten:

- Kapselung der Lärmquelle (Vollkapselung oder Teilkapselung)
- Abschirmung (Abschirmwände)
- raumakustische Maßnahmen
- Schallschutzkabinen (Leitstände, Pausenräume)

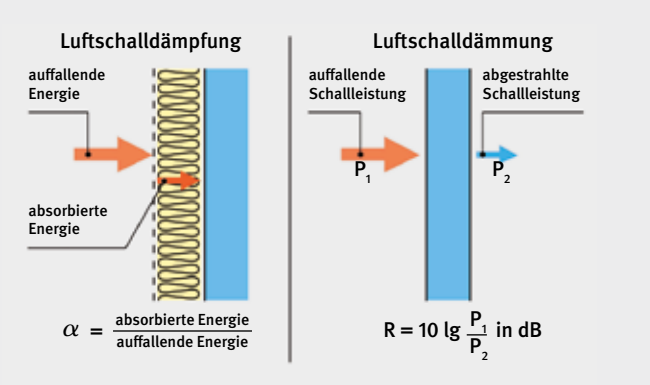


Bild 6-15: Luftschalldämpfung, -dämmung

6.3.1 Grundbegriffe der Lärmminderung

Bei den technischen Lärmminderungsmaßnahmen ist zu unterscheiden zwischen der Dämpfung und Dämmung von Luftschall.

Bei der Dämpfung wird Schallenergie absorbiert und kann damit nicht mehr als Schall zurückgeworfen werden.

Bei der Dämmung wird der Durchgang des Schalls durch einen festen Körper, z. B. eine Kapselwand, gehindert.

Die Kenngrößen sind:

Maß für die Luftschalldämpfung

$$Schallabsorptionsgrad\ \alpha = \frac{absorbierte\ Energie}{auffallende\ Energie}$$

Wirkungsweise

Die Energie des auftreffenden Luftschalls wird innerhalb des Absorptionsmaterials in Wärme umgewandelt. Die reflektierte Luftschallenergie wird vermindert.

Materialauswahl

Es werden faserige oder poröse Werkstoffe, wie Mineralwolle oder Kunststoffschaum, eingesetzt. Hohe Frequenzen werden besser absorbiert.

Anwendungsbeispiele

Innenbeschichtung von Kapseln, Abschirmungen, raumakustische Maßnahmen.

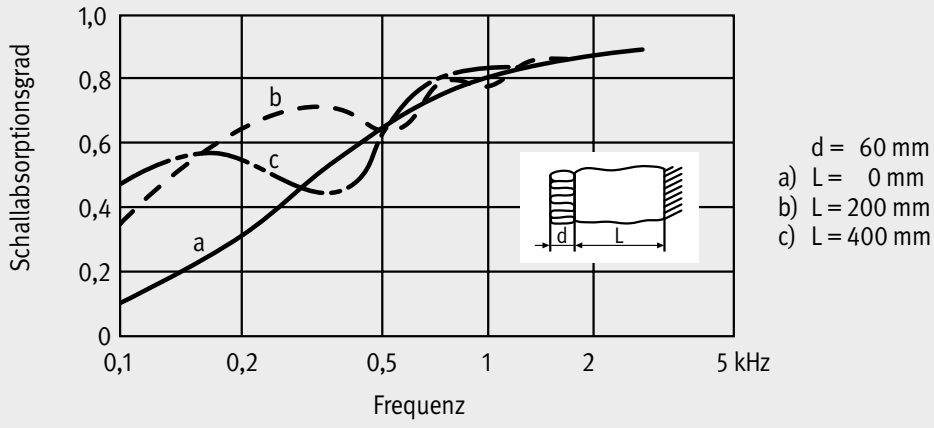


Bild 6-16: Verbesserung der Schallabsorption im tieffrequenten Bereich durch einen Hohlraum zwischen poröser Schicht und Wand (nach BG-Information „Geräuschminderung in Fertigungshallen; Grundlagen und Auswahlkriterien zur Schallabsorption“ [BGI 674])

Maß für die Schalldämmung

$$\text{Schalldämmmaß } R = 10\ lg\ \frac{\text{auffallende Schallleistung } P_1}{\text{durchgelassene Schallleistung } P_2}\ \text{in dB}$$

Wirkungsweise

Die Schallleistung des auftreffenden Luftschalls wird innerhalb des Absorptionsmaterials in Wärme umgewandelt. Die durchgelassene Schallleistung wird vermindert.

Materialauswahl

Werkstoffe mit hohem Flächengewicht. Hohe Frequenzen werden bei größeren Flächengewichten besser gedämmt.

Anwendungsbeispiele

Wände, Decken, Kapselungen von Maschinen.

Einfügungsdämmmaß D_w

Das Einfügungsdämmmaß ist eine Besonderheit des Schalldämmmaßes R, z. B. einer Kapsel, und berücksichtigt die Frequenzabhängigkeit des Schalldämmmaterials.

Das Einfügungsdämmmaß D_w ist die Differenz des von einer Schallquelle abgestrahlten Schallleistungspegels ohne und mit Kapselung. Das Einfügungsdämmmaß wird in Terz- oder Oktavbandbreite ermittelt.

Es ist damit das wesentliche Maß für die Planung von Kapseln und der Prognose der Lärmminderung.

6.3.2 Lärmminderung auf den Schallübertragungswegen

Lärmminderungsmaßnahmen auf den Schallübertragungswegen sollen bewirken, dass der von einer maschinellen Einrichtung abgestrahlte Schall möglichst wenig zur Geräuschimmission bei den Beschäftigten beiträgt.

Diese Maßnahmen werden auch als Minderung der Schallausbreitung oder als Sekundärmaßnahmen bezeichnet.

Sie kommen immer dann zum Zuge, wenn durch Primärmaßnahmen die Geräuschemission nicht ausreichend gesenkt werden kann.

Im Einzelnen bestehen folgende Möglichkeiten:

- Kapselung der Lärmquelle (Vollkapselung oder Teilkapselung)
- Abschirmung (Schallschirme, Abschirmwände)
- raumakustische Maßnahmen

6.3.3 Kapselung

Mit der Kapselung soll die Luftschallübertragung verhindert werden. Dies geschieht sowohl durch Dämpfung in der absorbierenden Schicht als auch durch Dämmung an der Außenschale. Der prinzipielle Aufbau einer Kapsel ist im Bild 6-18 auf Seite 40 dargestellt.

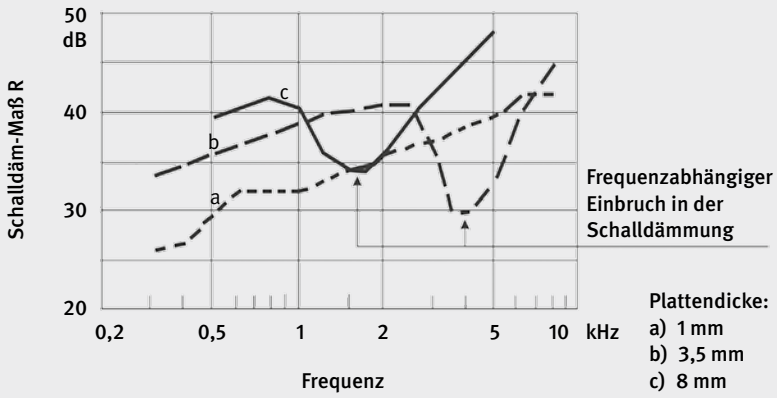
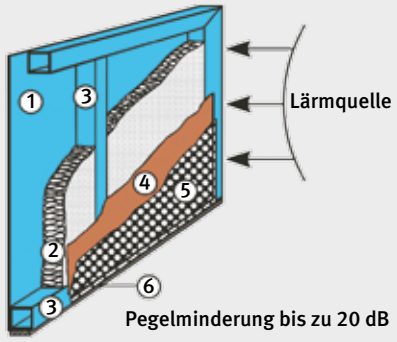


Bild 6-17: Schalldämmmaß von Stahlblech (nach BG-Information „Geräuschminderung durch Kapselung; Hinweise zur Gestaltung von Kapseln einfacher Bauart“ [BGI 789])

Das Lochblech dient als mechanischer Schutz der Folie und des Schallschluckstoffes. Die Folie verhindert das Ausrieseln lose eingelegter Mineralwolle und das Eindringen von Staub, Öl oder Feuchtigkeit in das Innere der Wand. Die Außenschale dämmt (unabhängig vom Flächengewicht der Schale und von der Frequenz des Maschinengehäuses) den Schall, der die Absorptionsschicht passiert hat. Der jetzt reflektierte Schall gelangt so noch einmal in die Absorptionsschicht. Ohne die Absorptionsschicht würde in der Kapsel eine Schallpegelerhöhung auftreten und die Wirkung der Kapsel wäre wesentlich eingeschränkt.



① Stahlblech (1,5... 2 mm dick)
② Mineralwollauskleidung (50 mm dick)
③ Versteifung (Stahlrohr 50 x 50 x 2 mm dick)
④ Schutzfolie (20 µm dick)
⑤ Lochblech (Lochanteil mind. 30 %)
⑥ Bodenspaltdichtung und Körperschallisolierung (Zellkautschuk 40 x 10 mm)

Bild 6-18: Aufbau einer Kapselwand

Im Allgemeinen wird die Wirksamkeit der Kapsel dadurch bestimmt, dass der Schalldruckpegel sowohl ohne als auch mit Kapsel gemessen und so die A-Pegelminderung ΔL_{AK} ermittelt wird.

Soll die Dämmwirkung unabhängig von einer bestimmten Schallquelle angegeben werden, muss die Frequenzabhängigkeit der Schalldämmung berücksichtigt werden. In diesem Fall erhält man das Einfügungsdämmmaß D_{ek} als Kenngröße.

Entscheidenden Einfluss auf die Dämmwirkung haben die in der Kapsel vorhandenen Öffnungen. Die Öffnungen ergeben sich aus Restöffnungen an den Fenstern, Türen, Klappen, Beschickungs- und Entnahmeöffnungen, Zu- und Abluftöffnungen.

Wie die maximal erreichbare Pegelminderung von der Summe der Öffnungen begrenzt ist, zeigt Bild 6-22 auf Seite 41.

6.3.4 Abschirmung

Abschirmungen in Arbeitsräumen mindern den Schall auf den Übertragungswegen. Sie wirken als Hindernis zwischen benachbarten lauten und leisen Arbeitsplätzen. Abschirmungen kommen vorwiegend dann zum Einsatz, wenn Vollkapselungen aus betriebstechnischen Gründen nicht möglich sind.

Das gilt insbesondere für größere Anlagen oder Bereiche, wenn eine Kapsel als „Haus im Haus“ verworfen wird. Wegen der Wirkung offen bleibender Raumwinkel, in die Schall abgestrahlt wird, können jedoch bei weitem nicht die Pegelminderungen erreicht werden wie bei Kapselungen.

Pegelminderungen von 5 bis 10 dB(A) sind jedoch möglich, wenn die im Bild 6-24 auf Seite 41 angedeuteten Prinzipien und nachfolgende Punkte berücksichtigt werden:

- Abstand Schirm – Schallquelle oder Schirm – Immissionsort möglichst klein
- Schirmhöhe und Schirmbreite möglichst groß (mindestens 2,3 bis 2,5 m bei Handarbeitsplätzen, bei hohen schallabstrahlenden Maschinen entsprechend höher)
- Spalt zwischen Fußboden und Schirmunterkante möglichst klein (nicht über 100 mm)
- Schallquellenseite absorbierend ausführen
- für ausreichende Schalldämmung sorgen (Flächengewicht und Frequenzabhängigkeit beachten)
- Decke über Schirm absorbierend ausführen und für nötigen Überstand sorgen
- Begehbarkeit (Türen) und Sichtmöglichkeiten (Fenster) vorsehen
- Beschickungsmöglichkeit durch Kran oder Flurförderzeug berücksichtigen
- Zugänglichkeit bei Einricht- und Instandsetzungsarbeiten beachten
- Stauräume möglichst außerhalb der Abschirmung vorsehen (z. B. bei Nibbelmaschinen), Beleuchtung, Belüftung, Heizung nicht einschränken
- variable Verwendungsmöglichkeiten vorsehen (eventuell verfahrbare Schirme)

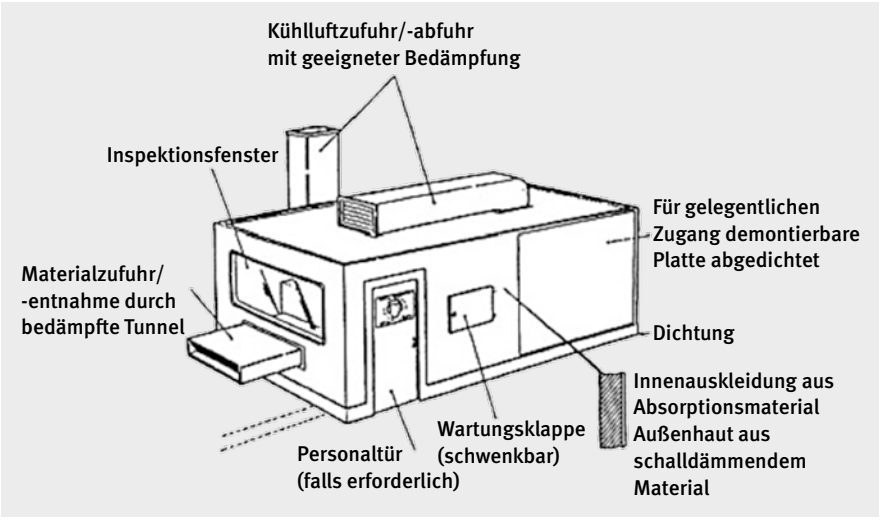


Bild 6-19: Gestaltungsbeispiel einer Maschinenkapsel (DIN EN ISO 15667 [aus BGI 789])

Bild 6-20: Nachträgliche Kapselung einer Großpresse

Bild 6-21: Sorgfältige Auslegung der Zugänge und ausreichende Fensterfläche

Bild 6-23: Alternativ Kapsel über der Transportpalette an einem Stangenautomaten

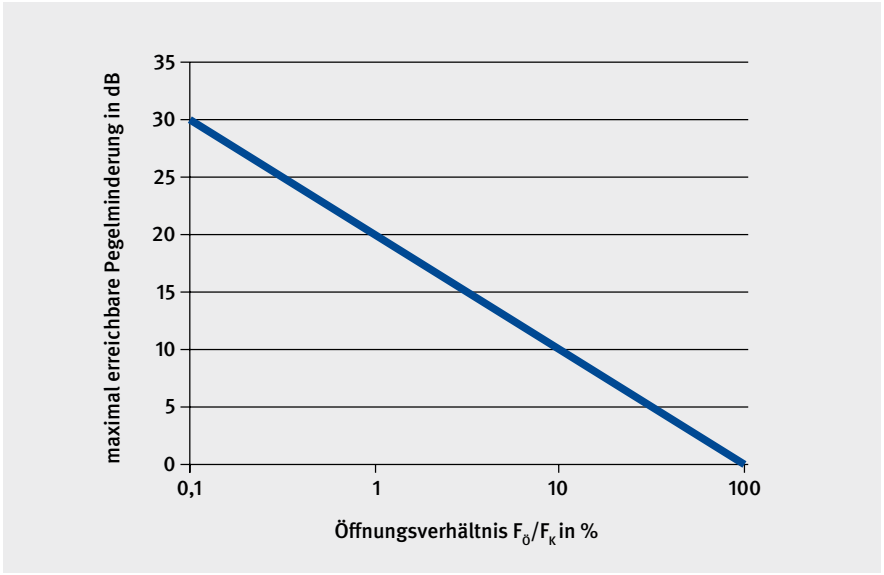


Bild 6-22: Einfluss der Öffnungen in Kapselwänden auf die Pegelminderung (nach BG-Information „Geräuschminderung durch Kapselung; Hinweise zur Gestaltung von Kapseln einfacher Bauart“ [BGI 789])

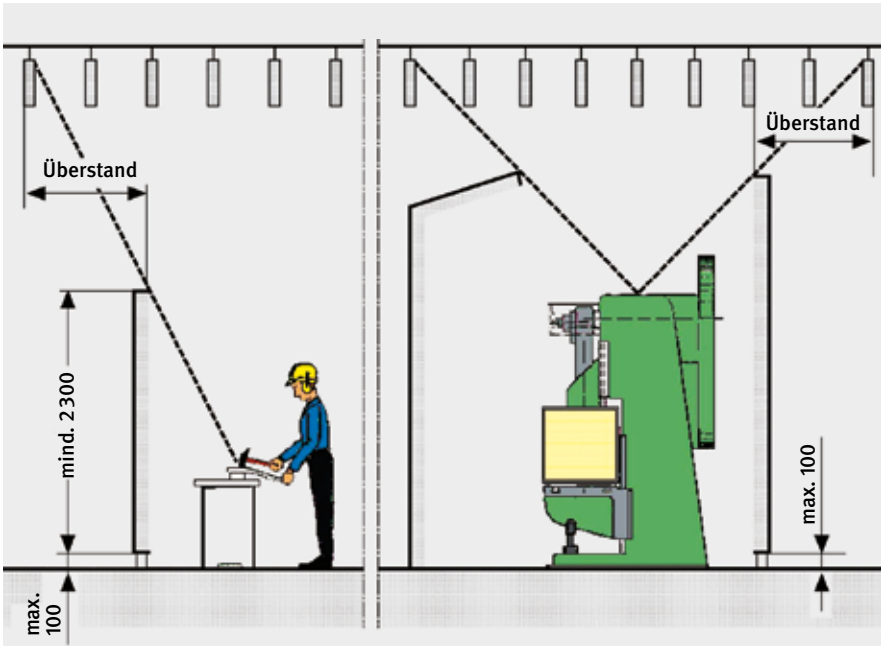


Bild 6-24: Prinzipbild einer Abschirmung (die Absorber an der Decke symbolisieren eine Akustikdecke; bei Beachtung des Taupunktes könnten die Absorber auch waagerecht verlegt werden)

6.3.5 Raumakustische Maßnahmen

Durch raumakustische Maßnahmen soll die Schallreflexion an wandnahen Arbeitsplätzen gesenkt und die Geräuschbeeinflussung zwischen weiter entfernt liegenden Arbeitsplätzen gemindert werden. Außerdem wird durch raumakustische Maßnahmen das subjektive Wohlbefinden und damit die Konzentrationsfähigkeit der Mitarbeiter verbessert.

Raumakustische Maßnahmen sind vor allem dann geboten, wenn Maßnahmen an der Schallquelle nicht ausreichend möglich sind. Das trifft bei den in der Tabelle im Bild 6-25 zusammengestellten Arbeitsbereichen und Betriebsstätten zu.

Am wirkungsvollsten sind raumakustische Maßnahmen, wenn sie bereits bei der Neubauplanung berücksichtigt werden. Dabei ist zu bedenken, dass Fertigungshallen häufig Arbeitsverfahren überdauern. Deshalb sollte die Entscheidung für raumakustische Maßnahmen relativ großzügig ausgelegt werden. Im Übrigen beruht die Notwendigkeit dieser Maßnahmen nicht nur auf freiwilligen Übereinkünften, sondern ist im § 7 LärmVibrationsArbSchV geregelt.

Behälterbau
Blechverarbeitung
Gießerei
Landmaschinen-Instandhaltung
Leichtmetallbau
Lkw-Instandsetzung
Putzerei
Schlosserei
Schmiede
Schweißerei
Stahlbauhalle
Stanzerei

Bild 6-25: Werkstätten/Arbeitsbereiche mit – im Allgemeinen – einem Tages-Lärmexpositionspegel ≥ 85 dB(A)

6.3.5.1 Grundlagen

Von der Pegeladdition wissen wir, dass bei gleichzeitigem Auftreten von Geräuschen das lautere den Gesamtschallpegel bestimmt. Wenn der Schalldruckpegel des z. B. selbst erzeugten Arbeitsgeräusches hoch ist, wird sich der reflektierte Schall oder der Schall von benachbarten Arbeitsplätzen weniger stark bemerkbar machen.

Insofern lässt sich auch kaum eine allgemein gültige Prognose aufstellen, um welches Maß der Tages-Lärmexpositionspegel durch eine raumakustische Gestaltung von Fertigungshallen gesenkt werden kann.

In günstig gestalteten Hallen mit schallabsorbierenden Wand- und Deckenmaterialien kann die Schallpegelminderung im Raum 3 bis 5 dB(A) betragen.

Es gelten folgende Beurteilungskriterien:
- Nachhallzeit
- mittlerer Schallabsorptionsgrad
- mittlere Schallausbreitungsminderung
- reflexionsbedingte Schallpegelerhöhung am Arbeitsplatz

Die Nachhallzeit eines Raumes lässt sich dadurch bestimmen, dass z. B. der Knall einer Starterpistole auf einem Pegelschrieb aufgezeichnet wird (Bild 6-26 auf Seite 43).

Als Nachhallzeit wird diejenige Zeit bezeichnet, in welcher der Schalldruckpegel um 60 dB(A) abnimmt.

Aus dieser Zeit lassen sich dann die äquivalente Schallabsorptionsfläche bzw. der mittlere Schallabsorptionsgrad berechnen:

$$A \approx 0{,}163 \cdot \frac{V}{T} \left[m^2\right]$$

mit

T = Nachhallzeit in s
V = Raumvolumen in m³
A = äquivalente Absorptionsfläche in m²

$$= \sum \alpha_i \cdot S_i = \overline{\alpha} \cdot S$$

mit

S_i = Einzelflächen in m²
α_i = Schallabsorptionsgrade der Einzelflächen
$S = \sum S_i$ = Gesamtoberfläche des Raumes in m²

Daraus folgt der mittlere Schallabsorptionsgrad

$$\overline{\alpha} \approx 0{,}163 \cdot \frac{V}{S \cdot T}$$

Mit vertretbarem Aufwand lässt sich ein $\overline{\alpha} = 0{,}3$ erreichen, der dann eine gute raumakustische Situation kennzeichnet.

Weil Nachhallzeit und Hallenvolumen direkt proportional sind, hängt die Größe der Nachhallzeit von der Größe des Hallenvolumens ab. Aus diesem Grund hat die Nachhallzeit nur in Verbindung mit der Angabe des Raumvolumens eine Aussagekraft.

Außerdem ist die Formel für die Nachhallzeit nur anzuwenden, wenn die größte und kleinste Raumabmessung das Verhältnis 3:1 nicht überschreitet.

Als Anhaltswerte können jedoch mit den oben genannten Einschränkungen zur Hallengeometrie genannt werden:

- Raumvolumen bis 3000 m³
  1 s Nachhallzeit
- Raumvolumen von 3000 bis 12000 m³
  1,5 s Nachhallzeit

Der mittlere Schallabsorptionsgrad erlaubt die Vorausberechnung der erforderlichen absorbierenden Flächen auch in Hallen, in denen die oben beschriebene Nachhallmessung keinen Erfolg verspricht. Dazu müssen die Schallabsorptionsgrade der vorhandenen Einzelflächen bekannt sein bzw. vorgegeben werden. Die Schallabsorptionsgrade α der wichtigsten Baustoffe sind in der Tabelle im Bild 6-27 auf Seite 44 aufgeführt. Die Absorptionsgrade sind hier über die Oktaven 500 bis 4000 Hz arithmetisch gemittelt und gerundet.

Bei fachgerechtem Einbau von heute gängiger Mineralwolle zur Schallabsorption ist nicht damit zu rechnen, dass gefährliche Fasern in den Raum freigesetzt werden, wenn ein Rieselschutz vorhanden ist (siehe TRGS 521 “Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle“).

Die Schallabsorption steigt bekanntlich mit der Frequenz der Geräuschquelle. Grund hierfür ist die kurze Wellenlänge. Das bedeutet in der Praxis, dass mit steigenden Frequenzen ab etwa 1000 Hz die Absorptionsschicht je nach Material dünner ausgeführt werden kann. Im konkreten Fall empfiehlt es sich, Frequenzanalysen vorzunehmen und danach den günstigsten Baustoff auszuwählen.

Die Berechnung des mittleren Schallabsorptionsgrades erfolgt nach der Formel:

$$\overline{\alpha} \approx \frac{\sum \alpha_i \cdot S_i}{S}$$

Das Absorptionsvermögen von Streukörpern, z. B. Einrichtungsgegenstände, geht bei dieser Rechnung nicht mit ein. Ein Vergleich des nach obiger Formel errechneten Wertes mit der Tabelle für die Abschätzung des Umgebungseinflusses bei der Bestimmung der Schallemission in DIN EN ISO 3746:2011 ermöglicht eine Kontrolle des errechneten Absorptionsvermögens eines Raumes (Bild 6-28 auf Seite 44).

Die mittlere Schallausbreitungsminderung ist vor allem ein Kennwert für die Geräuschbeeinflussung benachbarter Arbeitsplätze untereinander. Aus der vereinfachten Darstellung im Diagramm (Bild 6-29 auf Seite 44) kann abgelesen werden, um welchen Wert die Geräuschimmission zwischen benachbarten Arbeitsplätzen bei raumakustisch günstig gestalteten Begrenzungsflächen gesenkt werden kann.

Nachmessen lässt sich die Pegelminderung bei Abstandsverdoppelung von der Schallquelle am einfachsten mit einer Normalschallquelle.
Die Beschreibung der Messung der Schallausbreitungsminderung wird in der BG-Information „Schallausbreitungsminderung – Reflexionsbedingte Schallpegelerhöhung – Messverfahren“ (BGI 797) beschrieben.

Die Schallabnahme ist zwar frequenzabhängig, doch es genügt, wenn mit einem Mittelwert der Pegelminderung in den Oktaven 500 bis 4 000 Hz ermittelt wird. Als ausreichender Wert werden mindestens 4 dB pro Abstandsverdoppelung angesehen (Bild 6-29 auf Seite 44).

Liegt die Pegelabnahme pro Abstandsverdoppelung zwischen 2 bis 4 dB(A), muss der Raum als schallhart bezeichnet werden.

Liegt der Wert bei 4 bis 4,5 dB(A), liegen günstige raumakustische Verhältnisse im Sinne der Prävention nach Stand der Lärmminderungstechnik vor.

Die reflexionsbedingte Schallpegelerhöhung am Arbeitsplatz (Raumrückwirkung) kennzeichnet die Erhöhung des Schallpegels unmittelbar am Arbeitsplatz durch Reflexionsschall von nahen Wänden, Schirmen usw. Die Schallpegelerhöhung wird ebenfalls mit einer Normschallquelle bestimmt.

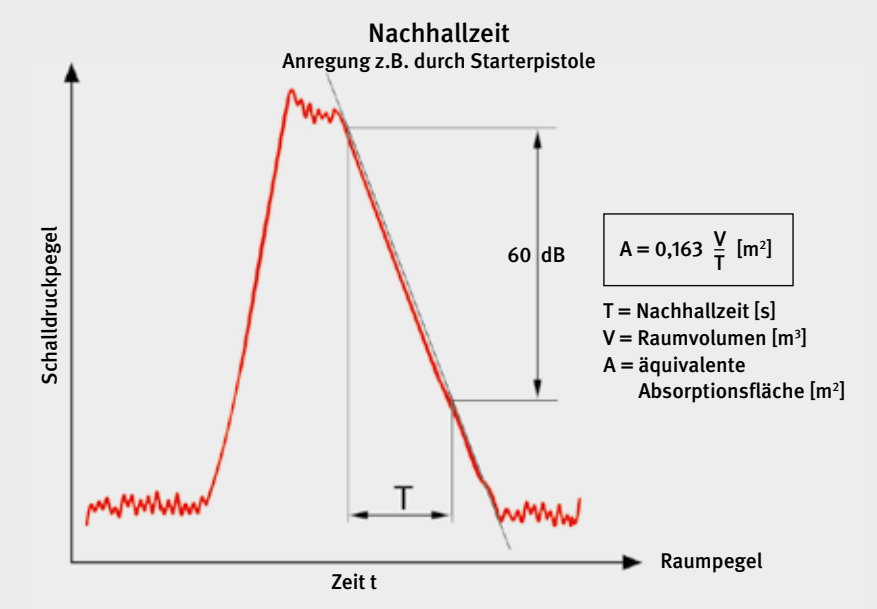


Bild 6-26: Ermittlung der äquivalenten Absorptionsfläche durch Nachhallzeitmessung

Baumaterial – schallhart	α	Baumaterial – schallabsorbierend	α
Kacheln	0,02	Hochlochziegel mit Mineralwolle hinterlegt	0,77
Trapezblech	0,02	Trapezblech mit Mineralwolle hinterlegt	0,82
Fensterglas	0,02	PVC-Folienabsorber (abspritzbar)	0,78
Beton	0,03	Weichschaumabsorber 50 mm direkt aufgelegt	0,95
Verputzte Flächen	0,04	Mineralfaser-Zylinderdecke mit 1 Zylinder pro m^2	0,83
Kalksandstein	0,04	Mineralfaser-Kulissendecke	0,91
Ziegelwand (unverputzt)	0,12	Mineralfaser-Platten 50 mm	0,99
Gasbeton	0,17		

Bild 6-27: Schallabsorptionsgrade α von Baumaterialien

Mittlerer Schallabsorptionsgrad α	Beschreibung des Raumes
0,05	Nahezu leerer Raum mit glatten Wänden aus Zement, Backsteinen, Putz oder Kacheln
0,1	Teilweise leerer Raum, Raum mit glatten Wänden
0,15	Möblierter Raum, rechteckiger Maschinenraum, rechteckiger Gewerberaum
0,2	Unregelmäßig geschnittener Raum mit Möbeln, unregelmäßig geschnittener Maschinen- oder Gewerberaum
0,25	Raum mit Polstermöbeln, Maschinen- oder Gewerberaum mit geringen Mengen schallschluckenden Materials an den Wänden oder der Decke (z. B. auch teilweise absorbierende Decke)
0,35	Raum mit schallschluckenden Materialien sowohl an der Decke als auch an den Wänden
0,5	Raum mit großen Mengen schallschluckenden Materialien an der Decke und den Wänden

Bild 6-28: Näherungswerte für den mittleren Schallabsorptionsgrad α (Quelle: DIN EN ISO 3746)

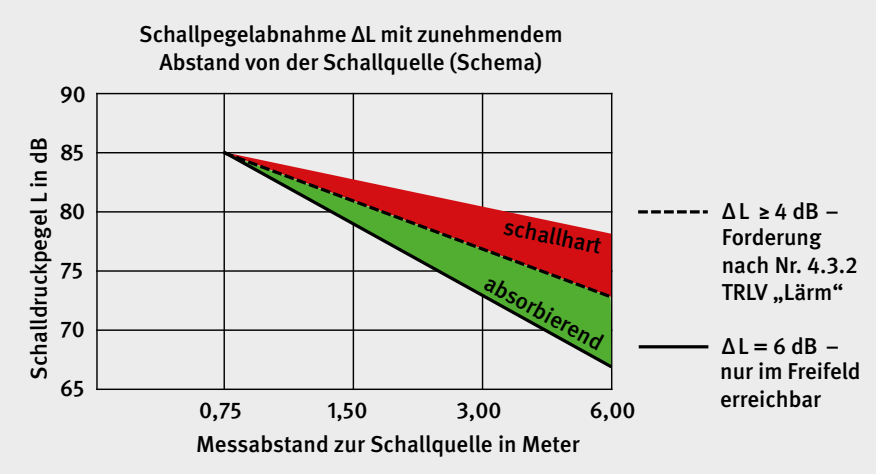


Bild 6-29: Mittlere Schallpegelabnahme ΔL bei Abstandsverdoppelung

Bei schallhart ausgeführten Wänden, z. B. in Kabinen, kann die Schallpegelerhöhung sogar bis zu 9 dB(A) betragen. Durch raumakustische Maßnahmen kann dieser Wert auf 2 dB(A) gesenkt werden.

6.3.5.2 Baustoffe

Als Absorptionsmittel sind offenporige Werkstoffe mit hoher innerer Dämpfung geeignet, z. B. Mineralwolle, -platten oder weiche Kunststoffschäume. Nicht geeignet sind z. B. Gasbeton, Holzbretter, geschlossenes Trapezblech und Styropor.

Als Parameter bei der Auswahl der Baustoffe sind zu beachten:

- Feuchtigkeit
- Brandsicherheit
- Ölnebel
- Dampf
- Staub
- Wärmeisolation
- Festigkeit (z. B. selbsttragend)
- Bauphysik (Taupunktunterschreitung)
- Baustatik
- Lichtverhältnisse und Beleuchtung
- Heizung und Belüftung
- Montagemöglichkeit
- Aussehen (Architektur)
- Kosten

Die Vielzahl der Einflussgrößen zeigt, dass bei der Auswahl der Baustoffe (Bilder 6-30 bis 6-33 auf Seite 45) sorgfältig vorgegangen werden muss. Auf dem Markt werden für alle Anwendungsfälle geeignete Materialien angeboten, auch für Räume mit hohen Ansprüchen an die Hygiene, z. B. in Küchen und Kantinen.

Bild 6-30: Raumakustisch günstig gestaltete KFZ-Werkstatt

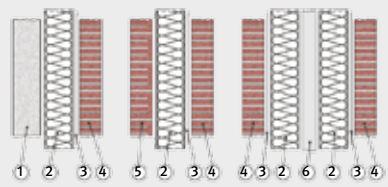
Bild 6-31: Nachträglich unter ein Sheddach befestigte Akustikplatten

6.3.6 Schallschutzkabinen

Schallschutzkabinen sollen die Beschäftigten vor aus der Umgebung abgestrahltem Lärm schützen. Für die akustische Gestaltung gelten die gleichen Gesetzmäßigkeiten wie bei Vollkapselungen von Maschinen. Schallschutzkabinen sind besonders für Überwachungs- und Steuertätigkeiten geeignet. Gewährleistet werden müssen ausreichende Raumgröße, Beleuchtung, Klimatisierung, Sichtverbindung usw.

An die Gestaltung der Kabinen sind insgesamt hohe Anforderungen zu stellen. Deshalb sollten erforderlichenfalls Fachfirmen in die Projektierung eingeschaltet werden (BG-Information „Geräuschminderung durch Kapselung; Hinweise zur Gestaltung von Kapseln einfacher Bauart“ [BGI 789]).

Sorgfältig gestaltete Schallschutzkabinen gewährleisten ein Einfügungsdämmmaß von bis zu 50 dB.



1 Bestehende Wand
2 Mineralwolle
3 Folie (Rieselschutz 0,02 mm dick)
4 Lochziegel mit Durchgangslöchern
5 Lochziegel mit Sacklöchern
6 Gipskarton (20 dB(A) Schalldämmung

Bild 6-32: Schallabsorbierende Gestaltung von Hallenwänden (nach BG-Information „Geräuschminderung in Fertigungshallen; Grundlagen und Auswahlkriterien zur Schallabsorption“ [BGI 674])

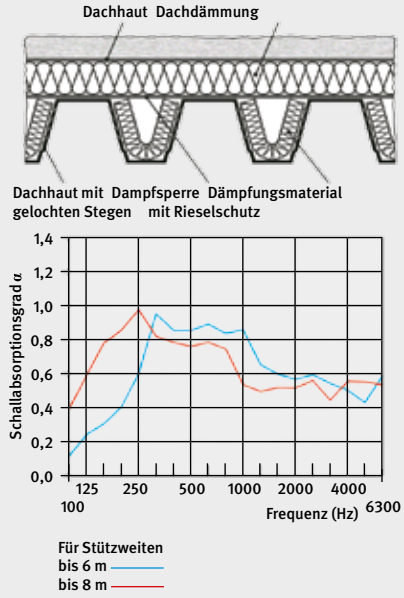


Bild 6-33: Schallabsorbierend ausgelegtes Dachsystem aus Stahl-Trapezblech mit gelochten Stegen und hinterlegtem Dämpfungsmaterial (nach BGI 674)

6.4 Organisatorische Maßnahmen

Die LärmVibrationsArbSchV nennt als organisatorische Lärmminderungsmaßnahmen auch

- Wartungsprogramme für Arbeitsmittel, Arbeitsplätze und Anlagen,
- Begrenzung von Ausmaß und Dauer der Exposition und
- Arbeitszeitpläne mit ausreichenden Zeiten ohne Lärmexposition

6.4.1 Wartungsprogramme

Zu den Wartungsprogrammen kann man die vorbeugende Instandhaltung zählen. An Arbeitsmitteln können sich Schrauben oder Klebestellen lösen. Dabei können dann Bleche frei zu schwingen anfangen und Lärm abstrahlen.

Auch Schäden an Kugellagern können zu Lärmemittenten werden. Da sich diese Schäden schleichend einstellen, werden sie anfangs nicht wahrgenommen und später ignoniert.

Ebenso können im Laufe der Zeit Arbeitsmittel, wie Bohrer, Fräser oder Drehmeißel, stumpf werden, wobei die Werkzeuge und zu bearbeitenden Werkstücke dann anfangen zu schwingen und Geräusche abzustrahlen.

Bei allen diesen sich nach und nach einstellenden Verschleißschäden ist es daher wichtig, bereits im Vorfeld zu planen, wann die vorbeugende Instandhaltung oder das Wechseln von Werkzeugen stattzufinden hat.

6.4.2 Begrenzung der Exposition

Die zeitliche Exposition der Mitarbeiter kann auch durch Verlegung lärmintensiver Arbeiten in die mannarme Schicht erfolgen. Dann sind die Mitarbeiter, die durch die lauten Tätigkeiten belastet wären, nicht mehr anwesend, die wenigen, die dann noch im Betrieb sind, können sich mit Gehörschutz schützen.

6.4.3 Arbeitszeitpläne

Eine wirksame Möglichkeit zur zeitlichen Begrenzung der Lärmexposition kann die Jobrotation darstellen. Unter dem Begriff der Jobrotation ist ein systematischer Arbeitsplatzwechsel zu verstehen. Dabei erfolgt ein nach einem bestimmten Zeitplan durchgeführter Wechsel des Arbeitsplatzes, bei dem der Ausgleich von lärmbelasteten mit nicht lärmbelasteten Arbeiten eine Verringerung der gesamten Lärmexposition zur Folge hat.

6.5 Nutzung persönlicher Schutzausrüstungen

Im Gegensatz zu den sicherheitstechnischen Maßnahmen, die die Schallausbreitung einschränken, wirkt die Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen in der Nähe des Menschen.

Dem persönlichen Gehörschutz ist der Abschnitt 8 gewidmet.

6.6 Verhaltensbezogene Maßnahmen

Verhaltensbezogene Maßnahmen können den Lärm auf dem Weg von der Lärmquelle zum Gehör nicht vermindern. Sie setzen beim Verhalten des Menschen an, damit andere der o. g. sicherheitstechnischen und organisatorischen Maßnahmen der Lärmminderung und die Benutzung von Gehörschutz wirkungsvoll greifen können.

Dazu dient die im § 11 LärmVibrationsArbSchV genannte Unterweisung, die bei Erreichen und Überschreiten des unteren Auslösewertes durchgeführt werden muss.

Die Unterweisung soll die Mitarbeiter über die Gefährdung durch Lärm und die Schutzmaßnahmen informieren:

- Lärmmesswerte am Arbeitsplatz und die Bedeutung der damit verbundenen Gefährdungen
- Auslösewerte und maximal zulässige Expositionswerte
- bereits durchgeführte Lärmminderungsmaßnahmen
- Verwendung von Arbeitsmitteln zur Verringerung von Lärm
- Benutzung von Gehörschützern
- Zweck der arbeitsmedizinischen Vorsorge und der Anspruch darauf
- Erkennen von lärmbedingten Gesundheitsschäden
- Möglichkeit dauerhafter Gehörschädigung
- Hörgeräte können einen Hörverlust nur ansatzweise ausgleichen.
- Nikotin wirkt gefäßverengend und erhöht die Verletzlichkeit des Innenohrs.
- Auswirkungen von bestimmten Medikamenten auf das Innenohr

7. Lärmminderungsprogramm

Die Forderung des § 7 Abs. 5 der LärmVibrationsArbSchV besagt, dass für Arbeitsplätze, an denen der Tages-Lärmexpositionspegel für die obere Auslöseschwelle von 85 dB(A) überschritten wird, ein Programm mit technischen und organisatorischen Maßnahmen zur Verringerung der Lärmexposition auszuarbeiten ist.

Dabei bezieht sich der Stand der Technik auf den Zeitpunkt, zu dem das Programm aufgestellt wird. Der Stand der Technik beschreibt fortschrittliche Arbeitsmittel, Arbeitsplätze und Arbeitsverfahren zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit.

Vergleichbare Anwendungen wurden in der Praxis bereits erfolgreich erprobt. Ihre Eignung für die Praxis erscheint deshalb gesichert.

Entsprechend muss das Programm bei einer Weiterentwicklung der Lärmminderungstechnik erneuert werden.

Ziel ist es, eine Lärmgefährdung zu vermeiden, d. h. mindestens den oberen Auslösewert von 85 dB(A) einzuhalten.

Ein Lärmminderungsprogramm muss enthalten:

- die Ermittlung und Darstellung der Geräuschimmission am Arbeitsplatz
- die Tätigkeit am Arbeitsplatz
- die Analyse der Geräuschquellen (Ursachenanalyse)
- die Auswahl und Beurteilung der technischen Lärmminderungsmaßnahmen, die für die Arbeitsmittel, die Arbeitsverfahren und die Arbeitsräume zutreffend sind
- die Beurteilung des Entwicklungsstandes der technischen Maßnahmen der Arbeitsstätten und Einrichtungen
- Zeitplan und Prioritäten der Maßnahmen
- Prognose, welche Werte der Geräuschemission durch Lärmminderung am Arbeitsmittel bzw. Arbeitsverfahren erreicht werden
- Prognose, welche Werte der Geräuschexposition durch Lärmminderungsmaßnahmen erreicht werden

Weitere Hinweise enthält die BG-Information „Geräuschminderung im Betrieb; Lärmminderungsprogramm“ (BGI 675).

Bei vielen dieser Fragen ist die Beratung durch externe Fachleute anzuraten. Oftmals bietet sich auch eine Kombination zwischen Arbeits- und Nachbarschaftsschutz an.

Der Vorteil beim Aufstellen eines Lärmminderungsprogramms ist die systematische Vorgehensweise und die Prognose der Pegelreduzierung. So werden teure Misserfolge vermieden.

Es sollte dabei auch berücksichtigt werden, dass der Aufwand für die Erstellung eines Lärmminderungsprogramms in einem vernünftigen Verhältnis zur Realisierung der Lärmminderungsmaßnahme steht.

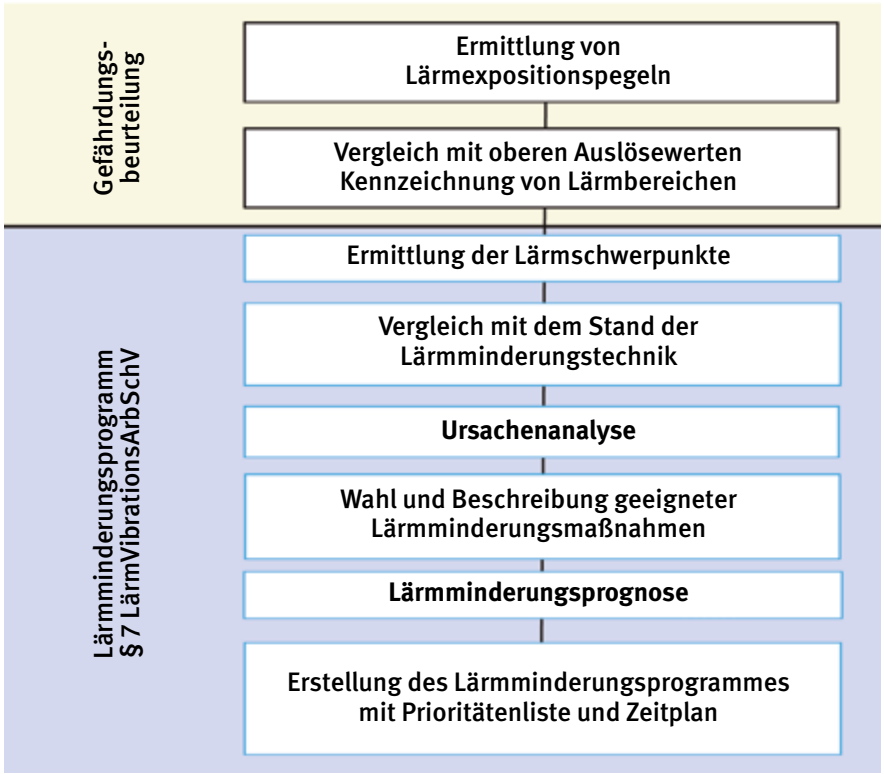


Bild 7-1: Arbeitsschritte zur Erstellung eines Lärmminderungprogrammes (nach BG-Information „Geräuschminderung im Betrieb; Lärmminderungsprogramm“ [BGI 675])

8. Persönlicher Gehörschutz

Ein Tages-Lärmexpositionspegel von 85 dB(A) kann über viele Jahre hinweg bekanntlich lärmbedingte Gehörschäden verursachen.

Liegt der Expositionspegel wesentlich höher, z. B. über 90 dB(A), nimmt die Gefahr der Gehörschädigung erheblich zu.

Aber auch Pegel unter 85 dB(A) können die Gesundheit schädigen und die Unfallgefahr erhöhen.

Bild 8-1: Gebotsschild M 03 „Gehörschutz benutzen“

Deshalb empfiehlt es sich, den vom Arbeitgeber angebotenen Gehörschutz schon ab einem Tages-Lärmexpositionspegel von 80 dB(A) zu benutzen.

Lärmbereiche sind Bereiche, in denen der Tages-Lärmexpositionspegel den Wert von 85 dB(A) überschreiten kann. Lärmbereiche hat der Arbeitgeber zu kennzeichnen. In Bereichen in denen der Tages-Lärmexpositionspegel den oberen Auslösewert erreicht oder überschreitet, müssen die Beschäftigten den Gehörschutz auch benutzen.

8.1 Arten von Gehörschützern

Bei der Auswahl und Bereitstellung von Gehörschutz muss mit großer Sorgfalt vorgegangen werden, um die erforderliche Schutzwirkung sicher zu erzielen. Diese Sorgfalt ist notwendig, weil es eine Vielzahl unterschiedlicher Arbeitsbereiche, ein großes Angebot von auf dem Markt befindlichen Gehörschützern und ggf. eine hohe Zahl betroffener Mitarbeiter gibt.

Grundsätzlich werden drei verschiedene Gehörschutzarten unterschieden:
- Kapselgehörschützer
- Gehörschutzstöpsel
- Otoplastiken

Außerdem gibt es Gehörschützer, die nur in Kombination mit einem Schutzhelm oder gemeinsam mit einer Schutzbrille verwendet werden können.

8.1.1 Kapselgehörschützer

Man unterscheidet:
- Kapselgehörschützer mit Kopfbügel
- Kapselgehörschützer mit Nackenbügel
- Kapselgehörschützer mit Universalbügel
- Kapselgehörschützer, die nur an einem dazu passenden Industrieschutzhelm montiert werden dürfen
- Kapselgehörschützer mit pegelabhängiger Schalldämmung (laute Geräusche werden gedämmt, leise Geräusche können elektronisch verstärkt werden, was meist die Sprachverständigung verbessert)
- Kapselgehörschützer mit eingebautem Radiogerät (es werden nur Gehörschützer mit Pegelbegrenzung angeboten)
- Kapselgehörschützer mit Kommunikationseinrichtung (es gibt Gehörschützer zur Verständigung, z. B. über Sprechfunk).

Bild 8-3: Kapselgehörschützer

Bild 8-2: Gehörschutz

8.1.2 Gehörschutzstöpsel

Man unterscheidet:
- fertig geformte Gehörschutzstöpsel (werden zum mehrmaligen Gebrauch oder einmaligen Gebrauch angeboten)
- vor Gebrauch zu formende Gehörschutzstöpsel zum einmaligen Gebrauch
- Bügelstöpsel
- Gehörschutzstöpsel mit Verbindungsschnur

Bild 8-4: Gehörschutzstöpsel

8.1.3 Otoplastiken

Otoplastiken sind im Ohr getragene Gehörschützer, die nach dem einzelnen Gehörgang abgeformt und individuell angefertigt werden.

Otoplastiken sind besonders empfohlen, wenn aufgrund arbeitsmedizinischer Befunde und bei schon vorhandenen Hörverlusten besonders sicherer Schutz notwendig wird.

Bild 8-5: Otoplastiken

8.2 Allgemeine Auswahlkriterien

Die Auswahl erfolgt in den meisten Arbeitssituationen nach dem Tages-Lärmexpositionspegel am Arbeitsplatz sowie dem Tragekomfort und der Akzeptanz des Gehörschützers.

Grundsatz:
Gehörschützer, die schmerzen, sind falsch ausgewählt oder eingesetzt!

Der Tragekomfort wird individuell empfunden und beurteilt. Deshalb gibt es nicht den für jeden geeigneten Gehörschutz.

Aber es gibt allgemeine Ratschläge:
- Bei Kapselgehörschützern auf geringes Gewicht achten.
- An Hitzearbeitsplätzen möglichst keine Kapselgehörschützer einsetzen.
- Gehörschutzstöpsel entsprechend der Gehörganggröße auswählen.
- Die Benutzer in die richtige Handhabung einweisen, die Gebrauchsanleitung beachten.
- Hochwertige und geeignete Otoplastiken können einen hohen Tragekomfort bieten.
- Harte Otoplastiken können bei Verformung des Gehörgangs, z. B. durch starke Drehungen des Kopfes, Druckgefühle erzeugen.
- Auf rechts/links-Anwendung achten.
- Vor dem Einkauf größerer Stückzahlen Trageversuche mit wenigen Mitarbeitern im Betrieb durchführen.

So ausgewählte Gehörschützer werden von den Beschäftigten im Lärmbereich schnell akzeptiert und gern benutzt.

Der Tages-Lärmexpositionspegel bedingt die erforderliche Schalldämmung des Gehörschützers. Die Schalldämmung muss ausreichend sein, damit sie das Gehör sicher schützt.

Kontrollen der tatsächlichen Schutzwirkung von Gehörschützern haben ergeben, dass die bei der Baumusterprüfung erzielten Dämmwerte in der Praxis meist nicht erreicht werden.

Entsprechend der Regel „Benutzung von Gehörschutz“ (BGR/GUV-R 194) sind deshalb folgende Korrekturwerte zu berücksichtigen:

vor Gebrauch zu formende Stöpsel	K_S = 9 dB
mehrfach verwendbare Stöpsel	K_S = 5 dB
Bügelstöpsel	K_S = 5 dB
Kapselgehörschutz	K_S = 5 dB
Otoplastiken mit Funktionskontrolle	K_S = 3 dB

Die Schalldämmung eines Gehörschützers ist optimal, wenn der unter dem Gehörschutz verbleibende Tages-Lärmexpositionspegel zwischen 70 und 80 dB(A) liegt. Wird ein zu stark dämmender Gehörschützer seitens der Mitarbeiter verwendet, können darunter die Sprachverständigung sowie das Erkennungsvermögen von akustischen Warnsignalen und informationshaltigen Arbeitsgeräuschen leiden.

Deshalb sollte bei Restpegeln von weniger als 70 dB(A) die Verständigung und das Warnsignalhören geprüft und das Isolationsgefühl hinterfragt werden.

Ein Beispiel:
Bleche werden geschweißt und die Schweißnähte mit einer Winkelschleifmaschine nachbearbeitet.

1. Angabe zum Lärm
Tages-Lärmexpositionspegel
$L_{EX,8h}$ *= 97 dB(A) hochfrequentes Geräusch (Geräuschklasse HM)*

2. Angabe zum Gehörschützer
Im Betrieb bereits vorhanden ist ein vor Gebrauch zu formender Gehörschutzstöpsel zum einmaligen Gebrauch:
Der M-Wert beträgt laut Packungsbeschriftung 29 dB.
Der Korrekturfaktor für Gehörschutzstöpsel lautet: K_S *= 9 dB.*

3. Berechnung
$L'_{EX,8h}$*: am Ohr wirksamer Restexpositionspegel*
$L'_{EX,8h} = L_{EX,8h} - (M\text{-}Wert - K_S)$
$L'_{EX,8h} = 97\ dB(A) - (29\ dB - 9\ dB)$
$L'_{EX,8h} = 77\ dB(A)$

Nach der Tabelle „Schutzwirkung“ ist der Gehörschutz für diesen Einsatzzweck „empfehlenswert“. Hätte sich ein am Ohr wirksamer Restexpositionspegel von weniger als 70 dB(A) ergeben, sollte der Gehörschutz erst nach individueller Prüfung, ob die Kommunikation des Mitarbeiters nicht eingeschränkt ist und bei ihm kein Isolationsgefühl aufkommt, angewendet werden.

am Ohr wirksamer Restexpositionspegel in dB(A)	Beurteilung
> 85	nicht zulässig
> 80	nicht empfehlenswert
70-80	empfehlenswert
< 70	Verständigung und Isolationsgefühl prüfen

Bild 8-6: Schutzwirkung

Auf die Praxisabschläge der Schalldämmung kann verzichtet werden, wenn die Mitarbeiter zu einer qualifizierten Benutzung unterwiesen werden. Dazu muss die Unterweisung mindestens viermal jährlich mit praktischen Übungen durchgeführt und dokumentiert werden (Anhang 6, BGR/GUV-R 194).

Inhalte der praktischen Übungen sind z. B.:

- Vorbereitung von zu formenden Gehörschutzstöpseln
- Gehörgangsformung durch Halten des Ohres
- Einsetztiefe bei Gehörschutzstöpseln
- Haltedauer von zu formenden Gehörschutzstöpseln bis zum Erreichen des ausgedehnten Zustandes

Weitere Einzelheiten zur qualifizierten Unterweisung enthält der Anhang 6 der BGR/GUV-R 194 „Benutzung von Gehörschutz“.

Früher wurde empfohlen, bei sehr hohen Lärmpegeln Kapselgehörschützer, sonst Gehörschutzstöpsel, zu benutzen. Stöpsel und Kapseln erreichen heute annähernd die gleiche Schalldämmung. Grundsätzlich sollte man zunächst den Mitarbeitern die Entscheidung überlassen, welche Art von Gehörschutz sie benutzen möchten. Danach kann die Eignung des Modells überprüft werden.

An Arbeitsplätzen, an denen Kommunikation oder Signalerkennung erforderlich ist, sollte der Gehörschützer einen möglichst flachen Frequenzgang haben.

Kapselgehörschützer haben im Allgemeinen bei tiefen Frequenzen eine geringere Schalldämmung als Gehörschutzstöpsel. Die ungleiche Dämmung von tiefen und hohen Frequenzen führt meist zur schlechteren Sprach- und Signalverständlichkeit.

Gehörschützer mit gleichmäßiger Dämmung über alle Frequenzbereiche (= „flache Schalldämmkurve“) sind daher zu empfehlen. Dies betrifft insbesondere Personen mit Hörminderung.

Geräuschklasse des Lärms

Die Entscheidung, welcher Geräuschklasse (hoch-/mittel- oder tieffrequent) das Arbeitsgeräusch zuzuordnen ist, kann nach dem subjektiven Klangeindruck oder nach der BG-Regel „Benutzung von Gehörschutz“ (BGR /GUV-R 194) direkt oder in Anlehnung an die darin aufgeführten Maschinen oder Tätigkeiten erfolgen.

Messungen mit Oktavanalysen sind nur in Sonderfällen erforderlich, zumal etwa 85 % aller Industriegeräusche hoch- bis mittelfrequent sind.

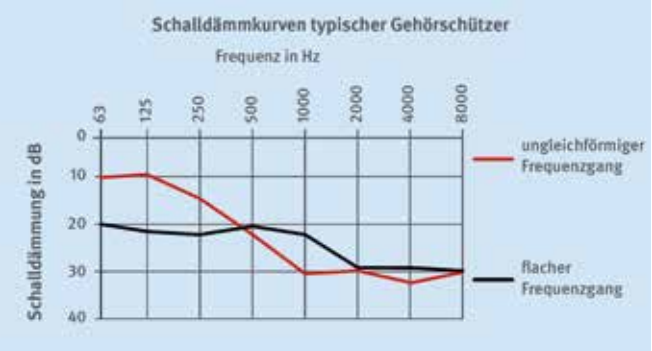


Bild 8-7: Schalldämmkurven typischer Gehörschützer (BG-Information „Gehörschutz-Informationen“ [BGI 5024])

Arbeiten Beschäftigte in Bereichen, die verschiedenen Geräuschklassen zuzuordnen sind, wird zunächst ein Gehörschützer der Geräuschklasse HM (hoch-/mittelfrequent) ausgewählt und anschließend geprüft, ob der Tages-Lärmexpositionspegel auch im empfohlenen Pegelbereich für die Geräuschklasse L (tieffrequent) enthalten ist.

Dafür müssen lediglich bekannt sein:
- Einsatzbereich/Geräuschklasse (hoch-/mittelfrequent „HM“ oder tieffrequent „L“)
- Tages-Lärmexpositionspegel am Arbeitsplatz

Beispiel:
Geräusch: Schleif- und Richtarbeiten
Geräuschklasse: hoch- bis mittelfrequent also Geräuschklasse HM
Tages-Lärmexpositionspegel: $L_{EX,8h}$ = 97 dB(A)

Gehörschützer:
Es soll Gehörschutz „Bilsom 303 L“ ausgewählt werden, mit einem in der IFA-Liste der geprüften Gehörschützer (die IFA-Liste befindet sich im Anhang) genannten Einsatzbereich für Geräuschklasse HM von 90 bis 100 dB(A).

Beurteilung:
Der Gehörschützer „Bilsom 303 L“ ist für den Beschäftigten an diesem Arbeitsplatz geeignet, weil der Tages-Lärmexpositionspegel unterhalb der Einsatzgrenze von 105 dB(A) in der Tabelle liegt. Damit wird der maximal zulässige Tages-Lärmexpositionspegel nicht erreicht. Der empfohlene Einsatzbereich für diesen Gehörschutzstöpsel liegt zwischen 90 und 100 dB(A). Der Tages-Lärmexpositionspegel im Beispiel liegt mit 97 dB(A) sicher innerhalb dieses Bereiches.

In Einzelfällen kann es erforderlich sein, dass der am Ohr des Beschäftigten tatsächlich wirksame Tages-Lärmexpositionspegel ermittelt werden muss.

Geräuschklasse HM hoch- bis mittelfrequent $L_C - L_A \leq 5$ dB	Geräuschklasse L überwiegend tieffrequent $L_C - L_A > 5$ dB
Brennschneider	Bagger
Dragiertrommeln	Elektro-Umformersatz
Druckluftdüsen	Elektro-Schmelzöfen
Elektronagler	Verbrennungsöfen
Gussputzarbeiten	Feuerungen
Holzbearbeitungsmaschinen	Hochofenanlagen
Honmaschinen	Kollergänge
Hydraulikpumpen	Kompressor-Anlagen
Rüttelformmaschinen	Konverter-Anlagen
Schlagschrauber	Kupolöfen
Schleifmaschinen	Metall-Druckgießmaschinen
Schmiedehämmer	Planierraupen
Trennschleifmaschinen	Strahlanlagen
Zentrifugen	

Bild 8-8: Einteilung von Arbeitsgeräuschen nach Geräuschen (BG-Regel „Einsatz von Gehörschützern“ [BGR/GUV-R 194])

Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn
- der Tages-Lärmexpositionspegel oberhalb des empfohlenen Pegelbereiches liegt oder
- aufgrund einer arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung besondere Anforderungen an den Gehörschützer gestellt werden.

Einzelheiten zu diesem Auswahlverfahren sind in der BG-Regel „Benutzung von Gehörschutz“ (BGR/GUV-R 194) beschrieben.

Aus den bisherigen Ausführungen ergibt sich, dass nur Gehörschützer ausgewählt werden sollten, die in der IFA-Liste der geprüften Gehörschützer aufgeführt sind. Diese Gehörschützer gewährleisten eine ausreichende Schalldämmung und die Erfüllung sicherheitstechnischer Anforderungen gemäß EG-Richtlinie 89/686/EWG und liefern die notwendigen Angaben der Hersteller oder Lieferanten.

Für diese Gehörschützer liegt ein Prüfzeugnis einer anerkannten Prüfstelle mit positiver Beurteilung vor. Diese Gehörschützer sind mit dem CE-Zeichen versehen.

In der Positivliste sind auch pegelabhängig dämmende Kapselgehörschützer enthalten. Bei abgeschalteter Elektronik wirken diese Gehörschützer wie herkömmliche Kapselgehörschützer. Bei eingeschalteter Elektronik werden Schallpegel unter 80 dB(A) verstärkt und über 80 dB(A), insbesondere Impulsspitzen, gedämmt.

So kann die Sprachverständigung bei ungleichförmigen Geräuschen gegenüber herkömmlichen Gehörschützern in den meisten Fällen verbessert werden.

Ähnlich positiv werden diese Gehörschützer von Beschäftigten bei Überwachungsaufgaben an Maschinen beurteilt, weil Störungen mit diesem Gehörschützer besser wahrgenommen werden.

8.3 Vorteile und Nachteile verschiedener Gehörschützer

Bevor ein bestimmter Gehörschützer ausgewählt wird, müssen grundsätzlich erst die Vor- und Nachteile der Gehörschützer abgewogen werden. Bei der Auswahl der Gehörschützerarten ist die jeweilige Arbeitsumgebung (Bild 8-9) zu berücksichtigen.

Das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) bietet ein Auswahlprogramm für Gehörschützer an.

Mit der Vorgabe des Tages-Lärmexpositionspegels, der Geräuschklasse HM oder L und der Situation am Arbeitsplatz nach Bild 8-9 werden geeignete Gehörschützer vorgeschlagen. Der Download dieses Programms befindet sich unter der Adresse: www.dguv.de unter dem Webcode „d4785“

8.4 Besondere Anforderungen bei der Auswahl von Gehörschützern

Neben den allgemeinen Auswahlkriterien sind in Einzelfällen Besonderheiten an den Einsatzorten und individuelle Belange der Beschäftigten zu beachten (Bild 8-9). Diese Besonderheiten sind in der Liste der geprüften Gehörschützer zum Teil gekennzeichnet.

Die Signalerkennung (Sprache und akustische Gefahrensignale) kann insbesondere bei hörgeschädigten Mitarbeitern zu Schwierigkeiten führen, sofern der Gehörschutz gedankenlos ausgewählt wurde. Die Schwierigkeiten lassen sich in der Regel beseitigen, wenn Gehörschützer mit annäherungsweise frequenzunabhängiger Dämmwirkung eingesetzt werden. Das Erkennen der Signale ist im Zweifelsfall durch Hörproben sicherzustellen.

Gehörschutz-Typ / Arbeitsbedingungen	Kapselgehörschützer	Stöpsel zum mehrmaligen Gebrauch	Stöpsel zum einmaligen Gebrauch	Bügelstöpsel	Otoplastiken	Stöpsel mit Verbindungsschnur
a) Sehr hohe Temperatur und Feuchtigkeit	- (1)	+	+	+	+	+
b) Starke Staubbelastung	+/- (3)	-	+	-	+/-	-
c) Wiederholte kurzzeitige Lärmexposition	+	+/-	-	+	-	-
d) Informationshaltige Arbeitsgeräusche	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
e) Warnsignale, Sprachkommunikation	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
f) Ortung von Schallquellen	-	+	+	+	+	+
g) Vibration und schnelle Kopfbewegungen	+/-	+	+	+/-	+	+/-
h) Arbeitsstoffe, Schmutz und Metallspäne an den Händen	+	+/-(2)	+(2)	+/-	+/-(2)	+/-(2)
i) Bewegte Maschinenteile	+	+	+	+/-	+/-	-

(1) geeignet mit schweißabsorbierender Zwischenlage
(2) Stöpsel ohne Griff (insbesondere vor Gebrauch zu formende Stöpsel) nur nach vorheriger Händereinigung einsetzen
(3) Staub kann sich am Gehörschutz anlagern und je nach Art der Staubbelastung die Haut reizen (Typische Tätigkeiten mit starker Staubbelastung sind: Schleifarbeiten in Behältern, Gussputzen)

– grundsätzlich nicht geeignet
+ grundsätzlich geeignet
+/– im Einzelfall geeignet/ungeeignet

Gehörschutzstöpsel mit Verbindungsschnur können sowohl Stöpsel zum einmaligen oder mehrmaligen Gebrauch als auch Otoplastiken sein.

Bild 8-9: Eignung der einzelnen Gehörschutztypen (aus Information „Gehörschutz-Informationen“ [BGI/GUV-I 5024])

Das Richtungshören spielt bei Transportarbeiten, beim Einsatz auf Fahrzeugen, Kranen usw. oftmals eine erhebliche Rolle. Empfindet ein Mitarbeiter bei der Benutzung von Kapselgehörschützern Beeinträchtigungen, sollte er Gehörschutzstöpsel vorziehen.

Bei Brillenträgern ist besonders auf die Gestaltung der Dichtungskissen von Kapselgehörschützern zu achten. Die Kissen sollen weich und breit ausgebildet sein und vorzugsweise eine Luft- oder Flüssigkeitsfüllung enthalten. Eng am Kopf anliegende schmale Bügel der Brillen vermindern das Risiko einer Undichtigkeit. Brillenträger sollten Gehörschutzstöpsel vorziehen.

Der Hygiene muss ausreichend Aufmerksamkeit geschenkt werden, um Infektionen im Gehörgang zu vermeiden. Bei der mehrfachen Benutzung von Gehörschutzstöpseln ist eine regelmäßige Reinigung nach dem Gebrauch erforderlich. Die Stöpsel müssen während der Arbeitspausen in einer geschlossenen Verpackung aufbewahrt und dürfen nur mit sauberen Fingern eingesetzt werden.

Dichtungskissen von Kapselgehörschützern sind gleichermaßen – möglichst täglich – nach den Anweisungen des Herstellers zu reinigen. Darüber hinaus müssen Dichtungskissen austauschbar sein, weil sie nach der vom Hersteller angegebenen Gebrauchsdauer nicht mehr die erforderliche Dämmung aufweisen und ersetzt werden müssen.

Sehr hohe Tages-Lärmexpositionspegel mit überwiegend tief- und mittelfrequenten Anteilen, bedürfen einer Kombination aus Stöpseln und Kapseln. Somit wird eine höhere Schalldämmung erreicht. Dabei ist zu beachten, dass eine Addition der einzelnen Dämmwerte nicht zulässig und eine Faustformel zur Berechnung der Kombination nicht bekannt ist. Es gibt in der „Liste der dem IFA gemeldeten Gehörschützer“ geprüfte Kombinationen aus Gehörschutzstöpseln und Kapselgehörschützern, deren Eigenschaften bekannt sind.

8.5 Gewöhnung und Akzeptanz

An Lärm kann man sich angeblich leicht gewöhnen, an Gehörschützer weniger. Der Gewöhnung an Lärm liegt eine Selbsttäuschung zugrunde; die Betroffenen haben nämlich schon einen Gehörschaden erlitten und nehmen den Lärm deshalb nicht mehr in voller Stärke auf.

Eine einfache Überlegung macht deutlich, dass man sich an Gehörschutz gewöhnen kann, wenn man die Benutzungsdauer täglich ausdehnt. Schon nach relativ kurzer Zeit wird der Lärm als lästiger empfunden als der Gehörschutz.

Problematisch ist die Benutzung von Gehörschutz bei unterbrochener Lärmeinwirkung. Dann fehlten oftmals die Übung und die Gewöhnung oder der Gehörschutz ist nicht griffbereit, wenn der Lärm einsetzt. Zudem wird kurzzeitige Lärmeinwirkung unterschätzt.

8.6 Schutzwirkungsverlust

Dass Lärm mit 97 dB(A) über 30 Minuten so gehörschädigend wirkt wie Lärm mit 85 dB(A) über 8 Stunden, haben wir bereits gesehen. Wenn diese 30 Minuten nun noch in mehrere Lärmphasen aufgesplittet sind, führt es häufig zur Nichtbenutzung von Gehörschützern.

Auch das gelegentliche Absetzen des Gehörschützers im Lärmbereich kann sich gehörschädigend auswirken.

Dies soll an folgendem Beispiel verdeutlicht werden:

In der Fertigungshalle beträgt der Tages-Lärmexpositionspegel 98 dB(A).

Der Mitarbeiter benutzt Gehörschutzstöpsel mit einem M-Wert von 20 dB.

Sie werden regelmäßig eingesetzt, jedoch bei Gesprächen mit Vorgesetzten und Kollegen, beim Gang zur Werkzeugausgabe oder ähnlichen Tätigkeiten für insgesamt ½ Stunde pro Tag herausgenommen.

In Tabelle 8-10 kann man nun ablesen, dass die effektive Lärmdämmung nun von 20 dB auf 11 dB gesunken ist.

Der Tages-Lärmexpositionspegel beträgt dann für diesen Mitarbeiter 87 dB(A), ein Lärmpegel, der bereits das Gehör schädigen kann.

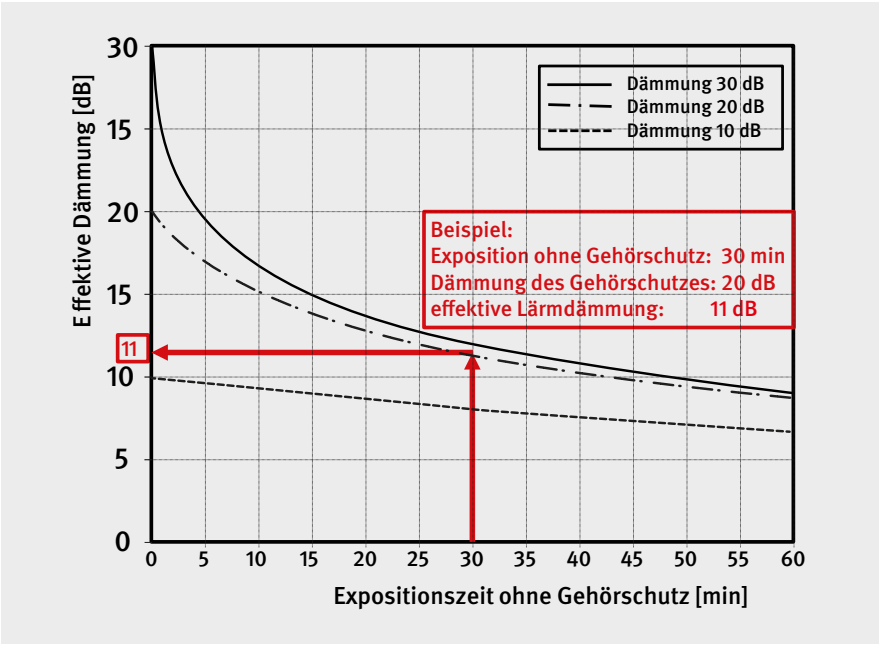


Bild 8-10: Schutzwirkungsverlust für Zeiten ohne Gehörschutz bis zu 60 Minuten

9. Arbeitsmedizinische Vorsorge

Durch arbeitsmedizinische Vorsorge soll sichergestellt werden, dass Lärmschwerhörigkeiten nicht entstehen oder sich verschlimmern. Darüber hinaus ist eine individuelle arbeitsmedizinische Beratung der Mitarbeiter vorgesehen. Die Beratung des Mitarbeiters erfolgt unter Einhaltung der ärztlichen Schweigepflicht.

9.1 Gesetzliche Grundlagen

Rechtsgrundlage für die Vorsorge ist die „Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge“ (ArbMedVV). Die arbeitsmedizinische Vorsorge ist vom Arbeitgeber regelmäßig als Pflichtvorsorge zu veranlassen, wenn bei einer Lärmexposition der obere Auslösewert von 85 dB(A) erreicht oder überschritten wurde.

Arbeitsmedizinische Vorsorge ist vom Arbeitgeber als Angebotsvorsorge anzubieten, wenn der untere Auslösewert von 80 dB(A) überschritten wurde.

Der Arzt, der die Vorsorge durchführt, muss berechtigt sein, die Gebietsbezeichnung „Arbeitsmedizin“ oder die Zusatzbezeichnung „Betriebsmedizin“ zu führen.

Der Unternehmer hat die entsprechenden Kosten der Vorsorge zu tragen.

9.2 Fristen

Die Fristen für die arbeitsmedizinische Vorsorge sind in der arbeitsmedizinischen Regel „AMR Nr. 2.1 Fristen für Vorsorgeuntersuchungen“ festgelegt.

Bei den Untersuchungsfristen sind im Wesentlichen folgende Termine zu beachten:

- Erstuntersuchung
- vor der Beschäftigung im Lärmbereich erste Nachuntersuchung
- spätestens nach 12 Monaten weitere Nachuntersuchungen
- spätestens nach 36 Monaten bei Tages-Lärmexpositionspegeln ab 90 dB(A)
- spätestens nach 60 Monaten bei Tages-Lärmexpositionspegeln von 85 dB(A) bis 89 dB(A)
- bei Beendigung der Tätigkeit

Diese Fristen können im Einzelfall durch den Arbeitsmediziner verkürzt werden. Eine Verkürzung der Fristen kann sich ergeben, wenn ein Verdacht auf ein gesundheitliches Risiko bis zum sonst üblichen nächsten Untersuchungstermin besteht.
Die Frist kann aber auch auf Wunsch des Mitarbeiters verkürzt werden. Mit den Untersuchungen müssen Fachärzte für Arbeitsmedizin oder Ärzte mit der Zusatzbezeichnung „Betriebsmedizin“ beauftragt werden.

9.3 Untersuchungen nach dem DGUV Grundsatz G20 „Lärm“

Der „DGUV Grundsatz für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen“ G 20 „Lärm“ ist eine allgemein anerkannte Regel der Arbeitsmedizin.

Voraussetzungen für den Arzt zur Durchführung der Untersuchung sind in der Regel:

- Besondere Fachkenntnisse in der Durchführung und Beurteilung von audiometrischen Untersuchungen
- Fortbildungsanforderungen: Teilnahme des Arztes und Assistenzpersonals an einem Seminar G 20
- Spezielle Ausrüstung

Bei jeder Untersuchung wird zunächst die Lärm-I-Untersuchung durchgeführt. Dabei erfolgt eine kurze Befragung zur Situation am Arbeitsplatz und zu Auffälligkeiten, die das Ohr und das Hören betreffen.

Der Arzt besieht sich das Außenohr bis zum Trommelfell. Es wird ein Tonaudiogramm erstellt und abschließend erfolgt die Beratung zum Gehörschutz. Stellt sich in der Lärm-I-Untersuchung eine verminderte Luftleitungshörschwelle dar, ist die Ergänzungsuntersuchung nach Lärm II notwendig. Hierbei werden die Untersuchungen ausgeweitet und vertieft.

Sollten sich auch hier wesentliche Hörverluste ergeben, erfolgt eine erweiterte Ergänzungsuntersuchung Lärm III beim Hals-Nasen-Ohrenarzt.

Vor einer Untersuchung soll das Gehör mindestens 14 Stunden lang nicht unter Schalleinwirkung mit einem Mittelungspegel $L_{Aeq} \geq 80$ dB gestanden haben. Dies kann in der Regel durch die Benutzung ausreichenden Gehörschutzes vor der Untersuchung gewährleistet werden. Um ein unverfälschtes Audiogramm aufnehmen zu können, darf die Untersuchung nicht durch Störlärm beeinträchtigt werden. Sind die leisen

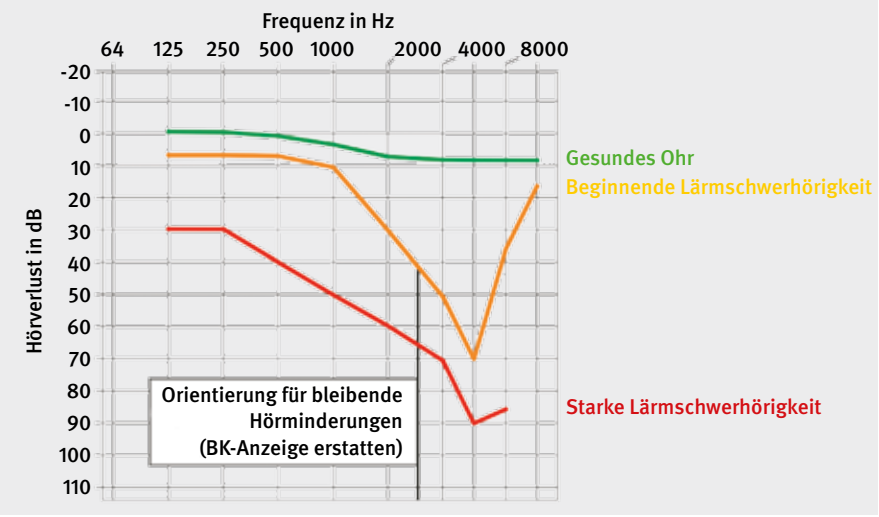


Bild 9-1: Beispiele für Hörverluste

Prüftöne des Audiometers durch Umgebungsgeräusche verdeckt, werden zu große Hörverluste vorgetäuscht. Das kann zu überflüssigen Ergänzungsuntersuchungen führen.

Der Siebtest wird mit schalldämmenden Kopfhörern durchgeführt, sodass dieser Test in Hörprüfkabinen auf Audiomobilen oder in ruhigen Räumen im Unternehmen (Bild 9-3) durchgeführt wird.

Bei Ergänzungsuntersuchungen werden an die Störfreiheit des Untersuchungsraumes höhere Anforderungen gestellt

Deshalb können diese Untersuchungen im Allgemeinen nur in Hörprüfkabinen beim Arzt durchgeführt werden.

Eine wichtige Aufgabe des Arztes bei der arbeitsmedizinischen Vorsorge ist die Beratung des Mitarbeiters über die Art und Benutzung des Gehörschutzes. Grundlage dieser Beratung ist der bisher benutzte Gehörschützer, deshalb sollten die Beschäftigten ihren Gehörschutz zur Untersuchung mitbringen. So sollen Gehör-Vorsorgeuntersuchungen auch dazu beitragen, die Beschäftigten zu motivieren, geeignete Gehörschützer konsequent zu benutzen.

Zur arbeitsmedizinischen Vorsorge nach DGUV Grundsatz G 20 „Lärm“ gehört auch die Beratung des Arbeitgebers durch den Arbeitsmediziner unter Wahrung der ärztlichen Schweigepflicht zu Schutzmaßnahmen nach den den TOP-Prinzipien.

	Angebotsvorsorge		Pflichtvorsorge				
	Erstuntersuchung	Nachuntersuchung	Erstuntersuchung	Nachuntersuchungen			
				Erste Nachuntersuchung	Weitere Nachuntersuchungen		Vorzeitige Nachuntersuchungen
Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$ in dB(A)	> 80 und ≤ 84	> 80 und ≤ 84	≥ 85	≥ 85	≥ 90	≥ 85 und < 90	≥ 85
Spitzenschalldruckpegel $L_{pC,peak}$ in dB(C)	> 135	> 135	≥ 137	≥ 137	≥ 137	< 137	≥ 137
Untersuchungsfristen gem. AMR 2.1	Angebot vor Aufnahme der Tätigkeit	Angebot nach 60 Monaten	vor Aufnahme der Tätigkeit	nach 12 Monaten	nach 36 Monaten und nach Beendigung der Tätigkeit	nach 60 Monaten und nach Beendigung der Tätigkeit	z. B.: • nach ärztlichem Ermessen • auf Wunsch des Beschäftigten
Mögliche Untersuchungsarten gem. DGUV Grundsatz G 20 „Lärm“	• Lärm I • Lärm II	• Lärm I • Lärm II • Lärm III	• Lärm I • Lärm II	• Siebtest – Lärm I • Ergänzungsuntersuchung – Lärm II • Erweiterte Ergänzungsuntersuchung – Lärm III			
Dokumentation der Vorsorge	Vorsorgeanlass (hier: Lärm) Tag der Vorsorge Termin der nächsten Vorsorge		Vorsorgeanlass (hier: Lärm) Tag der Vorsorge Termin der nächsten Vorsorge				
Beratung	Beratung des Beschäftigten zum persönlichen Gehörschutz und zu Gefährdungen durch Lärm, Beratung des Arbeitgebers zur Verminderung der Lärmgefährdung und ggf. zur Wiederholung der Gefährdungsbeurteilung						

Bild 9-2: Übersicht über Gehörvorsorgeuntersuchungen

Bild 9-3: Arbeitsmedizinische Vorsorge im Betrieb

9.4 Arbeitsmedizinische Dokumentation

Bei der arbeitsmedizinischen Vorsorge stellt der Arzt dem betroffenen Beschäftigten und dem Arbeitgeber eine Vorsorgebescheinigung aus. Die Vorsorgebescheinigung enthält Angaben über:

- den Vorsorgeanlass
- den Tag der arbeitsmedizinischen Vorsorge
- die ärztliche Beurteilung, wann die nächste arbeitsmedizinische Vorsorge durchgeführt wird

Weitere Angaben zum Befund sind nicht Bestandteil der Vorsorgebescheinigung.

Seit Inkrafttreten der Änderungsverordnung zur ArbMedVV in 10/2013 enthält die Bescheinigung keine Aussagen mehr zur gesundheitlichen Bedenklichkeit oder Unbedenklichkeit der Tätigkeit für die betreffende Person. Befunde und Diagnosen unterliegen nach wie vor der ärztlichen Schweigepflicht.

9.5 Ototoxische Arbeitsstoffe

Wechsel- und Kombinationswirkungen mit arbeitsbedingten ototoxischen Substanzen müssen in der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden.

Bei den arbeitsbedingten ototoxischen Substanzen handelt es sich im Wesentlichen um folgende Metalle und neurotoxische Lösemittel:

- Blei
- Cadmium
- Blausäure und ihre Salze
- n-Hexan
- Kohlenmonoxid
- Kohlenstoffdisulfid
- Lösemittelgemische
- Mangan
- Styrol
- Toluol
- Trichlorethylen
- Xylol

Nach dem aktuellen Erkenntnisstand ist bei Einhaltung der gültigen Grenzwerte der bekannten ototoxischen Stoffe ein wesentlicher Hörverlust wenig wahrscheinlich.

Lärm ist und bleibt auch in Kombinationswirkung weiterhin der stärkste Risikofaktor für Gehörschäden.

Die Kombinationsbelastungen werden künftig auf den Untersuchungsbögen Lärm I und II erfragt.

10. Quellen- und Literaturverzeichnis

10.1 Unfallverhütungsvorschriften

- „Grundsätze der Prävention“ (BGV A 1)

10.2 BG-Regeln, BG-Grundsätze, BG-Informationen und sonstige Schriften

- „Benutzung von Gehörschutz“ (BGR/GUV-R 194)
- „Berufsgenossenschaftliche arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen“ (BGG 904-20 „Lärm“)
- „Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge“ (BGI 504-20)
- „Tragen von Gehörschützern bei der Teilnahme am öffentlichen Straßenverkehr“ (BGI 673)
- „Geräuschminderung in Fertigungshallen; Grundlagen und Auswahlkriterien zur Schallabsorption“ (LSA 01-234) (BGI 674)
- „Geräuschminderung im Betrieb; Lärmminderungsprogramm““ (LSA 01-305) (BGI 675)
- „Geräuschminderung in der Antriebstechnik; Lärmgeminderte Zahnriementriebe“ (LSA 01-310) (BGI 676)
- „Geräuschminderung in Fertigungshallen; Anwendungsbeispiele raumakustisch optimierter Fertigungsräume“ (LSA 02-234) (BGI 678)
- „Geräuschminderung bei der Fertigung; Lärmarme Technologien und Arbeitsverfahren; Metallerzeugung und -verarbeitung“ (LSA 02-300) (BGI 679)
- „Geräuschminderung an pneumatischen Anlagen; Geräuschgeminderte Druckluftdüsen; Marktübersicht, Schallpegel, Blaskraft und Luftverbrauch aus Labormessungen“ (LSA 05-351) (BGI 680)
- „Geräuschminderung an pneumatischen Anlagen; Geräuschgeminderte Druckluftdüsen; Anwendungsbeispiele aus der betrieblichen Praxis“ (LSA 06-351) (BGI 681)
- „Vorsorgeuntersuchungen bei Beschäftigten in Lärmbereichen; Hörprüfräume und -kabinen“ (LSI 01-820) (BGI 684)
- „Vorsorgeuntersuchungen bei Beschäftigten in Lärmbereichen; Audiometer“ (LSI 02-820) (BGI 685)
- „Gehörschützer-Kurzinformation für Personen mit Hörverlust“ (BGI 686)
- „Geräuschminderung bei der spanabhebenden Metallbearbeitung; Lärmgeminderte Schleifscheiben“ (LSI 01-320) (BGI 760)
- „Geräuschminderung durch Kapselung; Hinweise zur Gestaltung von Kapseln einfacher Bauart“ (LSA 01-243) (BGI 789)
- „Geräuschminderung an Arbeitsplätzen; Bezugsquellen für Werkstoffe, Bauelemente und Werkzeuge“ (LSI 01-200) (BGI/GUV-I 792-030)
- „Geräuschminderung bei der Montage; Lärmgeminderte mechanische Schrauber“ (LSA 01-330) (BGI 793)
- „Geräuschminderung an Arbeitsplätzen; Lärmschutz bei Strahlarbeiten“ (LSA 01-300) (BGI 795)
- „Geräuschminderung bei der Montage; Rückschlagfreie Kunststoffhämmer“ (LSA 02-330) (BGI 796)
- „Geräuschminderung in Fertigungshallen; Schallausbreitungsminderung, Reflexionsbedingte Schallpegelerhöhung, Messverfahren“ (LSA 03-234) (BGI 797)
- „Ärztliche Beratung zum Gehörschutz“ (BGI 823)
- „Gehörschutz-Informationen“ (BGI 5024)
- „Gehörschutz-Kurzinformation“ (BGI/GUV-I 8621)

10.3 Gesetze und Verordnungen

- „Arbeitsschutzgesetz“ (ArbSchG) vom 7. August 1996, Stand vom 05.02.2009
- „Arbeitsstättenverordnung“ (ArbStättV) vom 12. August 2004, Stand vom 19.07.2010
- „Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung“ (LärmVibrationsArbSchV) vom 06. März 2007, Stand vom 19.07.2010
- „Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge“ (ArbMedVV) vom 18. Dezember 2008, Stand vom 26.11.2010
- „AMR Nr. 2.1: Fristen für die Veranlassung/das Angebot von arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen vom 27.12.2012
- „Maschinenverordnung“ vom 12. Mai 1993, Stand vom 08.11.2011
- TRLV Lärm Teil: Allgemeines (Ausgabe Januar 2010)
- TRLV Lärm Teil 1: Beurteilung der Gefährdung durch Lärm (Ausgabe Januar 2010)
- TRLV Lärm Teil 2: Messung von Lärm (Ausgabe Januar 2010)
- TRLV Lärm Teil 3: Lärmschutzmaßnahmen (Ausgabe Januar 2010)

10.4 DIN-EN- und ISO-Normen (Auswahl)

- DIN EN 352 „Gehörschützer; Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen; …
  Teil 1/04.2003 … Kapselgehörschützer,
  Teil 2/04.2003 … Gehörschutzstöpsel,
  Teil 3/02.2003 … Gehörschützer in Kombination mit Industrie-Schutzhelmen,
  Teil 4/01.2006 … Pegelabhängig dämmende Kapselgehörschützer
- DIN EN 458/02.2005 „Gehörschützer; Empfehlungen für Auswahl, Einsatz, Pflege und Instandhaltung“
- DIN EN ISO 11688/11.2009 „Richtlinien für die Gestaltung lärmarmer Maschinen und Geräte“
- DIN EN ISO 11690 „Richtlinien für die Gestaltung maschinenbestückter Arbeitsstätten“

Teil 1/02.1997 Allgemeine Grundlagen,
Teil 2/02.1997 Lärmminderungsmaßnahmen,
Teil 3/01.1999 Schallausbreitung und Vorausberechnung der Geräuschsituation
- DIN 1320/12.2009 „Akustik; Grundbegriffe“
- DIN 33404 Teil 3/05.1982 „Gefahrensignale für Arbeitsstätten; Akustische Gefahrensignale; Einheitliches Notsignal; Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung“
- DIN 45635 und Folgeteile/04.1984 u. a. „Geräuschmessung an Maschinen; Luftschallemission, Hüllflächen-Verfahren; Rahmenverfahren für 3 Genauigkeitsklassen“
- DIN 45641/06.1990 „Mittelung von Schallpegeln“
- DIN 45645 Teil 2/09.2012 „Ermittlung des Beurteilungspegels am Arbeitsplatz bei Tätigkeiten unterhalb des Pegelbereiches der Gehörgefährdung
- DIN EN 61672 Teil 1/12.2010 „Elektroakustik – Schallpegelmesser – Anforderungen“
- DIN 60942 „Elektroakustik/05.2004 – Schallkalibratoren“
- DIN ISO 230 Teil 5/03.2006 „Prüfregeln für Werkzeugmaschinen – Bestimmung der Geräuschemission“
- DIN EN ISO 3740/03.2001 „Akustik – Bestimmung des Schallleistungspegels von Geräuschquellen – Leitlinien zur Anwendung der Grundnormen“
- DIN EN ISO 11200/06.2012 „Akustik – Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten – Leitlinien zur Anwendung der Grundnormen zur Bestimmung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten“
- ISO 1999/01.1990 „Akustik; Bestimmung der berufsbedingten Lärmexposition und Einschätzung der lärmbedingten Hörschädigung“
- DIN EN ISO 9612/09.2009 „Akustik – Bestimmung der Lärmexposition am Arbeitsplatz“

10.5 VDI-Richtlinien (Auswahl)

- VDI 2058 Blatt 2/06.88 „Beurteilung von Lärm hinsichtlich Gehörgefährdung“
- VDI 2058 Blatt 3/04.13 „Beurteilung von Lärm am Arbeitsplatz unter Berücksichtigung unterschiedlicher Tätigkeiten“
- VDI 2062 Blatt 2/11.07 „Schwingungsisolierung; Isolierelemente“
- VDI 2720 Blatt 2/04.83 „Schallschutz durch Abschirmung in Räumen“
- VDI 2720 Blatt 3/02.83 „Schallschutz durch Abschirmung im Nahfeld; teilweise Umschließung“
- VDI 3720 Blatt 2/11.82 „Lärmarm konstruieren; Beispielsammlung“
- VDI 3723 Blatt 1/05.93 „Anwendung statistischer Methoden bei der Kennzeichnung schwankender Geräuschimmissionen“
- VDI 3727 Blatt 1/02.84 „Schallschutz durch Körperschalldämpfung; Physikalische Grundlagen und Abschätzungsverfahren“
- VDI 3727 Blatt 2/11.84 „Anwendungshinweise“
- VDI 3733/07.96 „Geräusche bei Rohrleitungen“
- VDI 3752 Blatt 1/07.93 „Emissionskennwerte technischer Schallquellen; Werkzeugmaschinen; Pressen zum Schneiden von Blech (Schneidpressen)“
- VDI 3755/02.00 „Schalldämmung und Schallabsorption abgehängter Unterdecken“
- VDI 3759/07.86 „Lärmminderung beim Transport von Blechen, Profilen, Hohlkörpern“
- VDI 3760/02.96 „Berechnung und Messung der Schallausbreitung in Arbeitsräumen“

11. Abbildungsverzeichnis

Titelbild: robodread - Fotolia.com

Seite 7 (Bild 0-1) BGHM/Schmischke

Seite 8 (Bild 1-1) nach: Honeywell Safety Products; Sperian Protection Deutschland

Seite 9 (Bild 1-2) nach: Honeywell Safety Products; Sperian Protection Deutschland

Seite 9 (Bild 1-3) nach: Honeywell Safety Products; Sperian Protection Deutschland

Seite 10 (Bild 1-4) BGHM/Benecke

Seite 10 (Bild 1-5) Russi & Morelli - Fotolia.com/ Hörzellenschaden „Gesundheitsschutz 4“ BAuA

Seite 10 (Bild 1-6) nach ISO 1999

Seite 10 (Bild 1-7) nach: Honeywell Safety Products; Sperian Protection Deutschland

Seite 12 (Bild 2-1) BGHM/Schmischke

Seite 13 (Bild 3-1) BGHM/Schmischke

Seite13 (Bild 3-2) BGHM/Schmischke

Seite 14 (Bild 3-3) BGHM/Schmischke (nach DIN EN 61672-1)

Seite 15 (Bild 3-4) BGHM/Neumann; Schiller

Seite 15 (Bild 3-5) BGHM/TRLV Lärm

Seite 17 (Bild 3-6)
DIN EN ISO 9612/09.2009

Seite 18 (Bild 3-7) BGHM nach DIN 45641:1976

Seite 18 (Bild 3-8) BGHM nach DIN 45641:1976

Seite 19 (Bild 3-9) BGHM/Schmischke

Seite 19 (Bild 3-10) BGHM/ Schmischke

Seite 20 (Bild 3-11)
BGHM/Schmischke

Seite 21 (Bild 3-12) nach: Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung

Seite 22 (Bild 3-13) BGHM

Seite 23 (Bild 3-14) nach: Ministerium für Arbeit und Soziales des Landes BRB/Grafik: Schmischke

Seite 24 (Bild 3-15) BGHM

Seite 24 (Bild 3-16) nach IFA Institut für Arbeitsschutz der DGUV

Seite 25 (Bild 3-17) nach: TRLV Lärm/ Grafik: Schmischke/BGHM

Seite 25 (Bild 3-18) TRLV Lärm

Seite 25 (Bild 3-19) TRLV Lärm

Seite 26 (Bild 3-20) nach: TRLV Lärm/ Grafik/Schmischke/BGHM

Seite 26 (Bild 3-21) nach: TLRV Lärm/ Grafik Schmischke/BGHM

Seite 26 (Bild 3-22) nach: TLRV Lärm/ Grafik Schmischke/BGHM

Seite 27 (Bild 4-1) BGHM/Schmischke

Seite 28 (Bild 4-2) BGHM/Schmischke

Seite 28 (Bild 4-3) BGHM/Schmischke

Seite 29 (Bild 5-1) BGHM/Benecke

Seite 31 (Bild 5-2) BGHM/Benecke

Seite 31 (Bild 5-3) DIN 45635-1:1984

Seite 32 (Bild 5-4) BGHM/Benecke

Seite 32 (Bild 5-5) nach: Maschinenverordnung 9. ProdSV

Seite 33 (Bild 6-1) Sifa-Ausbildung/ Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung/T. Michel - Fotolia.com/ Grafik:Schmischke/BGHM

Seite 33 (Bild 6-2) BGHM

Seite 34 (Bild 6-3) BGHM/Neumann; Schiller

Seite 34 (Bild 6-4) BGHM

Seite 34 (Bild 6-5) MAN Truck & Bus AG Werk Salzgitter/Foto: Schmischke/ BGHM

Seite 34 (Bild 6-6) BGHM

Seite 35 (Bild 6-7) BGHM/Schmischke

Seite 35 (Bild 6-8) BAuA/Schmidt: Lärmminderung am Arbeitsplatz; Beispielsammlung Nr. 283:1981

Seite 36 (Bild 6-9) BGHM/Benecke

Seite 36 (Bild 6-10) Continental AG, Hannover/Foto: Schmischke

Seite 36 (Bild 6-11) VDI 3759:1986; BAuA: Lärmminderung am Arbeitsplatz, Beispielsammlung 293:1981/Schmidt

Seite 36 (Bild 6-12) nach: Hylatechnik, Paul Chrubasik GmbH, Ilsfeld

Seite 37 (Bild 6-13) VDI 2564 Bl.2:1971

Seite 37 (Bild 6-14) BGHM

Seite 38 (Bild 6-15) BGHM/Benecke

Seite 38 (Bild 6-16)
ZH/1 564.13:1984; BGI 674

Seite 39 (Bild 6-17) BGI 789

Seite 40 (Bild 6-18) BGHM/Benecke

Seite 40 (Bild 6-19) DIN EN ISO 15667:1998

Seite 41 (Bild 6-20) Magna International Stanztechnik GmbH, Salzgitter/Foto: Schmischke/BGHM

Seite 41 (Bild 6-21) Magna International Stanztechnik GmbH, Salzgitter/Foto: Schmischke/BGHM

Seite 41 (Bild 6-22) BGI 789:2002

Seite 41 (Bild 6-23) MAN Truck & Bus AG Werk Salzgitter/Foto: Schmischke/BGHM

Seite 42 (Bild 6-24) BGHM/Benecke

Seite 42 (Bild 6-25) BGHM

Seite 43 (Bild 6-26) BGHM/Benecke

Seite 44 (Bild 6-27) BGHM

Seite 44 (Bild 6-28) DIN EN ISO 3746:2011

Seite 44 (Bild 6-29) BGHM/Benecke

Seite 45 (Bild 6-30) pinta acoustic GmbH

Seite 45 (Bild 6-31) Continental AG, Hannover/Foto: Schmischke

Seite 45 (Bild 6-32) nach: BGI 674:2003/Grafik: Benecke/BGHM

Seite 45 (Bild 6-33) nach: BGI 674:2003/Grafik: Benecke/BGHM

Seite 47 (Bild 7-1) BGI 675:2008

Seite 48 (Bild 8-1) BGV A8

Seite 48 (Bild 8-2) BGHM

Seite 48 (Bild 8-3)
oben: Bettina Glaser - Fotolia.com;
unten: Achim Banck - Fotolia.com

Seite 49 (Bild 8-4)
oben: buFka - Fotolia.com
Mitte: Ro - Fotolia.com
unten: BGHM/Neumann; Schiller

Seite 49 (Bild 8-5) BGHM/Neumann; Schiller

Seite 50 (Bild 8-6) BGHM

Seite 50 (Bild 8-7) BGR/GUV-R 194: 2011

Seite 51 (Bild 8-8) BGR/GUV-R 194: 2011

Seite 52 (Bild 8-9):
BGI/GUVI 5024:2011

Seite 53 (Bild 8-10) BGR/GUV-R 194:2011/Grafik:Schmischke/BGHM

Seite 54 (Bild 9-1) BGHM/Benecke

Seite 55 (Bild 9-2) BGHM/Schmischke

Seite 55 (Bild 9-3)
links: BGHM/Schiller + Neumann
rechts: Klaus Eppele - Fotolia.com

Anhang 1: nach: DIN 45641:1976/ Grafik: BGHM

Anhang 2: nach: DIN 45641:1976/ Grafik: BGHM

Anhang 3: nach: DIN 45641:1976/ Grafik: BGHM

Anhang 4: nach: DIN 45641:1976/ Grafik: BGHM

Anhang 5: nach: DIN 45641:1976/ Grafik: BGHM

Anhang 6: nach: Ministerium für Arbeit und Soziales des Landes BRB/Grafik: Schmischke/BGHM

Anhang 7: Fachbereichsinformationsblatt Nr. 103

Anhang 8: IFA Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung:September 2013

Die Auszüge aus und nach DIN-Normen sind mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. wiedergegeben. Maßgebend für das Anwenden der DIN-Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

Anhang 1

Bericht zur Geräuschmessung – Geräuschimmission (Muster)

Unternehmen: _____ Bearbeiter: _____
Veranlassung: _____ Messort: _____
Datum: _____ Messgerät: _____
Teilnehmer: _____ Kalibrator: _____

Mess-punkt	Arbeits-bereich	ergänzende Angaben	Mess-zeit	Teil-zeit	Schalldruckpegel		
lfd. Nr.	Maschine Tätigkeit	Betriebszustand Hauptschall-quelle Fremdgeräusch	T_M [min]	T_I [min]	L_{Aeq} [dB(A)]	$L_{pC,peak}$ [dB(C)]	L_{Ceq} [dB(C)]

Bemerkungen:

Datum: Unterschrift:

Ortsbezogener Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$: _____ dB(A)

Genauigkeitsklasse:

Ermittlungsunsicherheit:

Anhang 2

Hilfsgröße g_i und ΔL_m für g_m

Tabelle 1	
ΔL in dB	g_i
40	10 000
39	8 000
38	6 300
37	5 000
36	4 000
35	3 200
34	2 500
33	2 000
32	1 600
31	1 300
30	1 000
29	800
28	630
27	500
26	400
25	320
24	250
23	200
22	160
21	130
20	100
19	80
18	63
17	50
16	40
15	32
14	25
13	20
12	16
11	13
10	10
9	8,0
8	6,3
7	5,0
6	4,0
5	3,2
4	2,5
3	2,0
2	1,6
1	1,3
0	1,00
-1	0,80
-2	0,63
-3	0,50
-4	0,40
-5	0,32
-6	0,25
-7	0,20
-8	0,16
-9	0,13
-10	0,10

Tabelle 2	
g_m	ΔL_m in dB*)
8 910	39
7 080	38
5 620	37
4 470	36
3 550	35
2 820	34
2 240	33
1 780	32
1 410	31
1 120	30
891	29
708	28
562	27
447	26
355	25
282	24
224	23
178	22
141	21
112	20
89,1	19
70,8	18
56,2	17
44,7	16
35,5	15
28,2	14
22,4	13
17,8	12
14,1	11
11,2	10
8,91	9
7,08	8
5,62	7
4,47	6
3,55	5
2,82	4
2,24	3
1,78	2
1,41	1
1,12	0
0,891	-1
0,708	-2
0,562	-3
0,447	-4
0,355	-5
0,282	-6
0,224	-7
0,178	-8
0,141	-9
0,112	

*) Jeder Pegelwert gilt für den Bereich zwischen den versetzt angeordneten g_m-Werten

Anhang 3

Schallpegelmittelung

1	2	3	4	5	6	7
Messpunkt (MP) Arbeitsplatz oder Tätigkeit	äquivalenter Dauerschall-pegel je MP $L_{Aeq,i}$ in dB	Bezugs-pegel L_0 in dB	Pegel-differenz $\Delta L = L_{Aeq,i} - L_0$ in dB	Teilzeit T_i [min] [1)] [h] [1)]	Gewichts-faktor g_i aus Tabelle 1	 $g_i * T_i$
N = Anzahl L_i →			$T_M = \Sigma T_i$ →		$\Sigma g_i * T_i$ →	

$$g_m = \frac{\Sigma g_i}{N} \Big/ \frac{\Sigma g_i * T_i}{T_M}\ ^{1)} =$$

ΔL_m für g_m aus Tabelle 2 : ΔL_m

äquivalenter
Dauerschallpegel: $L_M = L_0 + \Delta L_m$

$L_M =$ + dB

$L_{Aeq} =$ dB(A)

1) Nichtzutreffendes streichen

Anhang 4

Schallpegeladdition

1	2	3	4	5
Messpunkt (MP) Arbeitsplatz oder Tätigkeit	äquivalenter Dauerschall-pegel je MP $L_{Aeq,i}$ in dB	Bezugspegel L_0 in dB	Pegeldifferenz $\Delta L = L_{Aeq,i} - L_0$ in dB	Gewichts-faktor g_i aus Tabelle 1

Σg_i →

$g_m = \Sigma g_i =$

ΔL_m für g_m aus Tabelle 2: $\Delta L_m =$ dB

$L_{ges} = L_0 + \Delta L_m$

$= \quad +$ dB

$L_{ges} =$ dB

Anhang 5

Berechnung des Tages-Lärmexpositionspegels

1	2	3	4	5	6	7
Messpunkt (MP) Arbeitsplatz oder Tätigkeit	äquivalenter Dauerschall-pegel je MP $L_{Aeq,i}$ in dB	Bezugs-pegel L_0 in dB	Pegel-differenz $\Delta L = L_{Aeq,i} - L_0$ in dB	Teilzeit T_i [min] 1) [h] 1)	Gewichts-faktor g_i aus Tabelle 1	 $g_i * T_i$
Beurteilungszeit T_r = [min],[h] 1),2)				ΣT_i →		$\Sigma g_i * T_i$ →

$$g_m = \frac{\sum g_i * T_i}{T_r} = \text{_____}$$

ΔL_m für g_m aus Tabelle 2: ΔL_m = dB(A)

Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h} = L_0 + \Delta L_m$

$L_{EX,8h}$ = + dB(A)

$L_{EX,8h}$ = dB(A)

1) Nichtzutreffendes streichen
2) Im Allgemeinen 8 h/Tag oder 480 min/Tag, in Ausnahmefällen auch 40 h/Woche

Anhang 6

Lärmexpositionspunkte

Lärmexpositionspunkte	
unterer Auslösewert eingehalten	$L_{EX,8h}$ < 80 dB(A)
oberer Auslösewert eingehalten	$L_{EX,8h}$ < 85 dB(A)
oberer Auslösewert nicht eingehalten	$L_{EX,8h}$ ≥ 85 dB(A)

L_{Aeq} in dB(A)	Tägliche Einwirkungsdauer in Minuten							
	15	30	60	120	180	240	360	480
110	3.125	6.250	12.500	25.000	37.500	50.000	75.000	100.000
109	2.482	4.965	9.929	19.858	29.787	39.716	59.575	79.433
108	1.972	3.943	7.887	15.774	23.661	31.548	47.322	63.096
107	1.566	3.132	6.265	12.530	18.795	25.059	37.589	50.119
106	1.244	2.488	4.976	9.953	14.929	19.905	29.858	39.811
105	988	1.976	3.953	7.906	11.859	15.811	23.717	31.623
104	785	1.570	3.140	6.280	9.420	12.559	18.839	25.119
103	624	1.247	2.494	4.988	7.482	9.976	14.964	19.953
102	495	991	1.981	3.962	5.943	7.924	11.887	15.849
101	393	787	1.574	3.147	4.721	6.295	9.442	12.589
100	313	625	1.250	2.500	3.750	5.000	7.500	10.000
99	248	496	993	1.986	2.979	3.972	5.957	7.943
98	197	394	789	1.577	2.366	3.155	4.732	6.310
97	157	313	626	1.253	1.879	2.506	3.759	5.012
96	124	249	498	995	1.493	1.991	2.986	3.981
95	98,8	198	395	791	1.186	1.581	2.372	3.162
94	78,5	157	314	628	942	1.256	1.884	2.512
93	62,4	125	249	499	748	998	1.496	1.995
92	49,5	99,1	198	396	594	792	1.189	1.585
91	39,3	78,7	157	315	472	629	944	1.259
90	31,3	62,5	125	250	375	500	750	1.000
89	24,8	49,6	99,3	199	298	397	596	794
88	19,7	39,4	78,9	158	237	315	473	631
87	15,7	31,3	62,6	125	188	251	376	501
86	12,4	24,9	49,8	99,5	149	199	299	398
85	9,9	19,8	39,5	79,1	119	158	237	316
84	7,8	15,7	31,4	62,8	94,2	126	188	251
83	6,2	12,5	24,9	49,9	74,8	99,8	150	200
82	5,0	9,9	19,8	39,6	59,4	79,2	119	158
81	3,9	7,9	15,7	31,5	47,2	62,9	94,4	126
80	3,1	6,3	12,5	25,0	37,5	50,0	75,0	100
79	2,5	5,0	9,9	19,9	29,8	39,7	59,6	79,4
78	2,0	3,9	7,9	15,8	23,7	31,5	47,3	63,1
77	1,6	3,1	6,3	12,5	18,8	25,1	37,6	50,1
76	1,2	2,5	5,0	10,0	14,9	19,9	29,9	39,8
75	1,0	2,0	4,0	7,9	11,9	15,8	23,7	31,6
	0,25	0,5	1	2	3	4	6	8
	Tägliche Einwirkungsdauer in Stunden							

Punktsumme über...	Punktsumme bis...	$L_{EX,8h}$ in dB(A)
89.125	112.202	110
70.795	89.125	109
56.234	70.795	108
44.668	56.234	107
35.481	44.668	106
28.184	35.481	105
22.387	28.184	104
17.783	22.387	103
14.125	17.783	102
11.220	14.125	101
8.913	11.220	100
7.079	8.913	99
5.623	7.079	98
4.467	5.623	97
3.548	4.467	96
2.818	3.548	95
2.239	2.818	94
1.778	2.239	93
1.413	1.778	92
1.122	1.413	91
891	1.122	90
708	891	89
562	708	88
447	562	87
355	447	86
282	355	85
224	282	84
178	224	83
141	178	82
112	141	81
89	112	80
71	89	79
56	71	78
45	56	77
35	45	76
28	35	75

Benutzung bei mehreren Tätigkeiten im Lärm

1.) In der Zeile des Schallpegels und der Spalte der dazugehörigen Einwirkungsdauer den Punktwert ablesen.
2.) Dieses für jede Tätigkeit wiederholen.
3.) Punktwerte zur Punktsumme addieren.
4.) In den Spalten "Punktsumme über... bis ... " die der Punktsumme zugeordneten Zeile bestimmen.
5.) Dem zur Punktsumme zugeordneten $L_{EX,8h}$ in der rechten Spalte ist der Tages-Lärmexpositionspegel.

Anhang 7

Bestellschreiben – Geräuschemission (Muster für Auftragsvergabe)

Bezeichnung (Maschine, Anlage, Gerät, Zusatzaggregat):

_____

_____

_____

Die EG-Maschinenrichtlinie (2006/42/EG) verpflichtet den Hersteller zur Angabe von Geräuschemissionswerten. Diese eignen sich zur Ermittlung des Standes der Lärmminderungstechnik und zur Auswahl leiser Maschinen.

Die Geräuschemissionswerte sind auf der Basis von maschinenspezifischen Maschinensicherheitsnormen oder separaten maschinenspezifischen Geräuschtestcodes zu ermitteln. Basisnormen sind

- DIN EN ISO 3740 ff oder DIN EN ISO 9614 Teile 1-3 für die Ermittlung des A-Schallleistungspegels bzw.
- DIN EN ISO 11200 ff für die Ermittlung des A-bewerteten Emissions-Schalldruckpegels am Arbeitsplatz und des C-bewerteten Spitzenschalldruckpegels

und entsprechend für die Angaben die DIN EN ISO 4871, z. B. als Zweizahl-Angabe (Messwert und zusätzlich die damit verbundene Unsicherheit).

Grenzwerte	Leerlauf	Last/ Bearbeitung	angewendete Norm
Schallleistungspegel L_{WA} (in dB re 1 pW)	..... dB	..... dB	
Unsicherheit K_{WA}	..... dB	..... dB	
Emissionschalldruckpegel am Arbeitsplatz L_{pA} (in dB re 20 µPa) oder anderen festgelegten Orten	1. _____ dB 2. _____ dB 3. _____ dB	1. _____ dB 2. _____ dB 3. _____ dB	
Unsicherheit K_{pA}	..... dB	..... dB	
1 m – Messflächen-Schalldruckpegel $L_{pA,1m}$ (in dB re 20 µPa)	..... dB	..... dB	
Spitzenschalldruckpegel $L_{pC,peak}$ (in dB re 20 µPa)	..... dB	..... dB	
Unsicherheit K_{pCpeak}	..... dB	..... dB	

- Lage der/des Messpunkte(s) am Arbeitsplatz: _____
- Betriebsbedingungen während der Geräuschemissionsmessung _____
- Weitere Schallschutzmaßnahmen: _____
- Weitere Angaben (z. B. Tonhaltigkeit): _____

(erstellt in Anlehnung an DIN EN ISO 11690-1)

Anhang 8

Alle dem IFA gemeldeten Gehörschützer mit EG-Baumusterprüfbescheinigung Stand: 09.09. 2013

A – Passiver Gehörschutz (ohne elektronische Zusatzeinrichtungen)

Es werden folgende Praxisabschläge berücksichtigt:

- Vor Gebrauch zu formende Gehörschutzstöpsel 9 dB
- Fertig geformte Gehörschutzstöpsel 5 dB
- Bügelstöpsel 5 dB
- Kapselgehörschützer 5 dB
- Otoplastiken mit Funktionskontrolle* 3 dB

Der Einsatz von Otoplastiken ohne Funktionskontrolle mit einem Abschlag von 6 dB ist entsprechend TRLV Lärm Teil 3 (Lärmminderungsmaßnahmen) nicht mehr zulässig.
Diese Produkte müssen kurzfristig einer Funktionskontrolle zugeführt werden.

** Funktionskontrolle bei der Auslieferung und danach regelmäßig im Abstand von maximal zwei Jahren.*

Bei Extremsituationen mit Verwendung von Kombinationen aus Stöpseln und Kapseln ist je nach Stöpselart ein Wert von K_S = 9 dB (vor Gebrauch zu formende Stöpsel) bzw. K_S = 5 dB (fertig geformte Stöpsel) berücksichtigt.

Die Einsatzgrenze liegt bei Erreichen des maximal zulässigen Expositionspegels $L_{EX,8h}$ = 85 dB(A) am Ohr des Benutzers.

Im empfohlenen Einsatzbereich liegt der Schalldruckpegel unter dem Gehörschutz bei 70-80 dB(A). Eine zu hohe Schalldämmung kann zu Überprotektion und Isolationsgefühl führen!

Qualifizierte Unterweisungen:
Wird die Unterweisung mindestens viermal jährlich mit praktischen Übungen durchgeführt und dies dokumentiert, spricht man von einer qualifizierten Benutzung (siehe BGR/GUV-R 194 – Unterweisungsrichtlinie zur qualifizierten Benutzung von Gehörschutz). In diesen Fällen kann auf die Praxisabschläge der Schalldämmung verzichtet werden. Dadurch verschiebt sich der Einsatzbereich für die einzelnen Gehörschützertypen um die oben genannten Praxisabschläge hin zu höheren Schalldruckpegeln. Die qualifizierte Benutzung ist bei extrem hohen Schalldruckpegeln erforderlich und sollte auf diese Einzelfälle beschränkt bleiben.

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
Kapselgehörschützer mit Universalbügel								
Moldex-Metric AG	Moldex M2 (als Kopfbügel)	106	97	91-101	82-92		*	
Moldex-Metric AG	Moldex Z2	106	97	91-101	82-92		*	
Oy Silenta Ltd.	Aurora LT (als Kinnbügel)	107	99	92-102	84-94			
Oy Silenta Ltd.	Aurora LT (als Kopfbügel)	108	100	93-103	85-95			
Oy Silenta Ltd.	Aurora LT (als Nackenbügel)	107	99	92-102	84-94			
Oy Silenta Ltd.	Bel II (als Kinnbügel)	98	92	83-93	77-87			
Oy Silenta Ltd.	Bel II (als Kopfbügel)	98	92	83-93	77-87			
Oy Silenta Ltd.	Bel II (als Nackenbügel)	98	92	83-93	77-87			
Oy Silenta Ltd.	Bella (als Kinnbügel)	100	94	85-95	79-89			
Oy Silenta Ltd.	Bella (als Kopfbügel)	100	93	85-95	78-88			
Oy Silenta Ltd.	Bella (als Nackenbügel)	100	94	85-95	79-89			
Oy Silenta Ltd.	Splendor LT (als Kinnbügel)	108	100	93-103	85-95			
Oy Silenta Ltd.	Splendor LT (als Kopfbügel)	108	100	93-103	85-95			
Oy Silenta Ltd.	Splendor LT (als Nackenbügel)	108	100	93-103	85-95			

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
Oy Silenta Ltd.	Universal (als Kinnbügel)	103	94	88-98	79-89			
Oy Silenta Ltd.	Universal (als Kopfbügel)	104	95	89-99	80-90			
Oy Silenta Ltd.	Universal (als Nackenbügel)	104	96	89-99	81-91			
Sperian Protection (vorm. Howard Leight Europe)	QM 24+ (als Kinnbügel)	102	94	87-97	79-89		*	
Sperian Protection (vorm. Howard Leight Europe)	QM 24+ (als Kopfbügel)	103	95	88-98	80-90		*	
Sperian Protection (vorm. Howard Leight Europe)	QM 24+ (als Nackenbügel)	103	94	88-98	79-89		*	
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Viking V1s (als Kinnbügel)	106	99	91-101	84-94			
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Viking V1s (als Kopfbügel)	108	101	93-103	86-96			
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Viking V1s (als Nackenbügel)	106	99	91-101	84-94			
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Viking V3s (als Kinnbügel)	109	103	94-104	88-98	W		
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Viking V3s (als Kopfbügel)	110	104	95-105	89-99	W		
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	BilsomViking V3s (als Nackenbügel)	110	104	95-105	89-99	S W		
Sperian Protection (vorm. Dalloz Safety AB)	Bilsom Clarity C2 (als Kinnbügel)	107	103	92-102	88-98	SV W	*	
Sperian Protection (vorm. Dalloz Safety AB)	Bilsom Clarity C2 (als Kopfbügel)	109	105	94-104	90-100	S W	*	
Sperian Protection (vorm. Dalloz Safety AB)	Bilsom Clarity C2 (als Nackenbügel)	107	104	92-102	89-99	SV W	*	
KapselGS mit Kopfbügel								
3M (vorm. Peltor AB)	H31A	105	95	90-100	80-90			
3M (vorm. Peltor AB)	H4A	101	92	86-96	77-87			
3M (vorm. Peltor AB)	H510A Optime I	105	95	90-100	80-90			
3M (vorm. Peltor AB)	H510A Optime II	109	100	94-104	85-95			
3M (vorm. Peltor AB)	H540A Bull´s Eye III	112	103	97-107	88-98			
3M (vorm. Peltor AB)	H510A Optime III	112	103	97-107	88-98			
3M (vorm. Peltor AB)	Peltor Kid	103	94	88-98	79-89			
3M Svenska AB	3M Peltor X1A	104	96	89-99	81-91			
3M Svenska AB	3M Peltor X2A	109	100	94-104	85-95			
3M Svenska AB	3M Peltor X3A	110	105	95-105	90-100	W		
3M Svenska AB	3M Peltor X4A	110	102	95-105	87-97			
3M Svenska AB	3M Peltor X5A	115	107	100-110	92-102			

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
Artilux Herzig AG	Arton 1000	104	96	89-99	81-91		*	
Artilux Herzig AG	Arton 2000	107	99	92-102	84-94		*	
Artilux Herzig AG	Arton 2200	100	94	85-95	79-89		*	
Artilux Herzig AG	Arton Pocket 1000	105	97	90-100	82-92		*	
Artilux Herzig AG	Arton Pocket 2000	107	99	92-102	84-94		*	
Artilux Herzig AG	Profi 1000	101	93	86-96	78-88		*	
ASSI Arbeitsschutz GmbH	2000	100	93	85-95	78-88		*	
ASSI Arbeitsschutz GmbH	4000	102	93	87-97	78-88		*	H,L
ASSI Arbeitsschutz GmbH	6000	106	100	91-101	85-95		*	H,L
Bacou Intersafe	Nobelsafe Super	98	93	83-93	78-88		*	
E/D/E GmbH	Format 4000	102	93	87-97	78-88		*	L,H
E/D/E GmbH	Format 4010	106	100	91-101	85-95		*	L,H
Electrolux Motor AB	Husqvarna	102	95	87-97	80-90		*	
Electrolux Motor AB	Jonsered	102	95	87-97	80-90		*	
Electrolux Motor AB	Partner	102	95	87-97	80-90		*	
Elvex Corporation	Equalizer	107	98	92-102	83-93		*	
Elvex Corporation	HB-25	105	97	90-100	82-92		*	
Elvex Corporation	HB-35	108	98	93-103	83-93		*	
Elvex Corporation	SuperSonic	111	102	96-106	87-97		*	
ENHA GmbH	3001 Star	100	93	85-95	78-88		*	
ENHA GmbH	ENHA 3003	102	93	87-97	78-88		*	L,H
ENHA GmbH	ENHA 3004	106	100	91-101	85-95		*	L,H
Fondermann GmbH	Compac 2000 FB	97	92	82-92	77-87		*	H,L
Fondermann GmbH	Systac 5001 SD	102	94	87-97	79-89		*	H,L
Fondermann GmbH	Varigard 4000 SE	99	92	84-94	77-87		*	L
Fondermann GmbH	Vario 5001	102	94	87-97	79-89		*	L
Fondermann GmbH	Vario 5001 SD	101	93	86-96	78-88		*	H,L
Fondermann GmbH	Vario Vol 2000	108	100	93-103	85-95		*	H
Fondermann GmbH	Vario Vol 2000 SD	107	100	92-102	85-95		*	H
General Protection AB	XLS	102	95	87-97	80-90		*	
Gerin S.A.	Model 285	106	97	91-101	82-92			
Gerin S.A.	Model 286	103	94	88-98	79-89			
Hellberg Safety AB	Hellberg 2	106	97	91-101	82-92		*	
Hellberg Safety AB	Mark 10	107	98	92-102	83-93		*	

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
Hellberg Safety AB	Mark 12	111	102	96-106	87-97		*	
Hellberg Safety AB	Mark 8	105	95	90-100	80-90		*	
Hellberg Safety AB	Mark I	102	95	87-97	80-90	W	*	
Hellberg Safety AB	Mark V	106	99	91-101	84-94	W	*	
Hellberg Safety AB	Mark X	107	99	92-102	84-94		*	
Hellberg Safety AB	Primus	101	93	86-96	78-88		*	
Ho Cheng Enterprise	A812X	105	95	90-100	80-90		*	
Ho Cheng Enterprise	HC 700	105	97	90-100	82-92		*	
Lockweiler Plastic Werke	LA 3001	100	93	85-95	78-88		*	
Lockweiler Plastic Werke	LA 3002 Bolt	100	94	85-95	79-89		*	
Lockweiler Plastic Werke	LA 3003 Shot	102	93	87-97	78-88		*	L,H
Lockweiler Plastic Werke	LA 3004 Jet	106	100	91-101	85-95		*	L,H
Medop	Audiflex	110	104	95-105	89-99			
Medop	QUE SE CALLEN	111	104	96-106	89-99			
Medop	Rumor IV	102	93	87-97	78-88			
Moldex-Metric AG	Moldex M1	109	101	94-104	86-96			
MSA Sordin AB	HPE type 1	109	103	94-104	88-98	S W	*	
MSA Sordin AB	Type 1 EXC	104	96	89-99	81-91		*	
MSA Sordin AB	Type 1 High	111	103	96-106	88-98	S		
MSA Sordin AB	Type 1 Low	102	94	87-97	79-89			
MSA Sordin AB	Type 1 Medium	106	97	91-101	82-92			
Optac GmbH	Opticom C	97	92	82-92	77-87		*	
Optac GmbH	Vario	101	94	86-96	79-89		*	
Optac GmbH	Vario 5005 SD	101	94	86-96	79-89		*	H
Optac GmbH	Vario Vol	108	100	93-103	85-95		*	
Optac GmbH	Vario Vol 1 SD	107	99	92-102	84-94		*	H
Oy Silenta Ltd.	Ergomax	110	102	95-105	87-97			
Oy Silenta Ltd.	Splendor	109	101	94-104	86-96			
Oy Silenta Ltd.	Supermax	114	106	99-109	91-101			
Schuberth GmbH	SHP 29-H	107	97	92-102	82-92			
Scott Health & Safety	Zone 1	107	98	92-102	83-93			
Scott Health & Safety	Zone 2	109	100	94-104	85-95			
Scott Health & Safety	Zone 3	112	103	97-107	88-98			
SIBOL s.a.l.	Silent I	106	97	91-101	82-92			

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
SIBOL s.a.l.	Silent II	105	96	90-100	81-91			
SIBOL s.a.l.	Silent III	103	94	88-98	79-89			
Sperian Hearing Protection LLC	HL Thunder T1s	108	101	93-103	86-96		*	
Sperian Hearing Protection LLC	HL Thunder T2s	111	105	96-106	90-100	S W	*	
Sperian Hearing Protection LLC	HL Thunder T3s	114	106	99-109	91-101	S W	*	
Sperian Hearing Protection LLC	Howard Leight Clarity C1	102	100	87-97	85-95	S W	*	
Sperian Hearing Protection LLC	Howard Leight Clarity C3	112	109	97-107	94-104	SV W	*	
Sperian Hearing Protection LLC	Howard Leight Leightning L1s	108	103	93-103	88-98			
Sperian Hearing Protection LLC	Howard Leight Leightning L2s	109	103	94-104	88-98	S W		
Sperian Hearing ProtectionLLC	Howard Leight Mach 1	100	93	85-95	78-88		*	
Sperian Hearing Protection LLC	Howard Leight Thunder T2s Hi-Visibility	111	105	96-106	90-100	S W		
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Leightning L3s	112	107	97-107	92-102	SV W		
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Leightning L3s Hi-Visibility	112	107	97-107	92-102	SV W		
Unico Graber AG	Sonico 2000	98	93	83-93	78-88		*	
Unico Graber AG	Sonico 85	98	93	83-93	78-88		*	
Unico Graber AG	Sonico Standard	100	92	85-95	77-87		*	
Uvex Arbeitsschutz GmbH	dB ex 2300+	100	93	85-95	78-88		*	
Uvex Arbeitsschutz GmbH	dB ex 2500+	102	93	87-97	78-88		*	L,H
Uvex Arbeitsschutz GmbH	dB ex 2800+	106	100	91-101	85-95		*	L,H
KapselGS mit Kopfbügel, zusammenklappbar								
3M (vorm. Peltor AB)	H510F Optimel	105	96	90-100	81-91			
3M (vorm. Peltor AB)	H520F Bull´s Eye II	108	100	93-103	85-95			
3M (vorm. Peltor AB)	H520F Optime II	108	100	93-103	85-95			
Oy Silenta Ltd.	Splendor Mil	104	96	89-99	81-91			
Oy Silenta Ltd.	Sportmil 2000	102	95	87-97	80-90			
Oy Silenta Ltd.	Sportmil 2001	107	99	92-102	84-94			
Oy Silenta Ltd.	Supermil 4000	103	96	88-98	81-91			
Sperian Hearing Protection LLC	Howard Leight Clarity C1 F	104	99	89-99	84-94	W	*	
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Leightning L2Fs	110	104	95-105	89-99	S W		
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Leightning L2Fs Hi-Visibility	110	104	95-105	89-99	S W		
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Thunder T1Fs	108	102	93-103	87-97	W	*	

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
KapselGS mit Nackenbügel								
3M (vorm. Peltor AB)	H31B	104	95	89-99	80-90			
3M (vorm. Peltor AB)	H510B Optime I	104	95	89-99	80-90			
3M (vorm. Peltor AB)	H520B Optime II	109	100	94-104	85-95			
3M (vorm. Peltor AB)	H540B Optime III	112	103	97-107	88-98			
Fondermann GmbH	Vario 5001N	100	92	85-95	77-87		*	
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Leightning L0Ns	99	94	84-94	79-89			
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Leightning L1Ns	107	101	92-102	86-96	W		
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Leightning L2Ns	109	102	94-104	87-97	W		
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Leightning L3Ns	111	106	96-106	91-101	SV W		
KapselGS am Schutzhelm								
3M (vorm. Peltor AB)	H31P3	106	96	91-101	81-91			35 Helme
3M (vorm. Peltor AB)	H510P3Optime I	103	95	88-98	80-90			1 Helm
3M (vorm. Peltor AB)	H520P3Optime II	108	99	93-103	84-94			1 Helm
3M (vorm. Peltor AB)	H540P3 Optime III	112	102	97-107	87-97			1 Helm
Elvex Corporation	Elvex HM25	103	95	88-98	80-90		*	1 Helm
ENHA GmbH	3015	100	93	85-95	78-88		*	1 Helm
ENHA GmbH	3016	104	98	89-99	83-93	W	*	1 Helm
Hellberg Safety AB	Hellberg Zone 1c	102	95	87-97	80-90			
Hellberg Safety AB	Hellberg Zone 2c	105	97	90-100	82-92			
Hellberg Safety AB	Hellberg Zone 3c	106	99	91-101	84-94			
Hellberg Safety AB	Mark 10-K	107	98	92-102	83-93		*	3 Helme
Hellberg Safety AB	Mark 12-K	110	101	95-105	86-96		*	3 Helme
Hellberg Safety AB	Mark 8-K	104	96	89-99	81-91		*	6 Helme
ISC GmbH	GHS	103	96	88-98	81-91		*	1 Helm
Jefferson GmbH	J-GHS	103	96	88-98	81-91		*	1 Helm
Lockweiler Plastic Werke	LA 3013 Shot	98	92	83-93	77-87		*	1 Helm
Lockweiler Plastic Werke	LA 3014 Jet	105	99	90-100	84-94	W	*	1 Helm
Lockweiler Plastic Werke	LA 3015 Shot	100	93	85-95	78-88		*	4 Helme
Lockweiler Plastic Werke	LA 3016 Jet	104	98	89-99	83-93	W	*	4 Helme
MSA Sordin AB	HPE type 2	108	102	93-103	87-97		*	2 Helme

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
MSA Sordin AB	Type 2 EXC	103	95	88-98	80-90		*	13 Helme
MSA Sordin AB	Type 2 High	108	101	93-103	86-96			12 Helme
MSA Sordin AB	Type 2 Low	102	95	87-97	80-90			12 Helme
MSA Sordin AB	Type 2 Medium	105	97	90-100	82-92			12 Helme
Oy Silenta Ltd.	Ergomax cap	110	102	95-105	87-97			25 Helme
Oy Silenta Ltd.	Splendorcap	108	101	93-103	86-96			25 Helme
Oy Silenta Ltd.	Splendorcap hat	108	100	93-103	85-95			2 Helme
Oy Silenta Ltd.	Splendor Milcap	105	99	90-100	84-94			1 Helm
Oy Silenta Ltd.	Sportmilcap plus	106	98	91-101	83-93			17 Helme
Oy Silenta Ltd.	Supermilcap	104	97	89-99	82-92			17 Helme
Protos GmbH	Modell P1	98	91	83-93	76-86		*	1 Helm
Schuberth GmbH	SHP28-C	105	97	90-100	82-92			
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Clarity C1 H	103	99	88-98	84-94	W	*	1 Helm
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Leightning L1Hs	105	99	90-100	84-94			30 Helme
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Leightning L1Hs Hi-Visibility	105	99	90-100	84-94			30 Helme
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Leightning L3Hs	109	104	94-104	89-99	S W		30 Helme
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Thunder T1Hs	106	100	91-101	85-95			30 Helme
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Thunder T2Hs	108	103	93-103	88-98	W		30 Helme
Sperian Protection (vorm. Dalloz Safety GmbH)	Bilsom Clarity C3 H	108	104	93-103	89-99	SV W	*	1 Helm
Unico Graber AG	Soniclip	100	92	85-95	77-87		*	1 Helm
Uvex Arbeitsschutz GmbH	dB ex 2500	98	92	83-93	77-87		*	1 Helm
Uvex Arbeitsschutz GmbH	dB ex 2800	105	99	90-100	84-94	W	*	1 Helm
Uvex Arbeitsschutz GmbH	dB ex 2500 H	100	93	85-95	78-88		*	1 Helm
Uvex Arbeitsschutz GmbH	dB ex 2800 H	104	98	89-99	83-93	W	*	1 Helm
Fertig geformte Gehörschutzstöpsel zum einmaligen Gebrauch bestimmt								
Katalist Consultants	LoBel	103	101	88-98	86-96	S W	*	
PPZ Stanmark	Stopper ELA 201	101	100	86-96	85-95	SV WE	*	
Safety Handels GmbH	Conus	96	94	81-91	79-89	S W	*	
Safety Handels GmbH	Phonstop G	98	96	83-93	81-91	W	*	
Sperian Protection (vorm. Howard Leight)	Matrix Blue	100	95	85-95	80-90			

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
Sperian Protection (vorm. Howard Leight)	Matrix Green	103	100	88-98	85-95	W		
Sperian Protection (vorm. Howard Leight)	Matrix Orange	105	102	90-100	87-97	W		
Uvex Arbeitsschutz GmbH	Uvex xact-fit	103	99	88-98	84-94	W		
Vor Gebrauch zu formende Gehörschutzstöpsel zum einmaligen Gebrauch bestimmt								
3M United Kingdom	3M 1100/3M 1110	110	107	95-105	92-102	SV WE		X
3M United Kingdom	3M 1120/3M 1130 (corded)	107	103	92-102	88-98	S W		
Aearo Ltd	Classic II	100	98	85-95	83-93	S W		A
Aearo Ltd	EARsoft FX	112	110	97-107	95-105	SV WE		
Artelli nv/sa	Artelli Plug	105	105	90-100	90-100	SV WE	*	
Beiersdorf AG	Hansaplast Lärmstop	105	105	90-100	90-100	SV WE	*	
Delta Plus Group	Conic01	105	105	90-100	90-100	SV WE	*	
Forng-Chwen Enterprise	EF-87	105	104	90-100	89-99	SV WE	*	
Forng-Chwen Enterprise	EF-88	108	106	93-103	91-101	SV WE	*	
IVF Hartmann	Calmor	96	93	81-91	78-88		*	
Kimberly Clark Europe Ltd	KLEENGUARD* H10	104	101	89-99	86-96	W		
Kroschke sign-international GmbH	Work SP 300	110	109	95-105	94-104	SV WE		A
Medop	Murmullo	110	109	95-105	94-104	SV WE		
Medop	Murmullo Detectable	111	110	96-106	95-105	SV WE		
Medop	Murmullo mit Band	110	109	95-105	94-104	SV WE		
Moldex-Metric AG	Contours	109	104	94-104	89-99	SV W	*	
Moldex-Metric AG	MelLows	94	88	79-89	73-83		*	
Moldex-Metric AG	Ohropax Color Plux	105	101	90-100	86-96	S W	*	
Moldex-Metric AG	Pura-Fit 7700	108	102	93-103	87-97	SV W	*	
Moldex-Metric AG	Pura-Fit Cord 6900	108	102	93-103	87-97	SV W	*	
Moldex-Metric AG	Spark Plugs soft	108	107	93-103	92-102	W		
MSA Ltd.	Formfit	101	96	86-96	81-91			
MSA Sordin AB	FP1	110	110	95-105	95-105	SV WE	*	
MSA Sordin AB	FP2	106	105	91-101	90-100	SV WE	*	
North Safety Products	DECI 4200/4240	105	102	90-100	87-97	SV W	*	
Ohropax GmbH	Ohropax	99	97	84-94	82-92	W		
Pan Taiwan EnterpriseCo. Ltd.	SE 1374	105	104	90-100	89-99	SV WE	*	
PR-Tech	PR-3001	100	95	85-95	80-90	S	*	

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
Sperian Hearing Protection LLC	Howard Leight Laser Lite	108	107	93-103	92-102	SV WE	*	
Sperian Hearing Protection LLC	Howard Leight Laser Trak	108	107	93-103	92-102	SV WE	*	
Sperian Hearing Protection LLC	Howard Leight Max Lite	108	107	93-103	92-102	SV WE	*	
Sperian Hearing Protection LLC	Howard Leight MultiMax	108	108	93-103	93-103	SV WE	*	
Sperian Protection (vorm. Howard Leight)	Max	111	110	96-106	95-105	SV WE		
Sperian Protection (vorm. Bilsom GmbH)	303 S/L und 304 S/L	105	105	90-100	90-100	SV WE	*	
Uvex Arbeitsschutz GmbH	com4-fit	106	105	91-101	90-100	SV WE	*	
Uvex Arbeitsschutz GmbH	Uvex hi-com	96	94	81-91	79-89	W		
Uvex Arbeitsschutz GmbH	X-FIT	110	110	95-105	95-105	SV WE	*	
Vandeputte International N.V.	Hirado	108	102	93-103	87-97	SV W	*	
Fertig geformte Gehörschutzstöpsel zum mehrfachen Gebrauch bestimmt								
3M (vorm. Cabot Safety Ltd.)	Ultrafit	102	100	87-97	85-95	SV WE		
3M (vorm. Cabot Safety Ltd.)	Ultratech	98	96	83-93	81-91	SV W		
3M Deutschland GmbH	1261/1271	102	100	87-97	85-95	SV WE		
Aearo Ltd	Push-Ins	116	114	101-111	99-109	SV WE		
Aearo Ltd	Tracers	101	100	86-96	85-95	SV WE		
Alpine Gehoorbescherming B.V.	AUV I (Filter UF 5)	94	92	79-89	77-87	W		
Artelli nv/sa	Artelli Plug Cord	105	104	90-100	89-99	S WE	*	
C.K. European Ltd.	Silentfit/Sonar	100	98	85-95	83-93	W	*	
Comfoor	Pluggerz	102	100	87-97	85-95	SV W	*	
Comfoor	Pluggerz Durable	98	96	83-93	81-91	W	*	
Dimedico International B.V.	Fit-all grün	99	98	84-94	83-93	S W	*	
Dimedico International B.V.	Fit-all schwarz	99	97	84-94	82-92	SV W	*	
Drums & More	ERX-20	95	91	80-90	76-86	W	*	
Drums & More	ERX-MS, grünes Filter	100	98	85-95	83-93	S W	*	
Drums & More	ERX-MS, rotes Filter	103	101	88-98	86-96	SV W	*	
EARmo B.V.	EARfoon EF4 (rot)	96	94	81-91	79-89	W		
EARmo B.V.	EARfoon EF 4 (weiß)	94	91	79-89	76-86	W		
EARpro GmbH	EARpro SoftSound EP3	97	94	82-92	79-89	W		
EARpro GmbH	EARpro SoftSound EP4	100	99	85-95	84-94	SV W		
EARpro GmbH	Sonic Defenders EP3	105	105	90-100	90-100	SV WE		
EARpro GmbH	Sonic Defenders Plus EP4	104	104	89-99	89-99	SV WE		

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
Elvex Corporation	Quattro	102	101	87-97	86-96	SV WE	*	
Groeneveld Elcea B.V.	Exinore ER 20 SMC	97	94	82-92	79-89	W	*	
Horen Gehoorbescherming	Allfit	98	96	83-93	81-91	W	*	
Jiann Lih Safety Products	EP-01	102	100	87-97	85-95	S WE	*	
Kalden Beheeren Management B.V.	Kendal no noise NN10	98	93	83-93	78-88	W	*	
Kalden Beheeren Management B.V.	Kendal no noise NN20	98	96	83-93	81-91	W	*	
Kalden Beheeren Management B.V.	Kendal no noise NN30	95	92	80-90	77-87	W	*	
Kalden Beheeren Management B.V.	Kendal no noise NN40	98	93	83-93	78-88	W	*	
Kalden Beheeren Management B.V.	Kendal no noise NN60	97	92	82-92	77-87	W	*	
Kalden Beheeren Management B.V.	Kendal no noise NN90	98	94	83-93	79-89	S W	*	
Kimberly Clark Europe Ltd	KLEENGUARD* H20	101	100	86-96	85-95	W		
Kimberly Clark Europe Ltd	KLEENGUARD* H30	104	102	89-99	87-97	W		
Kimberly Clark Europe Ltd	KLEENGUARD* H50	99	98	84-94	83-93	W		
King Quest B.V.	Thunderplugs	95	91	80-90	76-86		*	
MagicSilent UG (haftungsbeschränkt)	MagicSilent	98	97	83-93	82-92	SV WE	*	
Medop	Run Run	99	97	84-94	82-92	W		
Medop	Sigilo Plus	107	108	92-102	93-103	SV WE		
Medop	Siseo	103	102	88-98	87-97	SV WE		
Medop	Timpano	103	102	88-98	87-97	SV WE		
Moldex-Metric AG	Comets	102	101	87-97	86-96	SV WE	*	
Moldex-Metric AG	Rockets 6400	101	100	86-96	85-95	SV W	*	
Moldex-Metric AG	Rockets Cord 6401	101	100	86-96	85-95	SV W	*	
Moldex-Metric AG	Rockets Detect 6409	101	100	86-96	85-95	SV W	*	
MSA Auer GmbH	Duo Fit	100	98	85-95	83-93	W	*	
MSA Auer GmbH	Duo Fit Sonar	100	98	85-95	83-93	W	*	
MSA Sordin AB	RUP1	100	97	85-95	82-92	S W		
North Safety Products	Com-Fit (S, M, L)	103	102	88-98	87-97	S W		
PPZ Stanmark	Stopper ELA	101	100	86-96	85-95	SV WE	*	
Safety Handels GmbH	4 SC	99	98	84-94	83-93	W	*	
Safety Services	Soft Fit	102	101	87-97	86-96	S W	*	
Sperian Hearing Protection LLC	Howard Leight Fusion	105	104	90-100	89-99	S WE	*	
Sperian Hearing Protection LLC	Howard Leight PILOT	103	99	88-98	84-94	S W		

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
Sperian Hearing Protection (vorm. Howard Leight Europe)	Airsoft	107	105	92-102	90-100	S WE		
Sperian Hearing Protection (vorm. Howard Leight Europe)	Quiet	102	100	87-97	85-95	S W		
Sperian Hearing Protection (vorm. Howard Leight)	Fusion Detectable	105	104	90-100	89-99	S WE	*	
Sperian Hearing Protection (vorm. Howard Leight)	Smart Fit	107	103	92-102	88-98	SV WE		
Sperian Hearing Protection (vorm. Howard Leight)	Smart Fit Detactable	107	103	92-102	88-98	SV WE		
Sperian Hearing Protection (vorm. Dalloz Safety AB)	Bilsom 655/656 NST	99	97	84-94	82-92	W	*	
SwedSafe AB	RP1	104	102	89-99	87-97	SV WE	*	
UVEX Arbeitsschutz GmbH	Whisper+	104	102	89-99	87-97	SV WE	*	
Werner Wegener	Werofit	96	93	81-91	78-88	W	*	
Vor Gebrauch zu formende Gehörschutzstöpsel zum mehrfachen Gebrauch bestimmt								
AAFI Trading GmbH	MACK´s Earplugs	92	90	77-87	75-85	W	*	
Aearo Ltd	Classic Plus	107	105	92-102	90-100	S W		
Aearo Ltd	Classic Small	101	97	86-96	82-92	S W		
Aearo Ltd	Classic Soft	109	108	94-104	93-103	SV WE		
Aearo Ltd	Classic Soft corded	109	108	94-104	93-103	SV WE		
Aearo Ltd	Express	100	98	85-95	83-93	S W		
Aearo Ltd	Express corded	100	98	85-95	83-93	S W		
Amplisilence SLR	Mufflets	91	91	76-86	76-86		*	
Andreas Kopp AG	Noise Control	94	91	79-89	76-86		*	
CECEM Marketing Vertrieb GmbH	CeCeM Silikon-Gehörschutz	94	91	79-89	76-86		*	
Degania Silicone Ltd.	Gentle plugs	93	91	78-88	76-86		*	
Moldex-Metric AG	Ohropax soft	105	104	90-100	89-99	SV WE	*	
Ohropax GmbH	Silicon	95	94	80-90	79-89	W	*	
Ohropax GmbH	Silicon Clear	95	94	80-90	79-89	W	*	
Bügelstöpsel								
3M United Kingdom	1310 (als Kinnbügel)	102	99	87-97	84-94			
3M United Kingdom	1310 (als Nackenbügel)	101	98	86-96	83-93			
3M United Kingdom	3M E-A-R Swerve	101	98	86-96	83-93	W		
Aearo Ltd	Caboflex (als Kinnbügel)	97	95	82-92	80-90			
Aearo Ltd	Caboflex (als Nackenbügel)	96	93	81-91	78-88			

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
Aearo Ltd	EarBand	97	94	82-92	79-89			
Aearo Ltd	EARCAP (als Kinnbügel)	99	97	84-94	82-92			
Aearo Ltd	EARCAP (als Nackenbügel)	97	95	82-92	80-90			
Aearo Ltd	Flexicap (als Kinnbügel)	99	97	84-94	82-92	W		
Aearo Ltd	Flexicap (als Kopfbügel)	96	95	81-91	80-90			
Aearo Ltd	Flexicap (als Nackenbügel)	97	98	82-92	83-93	W		
Aearo Ltd	Reflex (als Kinnbügel)	103	102	88-98	87-97	S W		
Aearo Ltd	Reflex (als Kopfbügel)	102	98	87-97	83-93	W		
Aearo Ltd	Reflex (als Nackenbügel)	101	98	86-96	83-93	W		
Artelli nv/sa	Artelli Plug Bend	100	98	85-95	83-93	S W	*	
Delta Plus Group	Conicap (als Kinn-, Kopf-, Nackenbügel)	100	98	85-95	83-93	S W	*	
Elvex Corporation	GelCaps GC 20 (als Kinnbügel)	99	99	84-94	84-94	S W	*	
Elvex Corporation	GelPods GP-10	98	96	83-93	81-91	W	*	
Hellberg Safety AB	Access	98	96	83-93	81-91	W	*	
Medop	Notone	95	93	80-90	78-88			
Medop	Notone Conico	96	94	81-91	79-89			
Moldex-Metric AG	Jazzband 2	99	97	84-94	82-92	W	*	
Moldex-Metric AG	Pura-Band 6500 (als Kinnbügel)	99	98	84-94	83-93	S W	*	
Moldex-Metric AG	Pura-Band 6500 (als Nackenbügel)	100	98	85-95	83-93	S W	*	
Moldex-Metric AG	Pura-Band 6600 (als Kinnbügel)	98	97	83-93	82-92	S W	*	
Moldex-Metric AG	waveband 2K	103	102	88-98	87-97	S W		
MSA Sordin AB	BFP1	99	98	84-94	83-93	W	*	
Sperian Protection (vorm. Howard Leight Europe)	LPB-3 (als Kinnbügel)	98	96	83-93	81-91	W	*	
Sperian Protection (vorm. Howard Leight Europe)	QB1 HYG (als Kinnbügel)	102	101	87-97	86-96	S W	*	
Sperian Protection (vorm. Howard Leight Europe)	QB-2	101	99	86-96	84-94			
Sperian Protection (vorm. Howard Leight Europe)	QB2 HYG (als Kinnbügel)	100	99	85-95	84-94	W	*	
Sperian Protection (vorm. Howard Leight Europe)	QB-3	101	99	86-96	84-94	W		
Sperian Protection (vorm. Howard Leight Europe)	QB3 HYG (als Kinnbügel)	99	97	84-94	82-92	W	*	
SperianProtection (vorm. Bilsom GmbH)	PerCap (als Kinn-, Kopf-, Nackenbügel)	100	98	85-95	83-93	S W	*	

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
Swed Safe AB	BP1	99	98	84-94	83-93	W	*	
Uvex Arbeitsschutz GmbH	X-Cap	99	98	84-94	83-93	W	*	
Otoplastiken								
3M Deutschland GmbH	sonus classic AS	103	101	88-98	86-96	W	*	
3M Deutschland GmbH	sonus classic AS+	104	101	89-99	86-96	W	*	
3M Deutschland GmbH	sonus Premium Fullblock	108	107	93-103	92-102	SV WE	*	
3M Deutschland GmbH	sonus Premium gelbes Filter	101	99	86-96	84-94	W	*	
3M Deutschland GmbH	sonus Premium rotes Filter	100	96	85-95	81-91	W	*	
Alpine Gehoorbescherming B.V.	Alpine AOP III (Filter F7)	101	96	86-96	81-91			
Alpine Gehoorbescherming B.V.	Alpine AOP III (Filter F8)	103	99	88-98	84-94			
Alpine Gehoorbescherming B.V.	AOP III (Filter F10)	104	102	89-99	87-97	S W		
Amplifon Deutschland GmbH	ampliprotect AP2	103	98	88-98	83-93	W	*	
Amplifon Deutschland GmbH	ampliprotect AP3	107	105	92-102	90-100	SV W	*	
Amplifon Deutschland GmbH	ampliprotect AP4	107	105	92-102	90-100	SV W	*	
API-PRO-SANTE	BLUE MOON Filter A	98	94	83-93	79-89			
API-PRO-SANTE	BLUE MOON Filter B	101	97	86-96	82-92			
API-PRO-SANTE	BLUE MOON Filter C	104	102	89-99	87-97			
API-PRO-SANTE	BMAG	102	96	87-97	81-91			
API-PRO-SANTE	CLASSIQUE Filter A	98	94	83-93	79-89			
API-PRO-SANTE	CLASSIQUE Filter B	102	98	87-97	83-93			
API-PRO-SANTE	CLASSIQUE Filter C	105	101	90-100	86-96			
API-PRO-SANTE	CRISTAL Filter A	98	93	83-93	78-88			
API-PRO-SANTE	CRISTAL Filter B	101	97	86-96	82-92			
API-PRO-SANTE	CRISTAL Filter C	105	103	90-100	88-98	W		
API-PRO-SANTE	SILENCE	109	107	94-104	92-102	SV WE		
Audio Lab Austria	Soundsaver PRO+"HI"	106	104	91-101	89-99	SV W		
Audio Lab Austria	Soundsaver PRO+"LOW"	98	93	83-93	78-88	W		
Audio Lab Austria	Soundsaver PRO+"MED"	101	98	86-96	83-93	W		
Audio Lab Austria	Soundsaver Soft PRO+"HI"	107	106	92-102	91-101	SV WE		
Audio Lab Austria	SoundsaverSoftPRO+*"LOW"*	98	93	83-93	78-88			
Audio Lab Austria	SoundsaverSoftPRO+"MED"	102	98	87-97	83-93	S W		
Bachmaier	bachmaiER15	95	96	80-90	81-91	SV WE		
Bachmaier	bachmaiER25	104	103	89-99	88-98	SV WE		

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
Bachmaier	motorrad spezial	104	102	89-99	87-97	W		
Bachmaier	silence	100	97	85-95	82-92	W	*	
Bachmaier	work alpha	106	104	91-101	89-99	SV WE		
Bachmaier	work digital alpha	110	107	95-105	92-102	SV W		
Bachmaier	work digital one	112	108	97-107	93-103	SV W		
Bachmaier	work digital three	102	98	87-97	83-93			
Bachmaier	work digital two	105	101	90-100	86-96	W		
Bachmaier	work one	106	103	91-101	88-98	SV W	*	
Bachmaier	work three	99	93	84-94	78-88		*	
Bachmaier	work two	104	100	89-99	85-95	W	*	
Bertsche Gehörschutz-Technik	Protect-Ohr Acoustic High	109	109	94-104	94-104	SV WE		
Bertsche Gehörschutz-Technik	Protect-Ohr Acoustic Low	104	101	89-99	86-96	W		
Bertsche Gehörschutz-Technik	Protect-Ohr Basic	110	109	95-105	94-104	SV WE		
Comfoor	Comfoorflex CO1	101	95	86-96	80-90		*	
Comfoor	Comfoorflex CO2	101	96	86-96	81-91		*	
Comfoor	Comfoorflex CO3	102	98	87-97	83-93	W	*	
Comfoor	Comfoorflex CO4	103	100	88-98	85-95	W	*	
Comfoor	Comfoorflex CO5	104	101	89-99	86-96	W	*	
Comfoor	Comfoorflex CO6	105	103	90-100	88-98	SV W	*	
Comfoor	Comfoorflex CO7	105	102	90-100	87-97	S W	*	
Comfoor	Comfoorflex COO	100	94	85-95	79-89		*	
Comfoor	Custom-made COO	101	93	86-96	78-88		*	
Dimedico International B.V.	AudiSafe acrylate, Filter HEC	103	100	88-98	85-95	W	*	
Dimedico International B.V.	AudiSafe acrylate, Filter LEC	101	95	86-96	80-90		*	
Dimedico International B.V.	AudiSafe acrylate, Filter MEC	102	99	87-97	84-94		*	
Dimedico International B.V.	AudiSafe acrylate, Filter ZEC	104	102	89-99	87-97	W	*	
Dimedico International B.V.	AudiSafe biopore, Filter HEC	106	104	91-101	89-99	SV W	*	
Dimedico International B.V.	AudiSafe biopore, Filter LEC	103	96	88-98	81-91		*	
Dimedico International B.V.	AudiSafe biopore, Filter MEC	104	101	89-99	86-96	W	*	
Dimedico International B.V.	Audi Safe biopore, Filter ZEC	109	105	94-104	90-100	SV W	*	
Dimedico International B.V.	Audi Safe ShotKiller+HEC	109	106	94-104	91-101	S W	*	
Dimedico International B.V.	Audi Safe ShotKiller+LEC	107	103	92-102	88-98		*	
Dimedico International B.V.	Audi Safe ShotKiller+MEC	106	102	91-101	87-97		*	
Dreve Otoplastik GmbH	DLO acryl DLX Pro H	104	99	89-99	84-94		*	

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
Dreve Otoplastik GmbH	DLO acryl DLX Pro M	101	96	86-96	81-91		*	
Dreve Otoplastik GmbH	DLO Silikon	102	101	87-97	86-96	S W	*	
Dreve Otoplastik GmbH	DLO silikon DLX Pro H	105	103	90-100	88-98	S W	*	
Dreve Otoplastik GmbH	DLO silikon DLX Pro M	101	95	86-96	80-90		*	
Dreve Otoplastik GmbH	DLO Silikon mit DM-Filter blau	96	96	81-91	81-91	SV WE		
Dreve Otoplastik GmbH	DLO Silikon mit DM-Filter schwarz	104	105	89-99	90-100	SV WE		
Dreve Otoplastik GmbH	DLO Silikon mit DM-Filter weiß	100	101	85-95	86-96	SV WE		
EARmo B.V.	EARfoon EMF-R4 (rot)	108	105	93-103	90-100	S W		
EARmo B.V.	EARfoon EMF-W2 (weiß)	104	97	89-99	82-92			
EARmo B.V.	EARfoon ES8 (weiß)	106	100	91-101	85-95			
EARmo B.V.	EARfoon ES9 (rot)	107	102	92-102	87-97	S W		
EARmo B.V.	EARmo MC B-R3 (rot)	105	101	90-100	86-96	W		
EARmo B.V.	EARmo MC B-W1 (weiß)	100	93	85-95	78-88			
EARmo B.V.	EARmo MC G-R5 (grün+rot)	105	100	90-100	85-95	W		
EARmo B.V.	EARmo MC W-R7 (weiß+rot)	107	103	92-102	88-98	S W		
EARmo B.V.	EARmo MC Y-R6 (gelb+rot)	106	102	91-101	87-97	W		
Egger Otoplastik	ampliprotect AP5	110	108	95-105	93-103	SV WE	*	
Egger Otoplastik	ePRO-ER 15	96	96	81-91	81-91	SV WE		
Egger Otoplastik	ePRO-ER 25	105	103	90-100	88-98	SV WE		
Egger Otoplastik	ePRO-ER bang	98	94	83-93	79-89			
Egger Otoplastik	ePRO-ER stop	110	108	95-105	93-103	SV WE		
Egger Otoplastik	ePRO-X 2M	103	98	88-98	83-93	W	*	
Egger Otoplastik	ePRO-X 3M	107	105	92-102	90-100	SV W	*	
Egger Otoplastik	ePRO-X 4M	107	105	92-102	90-100	SV W	*	
Egger Otoplastik	ePRO-X 5M	110	108	95-105	93-103	SV WE	*	
Ergotec B.V.	Varifoon (100)	107	104	92-102	89-99	SV W	*	
Ergotec B.V.	Varifoon (110)	108	104	93-103	89-99	S W	*	
Ergotec B.V.	Varifoon (120)	111	109	96-106	94-104	SV WE	*	
Ergotec B.V.	Varifoon (90)	103	99	88-98	84-94	W	*	
Espace de l´Audition	A.B.R. Cutnoise	101	99	86-96	84-94	S W		
Eurodition	Protop 1	100	95	85-95	80-90			
Eurodition	Protop 2	100	94	85-95	79-89			
Eurolam	Instamold	107	106	92-102	91-101	S W		
Faazen Gehoorbescheming	Facom (100)	104	100	89-99	85-95	SV W	*	

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
Faazen Gehoorbescheming	Facom (110)	105	103	90-100	88-98	SV W	*	
Faazen Gehoorbescheming	Facom (90)	100	96	85-95	81-91	W	*	
Fields B.V.	Earguard (Einstellung: 34)	111	109	96-106	94-104	SV WE	*	
Groeneveld Dordrecht	Elacin Compact (AEP-M22)	105	101	90-100	86-96	S W	*	
Groeneveld Dordrecht	Elacin Compact (AEP-ML01)	107	102	92-102	87-97	S W	*	
Groeneveld Dordrecht	Elacin Compact (AEP-MM02)	106	101	91-101	86-96	S W	*	
Groeneveld Dordrecht	Elacin Compact (AEP-MM12)	102	95	87-97	80-90		*	
Groeneveld Dordrecht	ER15/ER15 Concha	96	96	81-91	81-91	SV WE	*	
Groeneveld Elcea B.V.	Elacin Biopact (ML01)	108	107	93-103	92-102	SV WE	*	
Groeneveld Elcea B.V.	Elacin Biopact (MM02)	106	104	91-101	89-99	SV W	*	
Groeneveld Elcea B.V.	Elacin Biopact (MM12)	102	96	87-97	81-91		*	
Groeneveld Elcea B.V.	Elacin Biopact (MM22)	102	99	87-97	84-94	W	*	
Groeneveld Elcea B.V.	Elacin ClearSound RC15 (beige)	97	94	82-92	79-89	W		
Groeneveld Elcea B.V.	Elacin ClearSound RC17 (gray)	99	96	84-94	81-91	W		
Groeneveld Elcea B.V.	Elacin ClearSound RC18 (brown)	100	99	85-95	84-94	SV WE		
Groeneveld Elcea B.V.	Elacin ClearSound RC19 (black)	101	101	86-96	86-96	W		
Groeneveld Elcea B.V.	Elacin Concha L01	111	110	96-106	95-105	WE	*	
Groeneveld Elcea B.V.	Elacin Concha M12	101	96	86-96	81-91		*	
Groeneveld Elcea B.V.	Elacin Concha M22	101	96	86-96	81-91		*	
Groeneveld Elcea B.V.	SafeSound MM 02	104	103	89-99	88-98	SV WE	*	
Groeneveld Elcea B.V.	SafeSound RC15	98	96	83-93	81-91	S W	*	
Groeneveld Elcea B.V.	SafeSound RC17	99	97	84-94	82-92	S W	*	
Groeneveld Elcea B.V.	SafeSound RC18	100	100	85-95	85-95	S WE	*	
Groeneveld Elcea B.V.	SafeSound RC19	101	102	86-96	87-97	SV WE	*	
Groupe Olbinski	Protector	103	101	88-98	86-96	S W		
Holding Tijssen B.V.	Ronell HT10	102	97	87-97	82-92		*	
Holding Tijssen B.V.	Ronell HT13	105	100	90-100	85-95		*	
Holding Tijssen B.V.	Ronell HT18	107	104	92-102	89-99	W	*	
Holding Tijssen B.V.	Ronell HT28	109	105	94-104	90-100	S W	*	
Holding Tijssen B.V.	Ronell HT5	100	93	85-95	78-88		*	
Hörgeräte Seifert GmbH	HS-15 CIC	98	92	83-93	77-87		*	
Hörgeräte Seifert GmbH	HS-25 CIC	104	101	89-99	86-96		*	
Hörgeräte Seifert GmbH	HS-25 DC	98	95	83-93	80-90		*	
Hörgeräte Seifert GmbH	HS-25 MIC	109	107	94-104	92-102	S WE	*	

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
Hörluchs GmbH & Co. KG	HAWEI/HLF1	103	101	88-98	86-96	S W	*	
Hörluchs GmbH & Co. KG	HAWEI/HLF2	102	98	87-97	83-93	W	*	
Hörluchs GmbH & Co. KG	HAWEIs HLF1	106	104	91-101	89-99	S W	*	
Hörluchs GmbH & Co. KG	HAWEIs HLF2	102	98	87-97	83-93	W	*	
Hörluchs GmbH & Co. KG	HAWEIs HLF3	103	98	88-98	83-93		*	
Hörluchs GmbH & Co. KG	HAWEIxs HLFs1	106	103	91-101	88-98	S W	*	
Hörluchs GmbH & Co. KG	HAWEIxs HLFs2	103	98	88-98	83-93		*	
Hörluchs GmbH & Co. KG	HAWEIxs HLFs3	102	97	87-97	82-92		*	
Hörluchs GmbH & Co. KG	ICP-HAWEI	106	102	91-101	87-97	W	*	
Hörluchs GmbH & Co. KG	SOWEI HLFs1	106	104	91-101	89-99	S W	*	
Hörluchs GmbH & Co. KG	SOWEI HLFs2	105	102	90-100	87-97	S W	*	
Hörluchs GmbH & Co. KG	SOWEI HLFs3	101	97	86-96	82-92		*	
Infield-Safety GmbH	ER Music ER15	95	96	80-90	81-91	SV WE		
Infield-Safety GmbH	ER Music ER25	104	103	89-99	88-98	SV WE		
Infield-Safety GmbH	ER Work ER15	95	96	80-90	81-91	SV WE		
Infield-Safety GmbH	ER Work ER25	104	103	89-99	88-98	SV WE		
Infield-Safety GmbH	Phonor Select 1	106	103	91-101	88-98	SV W	*	
Infield-Safety GmbH	Phonor Select 2	104	100	89-99	85-95	W	*	
Infield-Safety GmbH	Phonor Select 3	99	93	84-94	78-88		*	
Infield-Safety GmbH	Phonor Select alpha	106	104	91-101	89-99	SV WE		
Infield-Safety GmbH	Phonor Select Digital 1	112	108	97-107	93-103	SV W		
Infield-Safety GmbH	Phonor Select Digital 2	105	101	90-100	86-96	W		
Infield-Safety GmbH	Phonor Select Digital 3	102	98	87-97	83-93			
Infield-SafetyGmbH	Phonor Select Digital alpha	110	107	95-105	92-102	SV W		
Jojet SRO	DECI	101	96	86-96	81-91		*	
Jrenum Gehörschutz	Jrenum SK-LD 10	101	94	86-96	79-89		*	
Jrenum Gehörschutz	Jrenum SK-LD 14	106	101	91-101	86-96		*	
Jrenum Gehörschutz	Jrenum SK-LD 16	108	104	93-103	89-99	W	*	
Jrenum Gehörschutz	Jrenum SK-LD 18	108	105	93-103	90-100	S W	*	
Jrenum Gehörschutz	Jrenum SK-LD 20	109	106	94-104	91-101	S W	*	
Jrenum Gehörschutz	Jrenum SK-LD 22	110	108	95-105	93-103	SV W	*	
Jrenum Gehörschutz	Jrenum SK-LD 24	112	110	97-107	95-105	SV WE	*	
Jrenum Gehörschutz	JrenumSK-LD 26	113	111	98-108	96-106	SV WE	*	
Kalden Beheer en Management B.V.	Kendal hard KS1	105	101	90-100	86-96	S W	*	

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
Kalden Beheer en Management B.V.	Kendal hard KS2	103	98	88-98	83-93		*	
Kalden Beheer en Management B.V.	Kendal hard KS3	102	98	87-97	83-93		*	
Kalden Beheer en Management B.V.	Kendal hard KS4	104	99	89-99	84-94		*	
Kalden Beheer en Management B.V.	Kendal hard KS5	100	95	85-95	80-90	W	*	
Kalden Beheer en Management B.V.	Kendal hard KS6	102	97	87-97	82-92		*	
Kalden Beheer en Management B.V.	Kendal hard KS7	101	95	86-96	80-90		*	
Kalden Beheer en Management B.V.	Kendal hard KS8	100	94	85-95	79-89		*	
Kalden Beheer en Management B.V.	Kendal soft KS1	102	101	87-97	86-96	S W	*	
Kalden Beheer en Management B.V.	Kendal soft KS2	101	97	86-96	82-92	W	*	
Kalden Beheer en Management B.V.	Kendal soft KS3	101	99	86-96	84-94		*	
Kalden Beheer en Management B.V.	Kendal soft KS4	100	96	85-95	81-91		*	
Kalden Beheer en Management B.V.	Kendal soft KS5	98	94	83-93	79-89		*	
Kalden Beheer en Management B.V.	Kendal soft KS6	99	95	84-94	80-90		*	
Laboratoire Cotral	Cotral Premium AT13	97	94	82-92	79-89			
Laboratoire Cotral	Cotral Premium AT17	100	96	85-95	81-91			
Laboratoire Cotral	Cotral Premium AT23	100	97	85-95	82-92			
Laboratoire Cotral	Cotral Premium AT27	100	98	85-95	83-93			
Laboratoire Cotral	Cotral Premium AT30	102	100	87-97	85-95			
Laboratoire Cotral	Cotral Premium AT33	101	99	86-96	84-94	W		
Laboratoire Cotral	Cotral Premium AT8	98	93	83-93	78-88			
Laboratoire Cotral	Cotral Premium SP	102	101	87-97	86-96	W		
Laboratoire Cotral	Micra 3D & Micra 3D Agro (Filter XNP)	111	108	96-106	93-103	SV W		
Laboratoire Cotral	Micra 3D & Micra 3D Agro (Filter XS11)	102	96	87-97	81-91			
Laboratoire Cotral	Micra 3D & Micra 3D Agro (Filter XS18)	103	98	88-98	83-93			
Laboratoire Cotral	Micra 3D & Micra 3D Agro (Filter XS21)	103	98	88-98	83-93			
Laboratoire Cotral	Micra 3D & Micra 3D Agro (Filter XS30)	105	99	90-100	84-94			
Laboratoire Cotral	Micra 3D & Micra 3D Agro (Filter XS35)	107	102	92-102	87-97			
Laboratoire Cotral	Micra 3D & Micra 3D Agro (Filter XS5)	99	93	84-94	78-88			
Laboratoire Cotral	Micra 3D & Micra 3D Agro (Filter XS7)	100	95	85-95	80-90			
Laboratoire Cotral	Micra 3D & Micra 3D Agro (Filter XSP)	111	108	96-106	93-103	SV WE		

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
Laboratoire Cotral	Original White FT 15	94	93	79-89	78-88	SV W		
Laboratoire Cotral	Original White FT19	100	100	85-95	85-95	SV WE		
Laboratoire Cotral	Original White FT24	104	103	89-99	88-98	SV WE		
Laboratoire Cotral	Premium & Premium Agro (Filter XS11)	100	96	85-95	81-91			
Laboratoire Cotral	Premium & Premium Agro (Filter XS18)	102	97	87-97	82-92			
Laboratoire Cotral	Premium & Premium Agro (Filter XS21)	103	99	88-98	84-94			
Laboratoire Cotral	Premium & Premium Agro (Filter XS35)	103	100	88-98	85-95			
Laboratoire Cotral	Premium & Premium Agro (Filter XS5)	99	93	84-94	78-88			
Laboratoire Cotral	Premium & Premium Agro (Filter XSP)	104	100	89-99	85-95	W		
Lammers B.V.	Reduson (Filter A grün)	98	93	83-93	78-88		*	
Lammers B.V.	Reduson (Filter B blau)	105	100	90-100	85-95		*	
Les Embouts Monier	AB 001/002	101	98	86-96	83-93	W		
Maier GmbH	Sonus PRE 40	101	98	86-96	83-93	S W		
Medop	Audiofit Filter A	109	108	94-104	93-103	SV WE		
Medop	Audiofit Filter B	108	106	93-103	91-101	SV WE		
Medop	Audiofit Filter C	103	98	88-98	83-93	W		
Medop	Audiofit Filter D	101	96	86-96	81-91	W		
Medop	Ecofit	114	113	99-109	98-108	W		
Noise Audiophone GmbH	Audiophone (100)	104	100	89-99	85-95	SV W	*	
Noise Audiophone GmbH	Audiophone (110)	105	103	90-100	88-98	SV W	*	
Noise Audiophone GmbH	Audiophone (90)	100	96	85-95	81-91	W	*	
OTOcenter	OPT 8 (mit Belüftungskanal)	99	94	84-94	79-89		*	
OTOcenter	OPT 8 (ohne Belüftungskanal)	104	102	89-99	87-97	S W	*	
Phonak Communications AG	Serenity SP (Filter 100YE)	104	98	89-99	83-93	W		
Phonak Communications AG	Serenity SP (Filter 105OR)	102	99	87-97	84-94	W		
Phonak Communications AG	Serenity SP (Filter 110WH)	106	102	91-101	87-97	S W		
Phonak Communications AG	Serenity XC92BR	105	100	90-100	85-95		*	
Phonak Communications AG	Serenity XC92WH	109	104	94-104	89-99	VW	*	
Phonak Communications AG	Serenity XC92YE	103	96	88-98	81-91		*	
Phonak Communications AG	Silemo Mini XC92BR	102	99	87-97	84-94	W		

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
Phonak Communications AG	Silemo Mini XC92GR	99	96	84-94	81-91	W		
Phonak Communications AG	Silemo Mini XC92WH	104	102	89-99	87-97	W		
Phonak Danmark A/S	DOT biopore, Filter HEC	106	104	91-101	89-99	SV W	*	
Phonak Danmark A/S	DOT biopore, Filter LEC	103	96	88-98	81-91		*	
Phonak Danmark A/S	DOT biopore, Filter MEC	104	101	89-99	86-96	W	*	
Phonak Danmark A/S	DOT biopore, Filter ZEC	109	105	94-104	90-100	SV W	*	
Phonak Danmark A/S	DOT ShotKiller+HEC	109	106	94-104	91-101	S W	*	
Phonak Danmark A/S	DOT ShotKiller+LEC	107	103	92-102	88-98		*	
Phonak Danmark A/S	DOT ShotKiller+MEC	106	102	91-101	87-97		*	
Sanomed Medizintechnik GmbH	Sanocryl (Filter: DL-20)	100	94	85-95	79-89		*	
Sanomed Medizintechnik GmbH	Sanocryl (Filter: DL-30)	100	98	85-94	83-93	W	*	
Sanomed Medizintechnik GmbH	Sanosil O	102	101	87-97	86-96	S W	*	
Sarffa	Audifiltre Atlas 01, incolore	100	95	85-95	80-90			
Sarffa	Audifiltre Atlas 01, rosé	100	95	85-95	80-90			
Schneider & Rüseler GmbH Technischer Handel	s&r decilight SW2	103	98	88-98	83-93	W	*	
Schneider & Rüseler GmbH Technischer Handel	s&r decilight SW3	107	105	92-102	90-100	SV W	*	
Schneider & Rüseler GmbH Technischer Handel	s&r decilight SW4	107	105	92-102	90-100	SV W	*	
Schneider & Rüseler GmbH Technischer Handel	s&r decilight SW5	110	108	95-105	93-103	SV WE	*	
Sonomax Hearing Healthcare Inc.	SonoCustom (Fullblock)	104	103	89-99	88-98	S	*	
Sonomax Hearing Healthcare Inc.	SonoCustom (red filter)	98	93	83-93	78-88		*	
Sonomax Hearing Healthcare Inc.	SonoCustom (yello filter)	101	98	86-96	83-93		*	
Tympanitec	Tympro Sound Safe (15)	109	106	94-104	91-101	SV W	*	
Tympanitec	Tympro Sound Safe (25)	111	109	96-106	94-104	SV WE	*	
UVEX Arbeitsschutz GmbH	high-fit LS 23	103	98	88-98	83-93	W	*	
UVEX Arbeitsschutz GmbH	high-fit LS 27	107	105	92-102	90-100	SV W	*	
UVEX Arbeitsschutz GmbH	high-fit LS 28	107	105	92-102	90-100	SV W	*	
UVEX Arbeitsschutz GmbH	high-fit LS 31	110	108	95-105	93-103	SV WE	*	
Variphone Benelux NV	Noise-Ban (Filter: DL-20)	100	94	85-95	79-89		*	
Variphone Benelux NV	Noise-Ban (Filter: DL-30)	100	98	85-95	83-93	W	*	
WISA	AVEX	102	95	87-97	80-90		*	

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
Kombinationen zu formende Gehörschutzstöpsel und KapselGS								
3M Deutschland GmbH	H520A Optime II und Classic II	115	110	100-110	95-105	SV W	*	
3M Deutschland GmbH	H520A Optime II und 1100	117	113	102-112	98-108	SV WE	*	
3M Deutschland GmbH	H540A Optime III und 1100	116	115	101-111	100-110	SV WE	*	
3M Deutschland GmbH	H540A Optime III und Classic II	114	112	99-109	97-107	V WE	*	
Hellberg Safety AB	Mark 12 und EAR classic	115	112	100-110	97-107	SV WE	*	
Sperian Hearing Protection LCC	L3s und 303L	117	117	102-112	102-112	SV WE	*	
Sperian Hearing Protection LCC	L3s und Max	117	117	102-112	102-112	SV WE	*	
Sperian Hearing Protection LCC	T3s und 303L	116	117	101-111	102-112	SV WE	*	
Sperian Hearing Protection LCC	T3s und Max	116	117	101-111	102-112	SV WE	*	

Alle dem IFA gemeldeten Gehörschützer mit EG-Baumusterprüfbescheinigung Stand: 09.09.2013

B-Gehörschützer mit elektronischer Zusatzeinrichtung

Es werden folgende Praxisabschläge berücksichtigt:

- Kapselgehörschützer 5 dB
- Gehörschutzstöpsel mit pegelabhängiger Dämmung 5 dB
- Otoplastiken mit Funktionskontrolle* 3 dB

Der Einsatz von Otoplastiken ohne Funktionskontrolle mit einem Abschlag von 6 dB ist entsprechend TRLV Lärm Teil 3 (Lärmminderungsmaßnahmen) nicht mehr zulässig. Diese Produkte müssen kurzfristig einer Funktionskontrolle zugeführt werden.

Der Restpegel beträgt bis zu 85 dB (A). Für diese Gehörschützer wird nur die Einsatzgrenze angegeben.

**Funktionskontrolle bei der Auslieferung und danach regelmäßig im Abstand von maximal zwei Jahren.*

Qualifizierte Unterweisungen:
Wird die Unterweisung mindestens viermal jährlich mit praktischen Übungen durchgeführt und dies dokumentiert, spricht man von einer qualifizierten Benutzung (siehe BGR/GUV-R194 – Unterweisungsrichtlinie zur qualifizierten Benutzung von Gehörschutz). In diesen Fällen kann auf die Praxisabschläge der Schalldämmung verzichtet werden. Dadurch verschiebt sich der Einsatzbereich für die einzelnen Gehörschützertypen um die oben genannten Praxisabschläge hin zu höheren Schalldruckpegeln. Die qualifizierte Benutzung ist bei extrem hohen Schalldruckpegeln erforderlich und sollte auf diese Einzelfälle beschränkt bleiben.

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
KapselGS mit pegelabh. Dämmung								
Ceotronics AG	ASR	102	97				*	
Hellberg Safety AB	Active	107	100				*	
Hurricane Communications	EED 1	97	93				*	
MSA Sordin AB	25000-25499 CutOff Basic	106	99					
MSA Sordin AB	Supreme Basic 75300	102	90				*	
Sperian Protection (vorm. Bilsom GmbH)	707 Impact	101	98				*	
Sperian Protection (vorm. Bilsom GmbH)	Targo electronic	106	100				*	
KapselGS mit pegelabh. Dämmung und 1-Wege-Komm.								
3M (vorm. Peltor AB)	MT15H7A Protac	99	101					
MSA Sordin AB	Supreme 75200	105	100				*	
MSA Sordin AB	Supreme Basic 75301	102	90				*	
MSA Sordin AB	Supreme Pro 75302	100	89				*	
MSA Sordin AB	Supreme Pro Neckband 76302	98	90					
MSA Sordin AB	Type 1 medium CutOff1	100	96					
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Impact Sport	97	93					
KapselGS mit pegelabh.Dämmung und 2-Wege-Komm.								
MSA Sordin AB	Supreme Pro CC	98	90					
MSA Sordin AB	Supreme Pro CC Neckband	98	90					
MSA Sordin AB	Supreme Pro WW	98	90					B T
MSA Sordin AB	85000-85499 Wireless World Cut Off	107	93					B T
KapselGS mit pegelabh. Dämmung und UKW-Radio								
Hellberg Safety AB	React	107	100				*	
Sperian Protection (vorm. Bilsom GmbH)	799 Electo	104	98				*	
KapselGS mit pegelabh. Dämmung, 1-Wege-Komm. und UKW-Radio								
MSA Sordin AB	Type 1 medium Dual 1	100	96					
KapselGS mit pegelabh. Dämmung, 2-Wege-Komm. und UKW-Radio								
3M (vorm. Peltor AB)	M2RX7A Alert	99	101					
KapselGS mit 1-Wege-Komm.								
MSASordinAB	CC HS type 1/2	106	98				*	

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
KapselGS mit 2-Wege-Komm.								
3M (vorm. Peltor AB)	MT53H7A Bluetooth Headset (als Kopfbügel)	109	100					B T
3M (vorm. Peltor AB)	MT7H61B SlimLine Headset (als Nackenbügel)	103	96					
3M (vorm. Peltor AB)	MT7H61FA SlimLine Headset (als Kopfbügel)	103	94					
3M Svenska AB	3M MT7H79A	112	104					
Hurricane Communications	200/2-P	107	102				*	
Hurricane Communications	200-P	102	96				*	
Hurricane Communications	210/2-P	107	102				*	
Hurricane Communications	210-P	102	96				*	
MSA Sordin AB	81000-81499 Wireless World Headset	100	93					B T
KapselGS mit UKW-Radio								
3M (vorm. Peltor AB)	HTRXS7A FM Stereo Radio	109	102					
Forng-Chwen Enterprise	EF-816 R	104	98				*	
Hellberg Safety AB	Relax	107	99				*	
Husqvarna AB	Husqvarna FM1 + type 1	106	99				*	
Jonsered AB	Jonsered FM1 + type 1	106	99				*	
MSA Sordin AB	Type 1 Active Medium AM-FM Knob	101	96					
Oy Silenta Electronics Ltd.	Silentex FM Radio	106	96					
Oy Silenta Electronics Ltd.	Silentex FM Radiomil	102	96					
Partner AB	Partner FM 1 + type 1	106	99				*	
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Radio Hi-Visibility	108	103					
Sperian Protection (vorm. Bilsom GmbH	797 Radio	107	99				*	
KapselGS mit 1-Wege-Komm. und UKW-Radio								
MSA Sordin AB	Type 1 medium FM1	104	95					
KapselGS am Schutzhelm mit pegelabh. Dämmung								
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Impact HF	105	99				*	1 Helm
KapselGS am Schutzhelm mit pegelabh. Dämmung und 1-Wege-Komm.								
3M (vorm. Peltor AB)	MT15H7P3E Protac	99	101					1 Helm
MSA Sordin AB	35500-35999 Cut Off Pro	105	97					23 Helme
MSA Sordin AB	Type 2 medium CutOff1	100	96					4 Helme

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
KapselGS am Schutzhelm mit pegelabh. Dämmung und 1+2-Wege-Komm.								
MSA Sordin AB	85500-85999 Wireless World Cut Off	107	93					BT, 23 Helme
MSA Sordin AB	85515 Wireless World Cut Off X-TREM	105	97					BT, 1 Helm
KapselGS am Schutzhelm mit pegelabh. Dämmung und UKW-Radio								
Sperian Protection (vorm. Bacou-Dalloz AB)	Bilsom Electo HF	104	98				*	1 Helm
KapselGS am Schutzhelm mit pegelabh. Dämmung, 1-Wege-Komm. und UKW-Radio								
MSA Sordin AB	Type 2 medium Dual1	100	96					4 Helme
KapselGS am Schutzhelm mit pegelabh. Dämmung, 1+2 Wege-Komm. und UKW-Radio								
MSA Sordin AB	89500-89999 Wireless World Dual	107	93					BT, 23 Helme
KapselGS am Schutzhelm mit pegelabh. Dämmung mit 1-Wege-Komm.								
MSA Sordin AB	40500-40999 Listen Only Pro	102	94					23 Helme
MSA Sordin AB	CC HS type 3/4	104	97				*	11 Helme
KapselGS am Schutzhelm mit pegelabh. Dämmung mit 2-Wege-Komm.								
3M (vorm. Peltor AB)	MT53H7P3 Bluetooth Headset	108	100					BT, 1 Helm
3M Svenska AB	3M MT7H79P3*	111	103					1 Helm
MSA Sordin AB	81500-81999 Wireless World Headset	102	94					BT, 23 Helme
MSA Sordin AB	81515 Wireless World Headset X-TREM	106	98					BT, 1 Helm
KapselGS am Schutzhelm mit UKW-Radio								
3M (vorm. Peltor AB)	HTRXS7P3E FM Stereo Radio	107	99					15 Helme
Husqvarna AB	Husqvarna FM2 + type 2	106	99				*	11 Helme
Jonsered AB	Jonsered FM2 + type 2	106	99				*	11 Helme
Oy Silenta Electronics Ltd.	Silentex FM-Radio cap	106	96					23 Helme
Partner AB	Partner FM2 + type 2	106	99				*	11 Helme
KapselGS am Schutzhelm mit 1-Wege-Komm. und UKW-Radio								
MSA Sordin AB	Type 2 medium FM1	104	96					4 Helme
KapselGS am Schutzhelm mit 1+2-Wege-Komm. und UKW-Radio								
MSA Sordin AB	87500-87999 Wireless World FM	102	94					BT, 23 Helme
Gehörschutzstöpsel mit pegelabh. Dämmung								
Interton A/S	Huntsman	89	92				*	

Bescheinigungs-Inhaber	Typbezeichnung *)	Einsatzgrenze [dB(A)]		empfohlener Einsatzbereich [dB(A)]		Bemerkungen		
		HM	L	HM	L			
Otoplastiken mit pegelabh. Dämmung								
Hörluchs GmbH & Co. KG	AS ICP-Hörsystem	102	102				*	mit Hörgerät
Phonak Communications AG	Serenity DP	101	96					
Otoplastiken mit 1-Wege-Komm.								
Comfoor	SoundCom/Custom-made	106	103				*	
Otoplastiken mit 2-Wege-Komm.								
Groeneveld Elcea B.V.	SoloCom AT20 + safesound RC15	98	96				*	
Groeneveld Elcea B.V.	SoloCom AT23 + safesound RC17	99	97				*	
Groeneveld Elcea B.V.	SoloCom AT23 + safesound RC18	100	100				*	
Groeneveld Elcea B.V.	SoloCom AT25 + safesound MM02	104	103				*	
Groeneveld Elcea B.V.	SoloCom AT25 + safesound RC19	101	102				*	

Erläuterungen:

*) Typbezeichnung = Die Angabe in Klammern (Kopf-, Kinn- oder Nackenbügel) bezieht sich auf die Tragweise von Universalbügeln!
Einsatzbereich HM = hoch-/mittelfrequenter Lärm (LC - LA < 5 dB), HML-Check nach DIN EN 458
Einsatzbereich L = tieffrequenter Lärm (LC - LA > 5 dB), HML-Check nach DIN EN 458
Bemerkungen S = Signalhören im Gleisoberbau möglich
Bemerkungen V = Signalhören für Fahrzeugführer im Straßenverkehr möglich
Bemerkungen W = Kriterien ‚Warnsignalhören allgemein', ‚informationshaltige Geräusche' und ‚Sprachverständlichkeit' erfüllt
Bemerkungen E = Signalhören für Triebfahrzeugführer und Lokrangierführer im Eisenbahnbetrieb möglich
Bemerkungen L = Sonderanforderung „Tiefe Temperatur" bestanden (nur bei Kapselgehörschützern)
Bemerkungen H = Sonderanforderung „Hohe Temperatur" bestanden (nur bei Kapselgehörschützern)
Bemerkungen * = Der Gehörschutz wurde im IFA geprüft und/oder zertifiziert
Bemerkungen X = Dieses Produkt kann in einer älteren Variante vorliegen, deren Dämmwerte abweichen
Bemerkungen BT = Ausstattung mit Bluetooth
Bemerkungen A = Geprüft auf schadstoffarme Materialien (DGUV Test)

NACHDRUCK NUR MIT GENEHMIGUNG DES IFA

Weiterführende Auskünfte erteilen Ihnen gern die im Folgenden aufgeführten Präventionsdienste der BGHM

Kostenfreie Servicehotline: 0800 9990080-0

Präventionsdienst Berlin
Innsbrucker Straße 26/27
10825 Berlin
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 030 75697-13450
E-Mail: pd-berlin@bghm.de

Präventionsdienst Bielefeld
Werner-Bock-Straße 38 - 40
33602 Bielefeld
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 0521 52090-22482
E-Mail: pd-bielefeld@bghm.de

Präventionsdienst Bremen
Töferbohmstraße 10
28195 Bremen
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 0421 3097-28610
E-Mail: pd-bremen@bghm.de

Präventionsdienst Dessau
Raguhner Straße 49 b
06842 Dessau-Roßlau
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 0340 2525-26086
E-Mail: pd-dessau@bghm.de

Außenstelle Dresden
Zur Wetterwarte 27
01109 Dresden

Außenstelle Leipzig
Prager Straße 34
04317 Leipzig

Präventionsdienst Dortmund
Semerteichstraße 98
44263 Dortmund
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 0231 4196-199
E-Mail: pd-dortmund@bghm.de

Präventionsdienst Düsseldorf
Kreuzstraße 54
40210 Düsseldorf
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 06131 802-28430
E-Mail: pd-duesseldorf@bghm.de

Präventionsdienst Erfurt
Lucas-Cranach-Platz 2
99097 Erfurt
Telefon: 0361 65755
Fax: 0361 65755-26700
E-Mail: pd-erfurt@bghm.de

Außenstelle Hauneck
Döllwiesen 14
36282 Hauneck

Außenstelle Chemnitz
Zwickauer Str. 16a
09112 Chemnitz

Präventionsdienst Hamburg
Rothenbaumchaussee 145
20149 Hamburg
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 040 44112-25190
E-Mail: pd-hamburg@bghm.de

Außenstelle Rostock
Blücherstraße 27
18055 Rostock

Präventionsdienst Hannover
Seligmannallee 4
30173 Hannover
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 0511 8118-19170
E-Mail: pd-hannover@bghm.de

Außenstelle Magdeburg
Ernst-Reuter-Allee 45
39104 Magdeburg

Präventionsdienst Köln
Hugo-Eckener-Straße 20
50829 Köln
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 0221 56787-24682
E-Mail: pd-koeln@bghm.de

Präventionsdienst Mainz
Isaac-Fulda-Allee 18
55124 Mainz
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 06131 802-25800
E-Mail: pd-mainz@bghm.de

PD Mannheim|Saarbrücken
Standort Mannheim
Augustaanlage 57
68028 Mannheim
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 0621 3801-24900
E-Mail: pd-mannheim@bghm.de

Standort Saarbrücken
Lebacher Straße 4
66113 Saarbrücken
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 0681 8509-23400
E-Mail: pd-mannheim@bghm.de

Präventionsdienst München
Am Knie 8
81241 München
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 089 17918-20700
E-Mail: pd-muenchen@bghm.de

Außenstelle Traunstein
Kernstraße 4
83278 Traunstein

Präventionsdienst Nürnberg
Weinmarkt 9 – 11
90403 Nürnberg
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 0911 2347-23500
E-Mail: pd-nuernberg@bghm.de

Präventionsdienst Stuttgart
Vollmoellerstraße 11
70563 Stuttgart
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 0711 1334-25400
E-Mail: pd-stuttgart@bghm.de

Außenstelle Freiburg
Basler Straße 65
79100 Freiburg

Standorte der BGHM

Stand: 12/2014

Berufsgenossenschaft
Holz und Metall

Internet: www.bghm.de
Kostenfreie Servicehotline: 0800 9990080-0