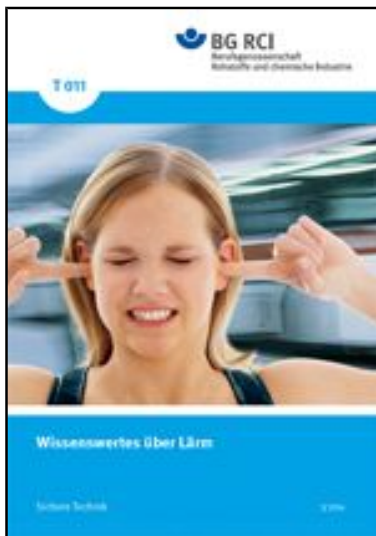


Sichere Technik

Wissenswertes über Lärm



T 011

Stand: März 2016 (Redaktionelle Überarbeitung der Ausgabe 9/2011)

Inhaltsverzeichnis dieses Ausdrucks

Titel	3
1 Einführung	3
2 Grundlagen	3
2.1 Lärm	3
2.2 Schall	4
2.2.1 Luftschall	4
2.2.2 Körperschall	4
2.2.3 Flüssigkeitsschall	4
2.3 Schalldruck	4
2.4 Schalldruckpegel	5
2.5 Dezibel	6
2.6 Schallfrequenzen/Frequenzbewertung	6
2.7 Tages-Lärmexpositionspegel	7
2.8 Wochen-Lärmexpositionspegel	7
2.9 Spitzenschalldruckpegel	7
2.10 Schalleistungspegel	8
2.11 Schallpegel	8
2.12 Auslösewerte	8
2.13 Dämmung	8
2.14 Dämpfung	9
3 Wirkung des Lärms auf den Menschen	9
3.1 Aufbau und Funktion des Gehörs	9
3.2 Psychische Wirkung	10
3.3 Vegetative Wirkung	10
3.4 Gehörschädigende Wirkung	11
4 Gefährdungsbeurteilung	12
5 Maßnahmen zum Vermeiden und Vermindern der Lärmexposition	14
5.1 Vermeiden oder Vermindern der Schallentstehung	15
5.1.1 Lärmarme Arbeitsverfahren	15
5.1.2 Lärmarme Arbeitsmittel	16
5.2 Technische Maßnahmen	18
5.2.1 Vermindern der Schallübertragung	18
5.2.1.1 Vermindern der Körperschallübertragung durch Dämmung	18
5.2.1.2 Vermindern der Luftschallübertragung durch Dämmung und Dämpfung	18
5.2.2 Vermindern der Schallabstrahlung	22
5.2.3 Raumakustik	23
5.3 Organisatorische Maßnahmen	26
5.4 Personenbezogene Maßnahmen – Auswahl von Gehörschutz	26
5.4.1 Gehörschutzstöpsel	27
5.4.2 Otoplastiken	28
5.4.3 Kapselgehörschützer	28
5.5 Verhaltensbezogene Maßnahmen	29
5.5.1 Unterweisung	29
5.5.2 Betriebsanweisung/Benutzungsinformation	30
6 Arbeitsmedizinische Vorsorge gemäß Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)	30
Anhang 1: Beispiele für Geräusche und deren Lautstärke	31
Anhang 2: Literaturverzeichnis	33
Bildnachweis	37
Sonstiges	38

Die vorliegende Schrift konzentriert sich auf wesentliche Punkte einzelner Vorschriften und Regeln. Sie nennt deswegen nicht alle im Einzelfall erforderlichen Maßnahmen. Seit Erscheinen der Schrift können sich darüber hinaus der Stand der Technik und die Rechtsgrundlagen geändert haben.

Die Schrift wurde sorgfältig erstellt. Dies befreit nicht von der Pflicht und Verantwortung, die Angaben auf Vollständigkeit, Aktualität und Richtigkeit selbst zu überprüfen.

Das Arbeitsschutzgesetz spricht vom Arbeitgeber, das Sozialgesetzbuch VII und die Unfallverhütungsvorschriften der Unfallversicherungsträger vom Unternehmer. Beide Begriffe sind nicht völlig identisch, weil Unternehmer/innen nicht notwendigerweise Beschäftigte haben. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Thematik ergeben sich daraus keine relevanten Unterschiede, sodass „die Unternehmerin/der Unternehmer“ verwendet wird.

1 Einführung

„Nicht sehen trennt den Menschen von den Dingen. Nicht hören trennt den Menschen von den Menschen“. Dieses Zitat des bedeutenden Philosophen Immanuel Kant ordnet den Stellenwert des Hörens für den Menschen mit Recht sehr hoch ein.

Denn schlechtes Hören kann gravierende Auswirkungen auf das berufliche und private Leben der Betroffenen haben. Es lohnt sich deshalb, das anatomische Wunderwerk „Ohr“ vor Lärm zu schützen und seine Hörfähigkeit zu erhalten.

Lärmschwerhörigkeit ist nicht heilbar! Hörverlust ist ein schleichender, anfangs unbemerkter und schmerzfreier Prozess. Alleine in der gewerblichen Wirtschaft werden jährlich etwa 6000 Lärmschwerhörigkeiten als Berufskrankheiten anerkannt. Das sind rund ein Drittel aller anerkannten Berufskrankheiten.

Die Auswirkungen von Lärm und Lärmschwerhörigkeit haben eine gesellschaftliche Dimension. Dieses Merkblatt möchte deshalb seinen Beitrag dazu leisten, das Thema fachlich transparent zu machen und den Leser zu sensibilisieren, zukünftig noch mehr auf das eigene Gehör und das anderer Menschen zu achten.

„Wissenswertes über Lärm“ richtet sich an alle, die „im Lärm“ arbeiten, diesen beurteilen, oder die in Lärminderungsmaßnahmen eingebunden sind. Es ist jeder angesprochen, den dieses Thema interessiert, auch diejenigen, deren Gehör schon durch Lärm geschädigt wurde.

2 Grundlagen

2.1 Lärm

Als Lärm werden Geräusche bezeichnet, die stören, belästigen oder zu gesundheitlichen Schäden führen können. Alle Geräusche, die uns umgeben, können als Lärm empfunden werden.

Lärm im Sinne der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung ist jeder Schall, der zu einer Beeinträchtigung des Hörvermögens oder zu einer sonstigen mittelbaren oder unmittelbaren Gefährdung von Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten führen kann.¹

2.2 Schall

Schall entsteht, wenn ein Medium zu Schwingungen angeregt wird. Schall breitet sich in Form von Wellen aus. Je nach Ausbreitungsmedium unterscheidet man drei Schallarten.

2.2.1 Luftschall

Unter Luftschall versteht man Schwingungen, die sich in Form von Schallwellen über die Luft ausbreiten. Diese Schallwellen entstehen durch schwingende Oberflächen von Körpern oder durch Wirbelbildung und dem daraus resultierenden Über- und Unterdruck von Luftteilchen. Die Über- und Unterdrücke werden als Schallwechseldruck bezeichnet (siehe auch Abbildung 1).

2.2.2 Körperschall

Unter Körperschall versteht man die Ausbreitung von Schwingungen in festen Körpern. Körperschall entsteht beispielsweise durch das Anschlagen eines festen Körpers oder durch die Unwucht eines rotierenden Teiles. Körperschall wird zu Luftschall, wenn der schwingende Körper mit Luft in Kontakt steht.

2.2.3 Flüssigkeitsschall

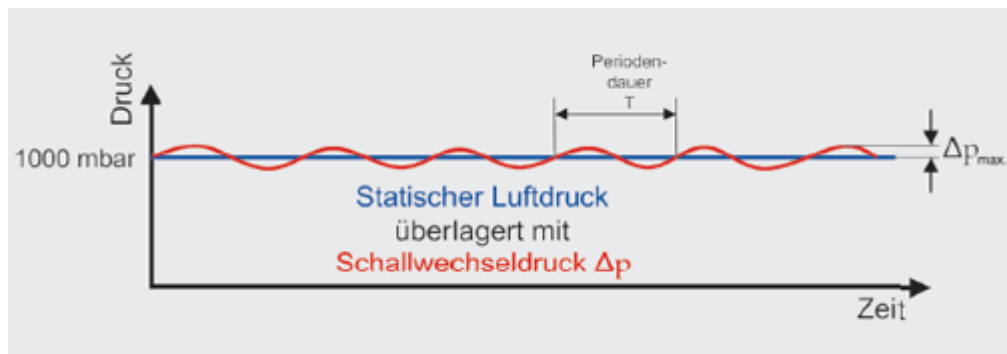
Unter Flüssigkeitsschall versteht man die Ausbreitung von Schwingungen in Flüssigkeiten. Er entsteht durch Verwirbelungen oder durch Druckstöße, beispielsweise bei der Pulsation in Pumpen.

2.3 Schalldruck

Bei der Ausbreitung von Schall werden Luftteilchen (oder ein anderes verdichtbares Schallübertragungsmedium) in Schwingung versetzt. Dadurch kommt es zu Druckschwankungen in der Luft. Diese Druckschwankungen werden als „Schalldruck“ bezeichnet. Der Schalldruck ist der Wechseldruck (eine Wechselgröße), der dem statischen Luftdruck überlagert ist. Den Schallwechseldruck kann man mit einem Schallpegelmessgerät messen.

¹ § 2 Abs. 1 der LärmVibrationsArbSchV, siehe Anhang 2 Nr. (4)

Abbildung 1: Schallentstehung



2.4 Schalldruckpegel

Der Schalldruckpegel ist ein Maß für die Lautstärke eines Geräusches. Er ist das Verhältnis von gemessenem Schalldruck zu Bezugsschalldruck. Der Bezugsschalldruck p_0 entspricht dem Schalldruck, den das menschliche Gehör gerade noch wahrnehmen kann.

Da sich die Schalldrücke von der Hörschwelle bis zur Schmerzgrenze im Bereich von 0,00002 bis 20 Pa bewegen und dieser große Zahlenbereich wenig anschaulich ist, wurde das logarithmische Maß „Dezibel“ (dB) international eingeführt.

Schalldruckpegel

$$L = 10 \log \left(\frac{p^2}{p_0^2} \right) \text{ in dB}$$

mit

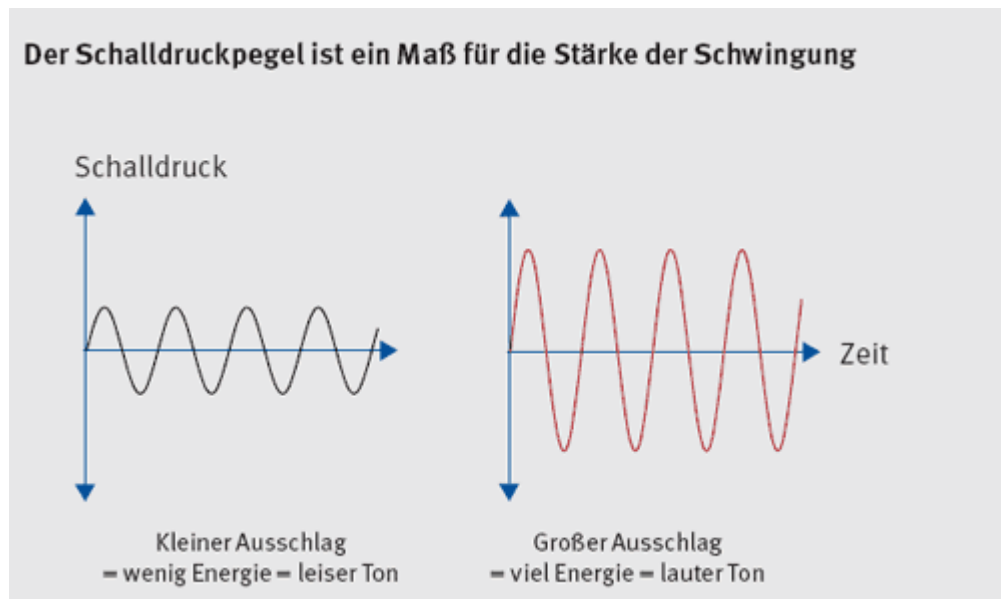
p = gemessener Schalldruck

p_0 = 0,00002 Pa (Bezugsschalldruck)

Für den hörbaren Bereich von der Hörschwelle bis zur Schmerzgrenze ergeben sich Werte von 0 dB(A) bis 120 dB (A).

Eine Übersicht mit Beispielen für verschiedene Schalldruckpegel von der Hörschwelle bis zum Atmosphärendruck ist diesem Merkblatt als Anhang 1 beigefügt.

Abbildung 2: Schalldruckpegel



2.5 Dezibel

Schallpegel werden in Dezibel (dB) angegeben. Dies gilt für alle in diesem Merkblatt genannten Schallarten. Auch in der Elektronik werden einige technische Daten in Dezibel angegeben.

Da es sich bei Dezibelwerten um logarithmische Größen handelt, bedeutet eine Verdopplung des Schalldruckpegels eine Zunahme um 3 dB und eine Halbierung eine Abnahme um 3 dB.

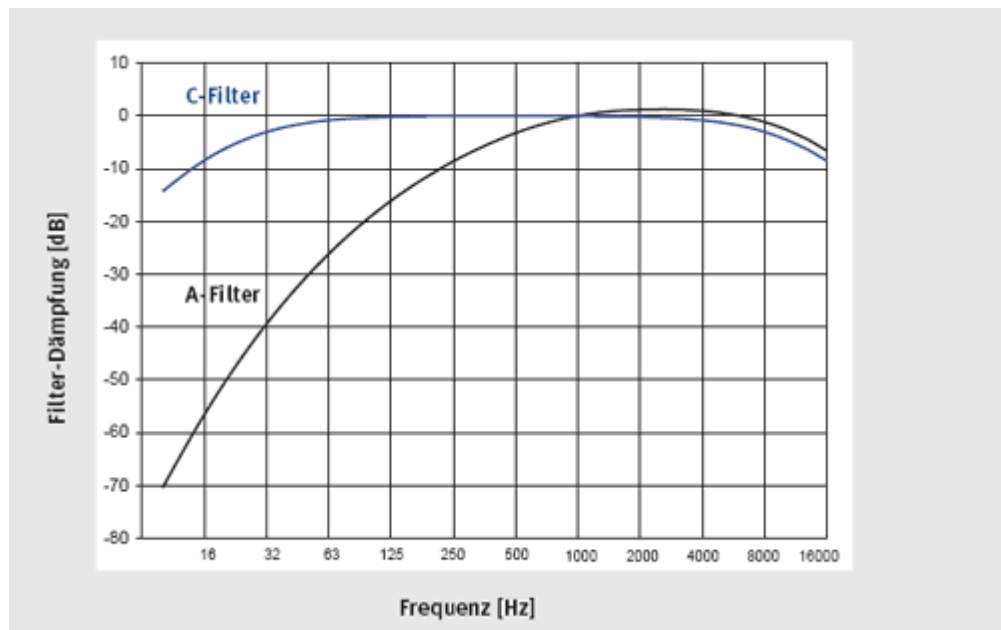
Wird beispielsweise parallel zu einem Mischer mit einem Schallpegel von 80 dB(A) ein zweiter, gleichlauter Mischer betrieben, ergibt sich in der Summe ein Pegel von 83 dB(A).

2.6 Schallfrequenzen/Frequenzbewertung

Die Anzahl der Schwingungen innerhalb einer Sekunde nennt man Frequenz. Sie wird in Hertz (Hz) angegeben. Wenige Schwingungen pro Sekunde werden als tiefer Ton empfunden, viele Schwingungen als hoher Ton. Der Hörbereich des menschlichen Ohres liegt im Bereich von ca. 16–16 000 Hz. Schall unterhalb 16 Hz nennt man Infraschall. Oberhalb von 16 000 Hz spricht man von Ultraschall.

Das menschliche Ohr ist für Schall in verschiedenen Frequenzbereichen unterschiedlich empfindlich. Tief- und sehr hochfrequenter Schall wird schlechter gehört als solcher im Frequenzbereich von 1000–6000 Hz. Schall im Frequenzbereich von 1000–6000 Hz kann unser Ohr auch stärker schädigen als tieffrequenter Schall. Um die Empfindlichkeit des menschlichen Gehörs bei verschiedenen Frequenzen abzubilden, wird das sogenannte A-Filter bei Messungen verwendet. Das in den Messgeräten eingebaute A-Filter senkt die Pegel von Frequenzen im tiefen und sehr hohen Bereich so weit ab, wie sie das menschliche Ohr wahrnimmt.

Abbildung 3: A- und C-Filter



Die mit diesem Filter ermittelten Schallpegel werden in dB(A) angegeben, der üblichen Messgröße im Arbeits- und Umweltschutz. Bei vielen Messgeräten ist das A-Filter abschaltbar, um auch unbewertete (lineare) Pegel messen zu können, beispielsweise für Lärminderungsmaßnahmen und Frequenzanalysen. Lärmexpositionspegel sind immer A-bewertet.

Bei Knallen und Explosionen können auch tieffrequente Geräusche zu akuten Gehörschäden führen. In diesen Fällen wird das C-Filter des Schallpegelmessgerätes verwendet, das eine sehr flache Dämpfungskurve hat und deshalb tieffrequenten Schall stärker berücksichtigt.

2.7 Tages-Lärmexpositionspegel

Der Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$ ist der über die Zeit gemittelte Lärmexpositionspegel, bezogen auf eine Achtstundenschicht. Er umfasst alle am Arbeitsplatz auftretenden Schallereignisse.²

2.8 Wochen-Lärmexpositionspegel

Der Wochen-Lärmexpositionspegel $L_{EX,40h}$ ist der über die Zeit gemittelte Tages-Lärmexpositionspegel, bezogen auf eine 40-Stundenwoche.³ Der Wochen-Lärmexpositionspegel darf nur mit Genehmigung der zuständigen Behörde⁴ angewandt werden.

2 § 2 Abs. 2 der LärmVibrationsArbSchV, siehe auch Anhang 2 Nr. (4)

3 § 2 Abs. 3 der LärmVibrationsArbSchV, siehe auch Anhang 2 Nr. (4)

4 § 15 Abs. 2 der LärmVibrationsArbSchV, siehe auch Anhang 2 Nr. (4)

2.9 Spitzenschalldruckpegel

Der Spitzenschalldruckpegel $L_{pC,peak}$ ist ein Maß für den während einer Messperiode maximal aufgetretenen schallverursachten Über- oder Unterdruck. Er ist wichtig zur Beurteilung von knallartigen Ereignissen.

2.10 Schalleistungspegel

Der Schalleistungspegel gibt die akustische Leistung einer Maschine an. Er ist ein unter Laborbedingungen ermittelter Wert. Mit ihm lassen sich die Schallemissionen von Maschinen vergleichen oder auch Berechnungen durchführen.

2.11 Schallpegel

Der Schallpegel ist eine umgangssprachlich verkürzte Bezeichnung für den Pegel einer akustischen Größe. So können damit unter anderem der frequenzbewertete oder der -unbewertete Schalldruckpegel, der Tages- und Wochen-Lärmexpositionspegel, der Spitzenschalldruckpegel oder der Schalleistungspegel gemeint sein.

2.12 Auslösewerte⁵

Es werden die folgenden Auslösewerte unterschieden:

	Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$	Spitzenschalldruckpegel $L_{C,peak}$
Untere Auslösewerte	80 dB(A)	135 dB(C)
Obere Auslösewerte	85 dB(A)	137 dB(C)

Bei der Anwendung der Auslösewerte wird die dämmende Wirkung eines persönlichen Gehörschutzes nicht berücksichtigt.⁶

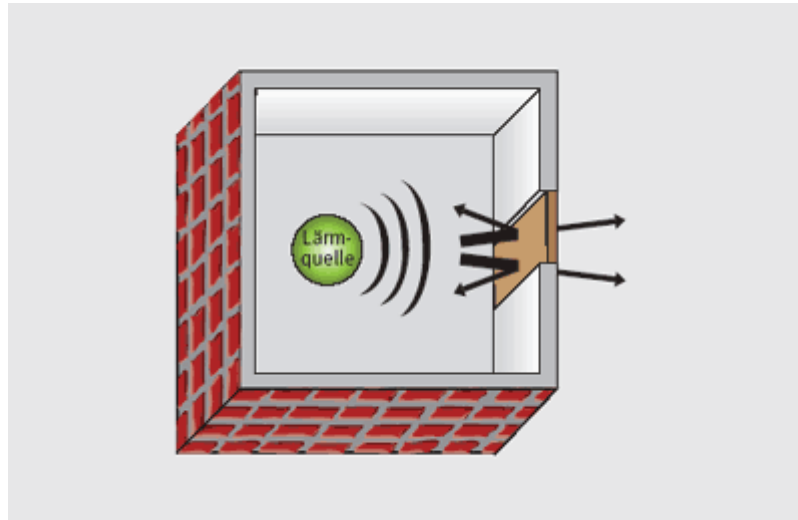
2.13 Dämmung

Schalldämmung bedeutet, einen Damm gegen den Schall zu errichten, mit dem Ziel, den Schall zu reflektieren, statt ihn sich ausbreiten zu lassen.

5 § 6 der LärmVibrationsArbSchV, siehe Anhang 2 Nr. (4)

6 § 6 der LärmVibrationsArbSchV, siehe Anhang 2 Nr. (4)

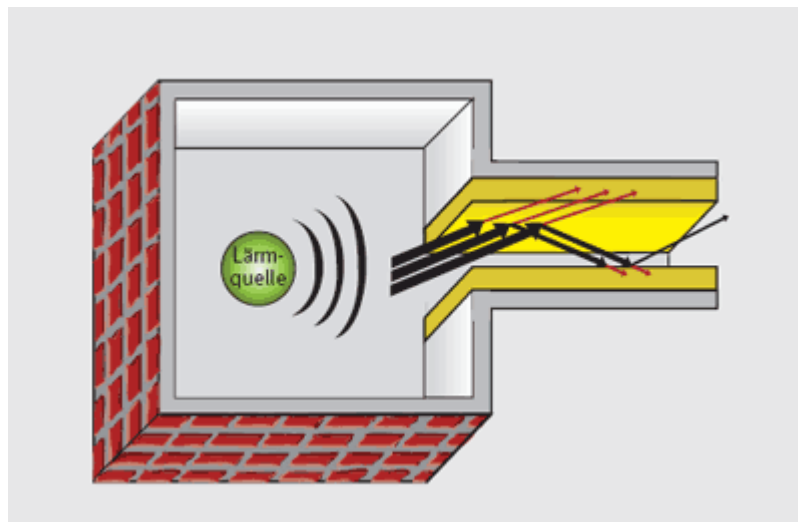
Abbildung 4: Luftschalldämmung



2.14 Dämpfung

Schalldämpfung bedeutet die Umwandlung von Schallenergie in Wärmeenergie durch Absorption.

Abbildung 5: Luftschalldämpfung



3 Wirkung des Lärms auf den Menschen

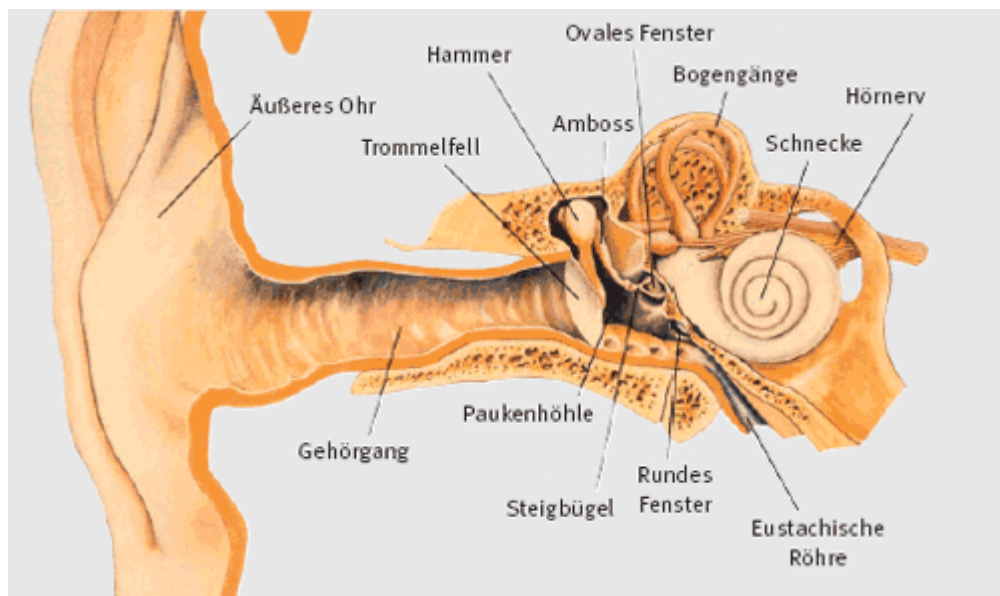
3.1 Aufbau und Funktion des Gehörs

Im Gehör werden auf kleinstem Raum Schallwellen in Nervenimpulse umgewandelt und als Höreindruck wahrnehmbar gemacht. Das Ohr wird anatomisch in äußeres Ohr, Mittel- und Innenohr unterteilt.

Das äußere Ohr besteht aus der Ohrmuschel und dem Gehörgang. Es bildet eine Art „Schalltrichter“ und endet am Trommelfell. Das Trommelfell reagiert wie eine Mikrofonmembran auf die eingeleiteten Druckschwankungen. Es überträgt seine Bewegungen über die drei Gehörknöchelchen des Mittelohres (Hammer, Amboss, Steigbügel) auf das ovale Fenster.

Die Übertragungsfunktionen von äußerem Ohr und Mittelohr bewirken eine Schallverstärkung und damit eine große Hörempfindlichkeit zwischen 1000 und 6000 Hz. Tiefe und sehr hohe Frequenzen werden dagegen nur abgeschwächt weitergeleitet.

Abbildung 6: Das menschliche Gehör



Im Innenohr befinden sich das Gleichgewichtsorgan, das aus Bogengängen gebildet wird, und die Schnecke. Die erbsengroße Innenohrschnecke besteht aus einem aufgewickelten, flüssigkeitsgefüllten Röhrchen. Darin nehmen rund 15 000 mit feinen Härchen ausgestattete Hörzellen die Schwingungen auf und wandeln sie in elektrische Impulse um. Die Nervenimpulse werden schließlich durch den Hörnerv an das Gehirn weitergeleitet und dort verarbeitet.

3.2 Psychische Wirkung

Bereits relativ leise Geräusche – auch weit unterhalb der Auslösewerte – können Menschen in ihrem Wohlbefinden beeinträchtigen. Dies gilt beispielsweise für das Lüftergeräusch eines PCs, Musik aus Nachbars Wohnung, das Brummen von Leuchtstofflampen oder einen tropfenden Wasserhahn.

3.3 Vegetative Wirkung

Lärm – auch unterhalb der Auslösewerte – kann Stress erzeugen. Bekannte Auswirkungen sind Konzentrationsschwäche mit der Folge steigender Unfallgefahr oder körperliche Reaktionen, wie Erhöhung der Herzfrequenz.

3.4 Gehörschädigende Wirkung

Durch Lärm kann, ab einem Tages-Lärmexpositionspegel von 85 dB(A), unser Hörvermögen dauerhaft und irreparabel geschädigt werden.

Ein Tages-Lärmexpositionspegel von 85 dB(A) wird bereits bei folgenden Expositionen erreicht:

Abbildung 7: Tages-Lärmexpositionspegel von 85 dB(A)

Schallpegel	Expositionszeit
85 dB(A)	8 Stunden
88 dB(A)	4 Stunden
91 dB(A)	2 Stunden
94 dB(A)	1 Stunde
97 dB(A)	30 Minuten
100 dB(A)	15 Minuten
105 dB(A)	5 Minuten

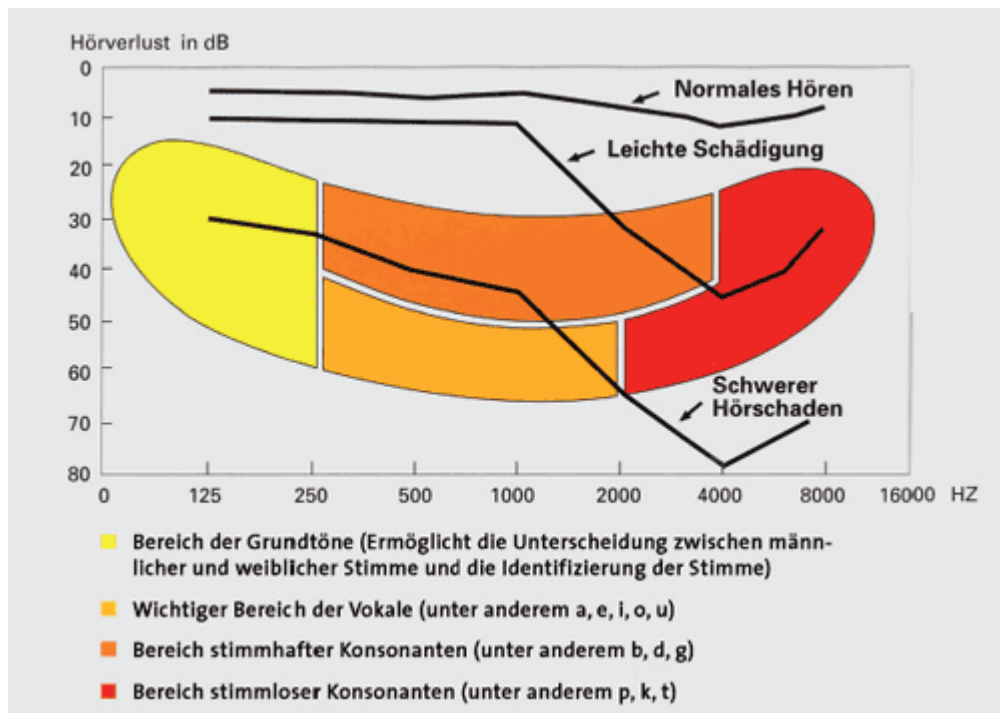
Es reichen deshalb beispielsweise schon 5 Minuten bei 105 dB(A), um einen ganzen Tag gefährlich laut zu machen!

Durch eine zu hohe tägliche Lärmdosis sterben Hörzellen im Innenohr ab (siehe Abbildung 8a + b). Hierdurch entsteht ein Hörverlust, der durch eine ärztliche Untersuchung (Audiometrie) festgestellt werden kann (siehe Abbildung 9).

Abbildung 8 a + b: Hörzellen



Abbildung 9: Hörfeld – Verlust der Verständlichkeit von Vokalen und Konsonanten, abhängig vom Schädigungsgrad



Die farbigen Flächen in diesem Reinton-Audiogramm zeigen annähernd die Schallpegel bei den verschiedenen Frequenzen, wie sie bei einem Gespräch in normaler Lautstärke in einem Meter Abstand erzeugt werden. Je größer der Hörschaden ist, desto mehr Konsonanten sind ausgeblendet und desto eingeschränkter ist das Sprachverstehen. So wird zum Beispiel von den Begriffen „Gabel“, „Fabel“ und „Kabel“ nur noch „abel“ gehört.

Entspricht der Hörverlust einer lärmbedingten Innenohrschwerhörigkeit und hat der Betroffene lange unter Lärmbedingungen gearbeitet oder war er kurzzeitig besonders hohen Lärmbelastungen ausgesetzt, ist der Arzt verpflichtet, dies der zuständigen Berufsgenossenschaft anzuzeigen. Sie prüft dann, ob eine berufsbedingte Lärmschwerhörigkeit vorliegt.

4 Gefährdungsbeurteilung

Bei der Gefährdungsbeurteilung⁷ sind insbesondere zu berücksichtigen

- Art und Umfang der Gefährdungen am Arbeitsplatz,

⁷ § 5 des ArbSchG, siehe Anhang 2 Nr. (3)

- die Arbeitsbedingungen und
- gesundheitliche Gefährdungen für die Beschäftigten.

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist unter anderem zu ermitteln⁸, ob die Beschäftigten Lärm ausgesetzt sind oder ausgesetzt sein können. Die am Arbeitsplatz auftretenden Lärmexpositionen sind fachkundig zu ermitteln und zu bewerten. Die benötigten Informationen können beim Hersteller oder Inverkehrbringer von Arbeitsmitteln oder aus anderen zugänglichen Quellen beschafft werden. Reichen diese Informationen nicht aus, um das Einhalten der Auslösewerte sicher ermitteln zu können, müssen Messungen am Arbeitsplatz durchgeführt werden.⁹

Entsprechend dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung hat der Unternehmer Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik festzulegen.

Beim Überschreiten der unteren Auslösewerte $L_{EX,8h} \geq 80$ dB(A) oder $L_{pCpeak} \geq 135$ dB(C) sind folgende Maßnahmen zu treffen:

- Beschäftigte informieren und über die Gefährdung durch Lärm unterweisen¹⁰.
- Geeigneten Gehörschutz bereitstellen¹¹.
- Beschäftigten arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen anbieten¹².

Bei Überschreiten der oberen Auslösewerte $L_{EX,8h} \geq 85$ dB(A) oder $L_{pCpeak} \geq 137$ dB(C) sind darüber hinaus die folgenden Maßnahmen zu treffen:

- Ein Programm zur Verringerung der Lärmexposition (Lärmreduzierungsprogramm) aufstellen und durchführen¹³.
- Lärmbereiche kennzeichnen, falls technisch möglich abgrenzen und Zugang beschränken¹⁴.
- Beschäftigte müssen Gehörschutz benutzen und die bestimmungsgemäße Verwendung ist sicherzustellen¹⁵.
- Regelmäßige arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen veranlassen (Pflichtuntersuchung)¹⁶.

Unter dem Gehörschutz sind die „maximal zulässigen Expositionswerte“¹⁷ von 85 dB(A) bzw. 137 dB(C) einzuhalten.

8 § 5 des ArbSchG, § 3 der LärmVibrationsArbSchV, Merkblätter A 016, A 017, siehe Anhang 2, Nr. (3), (4), (11) und (12) dieses Merkblatts

9 § 3 der LärmVibrationsArbSchV, siehe Anhang 2 Nr. (4)

10 § 11 Abs. 1 der LärmVibrationsArbSchV, siehe Anhang 2 Nr. (4)

11 § 8 Abs. 1 der LärmVibrationsArbSchV, siehe Anhang 2 Nr. (4)

12 Teil 3 des Anhangs der ArbMedVV, siehe Anhang 2 Nr. (5)

13 § 7 Abs. 5 der LärmVibrationsArbSchV, siehe Anhang 2 Nr. (4)

14 § 7 Abs. 4 der LärmVibrationsArbSchV, siehe Anhang 2 Nr. (4)

15 § 8 Abs. 3 der LärmVibrationsArbSchV, siehe Anhang 2 Nr. (4)

16 Teil 3 des Anhangs der ArbMedVV, siehe Anhang 2 Nr. (5)

17 § 8 Abs. 2 der LärmVibrationsArbSchV, siehe Anhang 2 Nr. (4)

Der Unternehmer/die Unternehmerin hat die Gefährdungsbeurteilung unabhängig von der Zahl der Beschäftigten zu dokumentieren¹⁸. Somit ist auch das Lärmreduzierungsprogramm als Teil der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren.

Als letzter Schritt der Gefährdungsbeurteilung ist die Wirksamkeit der getroffenen und umgesetzten Maßnahmen zu überprüfen¹⁹. Dies kann beispielsweise bei den regelmäßigen Betriebsbegehungen, im Rahmen von Audits und bei Sicherheitsgesprächen geschehen. Die Wirksamkeitskontrolle ist als letzter Schritt der Gefährdungsbeurteilung ebenfalls zu dokumentieren.²⁰

Das Merkblatt A 017 „Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungskatalog“ der BG RCI²¹ enthält in seinem Abschnitt 9.1 einen Gefährdungskatalog zum Thema „Lärm“.

5 Maßnahmen zum Vermeiden und Vermindern der Lärmexposition

Abbildung 10: Übersicht zum Vermeiden und Vermindern der Lärmexposition



Der Hersteller von Maschinen muss dem Unternehmer, der diese Maschinen einsetzt, mit der Betriebsanleitung verschiedene Angaben zur Luftschallemission der Maschine zur Verfügung stellen.²²

18 § 6 ArbSchG, siehe Anhang 2 Nr. (3)

19 § 3 ArbSchG, siehe Anhang 2 Nr. (3)

20 § 6 ArbSchG, siehe Anhang 2 Nr. (3)

21 Siehe Anhang 2 Nr. (12)

22 Pkt. 1.7.4.2, Anhang 1 der Maschinen-RL 2006/42/EG, siehe Anhang 2 Nr. (2)

Die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung verpflichtet den Unternehmer/die Unternehmerin, Maßnahmen zum Vermeiden und Vermindern der Lärmexposition zu treffen.²³ Auf Basis der Angaben der Hersteller zur Geräuschemission von Maschinen, können leise Maschinen beschafft werden.

Eine mögliche Quelle für Produkte zur Lärminderung ist eine Datenbank auf der Homepage www.baua.accon.de.

5.1 Vermeiden oder Vermindern der Schallentstehung

Die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung legt eine Rangfolge der Schutzmaßnahmen bei Lärmexposition fest. An oberster Stelle steht die Lärmvermeidung.²⁴

Bei Neuanschaffung von Maschinen ist auf einen niedrigen Schalleistungspegel zu achten. Höhere Anschaffungskosten rechnen sich häufig über Einsparungen bei Lärmschutzmaßnahmen.

5.1.1 Lärmarme Arbeitsverfahren

Neben dem Betreiben lärmarmen Maschinen ist der Einsatz alternativer Arbeitsverfahren zu prüfen, welche die Exposition der Beschäftigten verringern. Beispiele können der folgenden Tabelle entnommen werden:

Abbildung 11: Beispiele zum Ersatz lärmintensiver Arbeitsverfahren durch lärmärmere

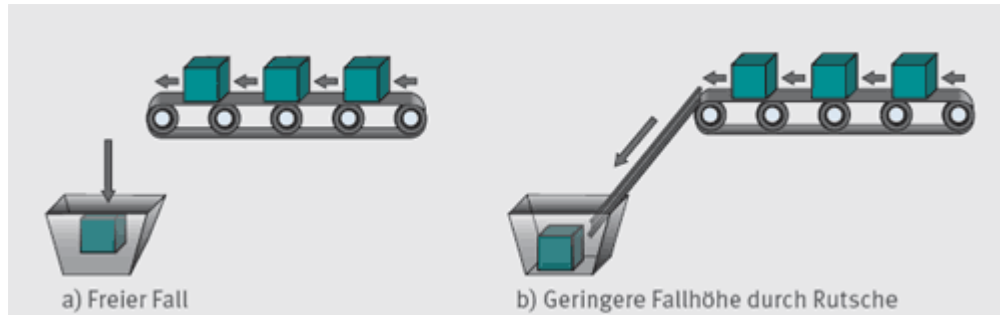
Arbeitsverfahren	
Lärmintensiv	Lärmarm
Abwerfen	Ablegen
Abblasen	Absaugen, Verringern der Fallhöhe
Stanzen	Bohren
Schlagschrauber	Drehschrauber
Richten mit Hammer	Hydraulisches Ziehen/Drücken
Nieten	Kleben
Akustische Signalgebung	Optische Signalgebung
Mechanisches Trennen	Plasmaschneiden
Schlagen	Pressen
Trennschleifen	Sägen

23 § 7 der LärmVibrationsArbSchV, siehe Anhang 2 Nr. (4)

24 § 7 Abs. 1 der LärmVibrationsArbSchV, siehe Anhang 2 Nr. (4)

Nieten	Schrauben/Schweißen
Stoßweise transportieren	Kontinuierlich transportieren

Abbildung 12 a + b: Minderung der Schallentstehung durch Verringern der Fallhöhe



5.1.2 Lärmarme Arbeitsmittel

Bei Schlagvorgängen können in vielen Fällen Stahlhämmer durch rückschlagfreie Kunststoffhämmer ersetzt werden. Beim Zusammenstoßen von Stahlteilen oder beim Ablegen von Teilen können elastische Zwischenlagen, beispielsweise aus Gummi, eingesetzt werden.

Eine häufige Lärmquelle in der Praxis sind auch Strömungsvorgänge in der Luft oder in Flüssigkeiten.

Die Schallentstehung kann beispielsweise bei Blasdüsen durch Druckverminderung reduziert werden:

- Der volle Netzdruck ist nicht immer erforderlich. Eine Halbierung reduziert den Schallpegel erheblich.
- Es gibt Blaspistolen mit eingebauter Druckreduzierung.
- Bei der Vierröhrchendüse (siehe Abbildung 13) kommt es durch Aufteilung des Luftstroms in mehrere Teilströme zu einer geringeren Verwirbelung und einem besser gerichteten Blasstrahl.

Abbildung 13: Vierröhrchendüse



Abbildung 14: Ein weiteres Beispiel einer lärmarmen Blasdüse: Mehrkanalrundblasdüse

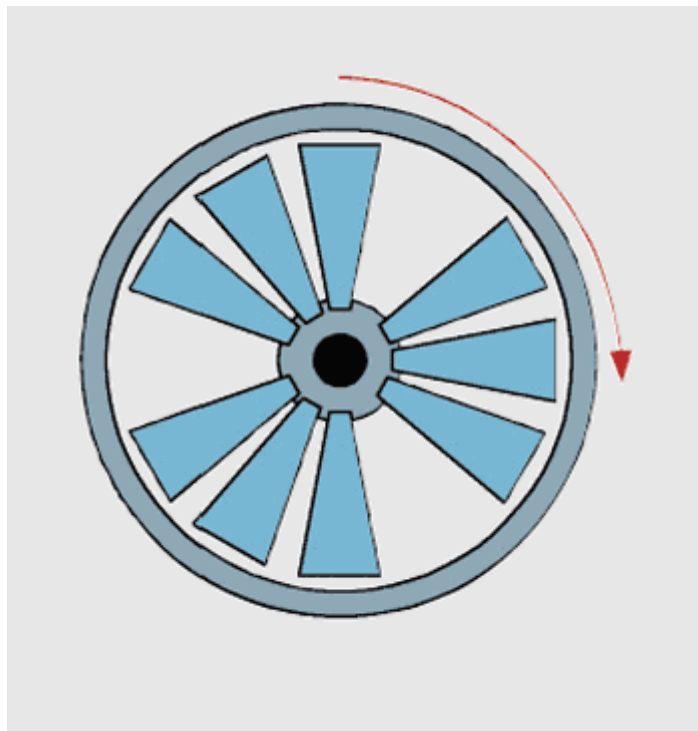


Die lärmarmen Blasdüsen sind in diversen Bauformen für unterschiedliche Einsatzgebiete erhältlich.²⁵

Das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) hat Bauteile und Maschinen in Bezug auf den Lärmschutz geprüft und die Ergebnisse gemeinsam mit dem Institut Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IAG) veröffentlicht.²⁶

Weitere Lärmquellen sind Ventilatoren, die beispielsweise zum Lüften, Absaugen oder Kühlen eingesetzt werden. Zwei Bauarten von Ventilatoren sind weit verbreitet: Axial- und Radialventilatoren. Bei Axialventilatoren erfolgt die Luftbeschleunigung in Richtung der Drehachse, bei Radialventilatoren wird die Luft radial nach außen beschleunigt. Bauartbedingt sind Axialventilatoren leiser – sofern sich keine Strömungswiderstände, wie beispielsweise Leiträder, im Strömungskanal befinden. Die Umlenkung des Luftstroms erfolgt bei ihnen ohne Wirbelbildung. Bei beiden Bauarten nimmt der Lärm mit der Drehzahl deutlich zu. Deshalb sind größere Bauformen sinnvoll, die mit kleinerer Drehzahl betrieben werden können.

Abbildung 15: Ungleiche Schaufelteilung



25 Siehe auch Anhang 2 Nr. (22) und (23)

26 Siehe www.dguv.de, Web-Code: d7630, Liste „Gefährdung durch spezielle physikalische Einwirkungen“. Dort müssen aus der Liste die betreffenden pdf-Dokumente ausgewählt werden.

Sogenannte Sirenenklänge (lästige Einzeltöne) lassen sich durch eine ungleiche Schaufelteilung vermeiden.

5.2 Technische Maßnahmen

Technische Maßnahmen zur Schallreduzierung vermindern die Schallübertragung oder die Schallabstrahlung. Auch das Verbessern der Raumakustik ist eine technische Maßnahme und kann zur Lärminderung beitragen.

27

5.2.1 Vermindern der Schallübertragung

Die Schallübertragung kann durch Dämmung und Dämpfung vermindert werden.

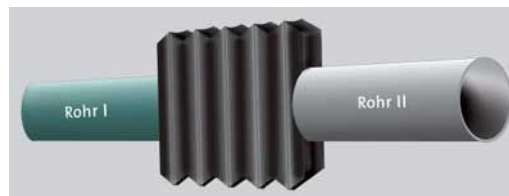
5.2.1.1 Vermindern der Körperschallübertragung durch Dämmung

Körperschall, der sich ausbreitet, passiert Grenzflächen zwischen verschiedenen Materialien mit unterschiedlichen Schallwellen-Widerständen. Je größer der Unterschied zwischen den materialspezifischen Widerständen ist, desto wirkungsvoller wird die Schallausbreitung gedämmt. Ein Teil des Schalls wird an der Grenzfläche reflektiert.

Wird beispielsweise eine schallführende Rohrleitung aus Stahl durch ein Stück Gummischlauch unterbrochen, entstehen zwei sprunghafte Änderungen des Schallwellen-Widerstandes. Dies führt zu einer deutlich geringeren Übertragung von Körperschall und damit zu einer Dämmung (siehe Abbildung 16).

Dämmen und damit „akustisch abkoppeln“ lässt sich zum Beispiel auch eine Maschine beim Aufstellen, indem zwischen Maschinenfüßen und Unterkonstruktion oder Boden eine Gummimatte gelegt wird. Elastische Materialien, wie zum Beispiel Gummi, haben zusätzlich dämpfende Eigenschaften.

Abbildung 16: Elastische Zwischenstücke – Prinzip der „akustischen Abkopplung“



5.2.1.2 Vermindern der Luftschallübertragung durch Dämmung und Dämpfung

Auch beim Vermindern der Luftschallübertragung spielen die Begriffe „Dämmung“ und „Dämpfung“ eine wichtige Rolle.

Zur Luftschalldämmung sind dichte und schwere Materialien geeignet, wie Mauerwerk, Spezialglas oder Stahlblech. Für eine geringere Dämmwirkung können auch Spanplatten verwendet werden.

Abbildung 17: Prinzipskizze einer gekapselten Lärmquelle

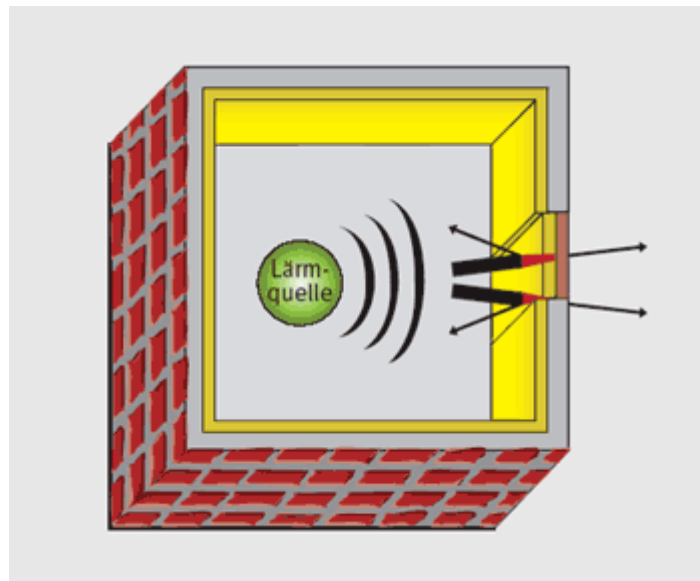


Abbildung 18: Schall-Dämmmaße

Werkstoff/Bauteil	Mittleres Schall-Dämmmaß in dB
Betonwand, 120 mm	~ 48
Glas, 6 mm	~ 30
Stahlblech, 1 mm	~ 29

Zur Luftschalldämpfung werden vielfach offenporige Schaumstoffe eingesetzt oder insbesondere aus Brandschutzgründen Mineralfaserplatten, die als Rieselschutz mit dünner Folie oder mit Glasgewebe umhüllt sind.

Das Maß der Dämpfung wird durch den Schallabsorptionsgrad α ausgedrückt:

$$\alpha = \frac{\text{absorbierter Schall}}{\text{auftretender Schall}}$$

Abbildung 19: Schallabsorptionsgrad α verschiedener Materialien

Werkstoff/Bauteil	Mittlerer Schallabsorptionsgrad α
Betonwand	~ 0,02
Stahl	~ 0,02

Mineralwolle ²⁸ (50 mm)	~ 0,85
PU-Schaum (50 mm)	~ 0,81

Der Schallabsorptionsgrad wird häufig auch in % angegeben. Beispielsweise beträgt der Schallabsorptionsgrad von Mineralwolle²⁹ 85 %.

Bei der **Kapselung** (siehe Abbildung 17) lauter Aggregate werden Dämmung und Dämpfung kombiniert. Die Kapsel beispielsweise aus Stahlblech verhindert die Ausbreitung des Schalls und die Auskleidung mit Mineralwollmatten senkt den Schallpegel in der Kapsel, damit außerhalb der Kapselung weniger Schall ankommt (siehe Abbildung 20). Eine Verdopplung der Blechdicke verbessert die Dämmwirkung um ca. 6 dB(A). Die erforderliche Dicke der Absorptionsschicht hängt von der Frequenz des Schalls ab. Für hohe Frequenzen wählt man 40–60 mm, für tiefe Frequenzen mindestens 100 mm Materialdicke. Eine zusätzliche Innenauskleidung der Kapsel mit Lochblech dient als mechanischer Schutz des Absorptionsmaterials. Sie beeinträchtigt die Dämpfung nur wenig, wenn der Lochanteil mindestens 30 % der Oberfläche des Lochblechs beträgt.

Abbildung 20: (Geöffnete) Kapselung eines Hydraulikaggregats



Auch durch den Einsatz von Schalldämpfern wird die Übertragung von Luftschall reduziert. Sie werden insbesondere in pneumatischen Systemen, Lüftungsanlagen und Abgasanlagen eingesetzt.

Wichtige Bauarten sind Drosselschalldämpfer und Absorptionsschalldämpfer.

Drosselschalldämpfer

Drosselschalldämpfer werden hauptsächlich in pneumatischen Systemen eingesetzt. Der Abluftstrom wird durch eine poröse Masse geleitet (Stahlwolle, Sintermetall) und verliert dadurch an Geschwindigkeit. Die Luftverwirbelung und damit die Schallentstehung werden reduziert.

Durch den Widerstand der porösen Masse kommt es zu einem Druckaufbau mit Rückwirkung auf das vorgeschaltete pneumatische System. Außerdem besteht durch Verunreinigungen in der Abluft Verstopfungsgefahr. Drosselschalldämpfer sind deshalb für Sicherheitssteuerungen nicht geeignet.

In vielen Fällen können mehrere Luftaustritte in ein Puffergefäß geleitet werden, das mit einem größeren Schalldämpfer versehen werden kann. Damit wird die Zahl der benötigten Schalldämpfer und die Verstopfungsgefahr verringert.

28 Gesundheitlich unbedenkliche Mineralwollen, mit RAL-Gütesiegel sind im Handel erhältlich. Beim Umgang mit sogenannten alten Mineralwollen ist die TRGS 521 zu beachten (siehe DGUV Information 213-031).

29 VDI 3760, siehe Anhang 2 Nr. (48)

Abbildung 21: Prinzipielle Wirkungsweise eines Drosselschalldämpfers

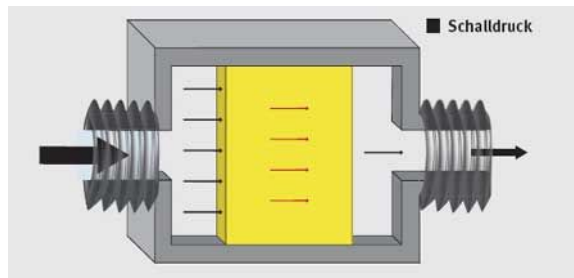
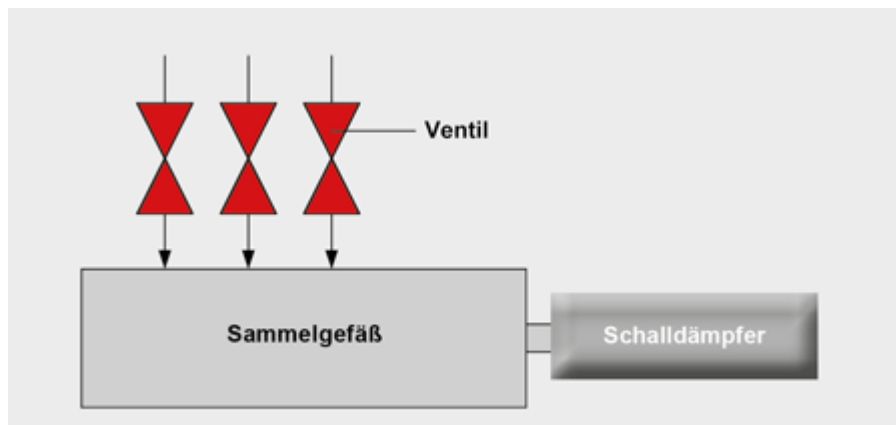


Abbildung 22: Sammelgefäß mit Schalldämpfer

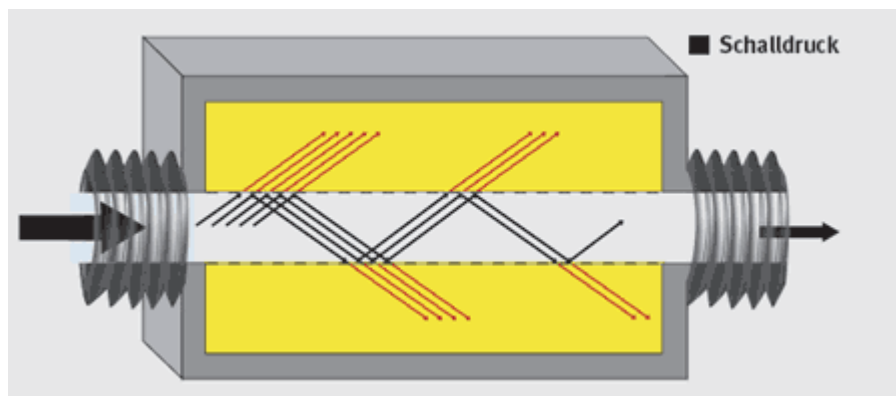


Absorptionsschalldämpfer

Absorptionsschalldämpfer finden vorwiegend in Abluft- und Abgasanlagen ihre Anwendung. Der Schalldämpfer ist verstopfungssicher. Die Luft kann ihn ohne Widerstand passieren (wichtig beispielsweise für Klimaanlage und Lüftungen). Der Schall dringt durch die perforierte Innenwandung und wird vom Absorptionsmaterial aufgenommen. Die Wirkung des Absorptionsschalldämpfers ist vom Querschnitt und der Baulänge abhängig.

Er kann auch in pneumatischen Systemen eingesetzt werden. Nachteilig ist hier die größere Bauform als beim Drosselschalldämpfer.

Abbildung 23: Prinzipielle Wirkungsweise eines Absorptionsschalldämpfers



Weitere Möglichkeit der Lärminderung

In der Praxis hat sich eine weitere Möglichkeit zur Ableitung von Entspannungsluft bewährt: An der Luftaustrittsstelle wird ein Schlauch oder ein Rohr angeschlossen und damit die Austrittsstelle um zwei bis drei

Meter verlegt. Der Schlauch wirkt dabei als Entspannungsstrecke, an deren Ende die Luft wesentlich leiser austritt. Bei großen Luftmengen kann eine Sammelleitung installiert werden, die aus dem Arbeitsbereich herausgeführt wird.

5.2.2 Vermindern der Schallabstrahlung

Körperschall wird von unserem Gehör nicht wahrgenommen. Der menschliche Körper kann ihn in bestimmten Frequenzbereichen als Vibration spüren. Körperschall kann von schwingenden Flächen als Luftschall abgestrahlt werden. Dabei gilt: je größer und schwingfähiger die Fläche, umso mehr Luftschall wird abgestrahlt.

Mögliche Maßnahmen gegen Schallabstrahlung:

- Schwingende Flächen klein halten.
- Große Flächen von schwingenden Teilen „akustisch abkoppeln“ (siehe Abbildung 16).
- Materialien mit hohem Verlustfaktor, sogenannte schallschluckende Materialien, wählen (z. B. Kunststoff statt Stahlblech).
- „Akustischen Kurzschluss“ nutzen; gelochtes, statt vollflächiges Material verwenden (siehe Abbildung 24).

Abbildung 24: Schutzverkleidung aus Lochblech (akustischer Kurzschluss)



Wird die Schallabstrahlung einer schwingenden Fläche durch Druckausgleich zwischen der jeweiligen Über- und Unterdruckseite (gegenphasig schwingende Bereiche) vermindert, spricht man von einem „akustischen Kurzschluss“. Dieser Druckausgleich ist zum Beispiel bei einer Schutzverkleidung aus Lochblech durch ihren Lochanteil (mindestens 30 %) möglich.

Eine bewährte Maßnahme zum Vermindern der Schallabstrahlung ist das Entdröhnen.

Beim Bearbeiten (Richten, Schleifen) von Blechplatten und Stahlbehältern in Werkstätten können magnetisch anhaftende Entdröhnungsfolien verwendet oder die Bauteile eingespannt werden. Zum dauerhaften Entdröhnen bzw. Bedämpfen hat sich beispielsweise im Automobilbau Bitumenpappe bewährt. Für warme Oberflächen können Spachtelmassen (Antidröhnmasse oder Entdröhnmasse) verwendet werden.

Bei der Sandwichbauweise ist das Entdröhnmaterial zwischen zwei Blechen angeordnet. Derartige Bleche können fertig bezogen werden. Die Sandwichbauweise bewirkt eine größere Lärminderung als das einseitige Aufbringen von Entdröhnmaterial.

Einen Anhaltspunkt zum Schallabstrahlungsverhalten von Werkstoffen liefert der Verlustfaktor d . Er ist die Kenngröße für den Absorptionsgrad von Körperschall. Je höher der Verlustfaktor, desto mehr Schallenergie wird absorbiert.

Die folgenden Angaben gelten für Temperaturen von etwa 20 °C und mittlere Frequenzen:

Abbildung 25: Verlustfaktoren verschiedener Stoffe

Werkstoff	Verlustfaktor d^{30}
Stahl	ca. 0,0001
Aluminium	ca. 0,0001
Grauguss	0,01–0,02
Blei	0,02–0,03
Holz	ca. 0,01
Entdröhnungsbeläge, z. B. Bitumen	0,2–0,9
Stahlblech mit Entdröhnungsbelag	ca. 0,1
Verbundblech (Sandwichblech): 2 Bleche mit einer Kunststoffolie dazwischen, z. B. 0,5 mm/0,1 mm/1 mm	ca. 0,2–0,5
Schweißkonstruktion aus Stahl	0,001–0,003
Konstruktion, geschraubt/genietet aus Stahl	0,01–0,03

Beim nachträglichen Aufbringen von Entdröhnmaterial ist ein Verlustfaktor von mindestens 0,1 anzustreben. Die Belagdicke sollte bei nachträglichen Entdröhnungsmaßnahmen möglichst der dreifachen Blechdicke entsprechen. Die nachträgliche einseitige Bedämpfung eines Stahlbleches kann beispielsweise eine Pegelabnahme bis zu 10 dB(A) bewirken.

5.2.3 Raumakustik

Durch das Verwenden geeigneter Wand- und Deckenmaterialien kann die Schallabsorption eines Raumes verbessert werden. Bei Hallendecken haben sich gelochte Trapezprofile mit innenliegenden schallabsorbierenden Materialien, beispielsweise Mineralwolle³¹, bewährt. Da ein nachträglicher Einbau von Absorbern meist aufwändig und teuer ist, empfiehlt sich, notwendige Maßnahmen zur Schallabsorption bereits in der Planungsphase beim Bau eines Gebäudes zu berücksichtigen.

Raumakustische Maßnahmen haben neben der Lärminderung u. a. den Vorteil einer deutlich verbesserten Sprachverständlichkeit. Dies kann die Motivation der Mitarbeiter erhöhen und die Fehlerhäufigkeit verringern. In

30 Verlustfaktor ist ein Maß des in Wärme umgewandelten Anteils an akustischer Energie. Dabei bedeutet ein Verlustfaktor von 0,01, dass 1 % der akustischen Energie in Wärme umgewandelt wird.

31 Gesundheitlich unbedenkliche Mineralwollen, mit RAL-Gütesiegel sind im Handel erhältlich. Beim Umgang mit sogenannten „alten Mineralwollen“ ist die TRGS 521 zu beachten.

Büros sind Akustikdecken Standard. Auch in Produktionsbereichen sind raumakustische Maßnahmen grundsätzlich empfehlenswert.

Hierbei können rechnergestützt erstellte „Lärmkarten“ mit farbiger Darstellung der Schalldruckpegelverteilung eine Hilfestellung bei der Planung geben (siehe Abbildung 28).

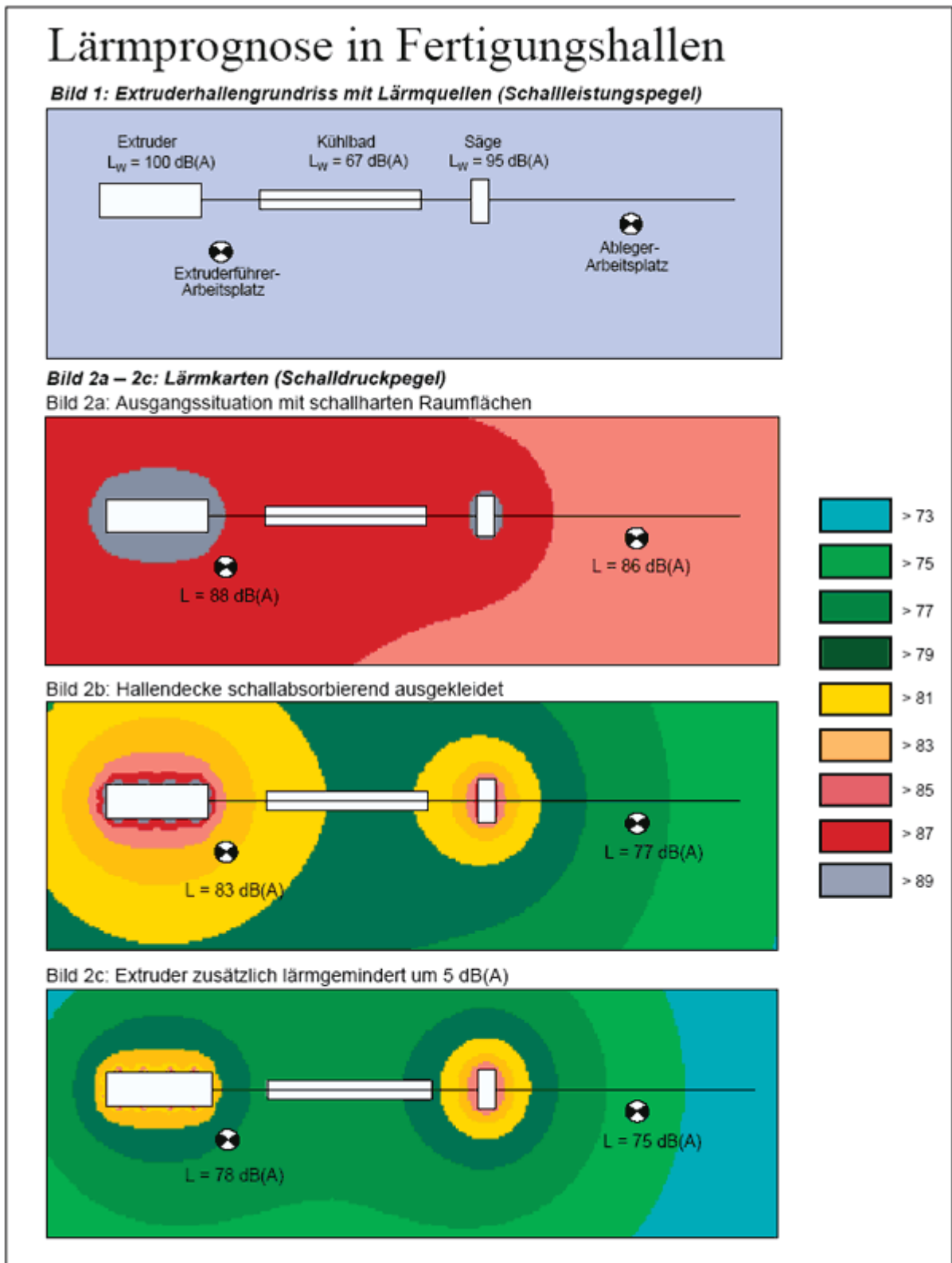
Abbildung 26: Hallendecke mit Rundabsorberrn



Abbildung 27: Schallabsorbierende Wand



Abbildung 28: Lärmprognose „Extruderhalle für Kunststoffprofile“



Anhand des Beispiels „Lärmprognose Extruderhalle für Kunststoffprofile“ mit den Arbeitsplätzen „Extruderführer“ und „Ableger der Kunststoffprofile“, soll die Wirkung raumakustischer Maßnahmen und die Erstellung von Lärmkarten erläutert werden.

In Bild 1 ist ein Grundriss der Extruderhalle (30 m x 10 m x 4 m) mit den Lärmquellen „Extruder“, „Kühlbad“ und „Säge“ skizziert.

Als Kenngröße für die Schallabstrahlung muss der Schalleistungspegel (L_W) der Lärmquellen bekannt sein oder messtechnisch ermittelt werden. Des Weiteren müssen zur Lärmkartenerstellung die verwendeten oder eingeplanten Baumaterialien bekannt sein.

In Bild 2a des vorstehend angeführten Beispiels ist für die Ausgangssituation eine Lärmkarte mit schallharten Raumflächen (z. B. Betonbauweise mit Trapezblechdach, mittlerer Schallabsorptionsgrad = 8 %) dargestellt. Es überwiegt der rote Hallenbereich mit Schalldruckpegeln L von über 85 dB(A). Durch die mehrmalige starke Reflexion des Schalls an den schallharten Raumflächen stellt sich am Extruderarbeitsplatz ein Schalldruckpegel von $L = 88$ dB(A) und am Ablegerarbeitsplatz ein Schalldruckpegel von $L = 86$ dB(A) ein.

Die Lärmkarte von Bild 2b zeigt die Lärmsituation nach schallabsorbierender Auskleidung der Hallendecke (z. B. Kulissendecke mit Schallabsorptionsgrad = 80 %). Der mittlere Schallabsorptionsgrad beträgt jetzt 30 %. Nun liegt der Extruderarbeitsplatz im gelben Hallenbereich unter einem Schalldruckpegel von $L = 85$ dB(A).

Durch die starke Absorption des Schalls an der Hallendecke stellt sich in großen Teilen der Halle – besonders in größerer Entfernung zu den Lärmquellen – ein deutlich niedrigerer Schalldruckpegel ein. Der Ablegerarbeitsplatz unterschreitet nun allein durch diese Maßnahme den unteren Auslösewert von $L = 80$ dB(A) nach der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung.

Die Lärmkarte von Bild 2c zeigt die Lärmsituation nach zusätzlichen Lärminderungsmaßnahmen von 5 dB(A) am Extruder. Jetzt überwiegt der grüne Hallenbereich mit Schalldruckpegeln L unter 80 dB(A).

Zur Geräuschminderung in Fertigungshallen enthält das Lärmschutz-Arbeitsblatt LSA 01-234³² nähere Informationen.

5.3 Organisatorische Maßnahmen

Zu den organisatorischen Maßnahmen gehören die zeitliche und räumliche Trennung.

Die zeitliche Trennung erfolgt, indem die persönliche Aufenthaltsdauer in Lärmbereichen begrenzt wird. Wenn möglich, sollten lärmintensive Arbeiten in Zeiten verlegt werden, in denen weniger Mitarbeiter exponiert sind.

Unter räumlicher Trennung ist das Aufstellen lauter Aggregate in separaten Räumen zu verstehen.

Durch Betriebs- bzw. Arbeitsanweisung und In-Augenscheinnahme vor Ort ist sicherzustellen, dass die Lärminderungsmaßnahmen wirksam bleiben. Dies gilt beispielsweise für

- Wartung und Instandhaltung von Schalldämpfern,
- Vollständigkeit und Dichtheit von Lärmschutzkapselungen,
- Tragen von Gehörschutz (dauerhafte und richtige Anwendung).

5.4 Personenbezogene Maßnahmen – Auswahl von Gehörschutz

Die Auswahl eines geeigneten persönlichen Gehörschutzes berücksichtigt die Arbeitsplatzbedingungen, die Dämmwerte (Herstellerangabe) und eine Praxiskorrektur.

Wirkt auf Beschäftigte Lärm ein, der trotz Durchführung von Maßnahmen nach dem Stand der Technik und organisatorischer Maßnahmen³³ die unteren Auslösewerte von 80 dB(A) und 135 dB(C_{peak}) überschreitet, muss ein geeigneter Gehörschutz zur Verfügung gestellt werden (siehe auch Abschnitt 4 dieses Merkblatts).

32 Siehe Anhang 2 Nr. (19)

33 § 7 Abs. 1 LärmVibrationsArbSchV, siehe Anhang 2 Nr. (4)

Erreicht oder überschreitet die Lärmexposition am Arbeitsplatz einen der oberen Auslösewerte von 85 dB(A) und 137 dB(C_{peak}), muss der Unternehmer dafür Sorge tragen, dass die Beschäftigten den Gehörschutz bestimmungsgemäß verwenden.³⁴

Gehörschutz sollte so ausgewählt werden, dass der Restschallpegel am Ohr des Beschäftigten zwischen 70 und 80 dB(A) liegt. Es muss unter Einbeziehung der dämmenden Wirkung des Gehörschutzes sichergestellt werden, dass in jedem Fall die „maximal zulässigen Expositionswerte“ (85 dB(A) und 137 dB(C_{peak})) nicht überschritten werden.³⁵

Das konsequente Tragen von Gehörschutz ist für den Restschallpegel am Ohr des Benutzers entscheidend! Ein Gehörschützer mit 30 dB Schalldämmung erreicht je nach Tragezeit folgende Schutzwirkung:

Abbildung 29: Schutzwirkung von Gehörschutz in Abhängigkeit von der Tragezeit bei 8-stündiger Lärmexposition

Tragezeit „im Lärm“	Maximal erreichbare Schutzwirkung
480 Minuten	30 dB(A)
475 Minuten	20 dB(A)
430 Minuten	10 dB(A)
360 Minuten	6 dB(A)
240 Minuten	3 dB(A)

Das Tragen von persönlichen Schutzausrüstungen darf nicht technische oder organisatorische Maßnahmen ersetzen.

Zum Verringern der Schalleinwirkung werden Gehörschutzstöpsel, Otoplastiken (persönlich angepasster Gehörschutz) oder Kapselgehörschützer verwendet.

5.4.1 Gehörschutzstöpsel

Fertig geformte Gehörschutzstöpsel können ohne vorherige Formgebung in den Gehörgang eingesetzt werden. Für die verschiedenen Gehörgangsweiten gibt es diese Stöpsel in unterschiedlichen Nenngößen oder mit mehreren weichen, quergestellten, kreisförmigen Lamellen, die sich dem Gehörgang anpassen. Fertig geformte Gehörschutzstöpsel können mit einem Tragebügel oder einer Halteschnur verbunden sein.

Gehörschutzstöpsel, die vor Gebrauch zu formen sind, werden vor dem Einsetzen in den Gehörgang zu einer dünnen Rolle zusammengedrückt und dehnen sich dann im Laufe von ca. 30 Sekunden (siehe Herstellerangabe) wieder aus, so dass der Gehörgang akustisch gut abgeschlossen wird. Voraussetzung dafür ist, dass der Anwender den Gehörschutzstöpsel während des Ausdehnens mit dem Finger fixiert. Die Auflagefläche des Stöpsels an der Gehörgangshaut ist relativ groß. Deshalb ist das erzeugte Druck- und Fremdkörpergefühl gering.³⁶

34 § 8 LärmVibrationsArbSchV, siehe Anhang 2 Nr. (4)

35 § 8 Abs. 2 LärmVibrationsArbSchV und DGUV Information 212-024, siehe Anhang 2 Nr. (4) und (18)

36 Hinweise zu Unterweisungen zum Gehörschutz gibt der Artikel „Verbesserte Unterweisungen zur Benutzung von Gehörschutz“ des FB PSA, Sachgebiet Gehörschutz unter www.dguv.de, Web-Code: d995911 oder unter <http://www.dguv.de/fb-psa/Sachgebiete/Sachgebiet-Gehörschutz/Veröffentlichungen-zum-Download/index.jsp>

5.4.2 Otoplastiken

Otoplastiken werden individuell der Form von Ohr und Gehörgang des Trägers angepasst. Dadurch wird das Risiko des falschen Benutzens deutlich reduziert. Erfahrungsgemäß können Otoplastiken mehrere Jahre verwendet werden. Sie haben einen hohen Tragekomfort und deshalb eine hohe Akzeptanz beim Anwender. Der Fachausschuss „Persönliche Schutzausrüstung“ empfiehlt nach der Anpassung sowie mindestens alle zwei Jahre eine Funktionskontrolle.³⁷

Abbildung 30: Gehörschutzarten



5.4.3 Kapselgehörschützer

Kapselgehörschützer können schnell auf- und abgesetzt werden und bedürfen keiner individuellen Anpassung. Das gemeinsame Benutzen mit Brillen oder Schutzbrillen kann die Schutzwirkung vermindern. Kapselgehörschützer sind besonders für den kurzzeitigen Aufenthalt in Lärmbereichen geeignet.

37 DGUV Information 212-024, siehe Anhang 2 Nr. (18)

Abbildung 31: Eignung der einzelnen Gehörschutztypen

Arbeitsbedingungen \ Gehörschutz-Typ	Kapselgehörschützer	Stöpsel zum mehrmaligen Gebrauch	Stöpsel zum einmaligen Gebrauch	Bügelstöpsel	Stöpsel mit Verbindungsschnur	Otoplastiken
Hohe Temperatur und Feuchtigkeit	- (1)	+	+	+	+	+
Starke Staubbelastung	+/- (3)	-	+	-	-	+/-
Wiederholte kurzzeitige Lärmexposition	+	+/-	-	+	-	-
Informationshaltige Arbeitsgeräusche	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
Warnsignale, Sprachkommunikation	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
Ortung von Schallquellen	-	+	+	+	+	+
Vibration und schnelle Kopfbewegungen	+/-	+	+	+/-	+/-	+
Arbeitsstoffe, Schmutz und Metallspäne an Händen	+	+/- (2)	+(2)	+/-	+/- (2)	+/- (2)
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

Weitere Details können der DGUV Information 212-024 „Information Gehörschutz“ (bisher BGI 5024) entnommen werden.

5.5 Verhaltensbezogene Maßnahmen

5.5.1 Unterweisung

Können bei der Lärmeinwirkung die unteren Auslösewerte erreicht oder überschritten werden, sind die betroffenen Beschäftigten auf Basis der Gefährdungsbeurteilung zu unterweisen. Die Unterweisung muss vor Aufnahme der Tätigkeit und danach mindestens einmal jährlich³⁸ und bei wesentlichen Änderungen der belastenden Tätigkeit erfolgen.³⁹

Wird Gehörschutz eingesetzt, muss darüber hinaus seine korrekte Verwendung Inhalt der Unterweisung sein. Da Lärm bleibende Gesundheitsschäden verursachen kann, umfasst die Unterweisung auch praktische Übungen zum richtigen Einsatz von Gehörschutzmitteln.⁴⁰

5.5.2 Betriebsanweisung/Benutzungsinformation⁴¹

Die Unternehmerin/der Unternehmer hat den Beschäftigten soweit erforderlich, Betriebsanweisungen für die bei der Arbeit benutzten Arbeitsmittel in für sie verständlicher Form und Sprache zur Verfügung zu stellen. Die Betriebsanweisungen müssen mindestens Angaben über die Einsatzbedingungen, über absehbare Betriebsstörungen und über die bezüglich der Benutzung des Arbeitsmittels vorliegenden Erfahrungen enthalten.

Für das Verwenden von Gehörschützern ist eine Benutzungsinformation^{42, 43} zu erstellen, die alle für den sicheren Einsatz erforderlichen Angaben enthält, insbesondere Angaben über

- Gefährdungen entsprechend der Gefährdungsbeurteilung,
- das Verhalten der Benutzer beim Einsatz der Gehörschützer,
- die richtige Verwendung bzw. das richtige Tragen von Gehörschützern,
- das Verhalten der Benutzer bei festgestellten Mängeln,
- Einfluss der Tragedauer,
- Hygiene,
- Hörbarkeit von Warnsignalen.

6 Arbeitsmedizinische Vorsorge gemäß Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)

Der Unternehmer/die Unternehmerin hat auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung für eine angemessene arbeitsmedizinische Vorsorge zu sorgen. Diese Verpflichtung ist in den §§ 4 und 5 der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) geregelt. Danach sind arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen als Pflicht- oder Angebotsvorsorge zu veranlassen oder anzubieten. Darüber hinaus können Beschäftigte Wunschvorsorge gemäß § 5a der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge in Anspruch nehmen.

38 § 4 DGUV Vorschrift 1, siehe Anhang 2 Nr. (10)

39 § 11 LärmVibrationsArbSchV, siehe Anhang 2 Nr.(4)

40 § 31 DGUV Vorschrift 1, siehe Anhang 2 Nr. (10)

41 § 9 BetrSichV, siehe Anhang 2 Nr. (8)

42 § 31 DGUV Vorschrift 1 i.V.m. Abschnitt 4.13 der DGUV Regel 100-001, siehe Anhang 2 Nr. (10) und (14)

43 § 3 Abs. 2 PSA-BV, siehe Anlage 2 Nr. (7)

Pflichtvorsorge

Gemäß Anhang Teil 3, Nr. 1 Punkt 3 der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge ist arbeitsmedizinische Vorsorge bei Tätigkeiten mit Lärmexposition zu veranlassen, wenn die oberen Auslöswerte von $L_{ex,8h} = 85$ dB(A) beziehungsweise $L_{pC, peak} = 137$ dB(C) erreicht oder überschritten werden.

Dabei ist die dämmende Wirkung eines persönlichen Gehörschutzes der Beschäftigten nicht berücksichtigt.

Pflichtvorsorge muss vor Aufnahme der Tätigkeit und anschließend in regelmäßigen Abständen veranlasst werden.

Die Beschäftigte/der Beschäftigte muss die Pflichtvorsorge wahrnehmen. Die Unternehmerin/der Unternehmer darf eine Tätigkeit nur ausüben lassen, wenn die oder der Beschäftigte an der Pflichtvorsorge teilgenommen hat.

Angebotsvorsorge

Gemäß Anhang Teil 3, Nr. 2 Punkt 1 der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge ist arbeitsmedizinische Vorsorge bei Tätigkeiten mit Lärmexposition anzubieten, wenn die unteren Auslöswerte von $L_{ex,8h} = 80$ dB(A) beziehungsweise $L_{pC, peak} = 135$ dB(C) überschritten werden.

Dabei ist die dämmende Wirkung eines persönlichen Gehörschutzes der Beschäftigten nicht berücksichtigt.

Angebotsvorsorge muss vor Aufnahme der Tätigkeit und anschließend in regelmäßigen Abständen angeboten werden.

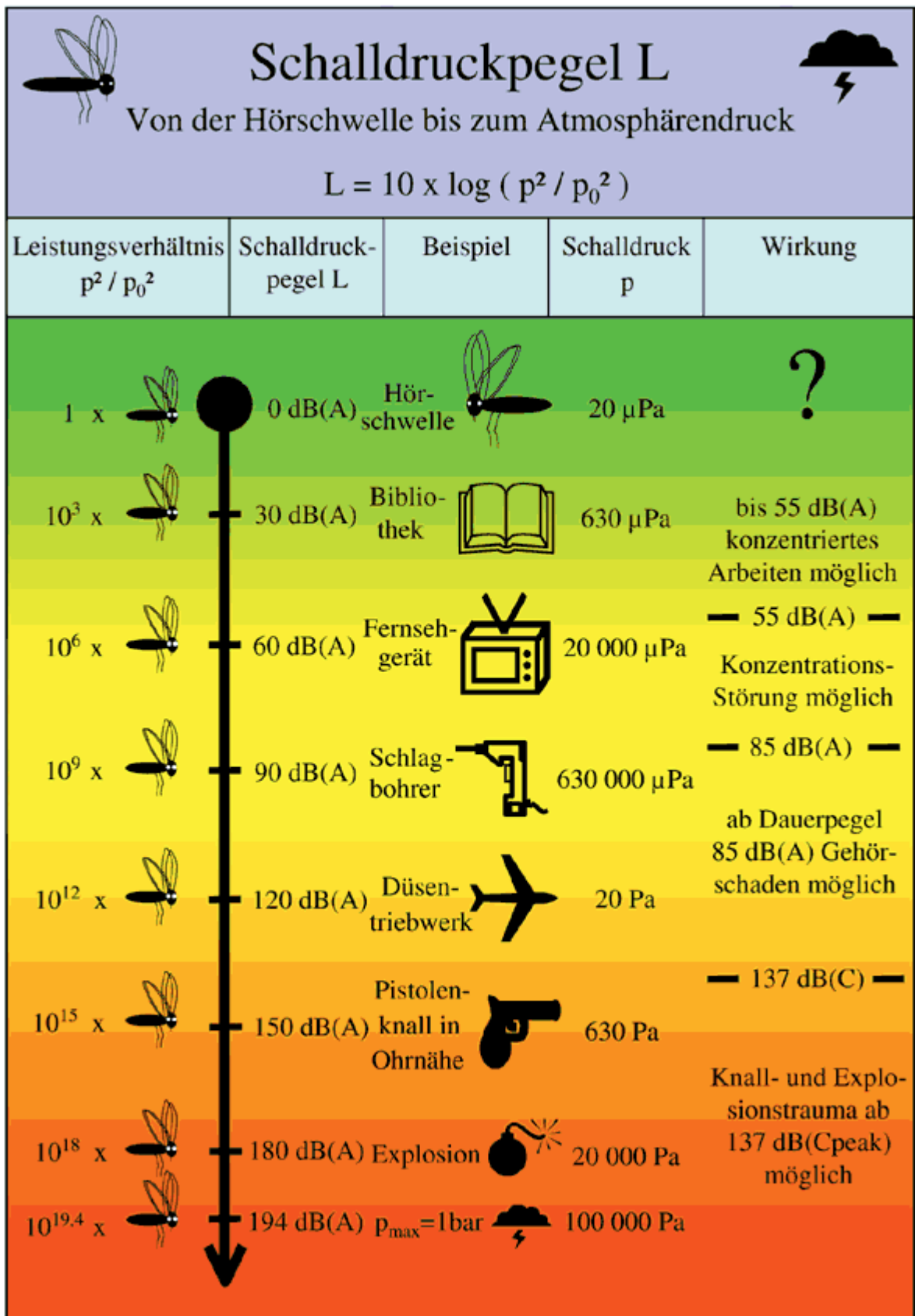
Die Beschäftigte/der Beschäftigte muss die Angebotsvorsorge nicht wahrnehmen. Das Ausschlagen eines Angebots durch Beschäftigte entbindet die Unternehmerin/ den Unternehmer nicht von der Verpflichtung, weiter regelmäßig Angebotsvorsorge anzubieten.

Wunschvorsorge

Auf Wunsch einer Beschäftigten/eines Beschäftigten hat die Unternehmerin/der Unternehmer regelmäßig arbeitsmedizinische Vorsorge nach § 11 des Arbeitsschutzgesetzes zu ermöglichen, es sei denn, aufgrund der Gefährdungsbeurteilung und der getroffenen Schutzmaßnahmen ist nicht mit einem Gesundheitsschaden zu rechnen.

Siehe hierzu auch die arbeitsmedizinische Empfehlung (AME) „Wunschvorsorge“.

Anhang 1: Beispiele für Geräusche und deren Lautstärke



Anhang 2: Literaturverzeichnis

Verbindliche Rechtsnormen sind Gesetze, Verordnungen und der Normtext von Unfallverhütungsvorschriften. Abweichungen sind nur mit einer Genehmigung der zuständigen Behörde bzw. des zuständigen Unfallversicherungsträgers (z. B. Berufsgenossenschaft) erlaubt. Voraussetzung für die Erteilung einer Ausnahmegenehmigung ist, dass die Ersatzmaßnahme ein mindestens ebenso hohes Sicherheitsniveau gewährleistet.

Keine verbindlichen Rechtsnormen sind Technische Regeln zu Verordnungen, Durchführungsanweisungen von Unfallverhütungsvorschriften (DGUV Vorschriften), DGUV Regeln, DGUV Informationen, Merkblätter, DIN-/VDE-Normen. Sie gelten als wichtige Bewertungsmaßstäbe und Regeln der Technik, von denen abgewichen werden kann, wenn die gleiche Sicherheit auf andere Weise erreicht wird.

Fundstellen im Internet

Die Merkblattreihen der BG RCI sowie ein umfangreicher Teil des staatlichen Vorschriften- und Regelwerkes und dem der gesetzlichen Unfallversicherungsträger (rund 1 750 Titel) sind im Kompendium Arbeitsschutz der BG RCI verfügbar. Die Nutzung des Kompendiums im Internet ist kostenpflichtig. Ein kostenfreier, zeitlich begrenzter Probezugang wird angeboten.

Weitere Informationen unter www.kompendium-as.de.

Zahlreiche aktuelle Informationen bietet die Homepage der BG RCI unter www.bgrci.de/praevention und fachwissen.bgrci.de.

Detailinformationen zu Schriften und Medien der BG RCI sowie Bestellung unter medienshop.bgrci.de.

Ausgewählte Merkblätter, Anhänge und Vordrucke aus Merkblättern und DGUV Regeln sowie ergänzende Arbeitshilfen werden im Downloadcenter Prävention unter downloadcenter.bgrci.de zur Verfügung gestellt.

Unfallverhütungsvorschriften, DGUV Regeln, DGUV Grundsätze und viele DGUV Informationen sind auf der Homepage der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) unter publikationen.dguv.de zu finden.

Seit dem 1. Mai 2014 gilt für das Vorschriften- und Regelwerk der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) eine neue Systematik und Nummerierung.

1. Veröffentlichungen der Europäischen Union im Amtsblatt der Europäischen Union

Bezugsquelle: Bundesanzeiger-Verlag, Postfach 10 05 34, 50445 Köln,
Freier Download unter <http://eur-lex.europa.eu/de/index.htm>

- (1) Maschinenrichtlinie: Richtlinie 98/37/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Maschinen (gilt für Maschinen, die nach dem 31.12.1994 aber vor dem 29.12.2009 in Verkehr gebracht wurden)
- (2) Maschinenrichtlinie: Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung)

2. Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln

Bezugsquelle: Buchhandel

Freier Download unter www.bundesrecht.juris.de (Gesetze und Verordnungen) bzw. www.baua.de (Technische Regeln und Arbeitsmedizinische Empfehlungen AME)

- (3) Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)
- (4) Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV)
- (5) Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) mit Arbeitsmedizinischen Empfehlungen (AME)
- (6) Produktsicherheitsgesetz (ProdSG)
- (7) PSA-Benutzungsverordnung (PSA-BV)
- (8) Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)
- (9) ASR A1.3: Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung

3. Unfallverhütungsvorschriften (DGUV Vorschriften), DGUV Regeln, DGUV Grundsätze, DGUV Informationen, Merkblätter und sonstige Schriften der Unfallversicherungsträger

Bezugsquellen: Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg, medienshop.bgrci.de oder Jedermann-Verlag GmbH, Postfach 10 31 40, 69021 Heidelberg, www.jedermann.de, verkauf@jedermann.de

- (10) DGUV Vorschrift 1: Grundsätze der Prävention (bisher BGV A1)
Mitgliedsbetriebe der BG RCI können die folgenden Schriften (bis zur nächsten Bezugsquellenangabe) in einer der Betriebsgröße angemessenen Anzahl kostenlos beziehen.
- (11) Merkblatt A 008: Persönliche Schutzausrüstungen
- (12) Merkblatt A 016: Gefährdungsbeurteilung – Sieben Schritte zum Ziel (bisher BGI 570)
- (13) Merkblatt A 017: Gefährdungsbeurteilung, Gefährdungskatalog (bisher BGI 571)

Max Dorn Presse GmbH & Co. KG, Georg-Kerschensteiner-Straße 6, 63179 Obertshausen, www.maxdornpresse.de
Freier Download unter publikationen.dguv.de oder bibliothek.arbeitssicherheit.de

- (14) DGUV Regel 100-001: Grundsätze der Prävention (bisher BGR A1)
- (15) DGUV Regel 112-194: Benutzung von Gehörschutz (bisher BGR 194)
- (16) DGUV Information 209-023: Lärm am Arbeitsplatz (bisher BGI 688)
- (17) DGUV Information 212-823: Ärztliche Beratung zum Gehörschutz (bisher BGI 823)

- (18) DGUV Information 212-024: Information Gehörschutz (bisher BGI/GUV-I 5024)
- (19) Lärmschutz-Arbeitsblatt: Raumakustik in industriellen Arbeitsräumen (IFA-LSA 01-234)
- (20) Lärmschutz-Arbeitsblatt: Geräuschminderung durch Kapselung (IFA-LSA 01-243)
Die folgenden Lärmschutz-Arbeitsblätter sind zumindest derzeit Bestandteil des IFA Handbuchs und können beim Erich Schmidt Verlag erworben werden.
Sie können zum Teil auch kostenlos über die IFA/IAG-Publikationsdatenbank unter publikationen.ifa.dguv.de bestellt werden. In jedem Fall ist dort eine Kurzfassung verfügbar. Vor einer Bestellung empfiehlt sich die nochmalige Suche in der Publikationsdatenbank der DGUV unter publikationen.dguv.de oder auf der entsprechenden Seite der IFA unter www.dguv.de/ifa/Fachinfos → Lärm → Lärmschutz-Arbeitsblätter
- (21) Lärmschutz-Arbeitsblatt: Geräuschminderung im Betrieb – Lärminderungsprogramm (Kennzahl im IFA-Handbuch 230 250; bisher LSA 01-305)
- (22) Lärmschutz-Arbeitsblatt: Geräuschgeminderte Druckluftdüsen – Ergebnisse aus Labormessungen (Kennzahl im IFA-Handbuch 230 241; bisher LSA 05-351)
- (23) Lärmschutz-Arbeitsblatt: Geräuschgeminderte Druckluftdüsen – Anwendungsbeispiele aus der betrieblichen Praxis (Kennzahl im IFA-Handbuch 230 242; bisher LSA 06-351)
- (24) Lärmschutz-Arbeitsblatt: Geräuschgeminderte Diamanttrennscheiben für Steinsägen (Kennzahl im IFA-Handbuch 230 247; bisher LSA 02-375)
- (25) Lärmschutzarbeitsblatt: Ermittlung des Lärmexpositionspegels am Arbeitsplatz (Kennzahl im IFA-Handbuch 210 210; bisher LSA 01-400)

4. Normen

Bezugsquelle: Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin; www.beuth.de

- (26) DIN 45635-1: Geräuschmessung an Maschinen; Luftschallemission, Hüllflächenverfahren; Rahmenverfahren für 3 Genauigkeitsklassen
- (27) DIN 45645-2: Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen – Teil 2: Ermittlung des Beurteilungspegels am Arbeitsplatz bei Tätigkeiten unterhalb des Pegelbereiches der Gehörgefährdung.
- (28) DIN EN 12354-6: Bauakustik; Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus Bauteileigenschaften; Teil 6: Schallabsorption von Räumen
- (29) DIN EN 61252: Elektroakustik – Anforderungen an Personenschallexposimeter
- (30) DIN EN 61672-1: Elektroakustik; Schallpegelmesser; Teil 1: Anforderungen
- (31) DIN EN 61672-2: Elektroakustik; Schallpegelmesser; Teil 2: Baumusterprüfungen

- (32) DIN EN ISO 717-1: Akustik; Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen; Teil 1: Luftschalldämmung
- (33) DIN EN ISO 3740: Akustik; Bestimmung des Schalleistungspegels von Geräuschquellen; Leitlinien zur Anwendung der Grundnormen
- (34) DIN EN ISO 7731: Ergonomie – Gefahrensignale für öffentliche Bereiche und Arbeitsstätten – Akustische Gefahrensignale
- (35) DIN EN ISO 4869-2: Akustik; Gehörschützer; Teil 2: Abschätzung der beim Tragen von Gehörschützern wirksamen A-bewerteten Schalldruckpegel
- (36) DIN EN ISO 4871: Akustik – Angabe und Nachprüfung von Geräuschemissionswerten von Maschinen und Geräten
- (37) DIN EN ISO 9612: Akustik; Bestimmung der Lärmexposition am Arbeitsplatz – Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 (Ingenieurverfahren)
- (38) DIN EN ISO 10140: Akustik – Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand, (Teile 1–5)
- (39) DIN EN ISO 11200: Akustik; Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten; Leitlinien zur Anwendung der Grundnormen zur Bestimmung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten
- (40) DIN EN ISO 11688-1: Akustik; Richtlinien für die Konstruktion lärmarmen Maschinen und Geräte; Teil 1: Planung
- (41) DIN EN ISO 11688-2: Akustik; Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen Maschinen und Geräte; Teil 2: Einführung in die Physik der Lärminderung durch konstruktive Maßnahmen
- (42) DIN EN ISO 11690-1: Akustik; Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen maschinenbestückter Arbeitsstätten; Teil 1: Allgemeine Grundlagen
- (43) DIN EN ISO 11690-2: Akustik; Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen maschinenbestückter Arbeitsstätten; Teil 2: Lärminderungsmaßnahmen
- (44) DIN EN ISO 11690-3: Akustik; Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen maschinenbestückter Arbeitsstätten; Teil 3: Schallausbreitung und -vorausberechnung in Arbeitsräumen
- (45) DIN EN ISO 12999-1: Akustik – Bestimmung und Anwendung der Messunsicherheiten in der Bauakustik – Teil 1: Schalldämmung
- (46) DIN EN ISO 15667: Akustik; Leitfaden für den Schallschutz durch Kapseln und Kabinen
- (47) VDI 2058 Blatt 2: Beurteilung von Lärm hinsichtlich Gehörgefährdung
- (48) VDI 3760: Berechnung und Messung der Schallausbreitung in Arbeitsräumen

5. Andere Schriften und Medien

Bezugsquelle: Genter Verlag 70193 Stuttgart, www.genter.de

(49) DGUV Grundsätze für arbeitsmedizinische Untersuchungen, 6. vollständig neubearbeitete Auflage 2014

Bezugsquellen: Jedermann-Verlag GmbH, Postfach 10 31 40, 69021 Heidelberg, www.jedermann.de und
Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg,
[medienshop.bgrci](http://medienshop.bgrci.de)

(50) Kompendium Arbeitsschutz als online-Datenbank oder DVD-ROM (beides kostenpflichtig): Vorschriften-
und Regelwerk, Symbolbibliothek, Programme zur Durchführung und Dokumentation der
Gefährdungsbeurteilung (GefDok32, GefDok KMU und GefDok light). Information und kostenloser, zeitlich
begrenzter Testzugang unter www.kompendium-as.de

Bezugsquelle: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), <http://www.baua.de/de/Publikationen/Broschueren/A91.html>

(51) „Die tägliche Dröhnung – Gehörschäden durch Musik“, der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und
Arbeitsmedizin (Hrsg.)

Bildnachweis

Die im Merkblatt verwendeten Bilder dienen nur der Veranschaulichung. Eine Produktempfehlung seitens der
BG RCI wird damit ausdrücklich nicht beabsichtigt.

Abbildungen wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Titelbild: Jedermann-Verlag GmbH, Heidelberg

Abbildungen 6, 9:
SPERIAN PROTECTION Deutschland
GmbH & Co KG
(vormals Bacou-Dalloz GmbH & Co KG)
Kronsforder Allee 16
23560 Lübeck
www.sperianprotection.de

Abbildungen 8a, 8b:
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
Postfach 170202
44061 Dortmund
www.baua.de

Abbildung 13:
Gerätebau Insul,
Simsheuser GmbH
Brückenstraße 15
D-53503 Insul
www.geraetebau-insul.de

Abbildung 14:
Dietrich Baas GmbH
Düsentechnik

Wullener Feld 50
58454 Witten
www.baas-duesen.de

Abbildungen 20, 26:
ORG-DELTA GmbH
Friedrichstr. 10
73262 Reichenbach/Fils
www.org-delta.de

Abbildung 27:
Industriepark Wolfgang GmbH
Rodenbacher Chaussee 4
63457 Hanau-Wolfgang
www.ipw-rheinmain.de

Abbildung 28:
Erstellt von der Technischen Aufsicht und Beratung der BG Chemie in Zusammenarbeit mit dem IFA (Institut für Arbeitsschutz, Sankt Augustin)
mit Hilfe des Programms Cadna/SAK
der Fa. DataKustik, München.

Abbildungen 30a, 30c:
3M Deutschland GmbH
Safety Division Arbeitsschutz
Carl-Schurz-Str. 1
41453 Neuss
www.3marbeitsschutz.de

Abbildung 30b:
Infield Safety GmbH
Nordstraße 10a
42719 Solingen
www.infield-safety.de

Abbildung 31:
Fachausschuss Persönliche Schutzausrüstung der DGUV
<http://www.dguv.de/fb-psa/Sachgebiete/Sachgebiet-Gehörschutz/index.jsp>

Ausgabe 3/2016

Diese Schrift können Sie über den Medienshop unter medienshop.bgrci.de beziehen.
Haben Sie zu diesem Merkblatt Fragen, Anregungen, Kritik?
Dann nehmen Sie bitte mit uns Kontakt auf.

- Schriftlich:
Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie,
Prävention, KC Präventionsprodukte und -marketing, Referat Medien
Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg
- E-Mail: praeventionsprodukte@bgrci.de
- Kontaktformular: www.bgrci.de/kontakt-schriften