

Ausgabe: August 2017

GMBI 2017 S. 615 [Nr. 34/35] (v. 05.09.2017)

Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations- Arbeitsschutzverordnung	TRLV Lärm	Teil 3: Lärmschutz- maßnahmen
--	----------------------	--

Die Technischen Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (TRLV Lärm) geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm wieder.

Sie werden vom Ausschuss für Betriebssicherheit unter Beteiligung des Ausschusses für Arbeitsmedizin ermittelt bzw. angepasst und vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales im Gemeinsamen Ministerialblatt bekannt gegeben.

Diese TRLV Lärm, Teil 3 „Lärmschutzmaßnahmen“ konkretisiert im Rahmen ihres Anwendungsbereichs die Anforderungen der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung und der Verordnung zur Arbeitsmedizinischen Vorsorge. Bei Einhaltung der Technischen Regeln kann der Arbeitgeber insoweit davon ausgehen, dass die entsprechenden Anforderungen der Verordnung erfüllt sind. Wählt der Arbeitgeber eine andere Lösung, muss er damit mindestens die gleiche Sicherheit und den gleichen Gesundheitsschutz für die Beschäftigten erreichen.

Inhalt

- 1 Anwendungsbereich
 - 2 Begriffsbestimmungen
 - 3 Grundsätze bei der Festlegung und Durchführung von Schutzmaßnahmen
 - 4 Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der Lärmexposition
 - 5 Anforderungen an Kennzeichnung und Abgrenzung von Lärmbereichen oder Lärmarbeitsplätzen
 - 6 Auswahl und Verwendung von persönlichem Gehörschutz
 - 7 Das Lärmreduzierungsprogramm bei Überschreiten einer der oberen Auslösewerte
 - 8 Literaturhinweise
- Anlage 1 Beispielsammlung technischer Arbeitsmittel für die Branche Druck- und Papierverarbeitung
- Anlage 2 Empfehlung zur Anwendung von lärmarmen Maschinen und Werkzeugen, mobilen Schallschutzwänden, -kapseln, erhöhten Abständen zu den Gefahrenbereichen oder geeigneten Gehörschutzprodukten bei bestimmten Arbeitsverfahren in der Bauwirtschaft
- Anlage 3 Geräuschdatenblatt für die Beschaffung von Maschinen
- Anlage 4 Reflexionsschall und Schallpegelabnahme bei Entfernung von der Schallquelle
- Anlage 5 Nachhallzeit und Schallabsorptionsgrad

1 Anwendungsbereich

(1) Die TRLV Lärm, Teil 3 „Lärmschutzmaßnahmen“ beschreibt das Vorgehen bei der Festlegung von Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik, wie es in der LärmVibrationsArbSchV gefordert ist. Ihre Dokumentation ist gemäß LärmVibrationsArbSchV Teil der Gefährdungsbeurteilung (siehe auch TRLV Lärm, Teil 1 „Beurteilung der Gefährdung durch Lärm“).

(2) Unabhängig von den in dieser TRLV beschriebenen Vorgehensweisen sind von dem Arbeitgeber die Beschäftigten oder ihre Interessenvertretung, sofern diese vorhanden ist, aufgrund der einschlägigen Vorschriften zu beteiligen.

2 Begriffsbestimmungen

In der TRLV Lärm, Teil 3 „Lärmschutzmaßnahmen“ sind die Begriffe so verwendet, wie sie in der TRLV Lärm, Teil „Allgemeines“ definiert sind.

3 Grundsätze bei der Festlegung und Durchführung von Schutzmaßnahmen

3.1 Rangfolge der Schutzmaßnahmen

(1) Die aufgrund der Gefährdungsbeurteilung bei Lärmexpositionen festgelegten Schutzmaßnahmen sind nach dem Stand der Technik durchzuführen, um die Gefährdung der Beschäftigten auszuschließen oder so weit wie möglich zu verringern.

(2) Bei der Festlegung und Durchführung der Schutzmaßnahmen ist die folgende Rangfolge zu berücksichtigen:

1. Die Lärmemission muss am Entstehungsort verhindert oder so weit wie möglich verringert werden.
2. Technische Schutzmaßnahmen haben Vorrang vor organisatorischen Schutzmaßnahmen.
3. Technische oder organisatorische Schutzmaßnahmen haben Vorrang vor individuellen Schutzmaßnahmen (persönlicher Gehörschutz).

3.2 Vorrang technischer Schutzmaßnahmen vor organisatorischen Schutzmaßnahmen

(1) Um die Gefährdung der Beschäftigten auszuschließen oder so weit wie möglich zu verringern und entsprechend die Lärmemission am Entstehungsort zu verhindern oder so weit wie möglich zu verringern, haben dem Stand der Technik entsprechende technische Schutzmaßnahmen Priorität: Nutzung geräuscharmer Technologien (Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen), Nutzung von Schallschutzmaßnahmen auf dem Ausbreitungsweg von Luft- und Körperschall und Nutzung von technischen Schallschutzmaßnahmen direkt am Arbeitsplatz.

(2) Wenn diese technischen Schutzmaßnahmen geprüft und soweit wie möglich umgesetzt wurden, sind zur weiteren Umsetzung des Minimierungsgebotes organisatorische Schutzmaßnahmen vorzusehen, um noch bestehende Gefährdungen der Beschäftigten durch Lärmexpositionen auszuschließen oder soweit wie möglich zu verringern.

3.3 Vorrang technischer oder organisatorischer Schutzmaßnahmen vor individuellen Schutzmaßnahmen (persönlicher Gehörschutz)

(1) Technische und einige organisatorische Schutzmaßnahmen wirken für alle Beschäftigten und erreichen dadurch die weitestgehende Schutzwirkung.

(2) Erst wenn durch technische und organisatorische Schutzmaßnahmen Gefährdungen der Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten nicht ausgeschlossen werden können, sind individuelle Schutzmaßnahmen (z. B. persönlicher Gehörschutz) anzuwenden.

4 Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der Lärmexposition

4.1 Alternative Arbeitsverfahren zur Verringerung der Lärmexposition

In der Praxis werden bereits zahlreiche „lärmarme Arbeitsverfahren“ mit Erfolg eingesetzt. Einige Beispiele für alternative lärmarme Arbeitsverfahren sind in Tabelle 1 zusammengestellt:

Tab. 1 Beispiele für alternative „lärmarme“ Arbeitsverfahren

Verfahren/Arbeitsprinzip	
lärmarm	geräuschintensiv
Ablegen	Abwerfen
Absaugen	Abblasen
Bohren	Stanzen
Drehschrauber	Schlagschrauber
Elektroantrieb	Verbrennungsmotor
Gießen	Schmieden
Gleitlager	Wälzlager
hydraul. Verformen (Kraftformer)	Bördeln mit Hammer
hydraul. Ziehen/Drücken	Richten mit Hammer
Kleben	Nieten
Optische Signalgebung	Akustische Signalgebung
Laserschneiden	Trennen mechanisch
Pressen	Schlagen
Sägen	Trennschleifen
Schrauben	Nieten
Schweißen	Nieten
Taumelnieten	Schlagnieten
Transport kontinuierlich	Transport stoßweise

4.2 Auswahl und Einsatz neuer Arbeitsmittel unter dem vorrangigen Gesichtspunkt der Lärminderung

(1) Hauptverursacher von Lärm am Arbeitsplatz sind Maschinen. Die von einer Maschine erzeugte Geräuschemission, d. h. die abgestrahlte Schalleistung, bestimmt die schalltechnische Qualität der Maschine. Eine Maschine mit im Vergleich höherer schalltechnischer Qualität, d. h. niedrigerem Schalleistungspegel, führt direkt zu einer geringeren Lärmeinwirkung auf die Beschäftigten, also zu geringeren Tages-Lärmexpositionspegeln an Arbeitsplätzen. Dies gilt insbesondere an Arbeitsplätzen direkt an einer Maschine (Bedienerplatz) sowie an weiter entfernten Arbeitsplätzen. Aus diesem Grund ist die Auswahl von im Vergleich leiseren Maschinen ein wesentlicher Schritt in Richtung einer verminderten Lärmbelastung von Beschäftigten.

(2) Ein Vergleich der schalltechnischen Qualität von neuen Maschinen kann vor ihrer Beschaffung insbesondere durch die Verwendung der nach EG-Maschinenrichtlinie bzw. 9. ProdSV vom Maschinenhersteller zu liefernden Informationen über Geräuschemissionswerte vorgenommen werden. Diese auch als Geräuschemissionsangabe bezeichnete Information über die Eigenschaft einer Maschine, Schall zu erzeugen, muss der Maschinenhersteller sowohl in der Betriebsanleitung als auch in den Verkaufsprospekten, sofern in diesen Prospekten die Leistungsmerkmale der Maschinen beschrieben werden, zur Information potentieller Käufer angeben. Dies schließt ebenfalls technische Informationsbeschreibungen auf Internetportalen mit ein.

(3) Durch die entsprechend 9. ProdSV normgerechte Geräuschangabe werden potentielle Käufer in die Lage versetzt, unter den von verschiedenen Herstellern angebotenen Maschinen diejenige auszuwählen, die die niedrigste Geräuschemission aufweist. Damit wird dem Arbeitgeber ermöglicht, seiner Pflicht als Maschinenbetreiber nachzukommen, möglichst leise und damit weniger gehörgefährdende Arbeitsmittel einzusetzen. Angaben über die Geräuschemission sind darüber hinaus unverzichtbar

- für die rechnerische Prognose der Lärmimmission an Arbeitsplätzen (siehe Anlage 3 der TRLV Lärm, Teil 1 „Beurteilung der Gefährdung durch Lärm“),
- im Rahmen der Planung neuer Arbeitsstätten,
- bei der Erarbeitung von Lärminderungsprogrammen.

(4) Die Geräuschemissionsangabe für eine Maschine enthält nach 9. ProdSV die in Tabelle 2 dargestellten Geräuschemissionswerte.

Tab. 2 Nach der EG-Maschinenrichtlinie (2006/42/EG) bzw. 9. ProdSV vom Maschinenhersteller anzugebende Geräuschemissionswerte

Für Maschinen mit einem Emissions-Schalldruckpegel L_{pA} am Arbeitsplatz von:	Nach der EG-Maschinenrichtlinie (2006/42/EG) bzw. 9. ProdSV anzugebende Geräuschemissionswerte	
≤ 70 dB	Emissions-Schalldruckpegel am Arbeitsplatz	$L_{pA} \leq 70$ dB
> 70 dB bis ≤ 80 dB	Emissions-Schalldruckpegel am Arbeitsplatz	$L_{pA} = \dots$ dB
> 80 dB	Emissions-Schalldruckpegel am Arbeitsplatz und Schalleistungspegel	$L_{pA} = \dots$ dB $L_{WA} = \dots$ dB
Zusätzlich ist ab $L_{pC,peak} > 130$ dB anzugeben:	Emissions-Spitzenschalldruckpegel	$L_{pC,peak} = \dots$ dB

Bei jeder Angabe von Schallemissionswerten ist vom Hersteller oder seinem Bevollmächtigten die für diese Werte bestehende Unsicherheit anzugeben. Die Betriebsbedingungen der Maschine während der Messung und die Messmethode sind zu beschreiben.

(5) Die Anwendung der schalltechnischen Kenngrößen Emissions-Schalldruckpegel am Arbeitsplatz L_{pA} , Schalleistungspegel L_{WA} und Emissions-Spitzenschalldruckpegel $L_{pC,peak}$ setzt ein ausreichendes Verständnis der Kenngrößen voraus. Nur so kann eine unbedingt zu vermeidende Verwechslung mit den Schallpegeln zur Beschreibung der Lärmexposition sicher vermieden werden (siehe dazu die Begriffsbestimmungen in der TRLV Lärm, Teil „Allgemeines“).

Hinweis: Eine der wesentlichen Schwierigkeiten zum Verständnis akustischer Kenngrößen für die Bereiche Emission, Immission und Exposition besteht in dem verwendeten logarithmischen Maß „dB“. Dieses bei allen Kenngrößen benutzte Maß führt, da es häufig fälschlicherweise als physikalische Einheit interpretiert wird, zu Missverständnissen, weil davon ausgegangen wird, dass es sich jeweils um dieselbe physikalische Größe handelt. Dies ist allerdings nicht der Fall. Vielmehr unterscheiden sich die verschiedenen mit dB gekennzeichneten Kenngrößen in ihrer physikalischen Aussage erheblich. So ist der vom Maschinenhersteller in dB angegebene Schalleistungspegel von einer Maschine als Emissionskenngröße grundsätzlich unabhängig von der Umgebung, in der die Maschine aufgestellt wird. Man könnte eine solche Maschine also z. B. in einem relativ kleinen Raum mit schallharten Wänden oder in einem relativ großen Raum mit hoch schallabsorbierenden Wänden aufstellen. Die abgegebene Schalleistung der Maschine wäre, würde man sie unter den gleichen Betriebsbedingungen betreiben, dieselbe. Die normgerechte Ermittlung des Schalleistungspegels würde unter diesen Bedingungen also zu gleichen Messergebnissen führen. Jedoch, und dies gilt es zu beachten, würde sich in beiden Räumen ein unterschiedlicher Schalldruckpegel ergeben, demnach eine unterschiedliche Lautstärke. Erwartungsgemäß wäre es im kleinen Raum mit wenig Absorption erheblich lauter als im großen Raum mit hoher Absorption.

(6) Werden Geräuschemissionswerte einer Maschine vom Hersteller oder Inverkehrbringer angegeben, so erfolgen diese entsprechend der sogenannten Zweizahl-angabe nach DIN EN ISO 4871. Bei dieser Angabeform wird neben den jeweilig erforderlichen gemessenen Geräuschemissionswerten (L_{pA} , $L_{pC,peak}$, L_{WA}) auch die entsprechende Unsicherheit (K_{pA} , $K_{pC,peak}$, K_{WA}) getrennt angegeben. Ein Beispiel für eine sachgerechte Geräuschemissionsangabe auf Basis der Maschinenrichtlinie zeigt Abbildung 1 in Anlage 3 der TRLV Lärm, Teil 1 „Beurteilung der Gefährdung durch Lärm“ zur Gefährdungsbeurteilung. Demzufolge sind neben den Geräuschemissionswerten und den zugehörigen Messunsicherheiten auch die im Rahmen der Messung verwendeten Geräuschestestnormen anzugeben.

(7) Für Maschinen, die überwiegend im Freien betrieben werden und der EG-„Outdoor“-Richtlinie (2000/14/EG) bzw. 32. BImSchV unterliegen, z. B. Baumaschinen, erfolgt die Information über die Geräuschemissionswerte zusätzlich nach den dort getroffenen Festlegungen.

(8) Wenn der Stand der Technik der Geräuschemission in Form eines Emissionsrichtwertes für die jeweilige Maschinenart bekannt ist, muss dieser bei der Auswahl der Maschine berücksichtigt werden. Dieser Emissionsrichtwert beschreibt die erreichbare Lärminderung für die Maschinenart. Ist ein solcher Wert nicht veröffentlicht (entsprechende Daten liegen zurzeit nur in wenigen Fällen vor), müssen die für die Produktionsaufgabe geeigneten Maschinenmodelle hinsichtlich ihrer Geräuschemission verglichen und die leiseste Maschine ausgewählt werden. Die Auswahl soll auf einer möglichst breiten Basis erfolgen. Untersuchungen haben gezeigt, dass hier ein Lärminderungspotential von mehr als 10 dB möglich ist.

Hinweis: Eine Beispielsammlung findet sich in Anlage 1.

(9) Um für die Beschaffung von Maschinen sachgerechte Informationen zur Geräuschemission von den jeweiligen Maschinenherstellern einholen zu können, kann das Formblatt nach Anlage 3 verwendet werden.

4.3 Lärmmindernde Gestaltung und Einrichtung der Arbeitsstätten und Arbeitsräume

4.3.1 Allgemeines

(1) Ein Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung gemäß LärmVibrationsArbSchV kann sein, dass Arbeitsräume so zu gestalten sind, dass die Schallausbreitungsbedingungen (z. B. Schallpegelabnahme, Nachhallzeit) dem Stand der Technik entsprechen.

(2) Das Schallabsorptionsvermögen der Raumbegrenzungsflächen kann erheblichen Einfluss auf die Höhe des Schallpegels an den einzelnen Arbeitsplätzen haben.

(3) Eine geeignete akustische Gestaltung der Raumbegrenzungsflächen ist insbesondere bei größeren Umbaumaßnahmen oder bei Neubauten zu berücksichtigen. Oft kann sie durch die Kombination von Funktionen wie Wärmeisolation und Schallabsorption sogar besonders kostengünstig realisiert werden. Aber auch in bestehenden, ungünstig gestalteten Arbeitsräumen ist eine raumakustische Nachbesserung als flankierende Lärmminderungsmaßnahme häufig unumgänglich. Zu empfehlen ist auch eine Kombination von Abschirmmaßnahmen (Schallschirme) mit einer lokalen Erhöhung des Schallabsorptionsgrades.

4.3.2 Reflexionsschall und Schallpegelabnahme bei Entfernung von der Schallquelle

Der Stand der Technik kann als eingehalten gelten, wenn die Schallpegelabnahme pro Abstandsverdoppelung im Abstandsbereich von 0,75 m bis 6 m in den Oktavbändern mit den Mittenfrequenzen von 500 Hz bis 4 000 Hz mindestens 4 dB beträgt. Weitere fachliche Erläuterungen finden sich in Anlage 4.

4.3.3 Mittlerer Schallabsorptionsgrad

Der Stand der Technik kann als eingehalten gelten, wenn der mittlere Schallabsorptionsgrad α in den relevanten Oktavenbändern mit den Mittenfrequenzen von 500 Hz bis 4 000 Hz mindestens 0,3 beträgt. Weitere fachliche Erläuterungen finden sich in Anlage 5.

Hinweis: Die Relevanz von Oktavbändern orientiert sich am Spektrum der Geräuschemission.

4.4 Technische Maßnahmen zur Luftschallminderung und zur Körperschallminderung an Maschinen

(1) Maßnahmen zur Minderung von Luft- und Körperschall sind zunächst an der Quelle der Schallerzeugung zu ergreifen, dann auf dem Schallausbreitungsweg und schließlich am Ort der Schalleinwirkung. Bei den Schallquellen kann man zwischen Luft-, Flüssigkeits- und Körperschallquellen unterscheiden.

(2) Luftschallquellen sind alle strömenden Gase, z. B. Luft, die durch Turbulenzen, Druckstöße und Pulsationen direkt Schall (strömungsmechanische Geräusche) erzeugen können. Insofern gilt es zum Beispiel

- Arbeitsdrücke, Druckänderungen und Strömungsgeschwindigkeiten zu verringern,
- Hindernisse in der Strömung und auch in der Nähe von Rotoren zu vermeiden.

(3) Körperschallquellen sind z. B. mechanische Stöße, abrollende Maschinenelemente, Unwuchten und Ruckgleitvorgänge. Dabei steht die Vermeidung von abrupten Änderungen von Kräften und Beschleunigungen im Vordergrund. Maßnahmen sind z. B.

- die zeitliche Dehnung von Stoßimpulsen,
- die Vermeidung von Spiel zwischen sich bewegenden Teilen,
- eine Erhöhung der Zähnezahzahl oder die Verwendung der Schrägverzahnung,
- die Sicherstellung glatter Rollflächen und
- die Verwendung hochwertiger Lager.

(4) Unter Maßnahmen auf dem Übertragungsweg sind alle Lärminderungsmaßnahmen zu verstehen, die die Schallübertragung von der Quelle bis zur schallabstrahlenden Oberfläche einer Maschine durch einen Eingriff in den Schallausbreitungsweg verringern.

Dazu gehören Maßnahmen wie eine Luftschallminderung durch

- die Teilkapselung einzelner lauter Maschinenaggregate,
- die Verwendung von Schalldämpfern, z. B. bei Schallausbreitung in Kanälen und an Öffnungen von Luftaustritten,

und eine Körperschallminderung durch

- die Verwendung von ausreichend nachgiebigen Zwischenschichten oder Elementen,
- elastische Lagerungen,
- Trennfugen in Bauelementen etc.

(5) Die Schallabstrahlung einer Maschine kann dann noch verringert werden, indem die direkte Luftschallabstrahlung durch Schalldämpfer oder Schallschirme vor Öffnungen behindert bzw. die Abstrahlung von Körperschall vermieden wird. Letzteres kann z. B. durch

- die Verkleinerung von schallabstrahlenden Maschinenoberflächen,
- den Einsatz von Lochblechen

erreicht werden.

4.5 Wartungsprogramme für Arbeitsmittel, Arbeitsplätze und Anlagen

Regelmäßige Wartung von Arbeitsmitteln, Arbeitsplätzen und Anlagen stellt eine nachhaltige Effizienz in der Produktion sicher und verhindert u. a. zusätzlich, dass sich die Lärmexposition der Beschäftigten unerwartet und möglicherweise unbemerkt erhöht. Dazu sind u. a. die entsprechenden Empfehlungen der Hersteller zu Wartungsintervallen zu berücksichtigen. Durch regelmäßige Wartung z. B. von Werkzeugen (Sägeblätter, Fräsköpfe etc.) kann eine verschleißbedingte Schallpegelerhöhung vermieden werden.

4.6 Arbeitsorganisatorische Maßnahmen zur Lärminderung durch Begrenzung von Dauer und Ausmaß der Exposition und Arbeitszeitpläne mit ausreichenden Zeiten ohne belastende Exposition

(1) Unter arbeitsorganisatorischen Maßnahmen sind raum- oder zeitorganisatorische Änderungen zu verstehen, durch die die Anzahl der lärmexponierten Beschäftigten so gering wie möglich gehalten wird und die zur Verminderung des Ausmaßes der täglichen Schallexposition beitragen.

(2) Dies kann z. B. erfolgen durch:

- Wechsel von Tätigkeitsanteilen in laut(er)en und leis(er)en Arbeitsbereichen („job rotation“), Verlegung lärmintensiver Tätigkeiten in Arbeitsphasen bzw. in Schichtabschnitte mit geringer Anzahl anwesender Beschäftigter; Beispiele sind: Nieten im Flugzeugbau, Rüttelrost für Gießereien, Betrieb besonders lauter Maschinen (z. B. Scheuertrommel in Gießerei) in Zeiten mit geringerer Personalbesetzung;
- Verlagerung lärmintensiver Arbeiten (z. B. Richtarbeiten) in einen separaten Raum.

(3) Allerdings ist zu beachten, dass arbeitsorganisatorische Maßnahmen auch dann nur einen relativ geringen Beitrag zur Reduzierung der Lärmexposition leisten können, wenn trotz der Maßnahmen Zeitanteile mit erhöhten Lärmexpositionen nicht vermieden werden können.

Liegt die Exposition an einem Arbeitsplatz z. B. bei 95 dB(A), so darf die Expositionsdauer höchstens eine halbe Stunde pro Tag betragen, wenn in den restlichen 7,5 Stunden ein Expositionspegel von 80 dB(A) nicht überschritten wird. Nur dann wird der Tages-Lärmexpositionspegel von 85 dB(A) nicht erreicht.

Hinweis: Eine Halbierung der Expositionszeit bewirkt gemäß der Formel 6.2.2 in TRLV Lärm, Teil 2 „Messung von Lärm“, eine Verringerung des Tages-Lärmexpositionspegels um nur 3 dB(A), falls während der übrigen Zeit keine Exposition von mehr als 70 dB(A) vorliegt.

4.7 Tätigkeiten mit gleichzeitiger Belastung durch Lärm, arbeitsbedingte ototoxische Substanzen oder Vibrationen

4.7.1 Tätigkeiten mit gleichzeitiger Belastung durch Lärm und arbeitsbedingte ototoxische Substanzen

(1) Bei Kombinationswirkungen mit gleichzeitiger Belastung durch Lärm und arbeitsbedingte ototoxische Substanzen werden folgende zusätzliche präventive Schutzmaßnahmen bereits ab Erreichen der unteren Auslösewerte empfohlen:

- Substitution arbeitsbedingter ototoxischer Substanzen (Liste in Abschnitt 5.5 der TRLV Lärm, Teil 1 „Beurteilung der Gefährdung durch Lärm“),
- Verringerung der Exposition gegenüber arbeitsbedingten ototoxischen Substanzen,
- Lärmminderung und Benutzung von persönlichem Gehörschutz,
- arbeitsmedizinische Vorsorge.

(2) Mögliche Kombinationswirkungen sind in die Information und Unterweisung der Beschäftigten einzubeziehen.

4.7.2 Tätigkeiten mit gleichzeitiger Belastung durch Lärm und Vibrationen

(1) Wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass es sowohl bei Hand-Arm-Vibrationen als auch bei Ganzkörper-Vibrationen durch gleichzeitig einwirkenden Lärm zu Wechselwirkungen im Sinne einer – gegenüber fehlender Vibrationsexposition – Verstärkung der Gefährdung des Gehörs kommen kann. Allerdings gibt es für diese Wechselwirkungen derzeit noch keine präzisen Dosis-Wirkungs-Beziehungen.

(2) Bei Kombinationswirkungen mit gleichzeitiger Belastung durch Lärm und Vibrationen werden folgende zusätzliche präventive Maßnahmen bereits ab Erreichen der unteren Auslösewerte für Lärm- bzw. Vibrationsexpositionen empfohlen:

- alternative Arbeitsverfahren zur Verringerung der Lärmexposition (siehe Abschnitt 4.1),
- Verringerung der Vibrationsexposition,
- Lärmminderung und Benutzung von persönlichem Gehörschutz,
- arbeitsmedizinische Vorsorge.

(3) Mögliche Kombinationswirkungen sind in die Information und Unterweisung der Beschäftigten einzubeziehen.

4.8 Wechselwirkung zwischen Lärm und akustischen Gefahrensignalen

(1) Wird durch Lärm die Wahrnehmung akustischer Signale, Warnrufe oder gefahr-ankündigender Geräusche beeinträchtigt und entsteht hierdurch eine erhöhte Unfallgefahr, muss der Arbeitgeber den Lärm nach dem Stand der Technik so vermindern, dass Signale, Warnrufe oder gefahr-ankündigende Geräusche in ausreichendem Maße wahrgenommen werden können.

(2) Ist eine ausreichende Verminderung des Lärms nicht möglich, hat der Arbeitgeber dafür zu sorgen, dass die Signalgebung entsprechend verbessert wird.

(3) Durch die Benutzung von Gehörschutz darf die Wahrnehmung von Gefahrensignalen nicht unzulässig beeinträchtigt werden. Die Wahrnehmbarkeit von Gefahrensignalen (Fahrzeugführer, Gleisoberbau) ist auch im Auswahlverfahren für Gehörschutz zu berücksichtigen.

5 Anforderungen an Kennzeichnung und Abgrenzung von Lärmbereichen oder Lärmarbeitsplätzen

(1) Ein Arbeitsbereich ist als Lärmbereich zu kennzeichnen und, falls technisch möglich, abzugrenzen, wenn die Lärmbelastung der Beschäftigten an den dort befindlichen stationären Arbeitsplätzen während der Arbeitsschicht einen der oberen Auslösewerte ($L_{EX,8h}$, $L_{pC,peak}$) überschreitet. In gleicher Weise ist ein Bereich zu kennzeichnen und ggf. abzugrenzen, an dem keine ständigen Arbeitsplätze vorhanden sind, es aber bei einem täglichen Aufenthalt von acht Stunden zum Überschreiten von mindestens einem der oberen Auslösewerte kommen kann.

(2) Ein mobiler Arbeitsplatz (z. B. Gabelstapler) ist als Lärmarbeitsplatz entsprechend zu kennzeichnen, wenn der für diesen Arbeitsplatz ermittelte Tages-Lärmexpositionspegel den oberen Auslösewert von 85 dB(A) überschreiten kann.

Hinweis: Es wird empfohlen, auch solche Arbeitsbereiche oder mobile Arbeitsplätze zu kennzeichnen und ggf. abzugrenzen, in denen einer der oberen Auslösewerte für Lärm ($L_{EX,8h}$, $L_{pC,peak}$) erreicht (d. h. $L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)}$ oder $L_{pC,peak} = 137 \text{ dB(C)}$) werden kann.

(3) Ferner sind Maschinen zu kennzeichnen, in deren Betriebsanleitung (gemäß 9. ProdSV) ein A-bewerteter Emissionsschalldruckpegel von 85 dB(A) oder mehr ausgewiesen wird, wenn bei deren beabsichtigter Verwendung einer der oberen Auslösewerte überschritten werden kann. Dies gilt auch für handgehaltene oder handgeführte Maschinen. Dies ist nicht erforderlich, wenn diese Maschinen in einem gekennzeichneten Lärmbereich verwendet werden.

(4) Für die Kennzeichnung ist das Gebotszeichen „Gehörschutz benutzen“ (M003) gem. ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“ zu verwenden.

(5) Der Arbeitgeber muss bei Lärmexposition im Bereich der oberen Auslösewerte grundsätzlich davon ausgehen, dass der maximal zulässige Expositionswert überschritten wird, wenn der Gehörschutz bei Aufenthalt in Lärmbereichen nicht – auch zeitweise nicht – benutzt wird. Daher ist in Lärmbereichen Gehörschutz zu tragen.

(6) Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung sind Maßnahmen des Arbeitsschutzes festzulegen, um Lärmbereiche abzugrenzen und, wenn dies technisch möglich und aufgrund des Expositionsrisikos notwendig ist, den Zugang zu ihnen einzuschränken.

6 Auswahl und Verwendung von persönlichem Gehörschutz

6.1 Allgemeines

(1) Gehörschutzmittel sind dann geeignet, wenn sie für den einzelnen Beschäftigten nach seinen Arbeitsbedingungen unter Berücksichtigung seiner Sicherheit und Gesundheit ausgewählt werden. Gehörschutzmittel müssen eine CE-Kennzeichnung besitzen und mit einer Informationsbroschüre des Herstellers gemäß Nummer 1.4 des Anhangs II der Richtlinie 89/686/EWG auf dem Markt bereitgestellt werden. Werden die Gehörschutzmittel nach der VO (EU) 2016/425 auf dem Markt bereitgestellt, müssen neben der CE-Kennzeichnung eine Anleitung und Informationen des Herstellers gemäß Nummer 1.4 des Anhangs II dieser Verordnung vorhanden sein.

(2) Die Anhörung und Beteiligung der Beschäftigten bei der Auswahl von Gehörschutz erhöht die Trageakzeptanz und damit die Schutzwirkung. Entsprechende Mitbestimmungsrechte ergeben sich aus dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) in Verbindung mit dem Betriebsverfassungsgesetz (BetrVG) und entsprechenden Rechtsgrundlagen in anderen Bereichen.

6.2 Arten von Gehörschützern

6.2.1 Kapselgehörschützer

Kapselgehörschützer sind geeignet,

- wenn häufiges Auf- und Absetzen des Gehörschützers erforderlich ist, z. B. bei nur kurzem Aufenthalt im Lärmbereich, bei nur kurzzeitig auftretender Lärmeinwirkung,
- wenn wegen zu enger Gehörgänge Gehörschutzstöpsel nicht getragen werden,
- wenn beim Tragen von Stöpseln eine Neigung zu Gehörgangsentzündungen beobachtet wird,
- wenn der Verschmutzungsgrad der Hände die Handhabung eines anderen Gehörschutzmittels behindert.

6.2.1.1 Kapselgehörschützer mit pegelabhängiger Schalldämmung

Diese eignen sich sehr gut an Arbeitsplätzen, an denen Kommunikation erforderlich ist und gelegentlich sehr hohe Schallpegel auftreten. Kapselgehörschützer mit pegelabhängiger Schalldämmung können für Personen mit Hörminderung die Kommunikationsfähigkeit erhöhen, ohne deren Gehör zu gefährden.

6.2.1.2 Kapselgehörschützer mit Kommunikationseinrichtung

Durch den Sprechfunk darf keine zusätzliche Gefährdung des Gehörs entstehen. Die Sprach- und Signalerkennung von Umgebungsschall wird bei Benutzung von Kapselgehörschützern mit Kommunikationseinrichtung deutlich schlechter. Dadurch darf kein Unfallrisiko entstehen. Der Arbeitgeber hat den Gehörschützer so auszuwählen, dass der Gesamtpegel am Ohr durch Lärm und Kommunikation die maximal zulässigen Expositionswerte nicht überschreitet und die Sprach- und Signalverständlichkeit gegeben sind. Gut geeignet sind Komplettgeräte, weil Funkeinrichtung und Gehörschutz vom Hersteller aufeinander abgestimmt sind. Bei nicht geprüften Kombinationen ist der Arbeitgeber für die Kompatibilität der Systeme verantwortlich.

6.2.1.3 Kapselgehörschützer mit Radioempfang oder Musikwiedergabe

An Arbeitsplätzen mit monotoner Tätigkeit kann das Tragen eines Kapselgehörschützers mit integriertem Radioempfang oder integrierter Musikwiedergabe die Motivation der Beschäftigten positiv beeinflussen. Durch den Radioempfang oder die Musikwiedergabe darf keine zusätzliche Gefährdung des Gehörs entstehen. Die Sprach- und Signalerkennung wird beim Radio- oder Musikhören deutlich schlechter. Durch das Radio- oder Musikhören darf kein Unfallrisiko entstehen.

6.2.2 Gehörschutzstöpsel

(1) Gehörschutzstöpsel ohne Bügel sind zu empfehlen

- für Arbeitsplätze mit andauernder Lärmeinwirkung,
- bei zu starker Schweißbildung unter Kapselgehörschützern,
- bei gleichzeitigem Tragen von Brille und Gehörschützer,
- wenn andere persönliche Schutzausrüstungen (Kopfschutz, Schutzbrille, Atemschutz, Visier, Strahlerhelm) getragen werden müssen.

(2) Bügelstöpsel verursachen beim Anschlagen am Bügel einen lauten Impuls am Ohr des Trägers und sind nicht geeignet für Arbeitsplätze, wo mit dem Anschlagen des Bügels gerechnet werden muss, z. B. Schweißere Arbeitsplätze.

(3) Es werden auch Gehörschutzstöpsel mit Verbindungsschnur angeboten. Sie sind für Tätigkeiten, bei denen die Gefahr des Einzugs der Verbindungsschnur z. B. durch bewegte Maschinenteile besteht, ungeeignet.

6.2.3 Gehörschutz-Otoplastiken

(1) Gehörschutz-Otoplastiken sind zu empfehlen, wenn

- Kapselgehörschützer ungeeignet sind und andere Gehörschutzstöpsel nicht getragen werden,
- aufgrund arbeitsmedizinischer Befunde oder
- bei schon vorhandenen Hörverlusten ein besonders sicherer Schutz notwendig wird.

(2) Nur bei fachgerechter Herstellung und Funktionskontrolle bei Auslieferung sowie regelmäßig wiederkehrender Funktionskontrolle im Abstand von höchstens drei Jahren ist die Schutzwirkung der Gehörschutz-Otoplastiken gewährleistet. Eine Zusammenlegung der Funktionskontrolle mit der arbeitsmedizinischen Vorsorge hat sich als praktikabel erwiesen.

(3) Gehörschutz-Otoplastiken gewährleisten erfahrungsgemäß eine hohe Trageakzeptanz.

(4) Durch entsprechende Wahl der Filter (besonders flache Dämmkurve) kann bei der Verwendung von Gehörschutz-Otoplastiken eine gute Sprachverständlichkeit und Signalerkennung erreicht werden. Diese Gehörschutz-Otoplastiken eignen sich auch für den Einsatz in Bereichen des Musik- und Unterhaltungssektors.

(5) Aufgrund ihrer individuellen Anfertigung ist bei Gehörschutz-Otoplastiken die Gefahr des falschen Einsetzens deutlich geringer als bei anderen Gehörschutzstöpseln.

6.3 Auswahl und Verwendung von Gehörschutz – maximal zulässige Expositionswerte

6.3.1 Allgemeines

(1) Unter Einbeziehung der dämmenden Wirkung des Gehörschutzes muss sichergestellt werden, dass der auf das Gehör des Beschäftigten einwirkende Lärm die maximal zulässigen Expositionswerte $L'_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)}$ beziehungsweise $L'_{pC,peak} = 137 \text{ dB(C)}$ nicht überschreitet.

(2) Für die Gehörschutz-Auswahl und zur Sicherstellung der Einhaltung der maximal zulässigen Expositionswerte kann ein einfaches Verfahren angewendet werden.

(3) Darin wird die bei der Baumusterprüfung ermittelte Schalldämmung der Gehörschützer verwendet. Damit kann in der betrieblichen Praxis die Auswahl des Gehörschutzes zur Einhaltung der maximal zulässigen Expositionswerte $L'_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)}$ bzw. $L'_{pC,peak} = 137 \text{ dB(C)}$ leichter erfolgen. Um diese Werte in der Praxis sicher einhalten zu können, muss von den Schalldämmwerten der Herstellerangaben (Werte aus Laborprüfungen) ein Korrekturwert (Praxisabschlag) abgezogen werden. Dies ist erforderlich, da die Schalldämmung aufgrund der Tragegewohnheiten der Beschäftigten in der Praxis häufig geringer ist, als bei der Baumusterprüfung (Laborbedingungen) ermittelt wurde und vom Hersteller normgerecht angegeben wird.

6.3.2 Statistisches Verfahren zur Abschätzung der Einhaltung der maximal zulässigen Expositionswerte

(1) Der am Ohr unter dem Gehörschutz wirksame Tages-Lärmexpositionspegel (im Folgenden als Restschallpegel $L'_{EX,8h}$ bezeichnet) darf die maximal zulässigen Expositionswerte nicht überschreiten. Dieses Verfahren entspricht weitgehend dem HML-Check nach DIN EN 458 (H = hohe, M = mittlere, L = tiefe Frequenzanteile). Für die Auswahl von Gehörschutz werden die M- und L-Werte herangezogen, der H-Wert wird nicht verwendet.

(2) Die Zuordnung der folgenden Geräuschklassen kann nach dem subjektiven Klangeindruck oder nach Bestimmung der Schallpegeldifferenz $L_C - L_A$ erfolgen:

$L_C - L_A \leq 5 \text{ dB}$	Geräuschkategorie HM
$L_C - L_A > 5 \text{ dB}$	Geräuschkategorie L

mit:

- L_C ist der Schalldruckpegel, gemessen mit der Frequenzbewertung C,
- L_A ist der Schalldruckpegel, gemessen mit der Frequenzbewertung A.

Der Schalldruckpegel kann der Tages-Lärmexpositionspegel oder der mit der Tätigkeit verbundene äquivalente Dauerschalldruckpegel sein.

(3) Beispiele für Geräuschquellen der Geräuschklasse HM sind in Tabelle 3, für Geräuschquellen der Geräuschklasse L in Tabelle 4 aufgeführt.

Tab. 3 Beispiele für Geräuschquellen der Geräuschklasse HM
– mittel- bis hochfrequent mit LC - LA ≤ 5 dB

Brennschneider	Rollenrotations-Hochdruck-Pressen
Dragiertrommeln	Rüttelformmaschinen
Drehmaschinen	Schlagschrauber
Druckluftdüsen	Schleifmaschinen
Elektro-Nagler	Schmiedehämmer
Falzmaschinen	Spinnmaschinen
Getränkeabfüllanlagen	Strick- und Wirkmaschinen
Gussputzarbeiten	Trennschleifmaschinen
Holzbearbeitungsmaschinen	Webmaschinen
Honmaschinen	Zentrifugen
Hydraulikpumpen	

Tab. 4 Beispiele für Geräuschquellen der Geräuschklasse L
– überwiegend tieffrequent mit LC - LA > 5 dB

Bagger	Konverter-Anlagen
Elektro-Schmelzöfen	Kupol-Öfen
Elektro-Umformersatz	Metall-Druckgießmaschinen
Feuerungen	Planierraupen
Hochofenanlagen	Strahlanlagen
Kollergänge	Verbrennungsöfen
Kompressor-Anlagen (Kolben)	

(4) Die Korrekturwerte K_s entsprechen den üblichen Differenzen zwischen der Laborschalldämmung und Praxisschalldämmung. Sie resultieren aus Problemen bei der Benutzung von Gehörschutz.

Als Praxiskorrekturwerte K_s für Benutzer von Gehörschutz werden verwendet:

- vor Gebrauch zu formende Gehörschutzstöpsel $K_s = 9$ dB
- fertig geformte Gehörschutzstöpsel $K_s = 5$ dB
- Bügelstöpsel $K_s = 5$ dB
- Kapselgehörschützer $K_s = 5$ dB
- Gehörschutz-Otoplastiken mit Funktionskontrolle $K_s = 3$ dB

(5) Die Restschallpegel werden je nach Geräuschklasse nach folgenden Formeln berechnet:

Geräuschklasse HM – mittel- bis hochfrequent:

$$L'_{EX,8h} = L_{EX,8h} - (M - K_s)$$

mit

$L'_{EX,8h}$ ist der Restschallpegel in dB(A)

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

M ist der Dämmwert für mittlere Frequenzen in dB

K_s ist der Praxiskorrekturwert in dB

Geräuschklasse L – überwiegend tieffrequent:

$$L'_{EX,8h} = L_{EX,8h} - (L - K_s)$$

mit

$L'_{EX,8h}$ ist der Restschallpegel in dB(A)

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

L ist der Dämmwert für tiefe Frequenzen in dB

K_s ist der Praxiskorrekturwert in dB

(6) Für Spitzenschalldruckpegel gilt ein analoges Verfahren: Der am Ohr wirksame Restspitzenschallpegel $L'_{pC,peak}$ darf den Wert des Spitzenschalldruckpegels in Höhe von 137 dB(C) nicht überschreiten.

Geräuschklasse HM – mittel- bis hochfrequent:

$$L'_{pC,peak} = L_{pC,peak} - (M - K_s)$$

mit

$L'_{pC,peak}$ ist der Restspitzenschallpegel in dB(C)

$L_{pC,peak}$ ist der Spitzenschalldruckpegel in dB(C)

M ist der Dämmwert für mittlere Frequenzen in dB

K_s ist der Praxiskorrekturwert in dB

Geräuschklasse L – überwiegend tieffrequent:

$$L'_{pC,peak} = L_{pC,peak} - (L - K_s - 5 \text{ dB})$$

mit

$L'_{pC,peak}$ ist der Restspitzenschallpegel in dB(C)

$L_{pC,peak}$ ist der Spitzenschalldruckpegel in dB(C)

L ist der Dämmwert für tiefe Frequenzen in dB

K_s ist der Praxiskorrekturwert in dB

6.3.3 Qualifizierte Unterweisung und Benutzung von Gehörschutz bei sehr hoher Lärmexposition

(1) Die Einhaltung der maximal zulässigen Expositionswerte ist auch an Arbeitsplätzen mit sehr hoher Lärmexposition durch Benutzung von geeignetem Gehörschutz sicherzustellen. An solchen Arbeitsplätzen besteht jedoch die Gefahr, dass sich die maximal zulässigen Expositionswerte mit den auf dem Markt erhältlichen Gehörschützern unter Berücksichtigung der Praxisabschläge (Praxiskorrekturwert) nicht einhalten lassen.

(2) Um in diesen Fällen einen ausreichenden Schutz unter Verwendung von Gehörschutz sicherzustellen, ist eine qualifizierte Unterweisung zur Benutzung des Gehörschutzes durchzuführen. Dieses Verfahren ist verbunden mit regelmäßigen Unterweisungen, die praktische Handhabungsübungen einschließen, was entsprechend zu dokumentieren ist. Unter diesen Voraussetzungen kann davon ausgegangen werden, dass die Schalldämmwerte der Laborprüfung in der Praxis erreicht werden.

(3) Zur Überprüfung der Einhaltung der maximal zulässigen Expositionswerte können in solchen Fällen die aus der Laborprüfung ermittelten Schalldämmwerte des Gehörschutzes (Herstellerangaben) ohne Berücksichtigung von Praxisabschlägen angesetzt werden, so dass sich entsprechend niedrigere Werte für den am Ohr unter dem Gehörschutz wirksamen Schalldruckpegel ergeben.

(4) Unabhängig von der Gehörschutz-Auswahlmethode sind an Arbeitsplätzen oder bei persönlicher Exposition ab einem Tages-Lärmexpositionspegel von $L_{EX,8h} = 110 \text{ dB(A)}$ besondere Schutzmaßnahmen erforderlich, die eine qualifizierte Unterweisung und Benutzung von Gehörschutz einschließen.

6.3.4 Überprotektion

(1) Eine zu hohe Schalldämmung kann zur Überprotektion führen, mit der Folge, dass Gefahrensignale und Orientierungsgeräusche nicht mehr gehört werden können und die Sprachkommunikation unmöglich wird. Die Überprotektion ist deshalb zu vermeiden. Die Auswahl erfolgt so, dass der Restschallpegel am Ohr im Bereich von 70 dB(A) bis 80 dB(A) liegt.

(2) Im Einzelfall kann eine hohe Schalldämmung als angenehm empfunden werden. Ist dabei die Gefahr des Überhörens von Gefahrensignalen ausgeschlossen, können auch eine höhere Schalldämmung und damit ein geringerer Restschallpegel am Ohr angemessen sein.

6.3.5 Anforderungen aus anderen Rechtsbereichen

Die Auswahl von Gehörschutz für bestimmte Tätigkeiten kann auch anderen rechtlichen Bestimmungen unterliegen. Zum Beispiel sind bei der Teilnahme am öffentlichen Straßenverkehr besondere Anforderungen zu berücksichtigen. Weiterführende Informationen sind z. B. der DGUV Information 212-673 „Empfehlungen zur Benutzung von Gehörschützern durch Fahrzeugführer bei der Teilnahme am öffentlichen Straßenverkehr“ (bisher BGI 673) [3] sowie der VBG-Veröffentlichung „Lärmschutzmaßnahmen für Triebfahrzeugführer und Lokrangierführer“ (bisher BGI/GUV-I 5147) [4] zu entnehmen.

6.4 Gehörschutz-Tragepflicht

(1) Der Arbeitgeber hat nach § 8 Absatz 3 LärmVibrationsArbSchV dafür Sorge zu tragen, dass die Beschäftigten den persönlichen Gehörschutz bestimmungsgemäß verwenden.

(2) Bei Erreichung oder Überschreitung eines der oberen Auslösewerte ($L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)}$ beziehungsweise $L_{pC,peak} = 137 \text{ dB(C)}$) ist die Einhaltung der Gehörschutz-Tragepflicht der Beschäftigten durch den Arbeitgeber sicherzustellen und zu kontrollieren.

(3) Für Baustellenarbeitsplätze sind in Anlage 2 laute Arbeitsverfahren genannt, bei denen von einer Überschreitung der oberen Auslösewerte auszugehen ist.

6.5 Überprüfung des ausgewählten persönlichen Gehörschutzes

(1) Der Arbeitgeber hat in regelmäßigen Abständen in Abhängigkeit von den Einsatzbedingungen Sichtprüfungen der Gehörschützer und der Tragegewohnheiten durchzuführen. Diese Sichtprüfungen sind mindestens jährlich durchzuführen, bei besonderen Einsatzbedingungen (z. B. Kälte, Feuchtigkeit, Staub) sind die Prüffristen zu verkürzen. Hierzu empfiehlt sich eine entsprechende Dokumentation. Die Prüfung bezieht sich insbesondere darauf, ob

- der Gehörschutz während der gesamten Lärmexposition benutzt wird,
- der Gehörschutz beschädigt ist,
- der Gehörschutz falsch benutzt wird.

(2) Für Gehörschutzstöpsel existieren Messverfahren zur Bestimmung der individuellen Schalldämmung. Sie können zum Training oder im Rahmen der Beratung bei der arbeitsmedizinischen Vorsorge zum Einsatz kommen. Die Ergebnisse erlauben die Beurteilung, ob der Gehörschutz für die Beschäftigten passend ausgewählt wurde und von ihnen korrekt benutzt wird.

(3) Wiederverwendbare Gehörschützer müssen regelmäßig gewartet und gereinigt werden, um Hautreizungen und andere Ohrprobleme zu vermeiden. Von einer sachgemäßen Reinigung der Gehörschützer ist auszugehen, wenn die Reinigungshinweise entsprechend der Benutzerinformation des Herstellers berücksichtigt werden.

(4) Beschädigte Dichtungskissen oder Gehörschutz mit nicht mehr ausreichender Schutzwirkung sind unverzüglich auszutauschen.

6.6 Auswahl von Gehörschutz für besonders gefährdete Gruppen

(1) Besonders gefährdete Gruppen sind insbesondere Beschäftigte mit Einsatz Einschränkungen. Besonders bei Beschäftigten mit Hörminderung stehen zunächst technische oder organisatorische Maßnahmen im Vordergrund. Darüber hinaus darf ein bereits geschädigtes Gehör nicht weiter durch Lärm belastet werden, um eine Verschlimmerung zu vermeiden.

(2) Für die Auswahl von Gehörschützern für Personen mit bestehendem Innenohrschaden (Hörminderung mit audiometrisch nachweisbaren Merkmalen eines Haarzellschadens, die bei 3 kHz 40 dB überschreitet) sind daher folgende Kriterien besonders wichtig:

- Die Schalldämmung muss auch in der betrieblichen Praxis sicher gewährleistet sein.
- Die ohnehin verringerte Sprach- und Signalverständlichkeit sowie das verringerte Richtungshören dürfen zusätzlich so wenig wie möglich beeinträchtigt werden. Daher sind Gehörschutzstöpsel zu bevorzugen, die ein möglichst gewohntes Hören ermöglichen (Gehörschutzstöpsel mit flacher Dämmcharakteristik).
- Notwendige Gefahrensignale und andere Signale müssen sicher gehört werden können. Im Einzelfall können auch Gehörschützer mit pegelabhängiger Dämmung geeignet sein. Die Wahrnehmbarkeit ist durch Hörproben festzustellen.
- Unverträglichkeit gegenüber Stöpseln oder Kapseln.
- Es müssen geeignete Trageversuche durchgeführt werden.
- Ärztliche Hinweise sind zu beachten.

(3) Von Personen mit anerkanntem Innenohrschaden ist der Gehörschutz konsequent ab einem Tages-Lärmexpositionspegel von 80 dB(A) zu benutzen.

7 Das Lärmminderungsprogramm bei Überschreiten einer der oberen Auslösewerte

7.1 Allgemeines

(1) Der Arbeitgeber ist verpflichtet, ein Lärmminderungsprogramm aufzustellen und durchzuführen, wenn der Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$ den Wert von 85 dB(A) bzw. der Spitzenschalldruckpegel $L_{pC,peak}$ den Wert von 137 dB(C) überschreitet (Abbildung 1).

(2) Ziel des Lärmminderungsprogramms ist die Reduzierung der Lärmexposition an bestehenden Arbeitsplätzen, die Anpassung der Arbeitsbedingungen an den Stand der Technik und die Minimierung der Lärmgefährdung der Beschäftigten.

(3) Bei wesentlichen Änderungen am Arbeitsplatz ist zu prüfen, ob das Lärmminderungsprogramm unter Berücksichtigung der Weiterentwicklung des Standes der Technik angepasst werden muss. Ein Lärmminderungsprogramm ist solange durchzuführen, bis die oberen Auslösewerte nicht mehr überschritten werden.

(4) Ausgehend von der Gefährdungsbeurteilung wird das Lärmminderungsprogramm aufgestellt und durchgeführt (Abbildung 2).

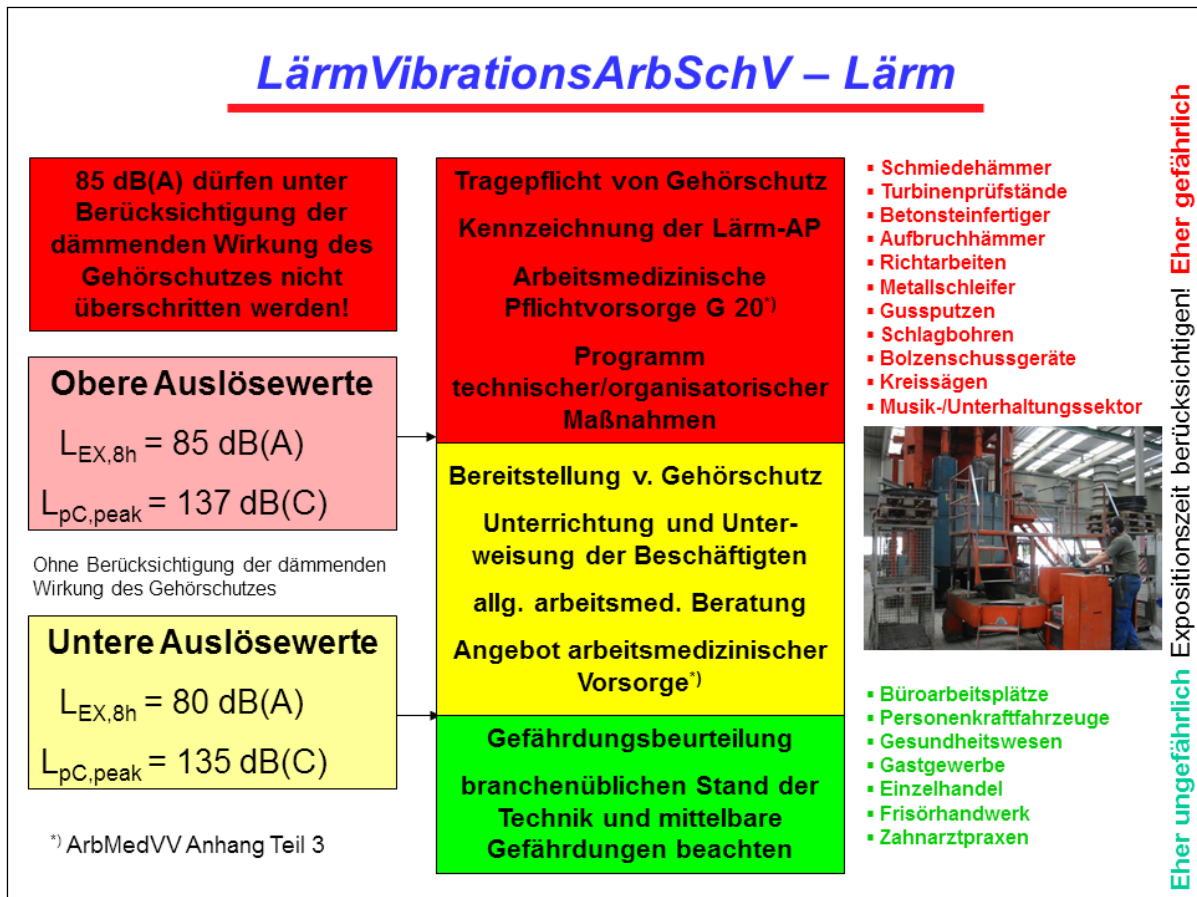


Abb. 1 Übersicht Maßnahmen gem. Ampelmodell nach LärmVibrationsArbSchV – Teil Lärm

Arbeitsschritte eines Lärmminderungsprogramms	
	Ermittlung der Lärmschwerpunkte
	Vergleich mit dem Stand der Technik
	Ursachenanalyse
	Auswahl geeigneter Lärmminderungsmaßnahmen nach Stand der Technik
	Lärmminderungsprognose
	Erstellung des Lärmminderungsprogramms mit Prioritätenliste und Zeitplan
	Durchführung konkreter Maßnahmen
	Wirksamkeitskontrolle

Abb. 2 Arbeitsschritte eines Lärmminderungsprogramms

7.2 Ermittlung der Lärmschwerpunkte

(1) Für eine gezielte und effektive Vorgehensweise ist es zweckmäßig, im ersten Schritt der Aufstellung eines Lärminderungsprogramms zunächst festzustellen, in welchen Bereichen und an welchen Maschinen Lärminderungsmaßnahmen vorrangig sind. Dabei kann man sich in der Regel auf die im Rahmen der Ermittlung von Lärmbereichen gewonnenen Ergebnisse stützen. Einen guten Überblick gibt die Schallpegeltopographie (Abbildung 3). Zur genaueren Eingrenzung der wesentlichen lärm erzeugenden Maschinen dürften dann in der Regel wenige zusätzliche Messungen ausreichen.

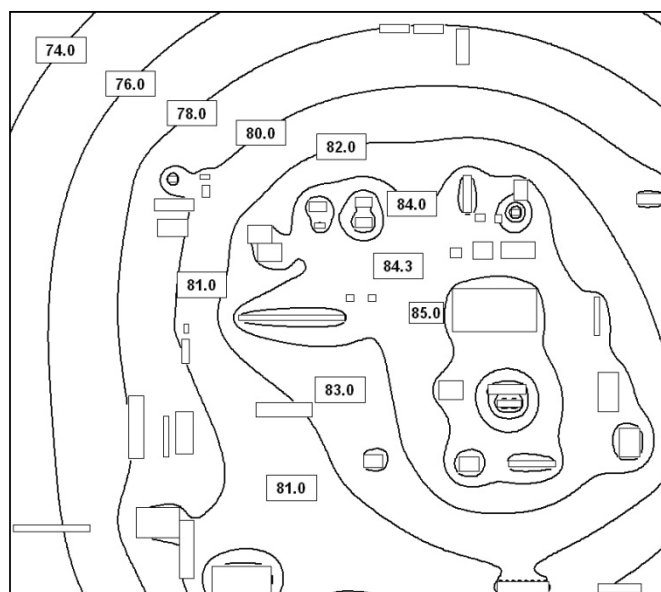


Abb. 3 Beispiel für eine Schallpegeltopographie mit Angabe der Schalldruckpegelverteilung (Quelle: IFA – Institut für Arbeitsschutz der DGUV)

(2) Um die Geräuschanteile der einzelnen Maschinen an der Lärmexposition eines Beschäftigten an einem Arbeitsplatz genauer zu quantifizieren und die durch einzelne Lärminderungsmaßnahmen erreichbaren Erfolge ermitteln zu können, kann man die Geräusche der verschiedenen Maschinen an dem jeweils betrachteten Einwirkungsort separat erfassen, indem man die einzelnen Maschinen abschaltet. In Fällen, in denen dies nicht möglich ist, müssen die Schalleistungspegel der einzelnen Maschinen messtechnisch erfasst und eine Lärmprognose durchgeführt werden. Geeignete Mess- und Berechnungsverfahren werden in Normen beschrieben.

(3) Liegen die Schalleistungspegel der einzelnen Maschinen schon vor, können unter der Berücksichtigung der raumakustischen Eigenschaften der Arbeitsstätte die Schalldruckpegelverteilung (Topographie) für den Raum berechnet sowie Lärminderungserfolge durch Maßnahmen an einzelnen Maschinen prognostiziert werden.

7.3 Vergleich mit dem Stand der Lärminderungstechnik

(1) Nach der LärmVibrationsArbSchV ist die Einhaltung des Standes der Technik erforderlich. Deshalb ist zu klären, ob die für die Lärmbelastung relevanten Maschinen und Werkzeuge sowie die Raumakustik dem Stand der Lärminderungstechnik entsprechen.

Bemerkung: Der Stand der Technik ist nach § 2 Absatz 7 LärmVibrationsArbSchV definiert als „der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme zum Schutz der Gesundheit und zur Sicherheit der Beschäftigten gesichert erscheinen lässt. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen, die mit Erfolg in der Praxis erprobt worden sind. Gleiches gilt für die Anforderungen an die Arbeitsmedizin und die Arbeitshygiene.“

(2) Dabei sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen, die mit Erfolg in der Praxis erprobt worden sind.

(3) Zur Beurteilung der Geräuschemission von Arbeitsmitteln werden in der Regel die Geräuschemissionskennwerte wie der Schalleistungspegel oder der Emissions-Schalldruckpegel am Arbeitsplatz herangezogen.

(4) Um den aktuellen Stand der Lärminderungstechnik für Maschinen einer bestimmten Art zu ermitteln, bedarf es genau genommen der Erfassung der Geräuschemission einer repräsentativen Auswahl der jeweiligen Maschinengruppe. Dabei sind die Geräuschemissionsdaten in Abhängigkeit von bestimmten Leistungsparametern, z. B. Nennleistung, Nenndrehzahl oder Gewicht, systematisch auszuwerten. Erfahrungsgemäß können die von unterschiedlichen Herstellern angebotenen Maschinen einer Art und in derselben Leistungsklasse bei vergleichbaren Betriebsbedingungen um 5 bis 20 dB(A) abweichende Geräuschemissionen aufweisen. Die gezielte Auswahl einer leisen Maschine kann sich deshalb ganz wesentlich auf die Lärmsituation an den entsprechenden Arbeitsplätzen auswirken. Maschinen mit im Vergleich geringeren Geräuschemissionswerten führen zu niedrigeren Lärmexpositionspegeln der Beschäftigten.

(5) Eine in der Praxis anwendbare Regel besagt, dass die Anforderungen an den Stand der Lärminderungstechnik bei der Beschaffung neuer Arbeitsmittel als erfüllt gelten, wenn der Emissions-Schalldruckpegel am Arbeitsplatz der Maschine oder der 1 m-Messflächenschalldruckpegel den Wert von 70 dB(A) unterschreitet. Diese Anforderung bedeutet, dass sich an den entsprechenden Arbeitsplätzen bei Überlagerung mehrerer entsprechender Lärmquellen und Schallreflexion an den Raumbegrenzungsflächen in der Regel ein Schalldruckpegel von weniger als 80 dB(A) ergibt.

(6) Für verschiedene Arbeitsmittel kann der Stand der Lärminderungstechnik auch durch die Beschreibung des prinzipiellen Aufbaus oder konstruktiver Details eines Bauteiles oder eines Werkzeuges definiert werden. Das kann z. B. in maschinenspezifischen Normen festgelegt sein. Informationsschriften mit Beispielen für weitere Lösungen sind in Abschnitt 8 Literaturhinweise zusammengestellt.

7.4 Ursachenanalyse

(1) Die Analyse der Ursachen und Auswirkungen von Lärm konzentriert sich vorrangig auf die identifizierten Lärmschwerpunkte. Ursachenanalyse bedeutet hier die Lokalisierung der dominierenden Geräuschquellen an den entsprechenden Anlagen und Maschinen und die Untersuchung der Ursachen der Geräuschenstehung.

(2) Auf eine entsprechende Analyse kann man ggf. verzichten, wenn man sich gleich für eine Kapselung der gesamten Maschine oder einen Ersatz der Maschine durch eine neue, leisere Maschine entscheidet und damit die erforderliche Pegelminderung erreicht wird. Außerdem liegen für viele Maschinenarten bereits entsprechende in der Literatur beschriebene Untersuchungsergebnisse vor, auf die man ggf. zurückgreifen kann. In vielen Fällen sind dem Maschinenhersteller die Hauptgeräuschquellen und Geräuschursachen bereits bekannt und er kann hier möglicherweise geeignete Lärminderungsmaßnahmen anbieten.

(3) Neben den Geräuschursachen an den Maschinen und Anlagen selbst kann auch eine ungünstige raumakustische Situation (starke Schallreflexionen) eine Geräuschursache sein, die es im Rahmen der Ursachenanalyse zu untersuchen gilt.

(4) Die Durchführung der Messungen und Untersuchungen im Rahmen der Ursachenanalyse erfordert ggf. den Einsatz aufwändiger Messgeräte für Luftschall- und Körperschallanalysen, Schallintensitätsmessungen oder Rechenprogramme, über die nur entsprechend spezialisierte Fachfirmen, Ingenieurbüros und Institute verfügen, sodass der betroffene Betrieb bei diesem Schritt auf externe Berater angewiesen sein kann.

7.5 Auswahl und Beschreibung geeigneter Lärminderungsmaßnahmen

7.5.1 Allgemeines

In Anlehnung an DIN EN ISO 11690-2 kann man folgende grundlegenden Lärminderungsmöglichkeiten unterscheiden:

- Maßnahmen an der Quelle,
- Maßnahmen auf dem Übertragungsweg,
- organisatorische Maßnahmen.

7.5.2 Maßnahmen an der Quelle

(1) Unter den Maßnahmen an der Quelle werden konstruktive Lärminderungsmaßnahmen verstanden, die sich unmittelbar auf die Schallentstehung, -übertragung oder -abstrahlung einer Geräuschquelle (z. B. Maschine) auswirken. Solche Maßnahmen sind oft besonders wirksam und wirtschaftlich, da sich an der Stelle der Schallentstehung ggf. schon mit kleinen Änderungen große Pegelminderungen erreichen lassen. Dabei kann man die in der folgenden Tabelle 5 zusammengestellten Prinzipien für konstruktive Lärminderungsmaßnahmen unterscheiden:

Tab. 5 Gliederung von konstruktiven Lärminderungsmaßnahmen

Mechanisch angeregte Geräusche	<ul style="list-style-type: none"> – Minderung oder zeitliche Dehnung der Krafteinwirkung – Versteifung der Struktur im Kraftfluss – Minderung der Körperschallübertragung – Beeinflussen der Schallabstrahlung
Strömungsmechanische Geräusche	<ul style="list-style-type: none"> – Vermeidung von Turbulenzen – Minderung von Druckschwankungen

(2) Die Realisierung derartiger Maßnahmen an einer Maschine wird durch eine enge Zusammenarbeit mit dem Hersteller erleichtert. Weitere Hinweise zur Lärmminde- rung an der Quelle (Maschinen, Anlagen) finden sich in der DIN EN ISO 11688 Teil 1.

(3) Zu den Maßnahmen an der Quelle gehören auch Wartungs- und Instand- haltungsarbeiten, da sich der Pflegezustand einer Maschine auf die Geräusch- emission auswirken kann (z. B. schlechte Schmierung, ausgeschlagene Lager, un- dichte Kapseln und Türen). So bedürfen ggf. vorhandene Schallschutzeinrichtungen, wie Kapseln und Schalldämpfer, einer regelmäßigen Überprüfung.

(4) Zu den Maßnahmen an der Quelle gehören auch der Austausch einer alten Maschine gegen eine neue lärmarme Maschine und der Einsatz alternativer lärmar- mer Arbeitsverfahren (siehe Abschnitt 5). Der Ersatz einer Maschine ist vor allem dann zu überlegen, wenn an der alten Maschine relativ kostenaufwändige Lärmmin- derungsmaßnahmen erforderlich sind oder keine geeigneten Lärmminde- rungsmöglichkeiten gesehen werden.

7.5.3 Maßnahmen auf dem Übertragungsweg

(1) Unter den Maßnahmen auf dem Übertragungsweg sind alle Lärmminde- rungsmaßnahmen zu verstehen, die die Schallübertragung in die Umgebung durch einen Eingriff in den Schallausbreitungsweg verringern. Dazu gehören Maßnahmen, wie

- Körperschallisolierung, z. B. durch Aufstellung einer Maschine auf Schwing- elementen,
- Kapselung einer Maschine,
- Einsatz von Schalldämpfern, z. B. bei Schallausbreitung in Kanälen,
- Abschirmung durch Stellwände,
- schallabsorbierende Gestaltung von Raumbegrenzungsflächen (raumakustische Maßnahmen),
- Schallschutzkabine, z. B. Maschinenkontrollstand oder Meisterbüro.

(2) Derartige Maßnahmen können im Vergleich zu den zuvor erläuterten primären Maßnahmen mit höheren Kosten verbunden sein, z. B. bei einer schallabsorbieren- den Nachrüstung eines bestehenden Raumes.

7.5.4 Organisatorische Maßnahmen

(1) Unter organisatorischen Lärmminde- rungsmaßnahmen sind raum- oder zeit- organisatorische Änderungen zu verstehen, die zu einer geringeren Lärmexposition der Beschäftigten führen. Entsprechende Maßnahmen sind z. B. die Verlagerung lärmintensiver Arbeiten (z. B. Richtarbeiten) oder der Betrieb besonders lauter Ma- schinen in einem separaten Raum (z. B. Scheuertrommel in einer Gießerei). Zeitor- ganisatorische Maßnahmen sind z. B. die Verlegung lauter Arbeitsprozesse in per- sonalarmer Schichten oder die Koordination von lärmintensiven und lärmarmen tem- porären Arbeitsplätzen (z. B. Baustellenkreissägen nicht vor reflexionsstarken Wän- den platzieren oder Stemmarbeiten nicht zeitgleich neben Spachtelarbeiten durch- führen lassen).

(2) Die zuvor erläuterten technischen Lärminderungsmaßnahmen haben Vorrang vor organisatorischen Maßnahmen. Grundsätzlich empfiehlt es sich, im Rahmen der Aufstellung eines Lärminderungsprogramms zunächst alle denkbaren Lärminderungsmöglichkeiten und Alternativen aufzunehmen, um daraus später bei der Festlegung der Prioritäten die am besten geeigneten Maßnahmen des Arbeitsschutzes auswählen zu können.

7.6 Lärminderungsprognose

(1) Die Lärminderungsprognose ist die Voraussage der durch Realisierung von einzelnen Lärminderungsmaßnahmen an den Arbeitsplätzen erreichbaren Reduzierung der Lärmexposition. Dabei müssen neben der ggf. an einer Maschine oder Lärmquelle zu erwartenden Minderung der Schallemission auch andere Einflussgrößen, wie der Abstand des betrachteten Arbeitsplatzes zur Schallquelle, die Schallausbreitungsverhältnisse und die Dauer der Einwirkung Berücksichtigung finden.

(2) In vielen Fällen ist durch eine Lärminderungsmaßnahme an einer einzelnen Maschine oder Lärmquelle nur eine begrenzte Minderung des Lärmexpositionspegels erreichbar, z. B. weil sich die Lärmbelastung aus der Schalleinwirkung von verschiedenen Maschinen bzw. Lärmquellen zusammensetzt oder die Maßnahme nur innerhalb bestimmter Zeiträume wirksam ist (Maschine wird nur zeitweise betrieben oder Kapsel muss zeitweise geöffnet werden).

(3) Um Fehlinvestitionen zu vermeiden, empfiehlt es sich, vor der Durchführung von aufwändigen Schallschutzmaßnahmen eine sorgfältige Lärminderungsprognose zu erarbeiten. Die Durchführung von Lärminderungsprognosen erfordert entsprechenden Sachverstand und erfolgt z. B. mit Hilfe einer dem Stand der Technik entsprechenden Software.

(4) Die entsprechenden Berechnungen ermöglichen darüber hinaus auch eine Prognose, wie sich die Lärminderungsmaßnahmen an einzelnen Lärmquellen bzw. Maschinen auf die Lärmsituation in dem Raum auswirken.

(5) In welcher Form und mit welchem Aufwand die Lärminderungsprognose erstellt wird, ist in jedem Einzelfall zu entscheiden. Generell sollten jedoch die Aufwendungen für die Erstellung der Lärminderungsprognose auf der einen Seite und für die Realisierung der Lärminderungsmaßnahmen auf der anderen Seite in einer sinnvollen Relation zueinander stehen.

7.7 Prioritätenliste, Zeitplan und Wirksamkeitskontrolle

(1) Bei der Auswahl der Lärminderungsmaßnahmen und der Festlegung der Prioritäten, d. h. der Rangfolge für die Durchführung der Maßnahmen des Arbeitsschutzes, sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen.

(2) Wichtigster Gesichtspunkt im Sinne der LärmVibrationsArbSchV ist dabei die Höhe der Lärmexposition. So empfiehlt es sich, zunächst an den Arbeitsplätzen mit den höchsten Lärmexpositionspegeln anzusetzen, um die damit verbundene große Gefährdung der Beschäftigten zu vermeiden oder zumindest zu verringern. Weitere Kriterien für die Auswahl von Lärminderungsmaßnahmen und die Festlegung der Prioritäten können die erreichbaren Lärminderungserfolge und die Anzahl der davon betroffenen Beschäftigten sein.

(3) In regelmäßigen Abständen ist jeweils eine Wirksamkeitskontrolle zu den vorgesehenen und bis zum Stichtag jeweils umgesetzten Lärminderungsmaßnahmen durchzuführen. Über eine Statusdokumentation mit Begründungen für die ggf. noch nicht umgesetzten Maßnahmen ist das Lärminderungsprogramm dann jeweils zu aktualisieren und mit angepassten Prioritäten und neuer Zeitplanung fortzuschreiben.

(4) Grundsätzlich gilt, dass das Lärminderungsprogramm solange durchzuführen ist, bis die oberen Auslösewerte nicht mehr überschritten werden.

8 Literaturhinweise

- [1] Normenreihe DIN EN 352: Gehörschützer – Allgemeine Anforderungen – Teil 1 bis Teil 3, – Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen – Teil 4 bis Teil 8
- [2] DIN EN 458:2016-07: Gehörschützer – Empfehlungen für Auswahl, Einsatz, Pflege und Instandhaltung – Leitfaden; Deutsche Fassung EN 458:2016
- [3] Empfehlungen zur Benutzung von Gehörschützern durch Fahrzeugführer bei der Teilnahme am öffentlichen Straßenverkehr, DGUV Information 212-673, DGUV, 2013
- [4] Lärmschutzmaßnahmen für Triebfahrzeugführer und Lokrangierführer, VBG-Fachinformation, VBG, 2016
- [5] DIN EN ISO 3382-2:2008-09: Akustik – Messung von Parametern der Raumakustik – Teil 2: Nachhallzeit in gewöhnlichen Räumen (ISO 3382-2:2008); Deutsche Fassung EN ISO 3382-2:2008
- [6] DIN EN ISO 3740:2001-03: Akustik – Bestimmung des Schalleistungspegels von Geräuschquellen – Leitlinien zur Anwendung der Grundnormen (ISO 3740:2000); Deutsche Fassung EN ISO 3740:2000
- [7] DIN EN ISO 4871:2009-11: Akustik – Angabe und Nachprüfung von Geräuschemissionswerten von Maschinen und Geräten (ISO 4871:1996); Deutsche Fassung EN ISO 4871:2009
- [8] DIN EN ISO 11200:2014-10: Akustik – Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten – Leitlinien zur Anwendung der Grundnormen zur Bestimmung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten (ISO 11200:2014); Deutsche Fassung EN ISO 11200:2014
- [9] DIN EN ISO 11688-1:2009-11: Akustik – Richtlinien für die Gestaltung lärm- armer Maschinen und Geräte – Teil 1: Planung (ISO/TR 11688-1:1995); Deutsche Fassung EN ISO 11688-1:2009
- [10] DIN EN ISO 11688-2:2001-03: Akustik – Richtlinien für die Gestaltung lärm- armer Maschinen und Geräte – Teil 2: Einführung in die Physik der Lärm- minderung durch konstruktive Maßnahmen (ISO/TR 11688-2:1998); Deutsche Fassung EN ISO 11688-2:2000

- [11] DIN EN ISO 11689:1997-03: Akustik – Vorgehensweise für den Vergleich von Geräuschemissionswerten für Maschinen und Geräte (ISO 11689:1996); Deutsche Fassung EN ISO 11689:1996
- [12] DIN EN ISO 11690-1:1997-02: Akustik – Richtlinien für die Gestaltung lärm- armer maschinenbestückter Arbeitsstätten – Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 11690-1:1996); Deutsche Fassung EN ISO 11690-1:1996
- [13] DIN EN ISO 11690-2:1997-02: Akustik – Richtlinien für die Gestaltung lärm- armer maschinenbestückter Arbeitsstätten – Teil 2: Lärminderungsmaß- nahmen (ISO 11690-2:1996); Deutsche Fassung EN ISO 11690-2:1996
- [14] DIN EN ISO 11690-3:1999-01: Akustik – Richtlinien für die Gestaltung lärm- armer maschinenbestückter Arbeitsstätten – Teil 3: Schallausbreitung und -vorausberechnung in Arbeitsräumen (ISO/TR 11690-3:1997); Deutsche Fas- sung EN ISO 11690-3:1998
- [15] DIN EN ISO 14257:2011-11: Akustik – Messung und Parametrisierung der Schallausbreitungskurven in Arbeitsräumen zum Zweck der Beurteilung der akustischen Qualität (ISO 14257:2001); Deutsche Fassung EN ISO 14257:2001
- [16] VDI 3760:1996-02: Berechnung und Messung der Schallausbreitung in Ar- beitsräumen
- [17] VDI-Handbuch Lärminderung (VDI-ETS-Richtlinien, z. B. VDI 3752 Bl. 1:1993-07 „Emissionskennwerte technischer Schallquellen; Werkzeug- maschinen; Pressen zum Schneiden von Blech (Schneidpressen)“, VDI 3743:2003-09 „Emissionskennwerte technischer Schallquellen – Pumpen; Kreiselpumpen“)
- [18] Hertwig, R.; Maue J. H.: Geräuschminderung im Betrieb – Lärminderungs- programm. In: IFA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeits- platz. Kennzahl 230 250, Lfg. 1 – VII/2009, 2. Auflage. Hrsg.: Institut für Ar- beitsschutz der DGUV, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Berlin 2003. Loseblatt- Ausgabe
- [19] Gehörschutz, DGUV Information 212-024, DGUV, 2011
- [20] Maßnahmen zur Minderung der Lärmgefährdung bei der Abfallsammlung, DGUV Information 214-058, DGUV, 2008
- [21] IFA-Reports: Lärmbelastung an Baustellenarbeitsplätzen (www.dguv.de → z. B. unter Webcode d6387)
- [22] IFA-Programm Software zur Auswahl von Gehörschützern, im Internet verfüg- bar unter www.dguv.de, Webcode d4785
- [23] FB HM, SG FALV, Leise Maschinen – Auswahl und Beschaffung, DGUV- Information FB HM-013, Ausgabe 8/2010, Webcode d131683

- [24] Raumakustik in industriellen Arbeitsräumen – Anforderungen, Grundlagen, Messverfahren, Maßnahmen, Lärminderungserfolge, IFA-LSA-Blatt 01-234, Hrsg.: DGUV, 2014
- [25] Geräuschgeminderte Diamanttrennscheiben, IFA-LSA-Blatt 02-375, Hrsg.: DGUV, 2015
- [26] Hertwig, R.: Lärminderung bei der Betonfertigteilherstellung. In: IFA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. Kennzahl 230 245, Lfg. 36 – XII/1999, 2. Auflage. Hrsg.: Institut für Arbeitsschutz der DGUV, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Berlin 2003. Loseblatt-Ausgabe
- [27] Fischer, S.; Hertwig, R.: Geräuschminderung bei der spanabhebenden Metallbearbeitung – Lärmgeminderte Schleifscheiben. In: IFA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. Kennzahl 230 243, Lfg. 36 – XII/1999, 2. Auflage. Hrsg.: Institut für Arbeitsschutz der DGUV, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Berlin 2003. Loseblatt-Ausgabe
- [28] Hertwig, R.: Geräuschgeminderte Sägeblätter für Holz, Kunststoff und Aluminium – Marktübersicht, Schalldruckpegel in Labor und Praxis. In: IFA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. Kennzahl 230 246, Lfg. 2 – XII/2012, 2. Auflage. Hrsg.: Institut für Arbeitsschutz der DGUV, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Berlin 2003. Loseblatt-Ausgabe
- [29] Schelle, F.: Geräuschgeminderte Druckluftdüsen – Ergebnisse aus Labormessungen, Hinweise zur Auswahl, Bezugsquellen. In: IFA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. Kennzahl 230 241, Lfg. 2 – XII/2016, 2. Auflage. Hrsg.: Institut für Arbeitsschutz der DGUV, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Berlin 2003. Loseblatt-Ausgabe
- [30] Dantscher, S.; Sickert, P.: Vergleich der Beurteilungskriterien für die individuelle Schalldämmung von Gehörschutz; Lärmbekämpfung Bd. 10 (2015) Nr. 2, S. 77-82
- [31] Sickert, P.: Handlungsanleitung für audiometrische Verfahren zur Bestimmung der individuellen Schalldämmung von Gehörschutz; DAGA 2015. 41. Jahrestagung für Akustik „Fortschritte der Akustik“. 16.–19. März 2015, Nürnberg – Vortrag. CD-Rom, S. 1350-1353

Anlage 1

Beispielsammlung technischer Arbeitsmittel für die Branche Druck- und Papierverarbeitung

Beispielsammlung technischer Arbeitsmittel für die Branche Druck- und Papierverarbeitung, an denen nach fortschrittlichen, in der Praxis bewährten Regeln der Technik Lärminderungsmaßnahmen durchgeführt worden sind.

Die genannten Werte sind entsprechend der Norm DIN EN 13023 „Geräuschmessung für Druck- und Papierverarbeitungs-, Papierherstellungs- und Ausrüstungsmaschinen – Genauigkeitsklassen 2 und 3“ ermittelte arbeitsplatzbezogene Richtwerte für die Schallemission. Die Anordnung des Messpunktes für den arbeitsplatzbezogenen Emissionswert entspricht der Festlegung im jeweiligen Anhang der Norm.

Die genannten Emissionsrichtwerte sind fremdgeräusch- und raumeinflusskorrigierte Werte. Bei Überschreitung der Richtwerte entspricht ein neues technisches Arbeitsmittel nicht dem Stand der Technik. Der Richtwert kennzeichnet jeweils den fortschrittlichen Stand der Lärminderungstechnik an einer Maschinenart zum Zeitpunkt der Bekanntmachung dieser Technischen Regel.

Die Emissionsrichtwerte der folgenden Tabelle sind auszugsweise auch im Anhang B.2 der ISO 12643-1 (2009) wiedergegeben.

Maschinenart	Klasse	Messbedingungen nach DIN EN 13023	Messpunkt	Lärmemissionsrichtwert [dB(A)] ab				
				01.04. 1981	01.01. 1986	01.01. 1995	01.03. 2007	01.05. 2016
Bogenoffsetmaschine	max. Arbeitsbreite ≤ 450 mm	H.2.2	Anlage	83		80	78	78
			Steuerpult seitl. der Anlage				78	78
	Arbeitsbreite > 450 mm	H.2.2	Auslage	84		84	82	82
			Steuerpult seitl. der Anlage					
Tiefdruck- Rollenrotationsmaschine	einschließlich Verpackungsdruck	H.4.1	Abrollung		83			
			Steuerpult		80			
			Auslage		83			
Offset- Rollenrotationsmaschine	Zeitungsdruckmaschinen	H.4.1	Abrollung	86	83	84		84
			Steuerpult	86	83	70		73
			Probeproduktentnahme			83		75
Offset- Rollenrotationsmaschine	Akzidenzdruckmaschinen	H.4.1	Abrollung	86	83	84		80
			Steuerpult	86	83	70		73
			Probeproduktentnahme			83		80
Bogenfalzmaschine		J.2.2	Anlage	85				83
			Auslage	85				83
			Hinter 1. Falzaggregat					83
Taschentuch-, Servietten- herstellungsmaschine		J.2.3	Abrollung		85			85
			Auslage		85			85
Sammelhefter mit Trimmer		J.3.1.2	Anlage Sammelhefter		82		82	82
			Auslage Trimmer		82		82	82
Zusammentragmaschine (ohne Hefter)	max. Leistung ≤ 7500 Ex/h	J.3.2.1	Anlage, automat.			80	80	80
			Anlage, manuell			80	80	80
			Auslage, manuell			80	80	80
Faltschachtelklebemaschine		J.4.2	Anlage			85		85
			Auslage			82		82
Klebebinder		J.4.3.1	Anlage, manuell		85		80	80
			Anlage, automat.		85		80	80
			Umschlaganleger		85		80	80
			Auslage		85		80	80

Maschinenart	Klasse	Messbedingungen nach DIN EN 13023	Messpunkt	Lärmemissionsrichtwert [dB(A)] ab				
				01.04. 1981	01.01. 1986	01.01. 1995	01.03. 2007	01.05. 2016
Briefumschlagmaschine	An- und Auslage an den Maschinenenden, max. Leistung ≤ 800 Ex/min	J.5	Anlage Bogen		88			
			Anlage Rollen		85			
			Steuerpult		85			
			Auslage		85			
	An- und Auslage in Maschinenmitte, max. Leistung ≤ 800 Ex/min	J.5	Anlage Bogen		88			
			Anlage Rollen		85			
			Steuerpult		88			
			Auslage		88			
	max. Leistung > 800 Ex/min	J.5	Anlage Bogen		88			
			Anlage Rollen		88			
			Steuerpult		88			
			Auslage		88			
Beutelmaschine		J.5	Anlage		85			
			Steuerpult		85			
			Auslage		85			
Rollenschneider		F.1	Abrollung			83		
			Aufrollung			84		
Kreisscheren	Wellpappenkreisscheren	J.7.4	Anlage		90			
			Auslage		85			
	Sonstige z. B. Kartonkreisscheren	J.7.4	Anlagen		85			
			Auslage		85			
Höschenwindelmaschine		J.8.2.3	Abrollung		85			
			Übergabe Klebefolie		85			
			Prägestation		85			
			Quermesser		85			
			Auslage		85			

Maschinenart	Klasse	Messbedingungen nach DIN EN 13023	Messpunkt	Lärmemissionsrichtwert [dB(A)] ab				
				01.04. 1981	01.01. 1986	01.01. 1995	01.03. 2007	01.05. 2016
Toilettenrollen- wickelautomat		J.7.3	Abrollung		85			
			Hülsenwickelmaschine		85			
			Umrollmaschine					
			Ausgang Säge		85			
Wellpappenmaschine		J.10	Hauptsteuerpult	85	85			70
			Mitte Kaschierwerk					83
			Ablagesteuerpult					83
Schulheftmaschine		J.12	Abrollung	83				
			Linierturm		83			
Ringbucheinlagemaschine			Sammelstation	83				
			Deckblattstation	83				
			Heftstation	83				
			Auslage	83				
Kartonzerreißmaschine, Schredder		J.13	Aufgabestation		85			
Dreischneider		J.7.1	Anlage					82
			Auslage					80
Flachbettstanze		J.8.2.1	Anlage					83
			Steuerpult					79
			Auslage					83
			Auslage Abfallbehälter					82
Rotationsstanze		J.8.2.7	Anlage					84

Anlage 2

Empfehlung zur Anwendung von lärmarmen Maschinen und Werkzeugen, mobilen Schallschutzwänden, -kapseln, erhöhten Abständen zu den Gefahrenbereichen oder geeigneten Gehörschutzprodukten bei bestimmten Arbeitsverfahren in der Bauwirtschaft

Arbeitsverfahren in der Bauwirtschaft, bei denen zur Einhaltung der Expositionsgrenzwerte in der Regel lärmarme Maschinen und Werkzeuge, mobile Schallschutzwände, -kapseln, erhöhte Abstände zu den Lärmquellen oder geeignete Gehörschutzprodukte angewendet werden müssen:

- Abbrucharbeiten mit Abbau- und Bohrhämmern sowie Baggern mit Meißleinrichtungen
- Naturstein-, Beton- und Betonwarenbearbeitung mit stationären Maschinen, Handmaschinen und Geräten, z. B. Steinsäge, Fugenschneider
- Holzbearbeitung mit stationären Maschinen und Handmaschinen, z. B. Baustellenkreissägemaschine, Hobelmaschine, Kettensäge
- Metallbearbeitung, z. B. Richten, Schmieden, Schleifen mit dem Winkelschleifer
- Oberflächenbearbeitung, z. B. mit Strahlverfahren oder Nadelpistole
- Flammstrahlarbeiten
- Arbeiten mit oder in unmittelbarer Nähe von durch Verbrennungsmotor angetriebenen Maschinen älterer Bauart
- Ein- und Ausschalarbeiten, Schalungsreinigung
- Befestigungsarbeiten, z. B. mit Schlagbohrmaschinen sowie Bolzensetz- und Nagelgeräten
- Betonverdichtung mit Außenrüttlern oder Rüttelbohlen, z. B. im Fertigteilwerk bzw. Straßenbau
- Führen des Spritzkopfes bei Betonspritz- und Verputzarbeiten
- Verbauarbeiten im Kanalbau, z. B. Ein- und Ausbau der Spreizen und Spindeln durch Hammerschläge
- Rammarbeiten, z. B. mit Schlagrammen
- Rohrvortrieb im Schlagverfahren mit Bodendurchschlagraketen
- Arbeiten an und mit Bodenverdichtungsgeräten, z. B. Explosionsstampfern, Rüttelplatten
- Vibrationswalzen
- Alle Arbeiten in unmittelbarer Nähe von Bohreinrichtungen und Maschinen zur Herstellung von Schmal- und Schlitzwänden
- Straßenbauarbeiten in unmittelbarer Nähe von Beton- und Schwarzdeckenfertigung sowie Straßenfräsen
- Gleisbauarbeiten
- Tunnelbauarbeiten

Anlage 3

Geräuschdatenblatt für die Beschaffung von Maschinen

Bezeichnung (Maschine, Anlage, Gerät, Zusatzaggregat, Seriennummer):

Geräuschemissionsangaben nach DIN EN ISO 4871

Kenngrößen	Leerlauf	Last/Bearbeitung	angewendete Norm
<u>Zweizahl-Angabe</u>			
Schalleistungspegel L_{WA} (in dB re 1 pW)	_____ dB	_____ dB	
Unsicherheit K_{WA}	_____ dB	_____ dB	
Emissions-Schalldruckpegel am Arbeitsplatz L_{pA} (in dB re 20 μ Pa) oder an anderen festgelegten Orten	1. _____ dB 2. _____ dB 3. _____ dB	1. _____ dB 2. _____ dB 3. _____ dB	
Unsicherheit K_{pA}	_____ dB	_____ dB	
Spitzenschalldruckpegel $L_{pC,peak}$ (in dB re 20 μ Pa)	_____ dB	_____ dB	
Unsicherheit K_{pCpeak}	_____ dB	_____ dB	
<u>Einzahl-Angabe</u>			
Schalleistungspegel $L_{WA,d}$ (in dB re 1 pW)	_____ dB	_____ dB	
Emissions-Schalldruckpegel am Arbeitsplatz L_{pAd} (in dB re 20 μ Pa) oder an anderen festgelegten Orten	1. _____ dB 2. _____ dB 3. _____ dB	1. _____ dB 2. _____ dB 3. _____ dB	
1 m-Messflächen-Schalldruckpegel $L_{pA,1m}$ (in dB re 20 μ Pa) (ersatzweise für den Emissions-Schalldruckpegel)	_____ dB	_____ dB	

- Lage der/des Messpunkte(s) am Arbeitsplatz:

- Betriebsbedingungen während der Geräuschemissionsmessung:

nach Norm

oder abweichend

- Gibt es zusätzliche maschinenspezifische Schallschutzmaßnahmen?

Weitere Angaben (z. B. Tonhaltigkeit):

Soll eine eventuelle Nachprüfung der Geräuschemissionsangabe nach DIN EN ISO 4871:2009-11 erfolgen?

ja nein

Anlage 4

Reflexionsschall und Schallpegelabnahme bei Entfernung von der Schallquelle

(1) Wenn die von Maschinen und anderen lärm erzeugenden Einrichtungen und Arbeitsverfahren erzeugte Schallenergie auf eine Wand oder Decke trifft, dringt nur ein geringer Teil der auftreffenden Energie durch solche räumliche Begrenzungsflächen hindurch (Transmission) oder gelangt durch Öffnungen (Tore, Fenster) ungehindert nach außen; ein weiterer Teil wird, abhängig vom Schallabsorptionsvermögen der Raumbegrenzungsflächen, in Wärme umgewandelt (Absorption). Der Restanteil wird in den Raum zurückgeworfen (Reflexion). Einbauten und Maschinen können als akustische Streukörper wirken und die Schallabsorption im Raum erhöhen.

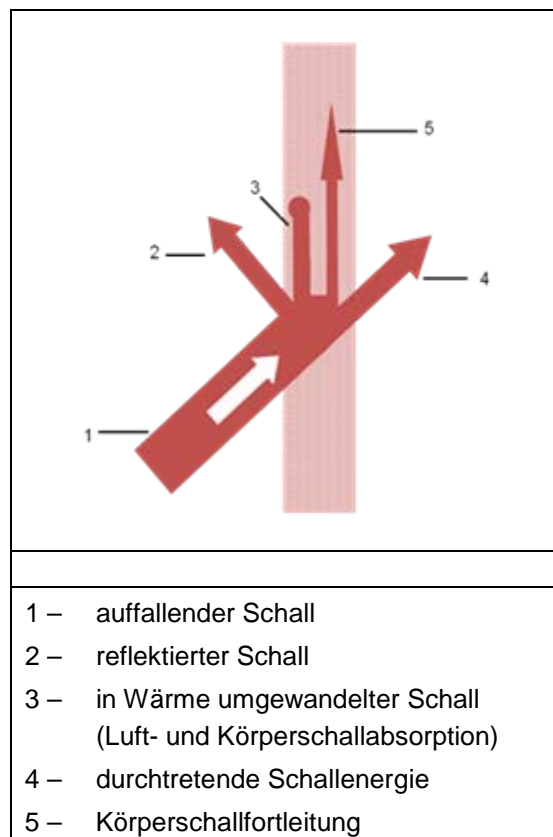


Abb. 1 Auftreffen der Schallenergie auf eine Wand

(2) Absorption und Transmission führen dazu, dass der Schallpegel im Raum trotz der ständig nachströmenden Schallenergie nicht über alle Grenzen wächst.

(3) Abbildung 2 gibt den idealisierten Verlauf des Schallpegels bei zunehmendem Abstand von einer Schallquelle in einem nahezu kubischen Raum (mit einem Rauminhalt unter ca. 10 000 m³) wieder, wenn die Raumbegrenzungsflächen kein allzu hohes Schallabsorptionsvermögen besitzen.

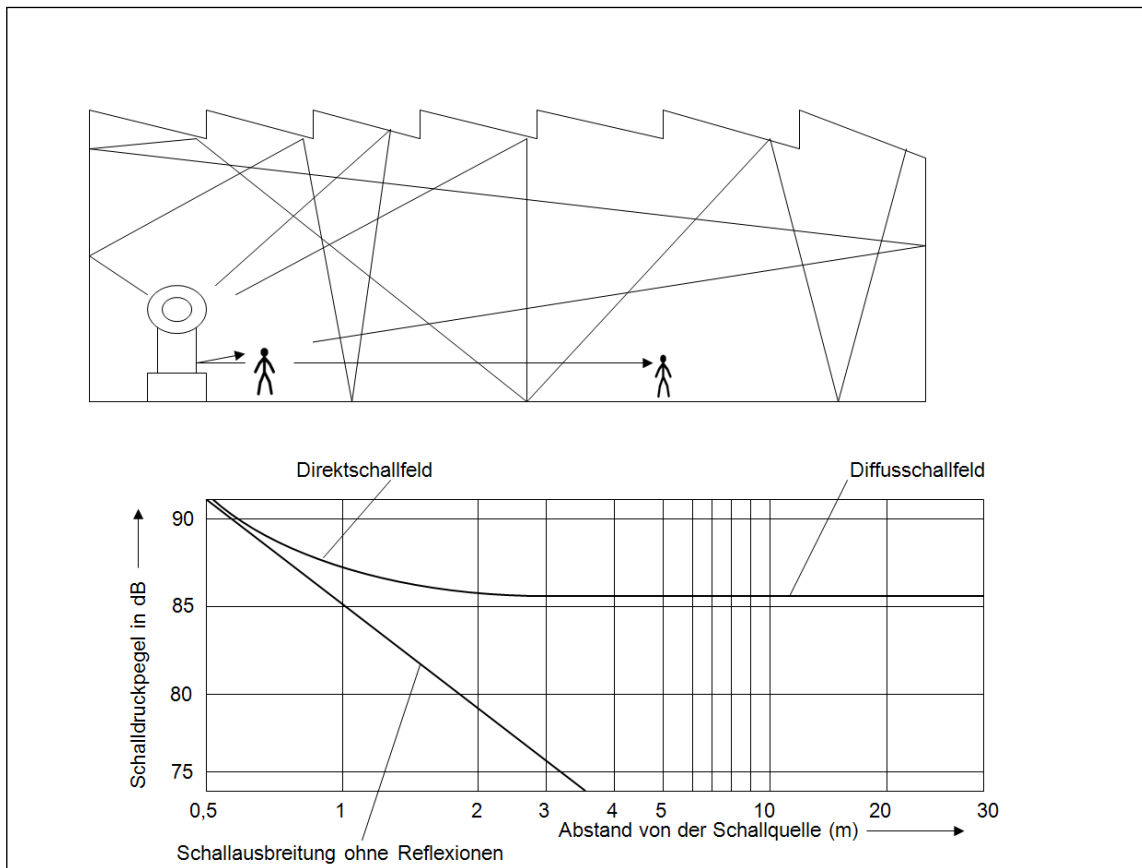


Abb. 2 Einteilung des Schallfeldes in Direkt- und Diffusschallfeld bei halligem Raum

(4) Im idealisierten Fall sinkt der Schallpegel L_p mit zunehmendem Abstand von der Schallquelle innerhalb des Direkt- und Nahschallfeldes, wie z. B. bei ungehindertem, in alle Richtungen abstrahlendem, sich gleichmäßig ausbreitendem Schall im Freien, um 6 dB je Abstandsverdopplung (Abbildung 3). Im sich anschließenden Diffusschallfeld bleibt die Schallpegelhöhe unabhängig vom Abstand konstant. Neben der von der Schallquelle zugeführten Energie bestimmt die Energie des Reflexionsschalls die Pegelhöhe wesentlich mit.

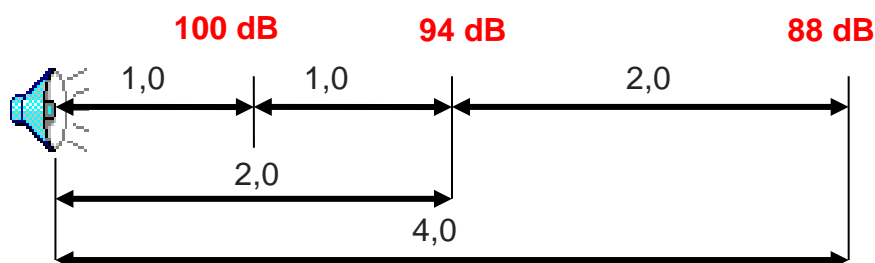


Abb. 3 Schallpegelabnahme im Freien um 6 dB je Abstandsverdopplung

(5) Eine Erhöhung des Schallabsorptionsvermögens des Raumes vermindert im idealisierten Modellfall den Schallpegel allein im Diffusschallfeld, während der Pegelverlauf im Direktschallfeld unverändert bleibt. Übliche Arbeitsräume entsprechen diesem Modellfall meist schon wegen der geometrischen Abmessungen nicht. Dichte und Inhomogenität der Maschinenbelegung führen zu weiterer Veränderung der Voraussetzungen und zur Beeinflussung der Schallausbreitung. Im Direktschallfeld ist die Schallpegelabnahme pro Abstandsverdopplung DL_2 geringer als 6 dB und auch im Diffusschallfeld bleibt der Schallpegel nicht konstant, sondern fällt um einen etwa konstanten Betrag pro Abstandsverdopplung ab. Die Höhe dieser Abnahme liegt für einen Raum, in dem der schallabsorbierenden Ausführung der Raumbegrenzungsflächen kein besonderes Augenmerk gewidmet worden ist, meist zwischen 2 und 3 dB pro Abstandsverdopplung.

(6) Schallabsorbierende Raumbegrenzungsflächen führen im Diffusschallfeld zu einer Abnahme pro Abstandsverdopplung von etwa 4 bis 4,5 dB. Im Direktschallfeld nähert sich die Pegelabnahme dem Wert 6 dB und damit der ungehinderten Schallausbreitung im Freien an.

(7) Der Stand der Technik kann als eingehalten gelten, wenn die Schallpegelabnahme DL_2 im Abstandsbereich von 0,75 m bis 6 m in den Oktavbändern mit den Mittenfrequenzen von 500 bis 4 000 Hz mindestens 4 dB beträgt.

Anlage 5

Nachhallzeit und Schallabsorptionsgrad

(1) Die Schallabsorption eines Raums kann mit Hilfe des räumlich gemittelten Schallabsorptionsgrades $\bar{\alpha}$ beschrieben werden. Wenn das Verhältnis von größter zu kleinster Raumabmessung 3:1 nicht überschreitet, kann $\bar{\alpha}$ über eine Messung der Nachhallzeit T ermittelt werden.

(2) Die Nachhallzeit eines Raums lässt sich durch die Messung des Pegel-Zeit-Verlaufs nach Impulsanregung oder mit der Methode des abgeschalteten Rauschens bestimmen.

(3) Als Nachhallzeit T für die betrachtete Frequenz wird diejenige Zeit bezeichnet, in welcher der Schalldruckpegel um 60 dB abnimmt. Die Nachhallzeit ist abhängig vom Raumvolumen und insbesondere vom Schallabsorptionsvermögen des Raums. So ergibt sich die Nachhallzeit T zu

$$T \approx 0,163 \cdot V / A$$

mit

T – Nachhallzeit in s für die betrachtete Frequenz

V – Raumvolumen in m³

A – äquivalente Absorptionsfläche für die betrachtete Frequenz in m²

(4) Aus der Nachhallzeit T lässt sich die äquivalente Schallabsorptionsfläche A in m² berechnen. Da A von der Oberfläche des Raums und seinen Absorptionseigenschaften abhängt, kann daraus der räumlich gemittelte Schallabsorptionsgrad ermittelt werden:

$$A = \sum \alpha_i \cdot S_i = \bar{\alpha} \cdot S$$

mit

A – äquivalente Schallabsorptionsfläche in m²

S_i – Einzelflächen in m²

α_i – Schallabsorptionsgrade der Einzelflächen

S = $\sum S_i$ - Gesamtoberfläche des Raumes in m²

(5) Der räumlich gemittelte Schallabsorptionsgrad $\bar{\alpha}$ lässt sich für jede gemessene Frequenz durch Kombination beider Gleichungen direkt aus der jeweiligen Nachhallzeit berechnen:

$$\bar{\alpha} \approx 0,163 \cdot V / (S \cdot T)$$

mit

$\bar{\alpha}$ – räumlich gemittelter Schallabsorptionsgrad für betrachtete Frequenz

V – Raumvolumen in m³

S = $\sum S_i$ - Gesamtoberfläche des Raumes in m²

T – Nachhallzeit in s für die betrachtete Frequenz

(6) Alternativ kann der räumlich gemittelte Schallabsorptionsgrad $\bar{\alpha}$ des Raums auch über die Kenntnis der Absorptionsgrade α der sechs Raumbegrenzungsflächen abgeschätzt werden. Dazu müssen die Schallabsorptionsgrade der vorhandenen Einzelflächen bekannt sein bzw. vorgegeben werden. Die Schallabsorptionsgrade α der wichtigsten Baustoffe sind in der Tabelle 1 aufgeführt. Die Absorptionsgrade in der Tabelle 1 sind über die Oktaven 500 bis 4 000 Hz arithmetisch gemittelt und gerundet.

Tab. 1 Schallabsorptionsgrade α von Baumaterialien

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 Zyl. pro m ²	0,83
Kalksandstein	0,04	Mineralfaser-Kulissendecke	0,91
Ziegelwand (unverputzt)	0,12	Mineralfaser-Matten 50 mm	0,99
Gasbeton	0,17		

(7) Der mittlere Schallabsorptionsgrad $\bar{\alpha}$ lässt sich dann nach der Formel

$$\bar{\alpha} = \frac{1}{S} \sum_i \alpha_i \cdot S_i$$

berechnen.

(8) Näherungsweise kann für bestehende Räume der mittlere Absorptionsgrad $\bar{\alpha}$ nach der Tabelle 2 abgeschätzt werden.

(9) Der Stand der Technik einer raumakustischen Maßnahme zur Lärminderung kann als eingehalten gelten, wenn der mittlere Schallabsorptionsgrad $\bar{\alpha}$ in allen Oktavbändern mit den Mittenfrequenzen von 500 bis 4 000 Hz jeweils mindestens 0,3 beträgt.

Tab. 2 Abschätzung des mittleren Schallabsorptionsgrades $\bar{\alpha}$

$\bar{\alpha}$	Beschreibung des Raums
0,1	Raum ohne schallschluckende Einbauten mit wenigen Einrichtungen (Streukörpern)
0,15	Raum ohne schallschluckende Einbauten mit hoher Streukörperdichte
0,2	Raum ohne schallschluckende Einbauten mit hoher Streukörperdichte und besonders leichten Begrenzungsflächen (Aluminium-Trapez) oder zahlreichen Öffnungen oder hoher Raum ($h \geq 10$ m) mit mäßiger Akustikdecke ($\alpha \geq 0,5$)
0,25	Hoher Raum ($h \geq 10$ m) mit guter Akustikdecke ($\alpha \geq 0,9$) oder niedriger Raum ($h = 3$ bis 5 m) mit mäßiger Akustikdecke ($\alpha \geq 0,5$)
0,3	Flachhalle ($h = 5$ bis 10 m) mit mäßiger Akustikdecke ($\alpha \geq 0,5$) oder Raum wie für $\bar{\alpha} = 0,25$ beschrieben, jedoch mit zusätzlicher absorbierender Wand- oder Stellwandfläche $F \geq \frac{1}{2}$ Deckenfläche
0,35	Flachhalle ($h = 5$ bis 10 m) mit guter Akustikdecke ($\alpha \geq 0,9$) oder mäßiger Akustikdecke ($\alpha \geq 0,5$) und zusätzlicher absorbierender Wand- oder Stellwandfläche $F \geq \frac{1}{2}$ Deckenfläche
0,4	Niedriger Raum ($h = 3$ bis 5 m) mit guter Akustikdecke ($\alpha \geq 0,9$) oder Flachhalle ($h = 5$ bis 10 m) mit guter Akustikdecke ($\alpha \geq 0,9$) und zusätzlicher absorbierender Wand- und Stellwandfläche $F \geq \frac{1}{2}$ Deckenfläche