

X VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Schallabstrahlung von Industriebauten

VDI 2571

Sound radiation from industrial buildings

Diese Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeiger 22 (1970) Nr. 95 vom 27.5., S. 5, einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterworfen.

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	2
1. Zweck und Anwendung	2
2. Begriffe	2
3. Verfahren zur Ermittlung des Schalldruckpegels in der Nachbarschaft . . .	3
3.1. Ermittlung des Schalldruckpegels L_1 im Raum	3
3.2. Schalldämmung der Außenhaut	4
3.3. Ermittlung des Schalldruckpegels, der von einem Außenhautelement oder einer Schallquelle in einem Punkt der Nachbarschaft erzeugt wird	5
3.4. Einfluß der Abschirmung	6
3.5. Ermittlung der Gesamtimmission	6
4. Schlußbemerkungen	7
Schrifttum	7
Anhang A: Berechnungsbeispiel	8
Anhang B: Zusammenstellung der Schalldämm-Maße üblicher Bauelemente für Industriebauten	10
Anhang C: Anhaltswerte für den Schalldruckpegel L_1 in Werkhallen	13

VDI-Kommission Lärminderung
Ausschuß Betriebslärm
Unterausschuß Nachbarschaftsschutz

VDI-Handbuch Lärminderung

Frühere Ausgabe: 4.70 Entwurf

Alle Rechte vorbehalten © VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1976

Zu beziehen durch Beuth Verlag GmbH, Berlin und Köln

Vorbemerkung

Die ständig wachsende Lärmbelastung der Bevölkerung hat dazu geführt, daß Richtwerte¹⁾ für die zumutbare Lärmeinwirkung aufgestellt worden sind, die zum Schutz der in der Nachbarschaft von Industrie- und Gewerbebetrieben wohnenden oder tätigen Menschen nicht überschritten werden sollen.

Zur Ermittlung der dazu notwendigen Schallschutzmaßnahmen, insbesondere für neu zu errichtende Anlagen, brauchen der planende Ingenieur und die genehmigende Behörde eine Zusammenfassung des heutigen Standes der Erkenntnisse in praktischen Regeln. Deshalb hat der Unterausschuß „Nachbarschaftsschutz“ (Obmann: Dr. phil. G. Venzke, Eckernförde) des Ausschusses „Betriebslärm“ (Obmann: Dr. rer. nat. H. Schmidt, Frankenthal) die vorliegende Richtlinie erarbeitet.

1. Zweck und Anwendung

Diese Richtlinie wendet sich an alle, die sich im Rahmen ihrer Tätigkeit mit Fragen der Schallabstrahlung (Emission) von Industriebauten und des Schutzes gegen Schalleinwirkungen (Immissionen) befassen müssen.

Sie gibt Regeln an, mit deren Hilfe der Schalldruckpegel in der Nachbarschaft von Gewerbe- und Industriebetrieben näherungsweise vorherbestimmt werden kann. Durch Vergleich der errechneten Schalldruckpegel mit den für den betrachteten Ort gültigen Immissionsrichtwerten kann abgeschätzt werden, ob die vorgesehenen Schallschutzmaßnahmen, insbesondere die Schalldämmung der Bauelemente, ausreichen, oder ob eine aufwendigere Bauweise erforderlich ist.

Das in dieser Richtlinie niedergelegte Berechnungsverfahren gilt für Abstände bis etwa 200 m von der Schallquelle. Berechnungsverfahren für größere Abstände enthält die Richtlinie VDI 2714 [15].

2. Begriffe²⁾

Schalldruckpegel

Der Schalldruckpegel L in Dezibel (dB) ist definiert als

$$L \text{ in dB} = 20 \lg \frac{p}{p_0} \quad (1)$$

Darin ist p der Schalldruck und p_0 der international festgelegte Bezugsschalldruck $2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$ (s. DIN 45630 Bl. 1).

¹⁾ Die Beurteilung erfolgt gemäß TALarm [10], VDI 2058 Bl. 1 [14] oder VDI 2719 [16].

²⁾ Weitere akustische Begriffe sind DIN 1320 [11] und [1] zu entnehmen.

A-Schalldruckpegel

Der A-Schalldruckpegel L_A in dB(A) ist der mit der Frequenzbewertungskurve A nach DIN 45633 bewertete Schalldruckpegel.

Schallspektrum

Das Schalldruckspektrum gibt die Höhe des Schalldruckpegels in Teilabschnitten des Frequenzbereiches an.

Beim *Oktavspektrum* sind diese Teilabschnitte Oktaven. Dargestellt werden die mit Oktavfiltern gemessenen Schalldruckpegel (Oktavpegel) über den Oktavmittenfrequenzen.

Beim *Terzspektrum* sind die Teilabschnitte Terzen (Dritteloktaven).

Schalleistungspegel

Der Schalleistungspegel

$$L_W \text{ in dB} = 10 \lg \frac{P}{P_0} \quad (2)$$

wird als logarithmisches Maß für die von einer Maschine abgestrahlte Schalleistung P verwendet ($P_0 = 10^{-12} \text{ W}$).

Dem A-Schalldruckpegel L_A für den A-bewerteten Schalldruck entspricht der A-Schalleistungspegel L_{WA} in dB(A) für die A-bewertete Schalleistung.

Nach DIN 45635 Bl. 1 kann der A-Schalleistungspegel näherungsweise aus dem Meßflächen-Schalldruckpegel \bar{L}_A nach Gl. (3) berechnet werden:

$$L_{WA} \text{ in dB(A)} \approx \bar{L}_A + 10 \lg \frac{S}{S_0} \quad (3)$$

mit:

\bar{L}_A über die Meßfläche S gemittelter A-Schalldruckpegel in dB(A)

S Meßfläche in m^2

$S_0 = 1 \text{ m}^2$

Das Schalleistungsspektrum ist analog dem Schalldruckspektrum definiert.

Schalldämm-Maß

Das Schalldämm-Maß R kennzeichnet die Luftschalldämmung eines Bauteils. Es ist der zehnfache Zehnerlogarithmus des Verhältnisses von auftreffender Schalleistung (P_1) zu durchgelassener Schalleistung (P_2)

$$R \text{ in dB} = 10 \lg \frac{P_1}{P_2} \quad (4)$$

R wird nach DIN 52210 gemessen und ist meist frequenzabhängig.

Anmerkung: Bei Messungen mit bauüblichen Nebenwegen spricht man vom Bau-Schalldämm-Maß R' . Zahlenmäßig wirkt sich die Nebenwegübertragung erst bei höheren Dämm-Maßen aus. Bis etwa 48 dB ist R zahlenmäßig gleich R' .

Bewertetes Schalldämm-Maß

Zur Kennzeichnung der Luftschalldämmung durch eine Einzahlangabe wird neuerdings das bewertete Schalldämm-Maß R_w verwendet. Es ist ein bewerteter Mittelwert aus den Schalldämm-Maßen für die Terzen 100 bis 2150 Hz

Luftschallschutz-Maß

Das Luftschallschutz-Maß *LSM* wurde bisher für die Kennzeichnung der Schalldämmung von Bauteilen im Wohnungsbau verwendet.

Es ist

$$LSM = R_w - 52 \text{ dB.} \tag{5}$$

Mittleres Schalldämm-Maß

Früher ist vielfach für die Bewertung der Luftschalldämmung von Bauteilen das mittlere Schalldämm-Maß \bar{R} benutzt worden. Bei seiner Ermittlung wurde der arithmetische Mittelwert über das Schalldämm-Maß in den Terzbereichen 100 Hz bis 3150 Hz gebildet. Zwischen dem mittleren Schalldämm-Maß \bar{R} und dem Luftschallschutz-Maß *LSM* bzw. dem bewerteten Schalldämm-Maß R_w besteht kein strenger und eindeutiger Zusammenhang. Aufgrund von Erfahrungswerten können jedoch im Mittel folgende Beziehungen angenommen werden (s. DIN 52210 Teil 4):

$$\bar{R} \approx LSM + 50 \text{ dB} \tag{5a}$$

$$\bar{R} \approx R_w - 2 \text{ dB} \tag{5b}$$

In Einzelfällen sind jedoch größere Abweichungen von diesen Beziehungen möglich.

Nachhallzeit

Die Nachhallzeit *T* (in Sekunden) ist die Zeit, in der der Schalldruckpegel nach Abschalten der Schallquelle um 60 dB abnimmt (s. DIN 52216).

Anmerkung: Die Nachhallzeit beträgt erfahrungsgemäß in üblichen Fabrikhallen etwa zwei Sekunden. In sehr großen, verhältnismäßig leeren Räumen mit schallharten Wänden (Beton, Kacheln) und Decken kann man mit vier bis fünf Sekunden rechnen, in Räumen mit stark schallabsorbierenden Begrenzungsflächen – besonders in kleinen Räumen – kann die Nachhallzeit auch unter einer Sekunde liegen.

3. Verfahren zur Ermittlung des Schalldruckpegels in der Nachbarschaft

Bei der Berechnung der in der Umgebung von geplanten Industrie- und Gewerbebauten zu erwartenden Schalldruckpegel geht man von folgenden Überlegungen aus:

Die von den aufzustellenden Maschinen abgestrahlten Schalleistungen und die akustischen Eigenschaften der Aufstellungsräume bestimmen die Schalldruckpegel im Innern der Halle nahe der Außenhaut des Gebäudes.

Aus diesen Schalldruckpegeln (innen) und der Schalldämmung der Außenhaut (Wände, Dächer, Fenster, Tore, Öffnungen) ergeben sich die ins Freie abgestrahlten Schalleistungen der Elemente. Dabei wird vorausgesetzt, daß die Körperschallanregung der Außenhautelemente des Gebäudes durch die Maschinen vernachlässigbar ist.

Unter Berücksichtigung der Schallausbreitungsgesetze kann man dann die Gesamtmission für maßgebende Punkte in der Nachbarschaft durch „energetische“ Addition der einzelnen Schalldruckpegel berechnen.

In diese Rechnung sind auch alle Schallquellen außerhalb von Gebäuden (Gebläse, Transformatoren, Kühltürme usw.) einzubeziehen.

Diese Rechnung ist getrennt für einzelne Frequenzbereiche, z.B. Oktaven, vorzunehmen. Bei geringeren Ansprüchen an die Genauigkeit kann die Rechnung jedoch vereinfacht werden, indem sie mit dem das gesamte Spektrum umfassenden A-Schalldruckpegel unter Benutzung des bewerteten Schalldämm-Maßes R_w der einzelnen Bauelemente durchgeführt wird. Eine solche Vereinfachung ist vor allem dann zulässig, wenn der Schwerpunkt des A-bewerteten Schalldruckspektrums zwischen etwa 300 und 1000 Hz liegt oder wenn die Schalldämmungen der hauptsächlich übertragenden Bauteile wenig von der Frequenz abhängen.

Bei kritischer Prüfung der verwendeten Werte und bei Rechnung in Oktavbändern liegt der zu erwartende Fehler (Abweichung) der Gesamtrechnung im allgemeinen unter $\pm 5 \text{ dB(A)}$. Rechnungen ohne Berücksichtigung der Frequenzzusammensetzung können größere Abweichungen aufweisen.

Anmerkung: Im folgenden ist mit Schalldruckpegel jeweils der A-Schalldruckpegel oder der unbewertete Terz- bzw. Oktavpegel gemeint, je nachdem, ob mit A-Schalldruckpegeln oder mit Schalldruckspektren gerechnet wird. Das gleiche gilt für die Schalleistungspegel:

Schalleistungspegel bedeutet A-Schalleistungspegel oder unbewerteter Schalleistungpegel in Terz- bzw. Oktavbandbreite, je nachdem ob mit A-Schalleistungpegeln oder Schalleistungsspektren gerechnet wird.

3.1. Ermittlung des Schalldruckpegels L_1 im Raum

Für die Berechnung der von einem Außenhautelement ins Freie abgestrahlten Schalleistung ist der innen in seiner unmittelbaren Nähe (etwa 1 m Abstand) herrschende Schalldruckpegel L_1 maßgebend. Er kann an einzelnen Stellen der Halle unterschiedliche Größe haben. Für eine vereinfachende Berechnung wird man jedoch in der Regel von einem mittleren Schalldruckpegel in der Halle ausgehen.

3.1.1. Ermittlung aus Messungen in gleichartigen Betrieben

Besteht die Möglichkeit, in einem Betrieb mit ähnlichen räumlichen Verhältnissen und gleichartigen Maschinen Messungen durchzuführen, so kann man die dort ermittelten Schalldruckpegel für die Schallschutzberechnung zugrunde legen.

3.1.2. Berechnung aus den Schalleistungspegeln der Maschinen

Sind der Schalleistungspegel oder der Meßflächen-Schalldruckpegel einschließlich Meßfläche (s. Abschn. 2) der aufzustellenden Maschinen bekannt, so kann der Pegel L_1 näherungsweise nach Gl. (6) berechnet werden

$$L_1 \text{ in dB} \approx L_w + 14 + 10 \lg \frac{T}{V} \tag{6)^3}$$

³⁾ Entwickelt aus: $L_1 \text{ in dB bzw. dB(A)} = 10 \lg \frac{A}{4\pi r^2}$ (6a)

A ist die äquivalente Absorptionsfläche nach DIN 52211 in m^2

$A = 0,16 V$ (6b)

Darin ist L_w der Schalleistungspegel nach DIN 45635 aller Maschinen im Raum zusammen, T der Zahlwert der Nachhallzeit in Sekunden (s. Abschn. 2), V der Zahlenwert des Raumvolumens in m^3 . L_w ergibt sich durch energische Additionen der Schalleistung aller Einzelmaschinen gem. Abschn. 3.5.1.

Anmerkung: Die nach Gl. (6) errechneten Schalldruckpegel sind u.U. zu hoch. Eine eingehende Untersuchung über die Berechnung von Schallpegeln in Betriebsgebäuden enthält [3]. Anhand dieser Untersuchung kann eine differenziertere bzw. genauere Rechnung durchgeführt werden.

3.1.3. Verwendung vorliegender Erfahrungswerte

Für den Fall, daß weder Ergebnisse von Messungen in gleichartigen Betrieben noch Herstellerangaben vorliegen, kann man für L_1 Anhaltswerte aus Anhang C zugrunde legen.

3.2. Schalldämmung der Außenhaut

3.2.1. Luftschalldämmung der Außenbauteile

Liegen keine Meßwerte vor, so läßt sich die Luftschalldämmung von Bauteilen mit in der Regel ausreichender Genauigkeit vorherberechnen, sofern es sich nicht um kompliziert aufgebaute Bauelemente mit größeren Hohlräumen handelt. Man unterscheidet zwischen sog. einschaligen und zweischaligen Bauteilen.

3.2.1.1. Einschalige Bauelemente

Das bewertete Schalldämm-Maß solcher Bauteile, die annähernd homogen aufgebaut sind, hängt im wesentlichen von ihrem Flächengewicht ab. Auch die Art des Materials ist von Bedeutung. Die meisten Materialien lassen sich in wenige Gruppen mit gleichartigem Verhalten zusammenfassen. Das bewertete Schalldämm-Maß einschaliger Bauelemente kann aus Bild 1 entnommen werden.

Bei der Rechnung mit Spektren ist es notwendig, nicht nur das bewertete Schalldämm-Maß zu kennen, sondern auch den Verlauf des Schalldämm-Maßes in Abhängigkeit von der Frequenz (s. hierzu Anhang B sowie [8] und [9]).

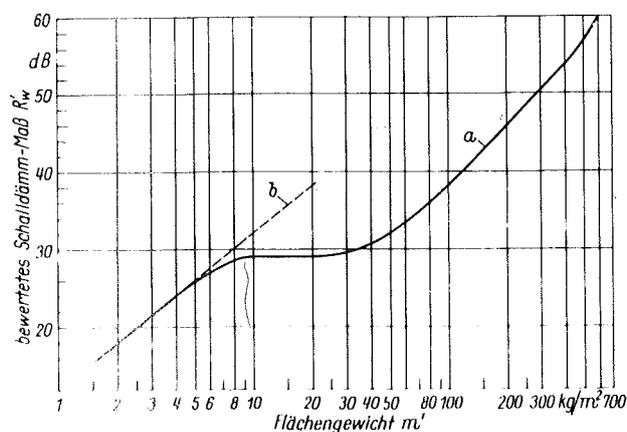


Bild 1. Abhängigkeit des bewerteten Schalldämm-Maßes R'_{w} vom Flächengewicht m' für einschalige Bauteile nach [14].

- a Beton, Ziegel, Gips, Glas und ähnliche Baustoffe
- b Stahlblech bis 3 mm Dicke, Bleiblech, Gummi

3.2.1.2. Zweischalige Bauelemente

Zweischalige Bauelemente bestehen aus zwei dichten Schalen, die durch einen Luftzwischenraum oder eine weichfedernde Dämmschicht getrennt sind. Die Schalldämmung solcher Bauteile ist unter bestimmten Bedingungen wesentlich größer als die gleich schwerer, einschaliger Elemente.

Wichtigste Voraussetzung für eine größere Schalldämmung ist, daß der Luftabstand d zwischen den Schalen genügend groß bzw. eine zwischen die Schalen geklebte Dämmschicht genügend weichfedernd und offenporig ist. Von diesen Eigenschaften hängt die Eigenfrequenz f_R ab, oberhalb der erst mit einer verbesserten Dämmung gegenüber gleichschweren, einschaligen Bauelementen gerechnet werden darf. Näheres ist DIN 4109 Bl. 5, Ausg. April 1963, Abschn. 2.4.3. und Tafel 1, zu entnehmen.

Tafel 1. Eigenfrequenz zweischaliger Bauelemente (nach [5])

- f_R Eigenfrequenz in Hz
- m' Flächengewicht der Vorsatzschale bzw. der Einzelschale in kg/m^2
- d Schalenabstand in cm
- s' dynamische Steifigkeit der Dämmschicht
- $K = 1$ bei Angabe von s' in kp/cm^3 ; $K = 10^{-7}$ bei Angabe von s' in N/m^3

Zwischen den Schalen	Doppelwand aus gleichschweren Schalen	leichte Vorsatzschale vor schwerem Bauteil
Luftschicht mit schallabsorbierender Einlage, z.B. Faser-matten	f_R in Hz = $\frac{850}{\sqrt{m' \cdot d}}$	f_R in Hz = $\frac{600}{\sqrt{m' \cdot d}}$
Dämmschicht mit beiden Schalen vollflächig verbunden	f_R in Hz = $700 \sqrt{\frac{s'}{m'}}$ K	f_R in Hz = $500 \sqrt{\frac{s'}{m'}}$ K

Von großer Bedeutung für die Dämmwirkung ist, daß im Hohlraum zwischen den Schalen schallabsorbierende Materialien, z.B. Mineralfasermatten, eingebracht werden. Feste Verbindungen zwischen den Schalen beeinträchtigen die Schalldämmung besonders dann, wenn es sich um relativ biegesteife Schalen handelt. Durch geeignete körperschalldämmende Verbindungen kann dieser Einfluß weitgehend ausgeschaltet und die Dämmung verbessert werden. Lassen sich feste Verbindungen nicht umgehen, so sollten punktförmige den linienförmigen vorgezogen, flächenhafte Verbindungen aber vermieden werden.

Vorsatzschalen vor Wänden, Decken und Dächern können eine Verbesserung des bewerteten Luftschalldämm-Maßes bis zu etwa 15 dB erbringen, sofern die Resonanzfrequenz f_r Tafel 1 – unter 100 Hz liegt und etwaige Verbindungen zwischen den Schalen weichfedernd sind.

Da die Dämmschicht bei derartigen Verkleidungen auch eine hohe Wärmedämmung hat, ist bei Außenbauteilen insbesondere bei Dächern – darauf zu achten, daß keine Wasserdampfkondensation auftreten kann (Näheres hierzu enthält [5]).

3.2.2. Undichtheiten und Öffnungen

Die in Abschn. 3.2.1 enthaltenen Angaben über die Schalldämmung von Bauteilen gelten nur, wenn die betrachteten Bauteile genügend dicht sind. Undichtheiten verschlechtern die Dämmung erheblich. Dies ist vor allem für Türen, Tore, Fenster und ggf. für Fassaden von Bedeutung.

Undichte Bauteile haben auch bei höheren Flächengewichten je nach dem Grad der Undichtheit in der Regel nur bewertete Schalldämm-Maße von etwa 15 bis 30 dB. Das gilt z.B. für unverputztes Mauerwerk oder für abgedichtete Fugen, die durch Erschütterungen oder Bauwerkssetzungen wieder undicht werden.

Für übliche Fenster, Türen und Tore kann ein Wert von etwa 20 dB angenommen werden. Rolltore ohne besondere Schallschutzmaßnahmen weisen nur Schalldämm-Maße von 10 bis 15 dB auf.

Bei Öffnungen mit Vorbauten, Umlenkungen oder Schalldämpfern (z.B. Firstentlüfter) sind deren Schalldämm-Maße und die Flächen einzusetzen, auf die sich die Schalldämm-Maße beziehen.

3.3. Ermittlung des Schalldruckpegels, der von einem Außenhautelement oder einer Schallquelle in einem Punkt der Nachbarschaft erzeugt wird.

3.3.1. Außenhautelement

Der Schallpegel L_s , den ein Außenhautelement mit der Fläche S in der Nachbarschaft im Abstand s_m vom Mittelpunkt erzeugt, errechnet sich nach Gl. (7a) bzw. (7b):

Rechnung in einzelnen Frequenzbereichen (z.B. Oktaven):

$$L_s \text{ in dB} = L_1 - R' - 6 - \Delta L_s - \Delta L_z \quad (7a)$$

Rechnung mit Mittelwerten:

$$L_s \text{ in dB (A)} = L_1 - R'_w - 4 - \Delta L_s - \Delta L_z \quad (7b)$$

Dabei bedeuten:

- L_1 mittlerer Schalldruckpegel im Innern des Gebäudes nach Abschn. 3.1
- R' Schalldämm-Maß des betrachteten Bauteils nach Abschn. 3.2
- R'_w bewertetes Schalldämm-Maß nach DIN 52210 des betrachteten Bauteils
- ΔL_s Abstandsmaß (durch den Abstand bedingte Pegelabnahme) nach Bild 2
- ΔL_z Abschirmmaß für das betrachtete Bauteil nach Abschn. 3.4

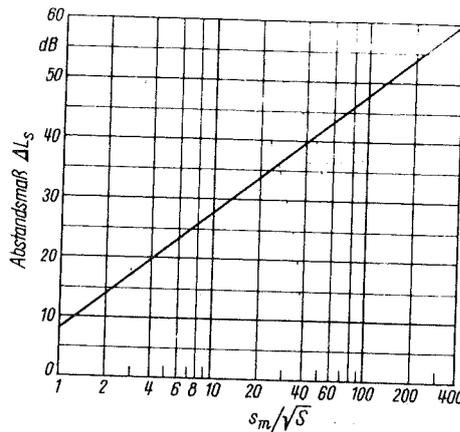


Bild 2. Pegelabnahme als Funktion des Abstandes vom Mittelpunkt eines Bauteils bzw. einer Schallquelle; berechnet mit

$$\Delta L_s \text{ in dB} = 10 \cdot \lg 2 \pi s_m^2 / S$$

$$\Delta L_s = 20 \lg \frac{s_m}{\sqrt{S}} + 8$$

Der Gl. (7a) bzw. (7b) ist zugrunde gelegt, daß sich die von dem betrachteten Element abgestrahlte Schalleistung gleichmäßig auf eine Halbkugel verteilt. Für senkrechte Wandflächen, die nur in den Viertelraum abstrahlen, sind die nach Gl. (7a) bzw. (7b) errechneten Schallpegel um 3 dB bzw. 3 dB(A) zu erhöhen.

Anmerkung: Die "-6dB" in Gl. (7a) ergeben sich aus der Theorie bei diffusem Schallfeld in der Halle [6]. Aufgrund der Gl. (5b) ergibt sich dann in Gl. (7b) "-4 dB(A)".

Wird der Schalldruckpegel L_1 im Innern der Halle gemäß Abschn. 3.1.1 in unmittelbarer Nähe von Öffnungen oder schallabsorbierenden Wänden gemessen, so ist in Gl. (7a) bzw. (7b) mit einem um 3 dB bzw. 3 dB(A) höheren Wert zu rechnen.

In unmittelbarer Nähe (z.B. 10 cm) des abstrahlenden Elements gilt die vereinfachte Beziehung nach Gl. (8a) bzw. (8b):

Rechnung in einzelnen Frequenzbereichen:

$$L_s \text{ in dB} = L_1 - R' - 3 \quad (8a)$$

Rechnung mit Mittelwerten:

$$L_s \text{ in dB(A)} = L_1 - R'_w - 1 \quad (8b)$$

Anmerkung: Gl. (8a) bzw. (8b) kann zur Überprüfung der bei der Planung verwendeten Schalldämm-Maße der einzelnen Bauteile dienen.

Ist der von einem Außenhautelement abgestrahlte Schallleistungspegel zu ermitteln, so gilt Gl. (9a) bzw. (9b):

Rechnung in einzelnen Frequenzbereichen:

$$L_w \text{ in dB} = L_1 - R' - 6 + 10 \lg \frac{S}{S_0} \quad (9a)$$

Rechnung mit Mittelwerten:

$$L_{wA} \text{ in dB(A)} = L_1 - R'_w - 4 + 10 \lg \frac{S}{S_0} \quad (9b)$$

$$S_0 = 1 \text{ m}^2$$

3.3.2. Ins Freie abstrahlende Einzelschallquelle

Der von einer Einzelschallquelle mit dem Schalleistungspegel L_W im Abstand s_m erzeugte Schalldruckpegel L_s ist

$$L_s \text{ in dB bzw. dB(A)} = L_W - \Delta L_s - \Delta L_z \quad (10)$$

ΔL_s kann ebenfalls Bild 2 entnommen werden, wenn für $S = 1 \text{ m}^2$ eingesetzt wird. Es ist dabei jedoch zu beachten, daß der Abstand vom Rand der Schallquellen mindestens gleich der größten Abmessung der Schallquellen ist.

Ist statt des Schalleistungspegels L_W der Schalldruckpegel L in der Entfernung s_0 bekannt, so kann L_W nach Gl. (11) berechnet werden.

$$L_W \text{ in dB bzw. dB(A)} = L + 20 \lg s_0 + 8 \quad (11)$$

Anmerkung: In Gl. (10) und Gl. (11) ist vorausgesetzt, daß die Schallabstrahlung von der Quelle bei schallhartem Boden gleichmäßig in einen Halbraum erfolgt.

Bei Abstrahlung in den Viertelraum ist der errechnete Schallpegel um 3 dB bzw. 3 dB(A) zu erhöhen (s. dazu auch Hinweise zu Gl. (7a) bzw. (7b)).

3.4. Einfluß der Abschirmung

An Immissionsorten, die keine direkte Sichtverbindung zu dem betrachteten Element oder der betrachteten Schallquelle haben, ist der Schalldruckpegel niedriger als an Immissionsorten mit direkter Sichtverbindung. Das wird durch das Abschirmmaß ΔL_z in Gl. (7) und (10) berücksichtigt. Das Abschirmmaß hängt von der Frequenzzusammensetzung des Geräusches und von geometrischen Bedingungen, wie der Lage der Schallquellen zum Immissionsort und den abschirmenden Bauelementen, Gebäuden, Mauern, Wällen, ab.

3.4.1. Abschirmung durch das Gebäude selbst

Für Schallquellen (Wände, Fenster, Tore oder Einzelschallquellen wie Ventilatoren), die sich auf der vom Beobachtungspunkt (Immissionsort) nicht einsehbaren Seite eines Gebäudes befinden, kann mit den in Bild 3 angegebenen Mindestwerten des Abschirmmaßes gerechnet werden. Diese Werte gelten allerdings nur, wenn sich auf der Seite des abstrahlenden Bauteils keine größeren schallreflektierenden Flächen, z.B. andere Bauten, befinden. Näheres s. [7] und [17].

3.4.2. Abschirmung durch andere Hindernisse

Befinden sich zwischen den schallabstrahlenden Gebäudeflächen und/oder einzelnen Schallquellen zusätzlich Hindernisse wie Mauern, Wälle, Gebäude, so kann eine Abschirmwirkung von etwa 5 dB erzielt werden, wenn mindestens die Sichtverbindung durch sie unterbrochen ist. Die Abschirmwirkung ist umso größer, je höher das Hindernis ist und je näher sich die Schallquelle und/oder der Immissionsort am Hindernis befinden. Näheres s. Richtlinie VDI 2714 [15] und VDI 2720 [17].

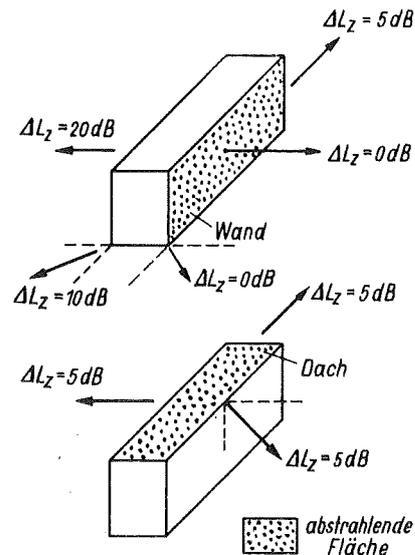


Bild 3. Abschirmmaße ΔL_z (Mindestwerte) für Außenbauteile bei Abschirmung durch das Gebäude selbst und für unmittelbar in oder vor den Wandflächen befindlichen Einzelschallquellen (z.B. Ventilatoren) [2].

Anmerkung: Die für ΔL_z angegebenen Werte gelten jeweils für die in Pfeilrichtung befindlichen Aufpunkte (Wohnhäuser usw.).

3.5. Ermittlung der Gesamtimmision

3.5.1. Berechnung des Gesamtschalldruckpegels

Der Gesamtschalldruckpegel L_Σ in dem betrachteten Punkt der Nachbarschaft ergibt sich aus den Schalldruckpegeln der einzelnen Schallquellen und der Bauelemente durch Addition der entsprechenden Schallintensitäten nach Gl. (12) oder Tafel 2.

$$L_\Sigma \text{ in dB bzw. dB(A)} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_i} \right) \quad (12)$$

Bei der Verwendung von Tafel 2 wird ein Bezugspegel L_0 gewählt, der ca. 25 bis 30 dB unter dem höchsten auftretenden Einzelpegel liegt und ein Vielfaches von 10 dB darstellt (z.B. 30, 40, 70). Dann werden die Differenzen ΔL_i zwi-

Tafel 2. Hilfstafel für die „energetische Addition“ von Schallpegeln

ΔL dB	g						
0	1,0	10	10	20	100	30	1000
1	1,3	11	13	21	130	31	1300
2	1,6	12	16	22	160	32	1600
3	2,0	13	20	23	200	33	2000
4	2,5	14	25	24	250	34	2500
5	3,2	15	32	25	320	35	3200
6	4,0	16	40	26	400	36	4000
7	5,0	17	50	27	500	37	5000
8	6,3	18	63	28	630	38	6300
9	8,0	19	80	29	800	39	8000

(Berechnungsgrundlage $\Delta L = 10 \lg g$)

schen den Einzelpegeln L_i und L_0 gebildet, Gl. (13), die zugehörigen g_i -Werte aus Tafel 2 abgelesen und diese g_i -Werte addiert.

$$\Delta L_i = L_i - L_0 \quad (13)$$

Anschließend wird, wiederum aus Tafel 2, die zum Summenwert Σg_i gehörende Pegeldifferenz ΔL abgelesen und zu L_0 hinzugezählt, s. Gl. (14). Der so ermittelte Pegel ist der gesuchte Gesamtpegel L_Σ (s. Beispiel in Anhang A).

$$L_\Sigma = L_0 + \Delta L \quad (14)$$

Anmerkung: Das Verfahren kann auch zur Bestimmung des Gesamtschalleistungspegels verwendet werden (s. Abschn. 3.1.2).

3.5.2. Berechnung des A-Schalldruckpegels aus einem Schalldruckspektrum

Sofern die Rechnung für unbewertete Frequenzbänder, z.B. Oktaven, durchgeführt wurde, müssen die für den Immissionsort aus den Anteilen der einzelnen abstrahlenden Bauelemente und Schallquellen ermittelten Gesamtschalldruckpegel noch mit der A-Bewertung versehen werden. Die A-Bewertung für Oktaven ist Tafel 3 zu entnehmen. Die A-bewerteten Schalldruckpegel in den Frequenzbändern ergeben dann nach Addition gem. Abschn. 3.5.1 den A-Schalldruckpegel am Immissionsort.

Tafel 3. A-Bewertung für Oktavspektrum

Oktavmittelfrequenz in Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A-Bewertung in dB	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1

Die A-Bewertung bei Verwendung von Terzpegeln ist DIN 45633 Bl. 1 zu entnehmen.

Schrifttum

- [1] Schmidt, H.: Schalltechnisches Taschenbuch. 2. Aufl. Düsseldorf: VDI-Verl. 1976.
- [2] Gösele, K., u. P. Lutz: Untersuchungen zur Vorherberechnung der Schallabstrahlung von Fabrikhallen. Fortschr.-Ber. VDI-Z. Reihe 11, Nr. 21. Düsseldorf: VDI-Verlag 1975.
- [3] Jovicic, S.: Untersuchungen zur Vorausbestimmung des Schallpegels in Betriebsgebäuden. Erstellt 1971, jedoch nicht veröffentlicht. Einzusehen bzw. auszuleihen bei der VDI-Fachdokumentation Lärminderung, Graf-Recke-Straße 84, 4000 Düsseldorf 1.
- [4] Gösele, K.: Zur Luftschalldämmung von einschaligen Wänden und Decken. Acust. 20 (1968) H. 6, S. 334 f.
- [5] Gösele, K., u. W. Schüle: Schall, Wärme, Feuchtigkeit. Wiesbaden/Berlin: Bauverlag 1973.
- [6] Cremer, L.: Statistische Raumakustik. Stuttgart: S. Hirzel 1961.
- [7] Lutz, P.: Lärminderung durch Abschirmung von Gebäuden. baupraxis 9 (1973).
- [8] Sälzer, E., u. H.-U. Wilhelm: Schallschutz leichter Industriedächer. Düsseldorf: Selbstverlag des Ministeriums für Arbeit, Gesundheit u. Soziales des Landes NW. 1974.
- [9] Fasold, F., u. E. Sonntag: Bauphysikalische Entwurfslehre, Bd. 4: Bauakustik. Köln-Braunsfeld: Verlagsges. Rudolf Müller 1972.
- [10] Allgemeine Verwaltungsvorschrift über genehmigungsbedürftige Anlagen nach § 16 der Gewerbeordnung Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TALärm) vom 16. Juli 1968 (Beilage zum Bundesanzeiger Nr. 137 vom 26. Juli 1968).
- [11] DIN 1320 Akustik, Grundbegriffe.
- [12] DIN 52210 Teil 1 Luft- und Trittschalldämmung, Meßverfahren.
- [13] DIN 52210 Teil 4 Luft- und Trittschalldämmung, Ermittlung von Einzahl-Angaben.
- [14] VDI 2058 Bl. 1 Beurteilung von Arbeitslärm in der Nachbarschaft.
- [15] VDI 2714 Entwurf Schallausbreitung im Freien
- [16] VDI 2719 Schalldämmung von Fenstern.
- [17] VDI 2720 Bl. 1 Schallschutz durch Abschirmung im Freien (in Vorbereitung).

4. Schlußbemerkungen

1. Mit Hilfe dieser Richtlinie kann abgeschätzt werden, ob der für den betrachteten Immissionsort geltende Richtwert bei einer geplanten Fabrikhallenkonstruktion durch den zu erwartenden Halleninnenpegel überschritten werden wird oder nicht. Die zukünftige Entwicklung bezüglich der tatsächlichen Betriebsdauer der Maschinen (bzw. des Betriebes) sowie Änderungen in der Fertigungsweise oder der Produktion, die in den Wert für den Beurteilungspegel eingehen, sind unbedingt zu berücksichtigen (Umstellung von Normal- auf Schichtbetrieb bedingt u.U., daß der um 15 dB(A) niedrigere Richtwert für die Nacht eingehalten werden muß). Daher ist es jeweils vom Unternehmer verbindlich zu entscheiden, für welche Betriebsverhältnisse die Auslegung vorzunehmen ist.
2. Aus der Größe der einzelnen Immissionspegel bzw. der Bewertungsfaktoren g_i in der Rechnung nach Abschn. 3.5.1 erkennt man unmittelbar, welche Einzelschallquellen oder Bauelemente besonders stark zur Gesamtmission beitragen (s.a. Beispiel Anhang A). Daraus kann abgeschätzt werden, welche baulichen Maßnahmen (größere Wändicken, Vorsatzschalen, Unterdecken, Schalldämpfer und dgl.) zur Verringerung einer zu hohen Gesamtmission anzuwenden sind. Das gilt in gleicher Weise für Planungen wie auch für bestehende Anlagen, deren Gesamtmission zu hoch ist.
3. Eine Rechnung mit dem A-Schallpegel ist ausreichend, wenn der für den Immissionsort errechnete Schalldruckpegel wesentlich unter dem Richtwert liegt. Sollten sich dabei die Immissionswerte nur mit Hilfe aufwendiger baulicher Konstruktionen einhalten lassen, so kann durch einen Fachmann eine genauere Rechnung durchgeführt werden.

Anhang A

Berechnungsbeispiel

Aufgabenstellung:

In der Nachbarschaft eines Wohnhauses soll eine Werkhalle errichtet werden. Es ist zu prüfen, ob die zu erwartende Geräuschimmission unter den in einschlägigen Richtlinien oder Verordnungen festgelegten Richtwerten bleibt (s.z.B. Richtlinie VDI 2058 Bl. 1), oder ob die Anforderungen an den Schallschutz der Werkhalle zu erhöhen sind.

Gegeben:

Werkhalle s. Bild A 1a und 1b

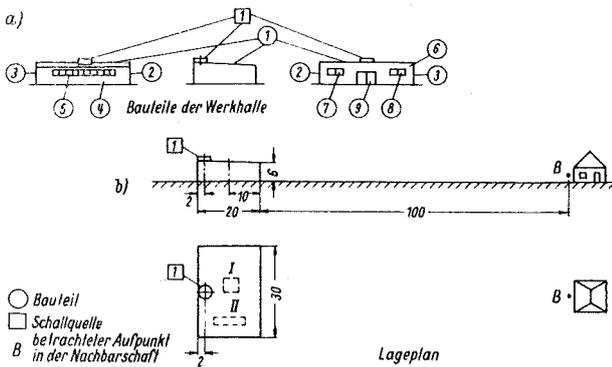


Bild A1. Werkhalle und Nachbarschaft (Maße in m)

- a) Bauteile der Werkhalle
- b) Lageplan

- Dach (Element $i = 1$): Wellasbestzementplatten (6 mm dick, Profiltiefe 55 mm, Flächengewicht $12,5 \text{ kg/m}^2$) mit Mineralwolleplatten (50 mm dick) unterseitig.
- Stirnwände ($i = 2$ und 3): Leichtbeton – Hohlblocksteine (175 mm dick, Flächengewicht 245 kg/m^2) verputzt.
- Längswände ($i = 4$ und 6): Wie Elemente $i = 2$ und 3 .
- Fenster ($i = 5, 7$ und 8): Bauglas (3 mm dick, Flächengewicht 7 kg/m^2) festverglast.
- Tor ($i = 9$): Stahlblech (3 mm dick, Flächengewicht 25 kg/m^2).
- Lüftung ($i = 10$): Ventilator auf dem Dach (A-Schalleistungspegel $L_{WA} = 90 \text{ dB(A)}$).

Anmerkung: Auf die gesonderte Berücksichtigung der Richtwirkung des Ventilators soll im vorliegenden Beispiel verzichtet werden.

In der Halle s. Bild A2

- Maschine I: A-Schalleistungspegel $L_{WA I} = 108 \text{ dB(A)}$
- Maschine II: Meßflächen-Schalldruckpegel $\bar{L}_A = 95 \text{ dB(A)}$ (Meßfläche $S = 90 \text{ m}^2$).

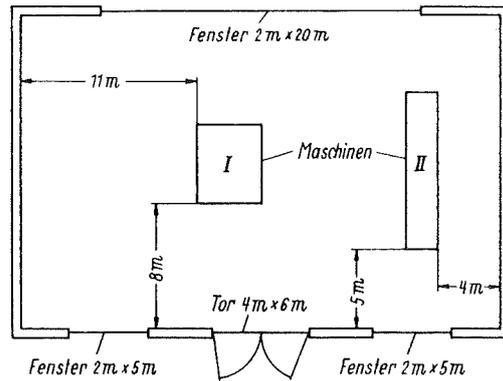


Bild A2. Standort der Maschinen in der Halle

Bei der Berechnung der Gesamtimmission wird im folgenden vereinfachend mit A-Schalldruckpegeln, A-Schalleistungspegeln und bewerteten Schalldämm-Maßen gerechnet.

Ermittlung des A-Schalldruckpegels im Raum

Im vorliegenden Fall wird der A-Schalldruckpegel im Raum gem. Abschn. 3.1.2 aus den A-Schalleistungspegeln der Maschine und den schalltechnischen Daten der Halle berechnet.

Die A-Schalleistungspegel der Maschinen betragen:

a) Maschine I:

$$L_{WA I} = 108 \text{ dB(A)}$$

b) Maschine II:

$$\bar{L}_A = 95 \text{ dB(A)}. \text{ Aus Gl. (3) ergibt sich mit } S = 90 \text{ m}^2:$$

$$L_{WA II} = 95 + 10 \lg 90 = 95 + 19,5$$

$$L_{WA II} = 115 \text{ dB(A)}$$

Die A-Schalleistungspegel $L_{WA I}$ und $L_{WA II}$ werden gem. Abschn. 3.5.1 addiert:

Gewählter Bezugspegel $L_0 = 90 \text{ dB(A)}$

A-Schalleistungspegel in dB(A)	Pegeldifferenz ΔL zu L_0 in dB(A)	Bewertungsfaktoren g aus Tafel 2
$L_{WA I} = 108$	18	63
$L_{WA II} = 115$	25	320
$L_{WA} = 116$	26	$\Sigma g = 383$

Gemäß Gl. (14) ist der A-Schalleistungspegel aller Maschinen in der Werkhalle zusammen:

$$L_{WA} = \Delta L + L_0 = 116 \text{ dB(A)}$$

Aus Gl. (6) erhält man dann einen Halleninnenpegel L_1 von:

$$L_1 \approx L_{WA} + 14 + 10 \lg \frac{T}{V} = 116 + 14 + 10 \lg \frac{2}{3600}$$

$$L_1 \approx 97 \text{ dB(A)}$$

dabei wurde die Nachhallzeit T gem. Abschn. 2 angenommen zu zwei Sekunden und $V \approx 3600 \text{ m}^3$ aus den Hallenabmessungen errechnet.

R'_{w9} (Tor) $\approx 20 \text{ dB}$ (Angenommen gem. Abschn. 3.2.2).

Anmerkung: Der oben angegebene Halleninnenpegel ergibt sich bei geschlossenem Hallentor.

Ermittlung des bewerteten Schalldämm-Maßes der einzelnen Bauelemente

- R'_{w1} (Dach) = 28 dB (Anhang B: Ziff. B. 1.2.4 – Wellasbestzement)
- $R'_{w2,3}$ (Stirnwände) = 45 dB (Anhang B: Ziff. B 2.1.3 – Leichtbetonhohlblocksteine)
- $R'_{w4,6}$ (Längswände) = 45 dB (Gleiches Material wie Element 2 und 3)
- $R'_{w5,7,8}$ (Fenster) = 29 dB (Anhang B: Ziff. B 3.1 – 3 mm Bauglas, festverglast)

Ermittlung des A-Schalldruckpegels, der von einem Außenhautelement oder einer Schallquelle in einem Punkt der Nachbarschaft erzeugt wird.

Siehe dazu Tafel A 1.

Nach der Rechnung ergibt sich aufgerundet eine Gesamtimmersion von

$L_{\Sigma} = 41 \text{ dB(A)}$ bzw. 43 dB(A) bei geöffnetem Tor.

Genügt dieser Wert dem geltenden Richtwert nicht, so muß, wie Tafel A1 zeigt, insbesondere die Schalldämmung des Daches erhöht werden.

Tafel 1. Berechnung des A-Schalldruckpegels für das Beispiel gemäß Bild A1 und A2

lfd. Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
					Bauteil-Nr. bzw. Schallquellen-Nr.										
					Dach	Stirnwand (vom Aufpunkt gesehen rechts)	Stirnwand (vom Aufpunkt gesehen links)	Längswand zum Aufpunkt	Fenster zum Aufpunkt	Längswand (Rückseite)	Fenster (Rückseite)	Fenster (Rückseite)	Tor geschlossen (Rückseite)	Tor geöffnet (Rückseite)	Ventilator
lfd. Nr.	Zeichen	Einheit	Bedeutung	Fundstelle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	L_1	dB(A)	Halleninnenpegel	Abschn. 3.1	97	97	97	97	97	97	97	97	97	(97)	–
2	R'_{w}	dB	bew. Schalldämm-Maß	Anhang B	28	45	45	45	29	45	29	29	20	(10)	–
3		dB	Korrekturmaß	Abschn. 3.3.1 Gl. (7b)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	(4)	–
4	L_{WA}	dB(A)	Schalleistungspegel, Einzelschallquelle	gegeben bzw. s. Gl. (11) Abschn. 3.3.2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	90
5	ΔL_s	dB	Abstandsmaß	Abschn. 3.3.1 Bild 2	21	28	28	26	32	28	39	39	36	(36)	50
6	ΔL_z	dB	Abschirmmaß	Abschn. 3.4.1 Bild 3 bzw. Abschn. 3.4.2	5	5	5	0	0	20	20	20	20	(20)	5
7	L_s	dB(A)	Schallpegel des Bauteiles bzw. der Einzelschallquelle	Abschn. 3.3.1 Gl. (7b) bzw. Abschn. 3.3.2 Gl. (10)	39	15	15	22	32	0	5	5	17	(37)	35
8	L_{Σ}	dB(A)	Gesamtschallpegel	Zeile 8a bis e	auf 41 (43) aufgerundet										
8a	s_m	m	Abstand	Anhang A Bild A1	110	110	110	100	100	120	120	120	120	(120)	120
8b	S	m ²	Fläche des Bauteils	Anhang A Bild A1, A2	600	120	120	140*)	40	166 ^{o)}	10	10	24	(24)	–
8c	s_m/\sqrt{S}	–	–	–	4,5	10,0	10,0	8,5	15,9	9,3	38,0	38,0	24,5	24,5	–
8a	L_0	dB	Bezugspegel	Abschn. 3.5.1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	(10)	–
8b	ΔL_1	dB	Schallpegel-Differenz	Abschn. 3.5.1 Gl. (13)	29	5	5	12	22	0	0	0	7	(27)	25
8c	g_1	–	–	Abschn. 3.5.1 Tafel 2	800	3,2	3,2	16	160	0	0	0	5,0	(600)	320
8d	Σg_1	–	–	–	1307 (1802)										
8e	$L_{\Sigma} = \Delta L + L_0$	dB(A)	Gesamtschallpegel	Abschn. 3.5.1 Gl. (14)	= 31 (32,5) + 10 = 41 (42,5)										

*) Wandfläche um den Anteil des Fensters reduziert

o) Wandfläche um die Anteile der beiden Fenster und des Toras reduziert

Anhang B:

Zusammenstellung der Schalldämm-Maße üblicher Bauelemente für Industriebauten

Das in der Zusammenstellung angegebene bewertete Schalldämm-Maß R'_w wurde aus Prüfberichten entnommen und bezieht sich gem. DIN 52210 auf den Frequenzbereich 100 bis 3150 Hz. Die neben R'_w aufgeführten Dämm-Maße in der Oktave sind durch Mittelwertbildung der drei zugehörigen Terzen gewonnen worden, wobei der Wert bei 4000 Hz durch Extrapolation ermittelt wurde. Weitere Werte s. [8] und [9].

Sollte eine Bauteilkonstruktion nicht im Anhang aufgeführt sein, so wird empfohlen, die Dämm-Maße eines solchen Bauteils durch eine Prüfstandsmessung gem. DIN 52210 ermitteln zu lassen. Es muß aber jeweils kritisch geprüft werden, ob die Einbaubedingungen in der Praxis benutzten entsprechen. Durch ungünstige Einbaubedingungen werden häufig wesentlich geringere Dämm-Maße erreicht.

Die Prüfstandsmessung erübrigt sich, wenn es sich um einschalige Bauteile handelt und nur die Kenntnis des bewerteten Schalldämm-Maßes erforderlich ist (s. Abschn. 3.2.1.1).

Ziffer	Bauteilbezeichnung	Gesamtdicke mm	Flächengewicht kg/m ²	R'_w dB	Schalldämm-Maß in der Oktave mit der Mittenfrequenz					
					125 Hz dB	250 Hz dB	500 Hz dB	1 000 Hz dB	2 000 Hz dB	4 000 Hz dB
B 1.	<u>Dächer</u>									
B 1.1.	Massivdächer entsprechend DIN 4109 B1,3									
B 1.1.1.	Stahlbetonplatten aus Kiesbeton nach DIN 1045	100 150 180	230 345 430	47 54 57	36 39 44	36 41 46	41 50 52	51 57 61	59 63 65	65 71 68
B 1.1.2.	Stahlsteindecke nach DIN 4164	165	250	46	35	39	42	46	50	60
B 1.1.3.	Gasbeton-Deckenplatten nach DIN 4164	240	160	45	33	37	38	47	53	57
	Spannbeton-Hohldielen nach DIN 4227	120	220	49	36	39	45	50	56	57
	Bimsbeton-Hohldielen	120	185	49	36	37	45	51	57	63
B 1.2.	Dächer aus Well- und Trapezprofilen									
B 1.2.1.	1 mm-Stahlblech (flach) 1 mm-Stahlblech (Trapezprofil) 1 mm-Stahlblech (Doppeltrapezprofil)			s. Ziffer B 2.3.1						
B 1.2.2.	1 mm-Stahlblech (Trapezprofil) mit Mineralfaserplatten 1 mm-Stahlblech (Doppeltrapezprofil) mit Mineralfaserplatten			s. Ziffer B 2.3.2						
B 1.2.3.	Wellasbestzementplatten *) (6 mm)	55	12,5	19	12	17	19	17	20	24
B 1.2.4.	Wellasbestzementplatten *) (6 mm) mit Mineralwolle- platten, Bild B 1	330		28	12	21	24	27	31	38
	Wellasbestzementplatten *) (6 mm) mit Mineralwolle- platten und Alufolie, Bild B 2	330		29	11	20	27	31	40	54
B 1.3.	<u>Holzdächer</u>									
B 1.3.1.	Holzdach mit Steifen (25 mm dick), Bild B 3	115 *)	14,5	27	16	25	26	24	30	36
B 2.	<u>Wände</u>									
B 2.1.	<u>Mauerwerkswände</u> (verputzt)									
B 2.1.1.	Vollziegel, Kalksandstein	115 *) 240 *)	270 450	49 55	37 43	39 45	43 51	52 57	58 63	61 66
B 2.1.2.	Hochlochziegel	115 *)	200	47	34	37	42	49	55	65
B 2.1.3.	Leichtbeton-Hohlblocksteine	175 *)	245	45	31	35	40	47	52	56
	Bims-Hohlblocksteine	240 *)	270	50	40	41	44	51	55	60
B 2.1.4.	Bimsbeton-Vollsteine	115 *) 365 *)	150 490	42 54	32 44	35 44	35 50	43 56	49 58	55 62
B 2.1.5.	Bimsvollsteine mit Vorsatzschale, Bild B 4	160 *)		53	37	42	49	56	60	61
B 2.2.	<u>Betonwände</u>									
B 2.2.1.	Stahlbetonplatten aus Kiesbeton			s. Ziffer B 1.1.1						

Zusammenstellung der Schalldämm-Maße üblicher Bauelemente für Industriebauten (Fortsetzung)

Ziffer	Bauteilbezeichnung	Gesamtdicke mm	Flächengewicht kg/m ²	R _w dB	Schalldämm-Maß in der Oktave mit der Mittenfrequenz					
					125 Hz dB	250 Hz dB	500 Hz dB	1 000 Hz dB	2 000 Hz dB	4 000 Hz dB
B 2.2.2.	Geschoßhohe Gasbetonplatten	100*) 150*) 200*)	65 100 130	36 41 42	28 31 31	32 32 32	30 34 37	36 43 45	46 50 50	54 55 56
B 2.2.3.	Geschoßhohe Gasbetonplatten mit Vorsatzschale, Bild B 4	240*)		52	35	41	48	54	60	58
B 2.3.	Wände aus Well- und Trapezprofilen									
B 2.3.1.	1 mm-Stahlblech (flach)	1	8	26	15	17	22	27	32	38
	1 mm-Stahlblech (Trapezprofil), Bild B 5	45	11	25	14	16	20	25	29	23
	1 mm-Stahlblech (Doppeltrapezprofil), Bild B 6	190	22	35	18	23	33	43	48	39
B 2.3.2.	1 mm-Stahlblech (Trapezprofil) mit Mineralfaserplatten, Bild 10	120		32	15	20	28	37	43	40
	1 mm-Stahlblech (Doppeltrapezprofil) mit Mineralfaserplatten, Bild B 6	190		41	20	29	43	48	56	57
B 2.3.3.	Doppelschalige Konstruktion aus 2 x 1,5 mm Stahlblech mit Hartschaum	60		40	20	28	41	51	58	54
B 2.3.4.	Wellasbestzementplatten (6 mm)	s. Ziffer B 1.2.3 und 1.2.4								
B 2.3.5.	Wellasbestzementplatten (6 mm) mit Mineralwolleplatten Wellasbestzementplatten (6 mm) mit Mineralwolleplatten und Alufolie									
B 2.4.	Holzwände									
B 2.4.1.	Holzwand mit Steifen (25 mm dick)	s. Ziffer B 1.3.1								
B 3.	Fenster, Verglasungen und andere lichtdurchlässige Bauteile									
B 3.1.	Glasscheiben (festverglast)	2 3 6 12	5 7 15 30	27 29 33 36	16 17 18 27	18 19 25 31	23 24 30 37	27 31 34 38	31 34 35 32	33 35 23 50
B 3.2.	Doppelscheibe aus 2 x 4 mm Glas mit 8 mm Luftraum	16	20	29	18	17	24	34	41	35
B 3.3.	Normales Fenster (zum Öffnen eingerichtet)	s. Abschn. 3.2.2								
B 3.4.	Doppelverglasungen (zum Öffnen eingerichtet), Bild B 7 und B 8	150 bis 250		38	22	30	37	38	37	32*)
B 3.5.	Glasbausteine									
	115 x 240	50	60	37	27	30	33	39	39	50
	190 x 190	80	80	45	35	36	41	46	50	53
B 3.6.	Kunststoffe									
B 3.6.1.	ACRYL-Glas	4 6	5 7	26 29	15 19	18 21	21 24	27 30	31 33	35 36
	2 bis 10 mm dicke Acrylgläser in 30 mm Abstand	50	12	32	21	24	28	33	34	27
B 3.6.2.	Lichtdurchlässige Bauteile	Wand- und Deckenbauelemente aus lichtdurchlässigem Kunststoff, die zur Vermeidung von Tauwasserbildung in der Regel zweischalig ausgebildet sind, haben wegen ihres geringen Gewichtes und der zahlreichen als Schallbrücken wirkenden Versteifungen ein mittleres Schalldämm Maß, das noch unter den in Bild 1 dargestellten Gewichtskurven liegt. Es empfiehlt sich, die Frequenzabhängigkeit der Schalldämmung vom Hersteller durch Prüfzeugnisse nachweisen zu lassen.								
B 4.	Tore, Türen	s. Abschn. 3.2.2								

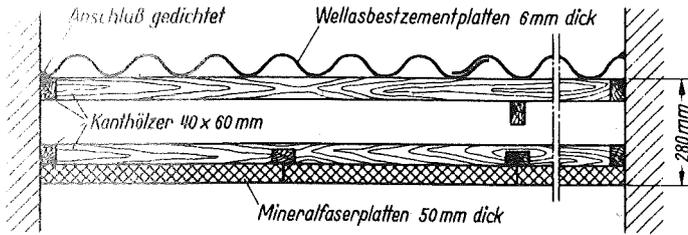


Bild B 1 Wellasbestzementplatten mit Mineralwolleplatten

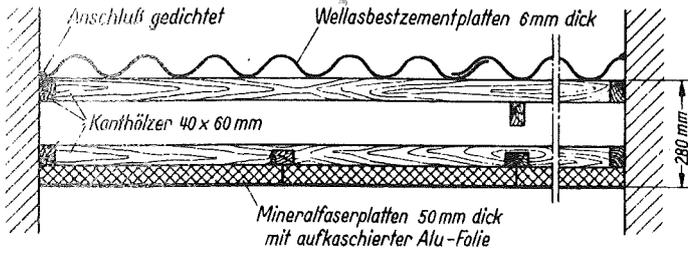


Bild B 2 Wellasbestzementplatten mit Mineralwolleplatten und Alufolie.

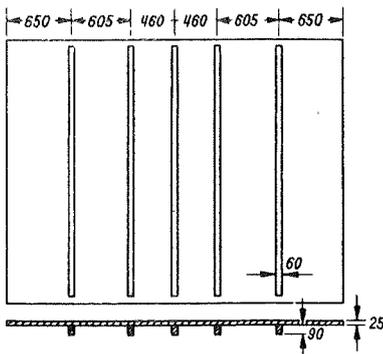


Bild B 3. Holzwand mit Steifen
Maße in mm

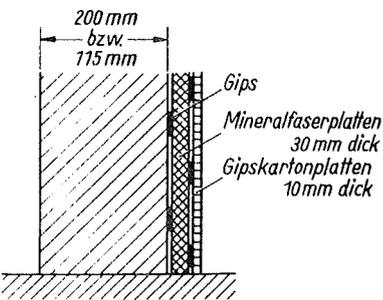


Bild B 4. Bimsvollsteine oder Gasbetonplatten mit Vorsatzschale.

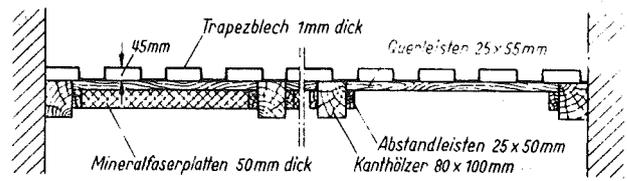


Bild B 5. Wand aus Trapezprofil mit und ohne Mineralfaserplatten.

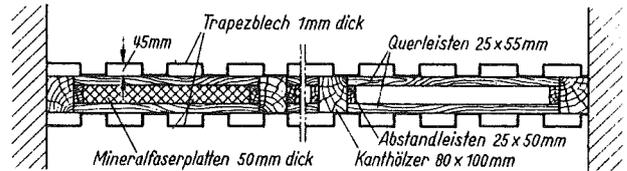


Bild B 6. Doppelwand aus Trapezprofil mit und ohne Mineralfaserplatten.

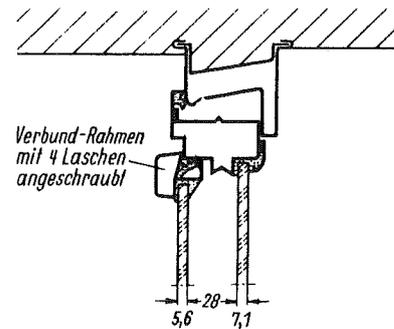


Bild B 7. Fenster mit Doppelverglasung
Maße in mm

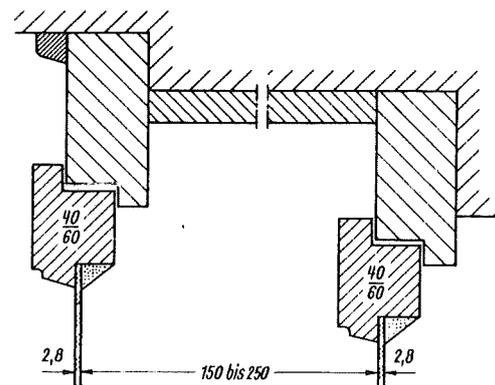


Bild B 8. Fenster mit Doppelverglasung
Maße in mm

Anhang C

Anhaltswerte für den Schalldruckpegel L_p in Werkhallen

(Werte auf 5 dB gerundet)

Betriebsart	Oktavmittelfrequenz in Hz						
	L_A	125	250	500	1000	2000	4000
	dB(A)	dB	dB	dB	dB	dB	dB
Blechbearbeitung (Schleifen, Hämmern)	105	85	90	100	100	100	95
Blechbearbeitung (Stanzerei-Feinblech)	95	80	85	90	80	85	80
Drahtwalzwerk (große Halle)	85	75	80	85	80	75	70
Drahtwerk (Zieherei)	90	85	90	90	85	80	75
Drahtwerk (Richterei)	95	90	95	95	90	90	90
Druckerei (Rotationsdruckmaschinen)	95	90	90	95	90	85	75
Druckerei (klein)	85	75	80	80	80	75	70
Extruder-Anlage	85	80	95	80	80	75	70
Getränkeabfüllanlage	95	80	80	85	90	90	85
Gummiknetanlage (zwei Maschinen)	90	95	95	90	85	80	75
Gußputzerei	95	85	90	90	90	85	85
Kraftwerk (Maschinenhaus)	90	90	85	85	85	85	85
Kraftwerk (Kesselhaus mit Kohlemühlen)	90	80	80	85	85	85	70
Mühlen (Rohrmühle)	105	90	95	100	100	100	95
Mühlen (Federkraftmühle)	90	95	95	90	85	80	75
Mühlen (Prallmühlen für Kunststoffzerkleinerung)	105	90	95	100	105	95	95
Prüfstand für Dieselmotoren (ohne Schallabsorption)	105	105	105	105	100	100	95
Prüfstand für Dieselmotoren (mit Schallabsorption)	95	95	95	95	90	90	85
Röhrenwerk	95	75	75	80	85	90	90
Rütteltische für Formbetonteile	105	100	100	100	95	90	85
Schmelz- und Gießhalle mit Ausschlaggeräuschen	95	90	95	95	90	90	90
Schreinerei	95	85	95	95	90	90	85
Schreinerei (Holzerspannungs- und -hackmaschinen)	100	95	95	100	95	95	95
Stangenautomatendreherei	95	80	85	90	85	90	85
Tablettenherstellung (Pressen)	90	75	80	85	85	80	75
Textilherstellung (Spinnmaschinen)	90	85	85	90	85	85	80
Textilherstellung (Vorbereitungsmaschinen in der Spinnerei)	85	80	80	80	80	80	75

Fortsetzung Anhang C

Betriebsart	Oktavmittenfrequenz in Hz						
	L _A	125	250	500	1000	2000	4000
	dB(A)	dB	dB	dB	dB	dB	dB
Textilherstellung (Ringzwirnmachines)	95	85	85	85	90	85	80
Textilherstellung (Doppeldrahtzwirnmachines)	100	95	95	95	95	95	95
Textilherstellung (Falschdrahtzwirnmachines)	95	80	80	85	90	90	90
Verpackungsmachines	85	80	80	80	80	75	70
Websaal	100	85	85	90	95	95	90
Werkzeugechleiferei	90	85	85	90	85	80	75

*) Siehe auch:

VDI 2561 Die Geräuschemission von Gesenk- und Freiformschmieden und Maßnahmen zu ihrer Minderung.

VDI 2572 Geräusche von Textilmaschinen und Maßnahmen zu ihrer Minderung

VDI 2712 Geräusche in Betrieben der Steine- und Erden-Industrie und Maßnahmen zu ihrer Minderung –

Bl. 1 Allgemeines.

VDI 2564 Lärminderung bei der Blechbearbeitung Bl. 1, 2, 3

VDI 2713 Lärminderung bei Wärmekraftanlagen.

Lärmquellen der Eisen- und Metallindustrie, Mainz: Berufsgenossenschaftliches Institut für Lärmbekämpfung 1973.