

Glas und Schallschutz

■ Allgemeines

Geräusch

Ein Geräusch ist eine auditive Wahrnehmung, erzeugt durch Vibrationen oder Wellen, die sich in der Luft, einer Flüssigkeit oder einem festen Körper (z. B. einer Mauer) ausbreiten. Dabei handelt es sich um minimale Schwankungen des Luftdrucks, die unser Trommelfell registriert. Verglichen mit dem atmosphärischen Druck von ungefähr 100000 Pa bewegen sich diese „hörbaren“ Luftdruckänderungen im Bereich von 0,00002 Pa bis 20 Pa.

Frequenz

Ein Geräusch setzt sich aus verschiedenen Tonhöhen (Frequenzen) zusammen.

Die Frequenz wird in Hertz (Hz = Zahl der Schwingungen pro Sekunde) ausgedrückt. Je höher der Ton, desto höher die Zahl der Schwingungen pro Sekunde.

Das menschliche Ohr kann Töne in einem Frequenzbereich von 16 Hz bis 20000 Hz wahrnehmen. Die Bau-Akustik berücksichtigt nur das Intervall von 50 Hz bis 5000 Hz, unterteilt in Oktavbänder (der oberste Ton eines Bandes hat die doppelte Frequenz des untersten) oder Terzbänder (Drittel-Oktaven).

Schallpegel

Schallpegel bedeutet einfach: laut oder leise. Das Ohr nimmt Druckunterschiede von 0,00002 Pa bis 20 Pa wahr. Um einen klaren Begriff von diesem weiten Bereich zu haben, wird der Schallpegel auf einer logarithmischen Skala aufgetragen, mit der Einheit Dezibel (dB).

0 dB ist die Hörschwelle, unterhalb derer das menschliche Ohr nichts mehr wahrnehmen kann. Ein Schallpegel von 140 dB bildet die Schmerzgrenze.

Mit Dezibel rechnen

Beim Rechnen mit Dezibel ist $1 + 1$ nicht = 2! Zwei Schallquellen von jeweils 50 dB ergeben zusammen 53 dB. Eine Verdoppelung des Lärms erhöht den Schallpegel also nur um 3 dB. Um den Schallpegel um 10 dB zu erhöhen, benötigt man die zehnfache Zahl an Schallquellen.

Das menschliche Ohr reagiert nicht linear auf den Schallpegel. Eine Erhöhung um 10 dB (also die Verzehnfachung des Lärms) wird nur als Verdopplung wahrgenommen. Das bedeutet konkret, dass eine Verminderung des Schallpegels um

1 dB noch gerade wahrnehmbar ist;

3 dB gut wahrnehmbar ist;

10 dB den Lärm halbiert.

Bewertung

Das menschliche Ohr ist für tiefe, mittlere und hohe Töne unterschiedlich empfindlich. Um dies zu berücksichtigen, korrigiert man die Frequenzanteile des (physikalischen) Schallpegels nach einer Normkurve, der sogenannten „A-Kurve“.

So erhält man einen bewerteten Schallpegel, ausgedrückt in dB(A). Er stellt ein Maß für die Gehörempfindung dar. Mit Schallpegelmessern können die Pegel in dB oder in dB(A) gemessen werden.

■ Schalldämmmaß R

Dieser Index bezeichnet die Schalldämmung von Bauteilen. Die Messung erfolgt im Labor nach EN ISO 140. Das Schalldämmmaß R stellt die akustischen Eigenschaften eines Bauteils (Fenster, Trennwand ...) für jedes Terzband zwischen 100 und 3150 Hz dar (insgesamt 16 Werte).

Glas und Schallschutz

Die Messungen können zusätzlich auch für die Frequenzen von 50 bis 100 Hz und von 3150 bis 5000 Hz durchgeführt werden.

Auf der Grundlage der 16 frequenz-abhängigen Schalldämmmaße kann man die akustischen Eigenschaften von Bauteilen durch Berechnungen ergänzend ausdrücken. Die üblicherweise verwendeten Gesamtindizes sind in EN ISO 717-1 festgelegt und an zwei gegebene Lärmspektren angepasst:

- Rosa Rauschen: gleiche Schallpegel über das gesamte Frequenzspektrum
- Straßenverkehr: standardisierter städtischer Straßenverkehrslärm

Verwendung des Index R_W (C; C_{tr})

Baulicher Lärmschutz soll bewirken, dass der Außenlärm im Inneren des Gebäudes (bei geschlossenem Fenster) auf ein erträgliches Maß reduziert wird.

Die Differenz zwischen dem Außenlärm- und dem Innenlärmpegel wird im sogenannten Schalldämmmaß R ausgedrückt, der ein Maß für die Schalldämmeigenschaften eines Bauteils darstellt.

Mit Hilfe dieses Indexes kann man bei der Planung die Bauteile gezielt so wählen, dass die gewünschte Reduzierung des Außenlärms erreicht wird, dank einer Rechenmethode, wie sie zum Beispiel in EN 12354-3 festgelegt ist.

Bewertetes Schalldämmmaß R_W

Das bewertete Schalldämmmaß R_W wird berechnet, indem die gemessenen Werte für das Schalldämmmaß R (16 Werte für die 16 Terzbänder von 100 Hz bis 3150 Hz) auf eine Vergleichskurve bezogen werden. Diese

Kurve wird so gelegt, dass die mittlere Abweichung der Messkurve vom Tiefpunkt unter 2 dB bleibt. Der Wert, den die so gelegte Kurve bei einer Frequenz von 500 Hz anzeigt, heißt R_W (dB).

Hinweis

R_W ist ein globaler Index: Unterschiedliche Schalldämm-Kurven können denselben R_W -Wert haben.

Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr}

Die optimale Wirkung zeigt ein Isolierglas, wenn seine Schalldämmung vor allem bei den Frequenzen gut ist, in denen der Umgebungslärm am stärksten ist.

Bis vor kurzem wurde nur das bewertete Schalldämmmaß R_W herangezogen, um die Schalldämmleistung einer Verglasung zu bestimmen, ohne die unterschiedliche Dämmwirkung für verschiedene Lärmarten zu berücksichtigen – mit der Folge, dass manchmal nicht das optimale oder ein unnötig stark dämmendes Glas verwendet wurde. Denn die Dämmwirkung eines Glases ist in bestimmten Frequenzbereichen geringer, als das bewertete Schalldämmmaß R_W ausdrückt.

Daher wurde der Index R_W um die „Spektrum-Anpassungswerte“ C und C_{tr} erweitert. Der Korrekturwert C_{tr} bezieht sich auf Umgebungslärm, der hauptsächlich durch Straßenverkehr verursacht wird, sowie andere eher tief-frequente Lärmquellen: Diskothekemusik, langsamer Schienenverkehr, weiter entfernte Flugzeuge. Bei Lärm mittlerer und hoher Frequenz gilt der Korrekturwert C : schneller Straßen- und Schienenverkehr, nahe Flugzeuge, spielende Kinder, menschliche

Glas und Schallschutz

Stimmen. Die Korrekturwerte werden berechnet auf Basis der gewichteten Schallspektren A:

- C : „Rosa Rauschen“
- C_{tr} : städtischer Straßenverkehr (der Index „tr“ steht für „traffic“)

Diese Werte sind fast immer negativ oder gleich Null: Sie zeigen an, um wie viel dB das bewertete Schalldämmmaß in Bezug zum jeweiligen Umgebungsspektrum korrigiert werden muss. Beide Werte werden von den Prüfläbern bei der Schalldämmmessung bestimmt und mit dem Wert R_W angegeben, in der Form „ R_W (C; C_{tr})“.

Beispiel:

Gemäß EN 717-1: R_W (C; C_{tr}) = 37 (-1; -3).

In diesem Beispiel ist das bewertete Schalldämmmaß R_W = 37 dB.

Für Straßenverkehrslärm ist die Schalldämmung um 3 dB geringer, für höhere Frequenzen um 1 dB:

$$R_W = 37 \text{ dB}$$

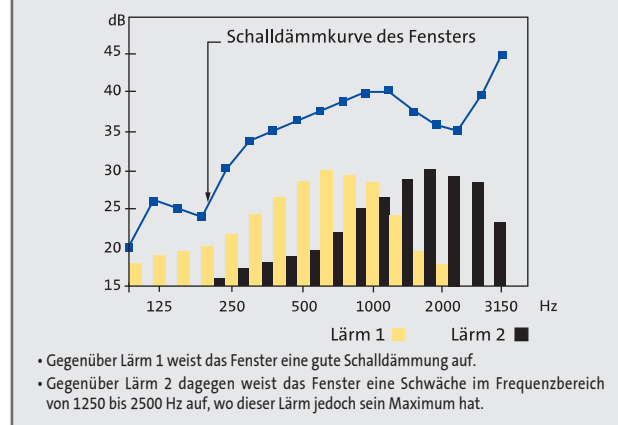
$$R_W + C = 37 - 1 = 36 \text{ dB}$$

$$R_W + C_{tr} = 37 - 3 = 34 \text{ dB}$$

In einigen Ländern kann man das Ergebnis auch direkt angeben: $R_{A,tr}$ = 34 dB, R_A = 36 dB.

Mit diesem Verfahren kann man für bestimmte vorherrschende Lärmquellen das geeignete Fenster auswählen. Eine noch genauere Information erhält man, wenn man die Schalldämmkurve des Fensters, also den Verlauf des Schalldämmmaßes R über das Frequenzspektrum, mit der Intensität der Lärmquelle vergleicht (siehe Abb. 1).

Abb. 1 Einfluss des Lärmspektrums auf die Schalldämmung



Glas und Schallschutz

Schalldämmverhalten einer Verglasung

Jedes Material hat eine kritische Frequenz, bei der eine Platte aus diesem Material viel schneller zu vibrieren beginnt als bei anderen Frequenzen und daher den Lärm besser überträgt. Bei einer Glasscheibe von 4 mm Dicke liegt diese kritische Koinzidenzfrequenz bei 3000 Hz, bei einer Gipsplatte von 13 mm bei 3200 Hz. In der Nähe dieser Frequenz reduziert sich die Schalldämmung der Glasscheibe um 10 bis 15 dB.

Je dicker die Scheibe, desto tiefer liegt diese kritische Frequenz (siehe Abb. 2). Bei einer Glasdicke von 12 cm fällt die kritische Frequenz unter 100 Hz: Das durch sie verursachte „Loch“ in der Schalldämmung ist damit zu vernachlässigen.

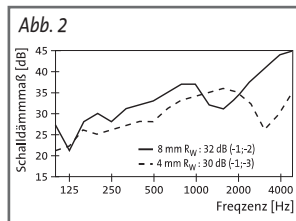
Effektiver Schallschutz für Fassaden, die starkem niedrigfrequenten Lärm ausgesetzt sind (etwa Straßenlärm), ist schwierig. Bis vor kurzem hat man eine bessere Dämmleistung von Schallschutzgläsern vor allem durch Erhöhung der Dicke und bei Isoliergläsern durch asymmetrischen Aufbau erreicht. Verbund-Sicherheitsglas verhält sich fast wie monolithisches Glas gleicher Dicke (siehe Abb. 3 und 4).

Durch die Entwicklung des Schalldämm-Sicherheitsglases sGG STADIP SILENCE (siehe S. 62) lässt sich der Effekt der Koinzidenzfrequenz nun erheblich mindern (siehe Abb. 4).

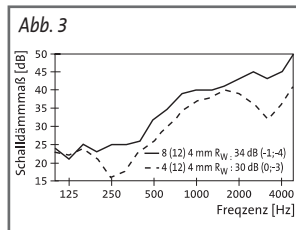
Dieses Produkt verbessert die Schalldämmung, verglichen mit ähnlichen Glasaufbauten, im Schnitt um 1 bis 3 dB und zeigt vor allem ein einheitlicheres Dämmverhalten über den gesamten Frequenzbereich.

Vergleich von Schalldämmleistungen

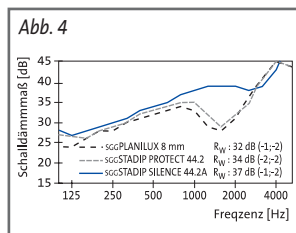
• Einfachglas



• Asymmetrisches Isolierglas



• Verglasungen mit 8 mm Glas



Glas und Schallschutz

Index R

Wichtig ist nicht allein die Schalldämmung des Glases: Nur Verglasung und Rahmen zusammen bestimmen die Dämmwirkung des Fensters als Bauteil, in einigen Fällen auch der gesamten Fassade.

Die Schalldämmeigenschaften eines Fensters können nicht einfach aus denen der Verglasung abgeleitet werden: Das tatsächliche Schalldämmmaß kann nur durch Messung an einem Prüfexemplar bestimmt werden. Daher ist zu empfehlen, die Verglasungen auf

den Rahmen und das Dichtungsmaterial abzustimmen. Hochwertige Verglasungen wie sGG STADIP SILENCE müssen in leistungsfähige Rahmen eingebaut werden.

Die Schalldämmung hängt nicht davon ab, welche Scheibe des Isolierglases außen liegt. Die nachfolgende Tabelle gibt für verschiedene marktübliche Gläser das Schalldämmmaß R_w und die Korrekturwerte C , C_{tr} (in dB) an.

Die beiden letzten Spalten nennen direkt die Schalldämmwerte R_A und $R_{A,tr}$ (in dB).

| Aufbau der Verglasung | Werte gemäß EN 717-1 ⁽¹⁾ | | | R_A | $R_{A,tr}$ | |
|---|-------------------------------------|-----|----------|-------|------------|----|
| | R_w | C | C_{tr} | | | |
| Monolithisches Glas | 6 mm | 31 | -1 | -2 | 30 | 29 |
| | 8 mm | 32 | -1 | -2 | 31 | 30 |
| | 10 mm | 33 | -1 | -2 | 32 | 31 |
| Isolierglas | 4 (12) 4 | 30 | 0 | -3 | 30 | 27 |
| sGG CLIMALIT ou | 4 (16) 4 | 30 | 0 | -3 | 30 | 27 |
| sGG CLIMAPLUS | 8 (16) 8 | 34 | -1 | -4 | 33 | 30 |
| Schallschutz-Isolierglas | 4 (12) 6 | 33 | -1 | -4 | 32 | 29 |
| sGG CLIMALIT ACOUSTIC ou | 4 (16) 8 | 35 | -1 | -5 | 34 | 30 |
| sGG CLIMAPLUS ACOUSTIC | 10 (12) 4 | 35 | 0 | -3 | 35 | 32 |
| Sicherheits-Isolierglas | 8 (20) 44.2 | 38 | -1 | -5 | 37 | 33 |
| sGG CLIMALIT PROTECT ou | 8 (20) 44.4 | 40 | -1 | -4 | 39 | 36 |
| sGG CLIMAPLUS PROTECT | 8 (20) SP 514 | 41 | -1 | -5 | 40 | 36 |
| Schalldämm- und Sicherheits-Isolierglas | 8 (12) 44.1A | 40 | -2 | -5 | 38 | 35 |
| sGG CLIMALIT SILENCE ou | 10 (12) 44.1A | 41 | 0 | -4 | 41 | 37 |
| sGG CLIMAPLUS SILENCE | 8 (20) 44.2A | 40 | -1 | -5 | 39 | 35 |
| | 64.2A (20) 44.2A | 47 | -2 | -7 | 45 | 40 |

(1) Die Messungen wurden im Labor des industriellen Entwicklungszentrum von SAINT-GOBAIN GLASS durchgeführt. Bei Messungen an Gläsern mit gleichem Aufbau in anderen Labors können sich Abweichungen von 1 bis 2 dB von den hier genannten Zahlen ergeben.