



$$L_{n,w,R}$$

$$R_{A1,R}$$

$$R'_{A2}$$



$$R'_{A1}$$

$$R'_{A,2} = L_{A,zew} - L_{A,wew} + 10 \lg \left(\frac{S}{A} \right) + 3$$

$$R = L_1 - L_2 + 10 \lg S/A$$

dB

$$L'_{n,w}$$

$$R_{A1} = R_w + C$$

$$R_{A2} = R_w + C_{tr}$$



Grundlagen der Akustik in Büroräumen. Isolierung von Wänden und Türen.



COPYRIGHT © GlassPro 2024

TITEL: Grundlagen der Akustik in Büroräumen. Dämmung von Wänden und Türen.

EDITION: Zweite Auflage

Bilder und Inhalte dürfen nicht (ganz oder teilweise) ohne die Erlaubnis der GlassPro GmbH kopiert werden

1. Einführung	4
2. Grundlegende akustische Konzepte	6
3. Schalldämmung. Gesetzliche Bestimmungen und praktische Bedeutung	8
4. Akustische Standardanforderungen - Bürogebäude	9
5. Erforderliche akustische Parameter in Büroräumen	10
6. Schalldämmung - die Bedeutung für den Investor	12
7. Schalldämmung - Bedeutung für den Mieter	13
8. Grundlegende akustische Parameter für innere Trennwände	14
9. Anhang I - Wie sich Schall ausbreitet	16
10. Anhang II - Schalldämmung in der Praxis	18
11. Anhang III - Forschungsmethodik	19

Unabhängig davon, wo wir uns befinden - zu Hause, bei der Arbeit oder im Freien - sind wir fast immer einem gewissen Maß an Umgebungsgeräuschen ausgesetzt. Geräusche ermöglichen es dem Menschen, Reize wahrzunehmen und zu interpretieren, sie ermöglichen Kommunikation und warnen uns vor möglichen Gefahren. Wir möchten nicht in einer Welt ohne Geräusche leben, aber ein Übermaß an Geräuschen kann Unbehagen verursachen und das Wohlbefinden beeinträchtigen.



Die Tatsache, dass Schall unsichtbar ist, führt oft dazu, dass die negativen Auswirkungen des Aufenthalts in lauten Räumen ignoriert werden

Geräusche, die aufgrund ihrer Art, ihres Ortes, des Zeitpunkts ihres Auftretens und ihrer Intensität ein Element der Störung, Belästigung oder sogar Schädigung darstellen, werden zu Lärm. „Lärm“ ist einfach ‚unerwünschter Schall‘. Seine Quellen können Maschinen und Geräte, Transportmittel und auch der Mensch selbst sein. In fast allen Bereichen wird nach Lösungen gesucht, um die Intensität von unerwünschtem Lärm zu reduzieren. Denn er hat einen erheblichen Einfluss auf den Lebenskomfort und die Effektivität von Aktivitäten.

Das gilt auch für Arbeitsplätze. Aus diesem Grund regelt die aktuelle Gesetzgebung genau das Niveau der Schalldämmung, das in Bürogebäuden erforderlich ist. Die Einhaltung der Bauvorschriften minimiert die rechtlichen Risiken und garantiert den Marktwert der Immobilie. Hohe akustische Parameter erhöhen auch die Attraktivität von Bürogebäuden aus der Sicht der Mieter - eine gute Schalldämmung verbessert die Effizienz der Mitarbeiter und garantiert die Freiheit, Besprechungen und vertrauliche Gespräche zu führen.

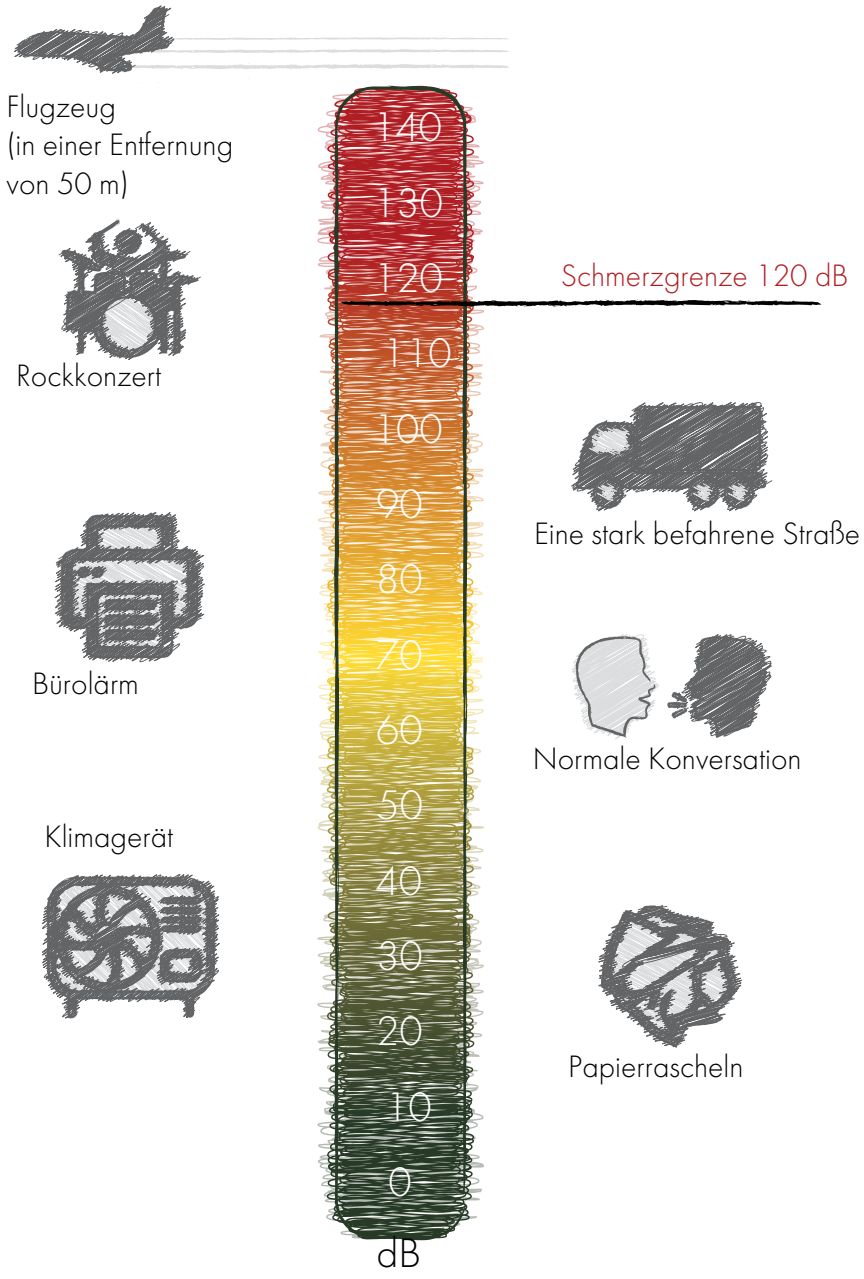
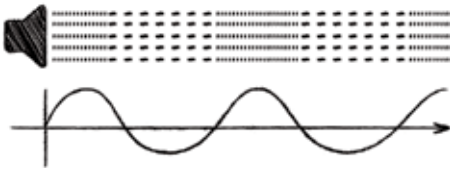


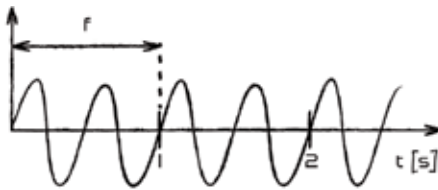
Abb. 1 Schalldruckpegel in unserer Umgebung

Ton



Schall ist ein Höreindruck, der durch eine akustische Welle hervorgerufen wird. Eine akustische Welle ist eine Wellenstörung, die durch die Vibration von Teilchen in einem beliebigen elastischen Medium verursacht wird: einem Festkörper, einer Flüssigkeit oder einem Gas.

Frequenz



Die Frequenz bestimmt die Anzahl der Schwingungsperioden pro Sekunde und wird in Hertz [Hz] angegeben. Die Tonhöhe des Tons hängt von der Frequenz ab. Je höher, desto höher der Ton, und je niedriger, desto tiefer der Ton.

Klang-Wellenlänge



Die Wellenlänge einer Schallwelle ist die Strecke, die eine akustische Welle während einer Schwingungsperiode zurücklegt, und wird in Metern [m] angegeben. Die Art vieler akustischer Phänomene, wie z.B. die Wellenablenkung, hängt von der akustischen Wellenlänge ab.

Geschwindigkeit der Wellenausbreitung

powietrze	→	340 m/s
beton	→	3800 m/s
stal	→	5100 m/s

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Schallwellen hängt vom Medium und der Art der Welle ab. Bei akustischen Berechnungen wird die folgende Schallgeschwindigkeit in Luft angenommen: $c = 340\text{-}345 \text{ m/sec}$. Im Vergleich dazu beträgt diese Geschwindigkeit in Stahl 5100 m/s und in Beton 3800 m/s . Schall breitet sich also in Festkörpern viel schneller aus als in Luft.

Schalldruck



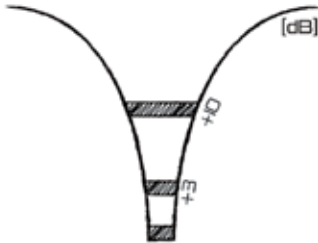
Der Schalldruck ist die momentane Veränderung des Drucks im Verhältnis zum mittleren atmosphärischen Druck. Schalldruckpegel werden in Pascal [Pa] ausgedrückt.

Aggregation von Klangquellen



Die Verdoppelung einer Schallquelle bedeutet nicht die Verdoppelung des Schallpegels. Wenn zwei gleich starke Schallquellen addiert werden, verdoppelt sich der Gesamtschalldruckpegel nicht, sondern steigt um 3 dB.

Wahrnehmung von Geräuschpegeln



Tests mit Hörern zeigen, dass ein Anstieg des Schalldruckpegels um 3 dB die am wenigsten wahrnehmbare Veränderung der Lautstärke ist, während ein Anstieg des Schalldruckpegels um 10 dB als eine Verdoppelung der Lautstärke und eine Abnahme um 10 dB als eine Halbierung der Lautstärke wahrgenommen wird (dies hängt auch von der Frequenz und der Intensität des Referenztons ab).

Mit Wirkung ab 2018 hat die Norm PN-B-02151-3:2015-10 die Anforderungen an den Schallschutz deutlich verschärft und zur Pflicht gemacht. Der Schallschutz ist eine der Grundvoraussetzungen für die Leistungsfähigkeit von Gebäuden, und die Einführung verbindlicher Anforderungen im Rahmen der zitierten Norm zeigt, wie wichtig es ist, Räume unter Berücksichtigung des Schallschutzes zu gestalten.

Akustik-Norm PN-B-02151-3:2015-10

„Bauakustik - Schutz gegen Lärm in Gebäuden - Teil 3: Anforderungen an die Schalldämmung von Gebäudetrennwänden

und Bauelemente“. Verpflichtend ab 1.

Januar 2018.

Auf diese Norm wird in der Verordnung des Ministers für Infrastruktur vom 14. November 2017 zur Änderung der Verordnung über die technischen Bedingungen, denen Gebäude und ihre Lage entsprechen müssen, Bezug genommen. Sie definiert die erforderlichen Werte für Räume, die als Parameter $R'A,1$ ausgedrückt werden. Dies ist der wichtigste Entwurfsparameter (der einer bestimmten Trennwand an ihrem spezifischen Standort zugeordnet ist), der die Schalldämmung unter Berücksichtigung der seitlichen Übertragung realistisch bestimmt. Bei der Bestimmung der Luftschalldämmung von Glastrennwänden wird zwischen den folgenden Arten von kollektiven und öffentlichen Wohngebäuden unterschieden (Tabellen 3 und 5 von PN-B-02151-3:2015-10): Hotels, Beherbergungsgebäude, kollektive Wohngebäude, Kinderkrippen und Vorschulgebäude, Grund- und weiterführende Schulen, Gebäude von Universitäten und Forschungseinrichtungen, Krankenhäuser und medizinische Versorgungsgebäude, Bürogebäude, Gerichts- und Staatsanwaltschaftsgebäude.

Wichtig! Wenn der Gebäudetyp Büroräume vorsieht, d.h. Büroräume, Besprechungsräume, Konferenzräume usw., sollten die Schallschutzanforderungen wie für Bürogebäude gelten.

Lp.	Partition Typ	Indikator Typ	Indikatorwert [dB]
VIII	Bürogebäude		
	Wände und Türen		
VIII.1	Wand ohne Türen zwischen den Büroräumen und die Wand zwischen den Büroräumen und dem Korridor	$R'_{A,1}$	≥ 40 (≥ 35)
VIII.2	Wand zwischen dem Büroraum und dem allgemeinen Verkehrsbereich (Flure, Lobbys, Treppenhäuser)		
VIII.2.1	Wand ohne Tür und Teil einer Vollwand mit Tür	$R'_{A,1}$	≥ 40 (≥ 35) *
VIII.2.2	Tür	$R_{A,1,R}$	≥ 30
VIII.3	Wand zwischen einem vertraulichen Gesprächsraum (einschließlich der Büros des Direktors) und anderen Büroräumen oder allgemeinen Kommunikationsbereichen (Flure, Lobbys, Treppenhäuser)		
VIII.3.1	Wand ohne Tür und Teil einer Vollwand mit Tür	$R'_{A,1}$	≥ 50
VIII.3.2	Tür	$R_{A,1,R}$	≥ 40
VIII.4	Wand zwischen Sitzungsräumen, einschließlich Räumen für ähnliche Zwecke	$R'_{A,1}$	≥ 48
VIII.5	Wand zwischen Konferenzraum und allgemeinem Kommunikationskorridor		
VIII.5.1	Wand ohne Tür und Teil einer massiven Wand mit Tür	$R'_{A,1}$	≥ 48
VIII.5.2	Tür	$R_{A,1,R}$	≥ 35
VIII.6	Wand zwischen Büros, Besprechungsräumen und Sanitäreanlagen	$R'_{A,1}$	≥ 50
VIII.7	Wand zwischen Büros, die von verschiedenen Benutzern genutzt werden	$R'_{A,1}$	≥ 50

Tabelle 3 Luftschalldämmung von inneren Trennwänden in kollektiven und öffentlichen Gebäuden (entnommen aus Tabelle 5 der PN-B-02151-3:2015-10).

* Niedrigere Anforderungen können akzeptiert werden, wenn aufgrund anderer Leistungserwägungen die Forderung nach einem $R'_{A,1}$ -Wert ≥ 40 dB zu erheblichen technischen Schwierigkeiten führen würde.

VIII.3 Wand zwischen dem Raum für vertrauliche Gespräche und anderen Büroräumen oder dem allgemeinen Kommunikationsbereich

VIII.3.1 Wand ohne Tür und Vollwand mit Tür

$$R'_{A,1} \geq 50$$

VIII.3.2 Tür

$$R_{A,1,R} \geq 40$$

VIII.4 Wand zwischen Sitzungsräumen, einschließlich Räumen für ähnliche Zwecke

$$R'_{A,1} \geq 48$$

VIII.5 Wand zwischen dem Konferenzraum und dem allgemeinen Kommunikationstrag

VIII.5.1 Wand ohne Tür und massiver Teil der Wand mit Tür

$$R'_{A,1} \geq 48$$

VIII.5.2 Türen

$$R_{A,1,R} \geq 35$$



VIII.1 Wand ohne Türen zwischen Büroräumen und Wand zwischen Büroräumen und Korridor

$$R'_{A,1} \geq 40 (\geq 35)$$



VIII.2 Wand zwischen dem Büroraum und dem allgemeinen Verkehrsbereich (Flure, Lobbys, Treppenhäuser)

VIII.2.1 Wand ohne Tür und Vollwand mit Tür

VIII.2.2 Türen

$$R'_{A,1} \geq 40 (\geq 35)^*$$

$$R_{A,1,R} \geq 30$$

*Es ist zulässig, niedrigere Anforderungen festzulegen, wenn die Forderung nach einem $R'_{A,1}$ -Wert ≥ 40 dB aus anderen Leistungsgründen erhebliche technische Schwierigkeiten verursachen würde.

Die erforderlichen Schalldämmungsparameter für Gebäude werden durch die geltenden Normen und Bauvorschriften festgelegt. Die Einhaltung der Vorschriften garantiert nicht nur die Sicherheit, Baugenehmigungen und Qualitätszertifikate zu erhalten, sondern bestimmt auch - und das ist wichtig - den Wert der gesamten Immobilie.

Die ordnungsgemäße Isolierung eines Gebäudes gegen Luftschall hängt von der Verwendung geeigneter Materialien ab, sowohl an den Fassaden (äußere Schalldämmung) als auch in den Innenräumen des Gebäudes.

Die hohe akustische Leistung eines Bürogebäudes ist ebenso wichtig wie seine Wärmedämmung, Belüftung und Beleuchtung. Sie haben daher einen erheblichen Einfluss auf den Wert eines Gebäudes, sowohl bei der Vermietung als auch bei einem möglichen Verkauf. Ihre Bedeutung wird in dem Maße zunehmen, in dem der Markt sie stärker wahrnimmt.



Aus Sicht des Gebäudeeigentümers minimiert die Einhaltung der Bauvorschriften die rechtlichen Risiken und sichert den Marktwert der Immobilie.



Hohe akustische Parameter erhöhen die Attraktivität des Gebäudes, sowohl für einen potenziellen Käufer als auch für einen Mieter.



Viele Serien von Studien bestätigen die negativen Auswirkungen von Lärm auf die Produktivität von Mitarbeitern. Eine angemessene Schalldämmung von Büroräumen erhöht den Komfort und die Arbeitszufriedenheit erheblich, was zu einer deutlichen Steigerung der Produktivität führt. Die Aufteilung der Büroräume in Zonen mit unterschiedlichen Funktionen, darunter Räume mit besonders hohen Schallschutzparametern, ermöglicht es, vertrauliche Gespräche und Konferenzen frei zu führen oder in unabhängigen Projektteams zu arbeiten und dabei die volle Kontrolle über den Informationsfluss zu behalten. Für Mieter neuer Gebäude ist es mittlerweile Standard, die akustische Isolierung des Gebäudes gegen Außengeräusche zu überprüfen. Sie achten auch zunehmend auf die akustischen Eigenschaften der Räume. Es ist zu erwarten, dass dieses wachsende Bewusstsein bei den Mietern zunehmend Erwartungen wecken wird.



Eine angemessene akustische Isolierung des Raums verbessert die Effizienz der Mitarbeiter und garantiert die Freiheit, Besprechungen und vertrauliche Gespräche zu führen.



Auf der Grundlage von Messungen, die unter Laborbedingungen gemäß EN 10140-2:2011 durchgeführt wurden, werden die einstelligen R_w - und C -Indizes für innere Trennwände nach den in EN ISO 717-1:2013 angegebenen Methoden ermittelt. Jedes auf Luftschalldämmung geprüfte Produkt hat die oben genannten Indizes.

R_w - bewerteter spezifischer Schalldämmwert einer Trennwand
 C - Spektraler Anpassungsindex, Korrektur der Auswirkungen von typische Geräusche in Innenräumen von Gebäuden, Geräuschspektrum von Wohngebäuden

Die Einheit für diesen Parameter ist das Dezibel [dB]. Je höher der Wert, desto besser ist die Schalldämmung des gesamten Systems (der Wert gibt den Grad der Reduzierung der Schallintensität auf der anderen Seite der Trennwand an).

Anforderungen an die Schalldämmung von Innenwänden:

Auf der Grundlage eines Labortests kann die Schalldämmung eines Giebels $RA,1$ berechnet werden, d.h. die Wirksamkeit bei einer typischen Anwendung im Inneren von Gebäuden:

$$R_{A,1} = R_w + C \text{ (gdzie } C \leq 0)$$

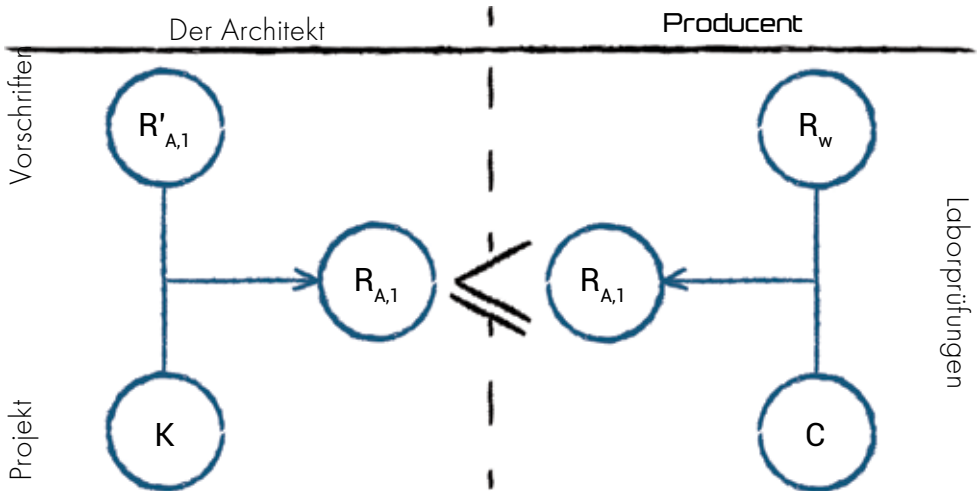
Für die Planung von Gebäuden sollten immer die oben genannten, aus Labortests gewonnenen Verhältnisse verwendet werden.

$R_{A,1}$ - ein Indikator, der die Frequenzen für den typischen Lärm berücksichtigt, gegen den der Raum geschützt ist

Die Schalldämmung einer Trennwand zwischen Räumen in einem Gebäude ist das Ergebnis der Dämmung des direkten Weges und aller seitlichen Wege, die in einem bestimmten Fall vorhanden sind. Daher ist dieser Wert für eine Trennwand, die an einem bestimmten Ort im Gebäude vorhanden ist, manchmal geringer als die unter Laborbedingungen ermittelte Schalldämmung des Standards dieser Trennwand. Daher werden die normativen Anforderungen an Bauwerke durch $R'A,1$ bestimmt - eine Bewertung der ungefähren Schalldämmleistung einer Wand in einem Gebäude, die den Einfluss der seitlichen Schallübertragung berücksichtigt [K].

$$R'_{A,1} = R_{A,1} - K$$

Der seitliche Transmissionskoeffizient K sollte vom Planer bereits in der Entwurfsphase bestimmt werden. So können Sie in Kenntnis der Anforderungen der Norm in Bezug auf $R'A,1$ den Mindestwert von $RA,1$ in Übereinstimmung mit der beabsichtigten Nutzung des Gebäudes festlegen.



Anforderungen an die Schalldämmung von Innentüren:

Die aktuelle Norm PN-B-02151-3:2015-10 enthält getrennte Anforderungen an die Schalldämmwerte für Wände ohne Türen und für die Türen selbst, was bedeutet, dass die entsprechenden Bestimmungen in der Planung auch getrennt angewendet werden sollten. Dies soll die Formulierung und auch die Anwendung der Norm vereinfachen, indem explizit nicht versucht wird, eine typische Wandgröße mit Türen oder das Verhältnis, das sich aus ihren gegenseitigen Proportionen ergibt, anzugeben. Es wäre physikalisch unmöglich, jede mögliche Kombination von Wand- und Türoberflächen zu testen, um vergleichbare Ergebnisse zwischen den Herstellern zu erhalten.

Die korrekte Anwendung von PN-B-02151-3:2015-10 schließt aus:

- Summierung der Schalldämmwerte für eine Wand- und Türeinheit
- Mittelwertbildung der Schalldämmwerte von Wänden und Türen

Die Anforderungen an Türen werden durch die Bemessungsgrundlage der Schalldämmung bestimmt:

$$R_{A,1,R} = R_{A,1} - 2 \text{ dB}$$

Die in der obigen Formel enthaltene feste Korrektur von 2 dB bedeutet, dass die Norm in den Anforderungen von einem bereits korrigierten Wert ausgeht und keine zusätzlichen Koeffizienten und Korrekturen berücksichtigt werden müssen.

Schall breitet sich durch Wellenbewegung aus und bahnt sich einen Weg durch verfügbare Medien wie Luft, Glas oder eine gemauerte Wand.

Wenn er auf eine Mediengrenze trifft, z. B. zwischen Luft und einem festen Hindernis, wird ein Teil der Energie der Schallwelle reflektiert, ein Teil wird vom Material absorbiert und ein Teil wird über die Grenzen des Mediums hinweggetragen. Nach dem Gesetz der Masse gilt: Je massiver die Struktur, desto geringer ist die Menge des übertragenen Schalls. Wie sich der Schall in einem Raum ausbreitet, hängt auch von seinen Abmessungen und Oberflächenstrukturen ab.

Wenn eine Trennwand zwei Räume voneinander trennt, erfolgt die Schallübertragung zwischen den beiden Räumen auf direktem Weg, d.h. durch die Trennwand, und auf indirektem Weg, d.h. über Material und Luft.

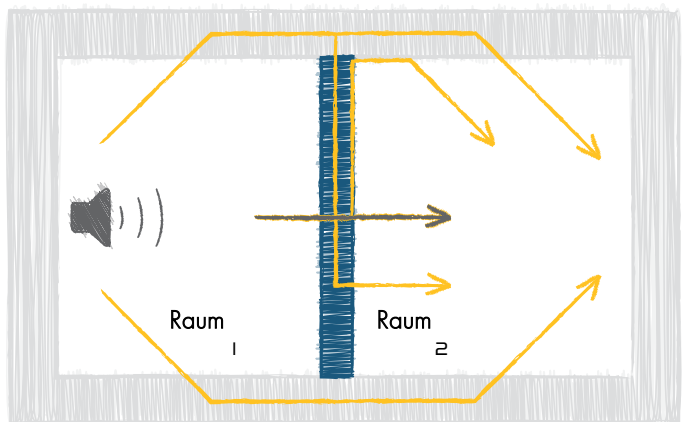
Klangquelle



direkte Übertragung



seitliche Übertragung



Anmerkung:

Das Schema gilt sowohl für den vertikalen als auch für den horizontalen Querschnitt der angrenzenden Räume

"To jest coś pięknego"



25-35 dB

"To jest coś pięknego"



Die meisten Gespräche sind deutlich zu hören. Es ist schwierig, auf der 'leisen' Seite zu arbeiten.

"To jest coś pięknego"



35-40 dB

"to...st...co...p...kn...go"



Lauter Gespräche können hörbar sein, aber der notwendige Komfort ist gewährleistet.

"To jest coś pięknego"



40-45 dB



Schallgedämpfte Gespräche. Verbesserte Konzentrationsfähigkeit und Effizienz auf der 'leisen' Seite.

"Ten temat jest poufny"



45-50 dB

"T...t...t...st...ny"



Deutlich schallgedämpfte Unterhaltungen. Bequemes und effektives Arbeiten auf der „leisen“ Seite. Vertrauliche Gespräche auf der „lauten“ Seite möglich.

"Ten temat jest poufny"



50-55 dB



Vollständig schallgedämpfte Gespräche. Vollkommen komfortables und effizientes Arbeiten auf der „leisen“ Seite. Vertrauliche Gespräche auf der „lauten“ Seite möglich



55-60 dB



Die meisten Geräusche sind vollständig schallgedämmt. Vollkommen komfortabler und effizienter Betrieb auf der 'leisen' Seite. Volle Vertraulichkeit auf der 'lauten' Seite.

Die Leistung einer Gebäudehülle in Bezug auf die Schalldämmung wird experimentell getestet, wobei standardisierte Messtechniken und -methoden verwendet werden.

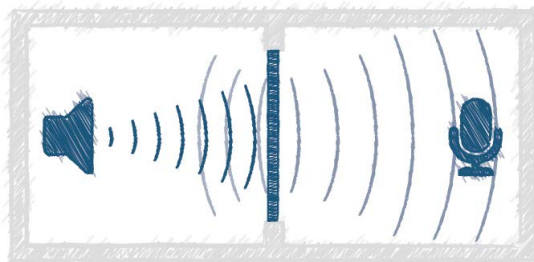
Die Ergebnisse der Messungen werden verwendet, um die Leistung verschiedener Konstruktionen zu vergleichen und um zu überprüfen, ob sie der beabsichtigten Leistung so nahe wie möglich kommen. Identifizierungsmessungen (Produkttypentests) für Konstruktionszwecke werden unter Laborbedingungen und Verifizierungsmessungen (as-built) unter Feldbedingungen durchgeführt.

Prüfung in Labor

Kontrollierte Laborbedingungen ermöglichen den direkten Vergleich von Bauprodukten unter wiederholbaren Bedingungen. Der Prüfling wird zwischen zwei unabhängigen, voneinander entkoppelten Prüfkammern (Sende- und Empfangskammer) montiert, so dass der Einfluss der seitlichen Übertragung ausgeschaltet ist und davon ausgegangen werden kann, dass der Schall nur durch den Prüfling übertragen wird. In der Sendekammer werden die Schallquellen platziert, während sich auf der anderen Seite der Schallwand ein entsprechendes Empfangsset befindet.

Unter diesen Bedingungen wird eine Reihe von Messungen durchgeführt, um die Unterschiede in den Schallpegeln auf der lauten und der leisen Seite zu analysieren, die nach entsprechender Verarbeitung die Grundlage für die Berechnung der entsprechenden Indizes bilden. Detaillierte Methoden und Verfahren sind in der Normenreihe EN ISO 10140 festgelegt, die detaillierte Anforderungen an die Oberflächen- und Längenmaße der Probe, ihre Befestigung auf dem Prüfstand und Richtlinien für die Prüfkammern (Volumen, Nachhallzeit, Grad der Schallfelddispersion) enthält. Sie spezifizieren auch die Schallquellen und Messgeräte, die für die Messungen verwendet werden, und definieren die Grundsätze für die Messungen und ergänzende Berechnungen.

Durch die genaue Festlegung der Bedingungen und des Testverfahrens kann man davon ausgehen, dass die Ergebnisse der Tests verschiedener Lösungen unterschiedlicher Hersteller auf eine Form reduziert werden, in der sie miteinander verglichen werden können, um die optimale Lösung für das Projekt auszuwählen.



Praktische Tests

Wenn der tatsächliche Dämmwert einer Trennwand, die bereits im Gebäude vorhanden ist, überprüft werden muss, können Feldtestmethoden eingesetzt werden.

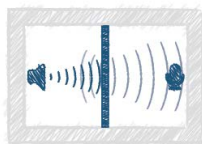
Wie bei Labortests wird auch bei Feldtests die Beziehung zwischen einem bestimmten akustischen Parameter der Trennwand und den Schalldruckpegeln auf beiden Seiten der Trennwand genutzt.

Feldtests werden unter realen Bedingungen durchgeführt und bestimmen meist die Parameter der Trennwand, die mit den Anforderungen der Norm verglichen werden können. Bei der Messung der Schalldämmung von Trennwänden oder der Schalldämmung von Raum zu Raum wird ein Lautsprecher als Schallquelle verwendet und der entsprechende gemessene akustische Parameter bestimmt.

Der Ablauf der Prüfung wird durch die PKN-Norm PN-EN ISO 140-4:2000 geregelt, die, obwohl sie in der PKN-Sammlung durch PN-EN ISO 16283-1:2014-05 ersetzt wurde, aufgrund ihres datierten Verweises in der aktuellen Verordnung des Ministers für Infrastruktur und Bauwesen vom 14. November 2017 zur Änderung der Verordnung über die technischen Bedingungen, denen Gebäude und ihr Standort entsprechen sollten, weiterhin gültig ist.

Die Testergebnisse beziehen sich immer auf die Bedingungen, unter denen sie durchgeführt wurden. Um die akustischen Eigenschaften der getesteten Trennwände richtig einschätzen zu können, ist es notwendig, den Einfluss der Schallübertragung über indirekte Wege (meist materielle seitliche Schallübertragungswege) auf das Messergebnis abzuschätzen.

Die Ergebnisse von Feldtests beziehen sich nur auf die spezifische Konstruktion, für die sie durchgeführt wurden. Unter Feldbedingungen ist es nicht möglich, die Schallübertragung über indirekte Pfade (meist materialbedingte seitliche Schallübertragungspfade) und deren Einfluss auf das Ergebnis zu eliminieren.



Laboratorium



Budynek

Entwicklung



Partners



Tel: +41 797 76 86 28
E-mail: glasspro@mail.ch
Web: www.glasspro.ch