

Akustik

Schall und Lärm im Griff dank Isover-Glaswolle



Inhalt

ALLGEMEINES ZUR AKUSTIK	4
1. Rechtzeitig an den Schallschutz denken	4
2. Was ist Schall?	5
Angenehm oder störend?	5
Schallübertragung	5
Schallgeschwindigkeit, Wellenlänge und Tonhöhe	5
Hörschwelle, Schalldruck und Schalldruckpegel	6
Pegeladdition	7
Bewerteter Schalldruckpegel in dB(A)	7
3. Akustik im Gebäude	8
Baulicher Schallschutz	8
Raumakustik und Schallabsorption	9
Schalldämmung ist nicht gleich Schallabsorption	9
SCHALLDÄMMUNG	10
1. Luftschalldämmung	10
Einschalige Bauteile: Prinzip der Masse	10
Zweischalige Bauteile: «Masse-Feder-Masse»-Prinzip	10
Die Vorteile zweischaliger Bauweise	11
Einflussfaktoren bei „Masse-Feder-Masse“-Konstruktionen	11
2. Trittschalldämmung	13
Lärmbekämpfung an der Quelle	13
Dynamische Steifigkeit	13
3. Anforderungen an die Schalldämmung von Fassaden, Dächern, Wänden und Decken nach Norm SIA 181:2020 «Schallschutz im Hochbau»	15
Rechtliche Grundlage	15
Geltungsbereich	15
Anforderungen	15
Lärmempfindlichkeit	15
Anforderungen Luftschallschutz gegenüber externen Quellen	16
Anforderungen Luftschallschutz gegenüber internen Quellen	16
Anforderungen Trittschallschutz	17
Anforderungen gegenüber Geräuschen gebäudetechnischer Anlagen und fester Einrichtungen	17
Geräuscharten	18

RAUMAKUSTIK	19
1. Geometrische Raumakustik	19
2. Statistische Raumakustik	20
Nachhallzeit T	20
Schallabsorptionsgrad α_s	21
Bewertete Einzahlangabe α_w	22
Schallpegelminderung ΔL	22
Geometrische Ausbreitungsdämpfung	23
ISOVER-LÖSUNGEN	24
1. Luftschallschutz gegenüber externen Lärmquellen	25
Aussenwände	25
Geneigte Dächer	27
2. Luftschallschutz gegenüber internen Lärmquellen	28
Trennwände	28
3. Luft- und Trittschallschutz gegenüber internen Lärmquellen	29
Geschossdecken	29
4. Raumakustik	30
Angenehmes Raumempfinden dank ausgewogener Akustik	30
Bessere Raumakustik mit Absorptionsflächen	30
5. Lärmschutz und Schallpegelminderung	32
Lärmschutz	32
Schallpegelminderung in Industriehallen	33
ANHANG	34
4 Messprotokolle - Staatliche Versuchsanstalt TGM, Wien	34
Die Isover-Akustikprodukte im Überblick	36
Erläuterung von Begriffen und Masseinheiten	38
Plattform Lignumdata	39

Allgemeines zur Akustik

1. Rechtzeitig an den Schallschutz denken

Das Leben wird immer lauter. Lärmquellen wie Verkehr oder Baumaschinen, aber auch menschliche Tätigkeiten im Gebäudeinneren, wirken für die Benutzer oft störend und geben Anlass für Reklamationen. Lärmimmissionen beeinträchtigen das Wohlbefinden in den eigenen vier Wänden und senken die Konzentrationsfähigkeit am Arbeitsplatz.

Fast **200'000 Menschen** in der Schweiz sind bei ihrer Arbeit einem Lärmpegel ausgesetzt, der über den zulässigen Grenzwerten liegt.

Tagsüber ist jeder siebte Einwohner an seinem Wohnort übermässigem Strassenlärm ausgesetzt, nachts ist es jeder achte. (Quelle: Suva)



Die Tatsache, dass Lärm stört und im Extremfall krank macht, gilt aber nicht nur für dauernd einwirkende Geräusche mit hohen Schallpegeln. Sie gilt auch für Geräusche, die wesentlich leiser sind, aber aufgrund ihres Informationsgehaltes und je nach Befinden der betroffenen Person trotzdem zu Ruhe- und Konzentrationsstörungen führen können.

Da Lärm nicht immer an der Quelle vermieden werden kann, bedarf es wirksamer Massnahmen, um ihn zu reduzieren. Wenn dem Schallschutz zu wenig Bedeutung beigemessen oder dieser aus Kostengründen reduziert wird, bedeutet dies einen grossen Verlust an Lebens- bzw. Arbeitsqualität. Zudem sinkt der Wert der betroffenen Liegenschaft. Nachträgliche Lärmschutzmassnahmen sind oft nur mit grossem Kostenaufwand oder gar nicht realisierbar. Deshalb **muss eine optimale Schalldämmung von Anfang an integrierter Teil der Planung sein.**

2. Was ist Schall?

Physikalisch gesehen handelt es sich bei Schall um mechanische Schwingungen und Wellen eines gasförmigen, flüssigen oder festen Stoffes im Frequenzbereich des menschlichen Hörens von 20 bis 20'000 Hz. **Für die Bauakustik ist der Frequenzbereich von 100 bis 5'000 Hz am wichtigsten**, weil dieser am empfindlichsten wahrgenommen wird.

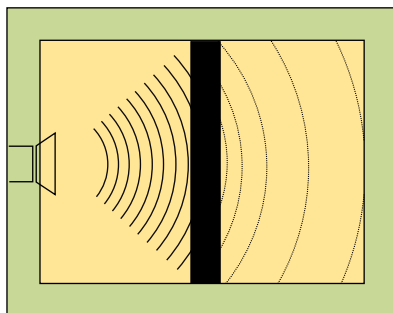
Angenehm oder störend?

Alles, was wir hören, bezeichnen wir als Schall. Störenden, lästigen Schall nennen wir Lärm. Unter Lärm werden alle Höreindrücke verstanden, die eine Belästigung hervorrufen oder der Gesundheit schaden. Allerdings stellen nicht nur laute Geräusche Lärm dar, auch Geräusche niedrigerer Schallpegel können als Lärm empfunden werden. **Die Wahrnehmung von Lärm ist in der Tat äusserst subjektiv**. Ob Lärm als störend empfunden wird, hängt also nicht nur von der Lautstärke, der Dauer und dem Zeitpunkt der Lärmentwicklung ab, sondern auch von der Art des Lärms, der persönlichen Veranlagung, der Tageszeit oder dem Gesundheitszustand.

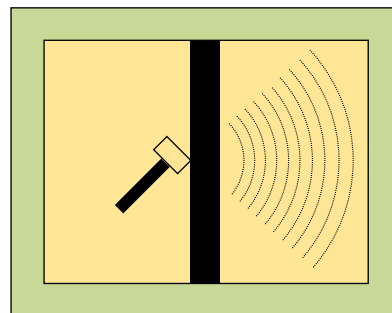
Schallübertragung

Damit sich Schall ausbreiten kann, braucht er ein Medium – wie zum Beispiel Luft. In diesem Fall sprechen wir von **Luftschall**. Findet die Schallausbreitung in festen Körpern statt, dann nennen wir ihn **Körperschall**. Wird die Schallausbreitung in festen Körpern durch Gehen ausgelöst, dann sprechen wir von **Trittschall**. Aber in beiden Fällen wird er wieder vom festen Körper an die Luft abgestrahlt, um letztlich als Luftschall an unser Ohr zu gelangen.

Luftschall-Anregung



Körperschall-Anregung



Die Intensität der Wahrnehmung hängt davon ab, wie stark sich der Luftdruck verändert (Schalldruck p , Pa) und wie oft pro Sekunde diese Veränderung stattfindet (Frequenz f , Hz).

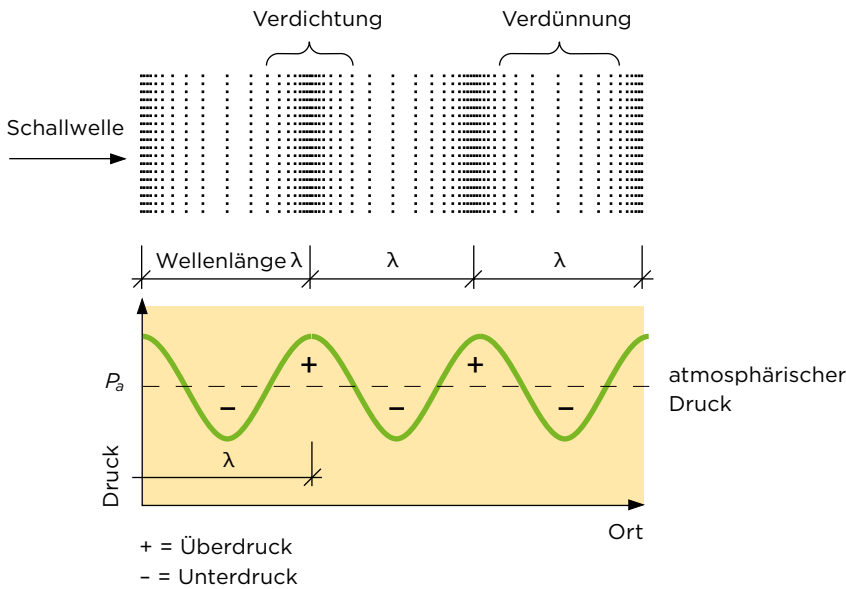
Schallgeschwindigkeit, Wellenlänge und Tonhöhe

Die einzelnen Luftteilchen führen in der Ausbreitungsrichtung Schwingungen um ihre Ruhelage aus, wobei jeweils die benachbarten Teilchen mit angestossen werden, sodass eine Schallfortpflanzung des Anstosses zustande kommt, dessen Geschwindigkeit vom Medium abhängt. Die Schallgeschwindigkeit in Luft lässt sich wie folgt darstellen:

$$c = \lambda \cdot f \quad [\text{m/s}]$$

λ Wellenlänge [m]

f Frequenz [Hz]



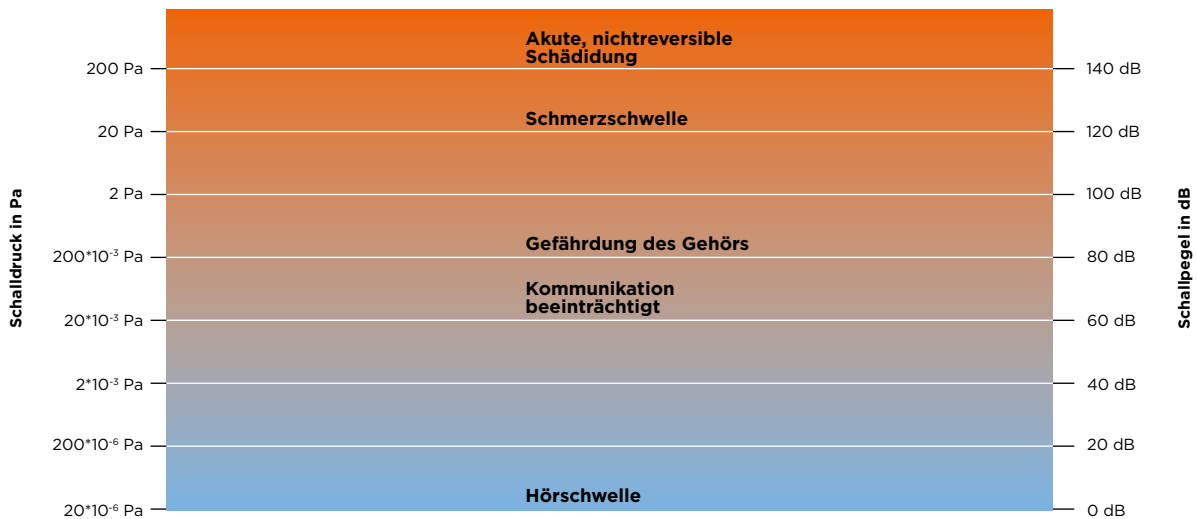
Die Schallgeschwindigkeit in Luft ist hauptsächlich von der Temperatur abhängig. Bei Raumtemperatur beträgt sie etwa 340 m/s. Im Tonhöhenbereich der Bauakustik (100 Hz bis 5'000 Hz) haben wir es mit Wellenlängen zwischen 3.4 m und etwa 70 mm zu tun. Tiefe Töne haben eine grosse Wellenlänge und sind viel schwieriger zu dämmen und zu schlucken als hohe Töne mit kurzen Wellenlängen.

Hörschwelle, Schalldruck und Schalldruckpegel

Das menschliche Ohr kann Luftschall im Bereich der Druckschwankungen von $2 \cdot 10^{-5}$ Pa als Hörschwelle bis zur Schmerzschwelle von 20 Pa verarbeiten. Bei einem Schalldruck von 20'000 Pa zerreißt das Trommelfell.

Das Ohr hat eine variable Empfindlichkeit: für schwache Signale eine grosse und für starke Signale eine kleine. Darum ist es in der Akustik üblich, die absoluten Schalldrücke p (Pa) in daraus abgeleitete, logarithmische Grössen, den Schalldruckpegeln L (dB) umzurechnen. Das Dezibelmass stimmt besser mit dem Lautstärkeindruck überein.

Die Einführung dieser Skala verkürzt den Wertebereich erheblich, die Schalldruckwerte von 0.00002 Pa bis 20 Pa werden durch die Dezibel-Werte von 0 bis 120 dB abgebildet.



Lärmskala



10-40 dB, Leise Umgebung

Flüstern (Wind in den Bäumen, ruhige Wohnung, Bibliothek)



40-60 dB, Mittlere Umgebungsgeräusche

Leises Sprechen (Gedämpfte Stimmen, ruhiges Gespräch im Büro)



60-80 dB, Belastende Geräuschkulisse

Man muss lauter sprechen, um verstanden zu werden (z. B. Waschmaschine, schreiendes Baby, lautes Klassenzimmer)



80-100 dB, Gesundheitsgefährdender Lärm

Nur noch mit Rufen verständlich (z. B. Konzert, vorbeifahrender Zug)



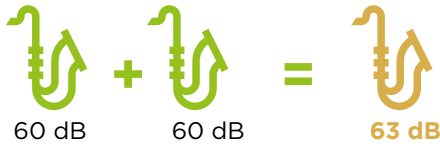
100-130 dB, Schmerzgrenze erreicht

Keine Verständigung mehr möglich (z. B. startendes Düsenflugzeug)

Pegeladdition

Schallpegel müssen logarithmisch addiert werden, keines Falls arithmetisch!

Zwei Schallpegel mit < 10 dB Unterschied



Unterschied zwischen zwei Schallpegeln (in dB)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Wert, der zum höchsten Pegel addiert werden muss (in dB)	3.0	2.6	2.1	1.8	1.5	1.2	1.0	0.8	0.6	0.5

60 dB + 60 dB ≠ 120 dB sondern 63 dB
83 dB + 87 dB ≠ 170 dB sondern 88.5 dB

Zwei Schallpegel mit > 10dB Unterschied



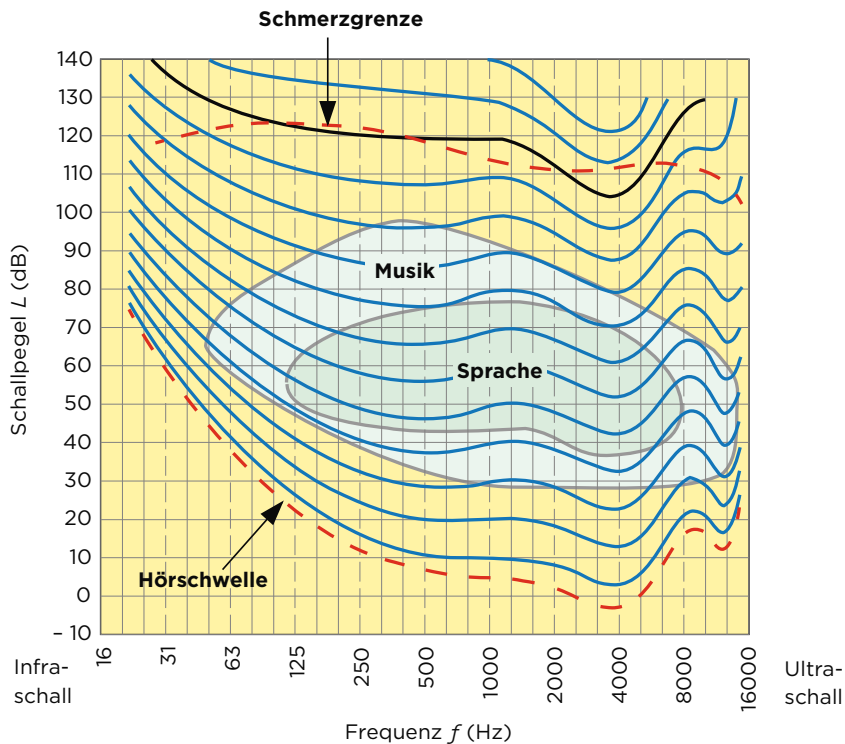
Der grössere Schallpegel übertönt den kleineren

Wahrnehmung von Schallpegeldifferenzen für Schallpegelunterschiede über 40 dB

Pegelveränderung	Beschreibung des Wahrnehmung
1 dB	kaum wahrnehmbar
3 dB	deutlich wahrnehmbar
6 - 10 dB	etwa doppelt so laut

Hörbereich des menschlichen Ohres

Wenn wir nun eine Zusammenfassung des menschlichen Hörens betreffend den Frequenzbereich oder die Tonhöhe von 20 bis 20'000 Schwingungen pro Sekunde und dem Dynamikbereich der Schalldruckpegel von der Hörschwelle bis zur Schmerzschwelle vornehmen, dann können wir den gesamten Hörbereich als Fläche festlegen. Diese Hörfläche ist als Hörbereich des menschlichen Ohres nachfolgend dargestellt.



Hörbereich des menschlichen Ohres - Kurven gleicher Lautstärkeempfindung

Bewerteter Schalldruckpegel in dB(A)

Schauen wir uns die Kurven für verschiedene Schallpegel an, dann werden wir feststellen, dass unser Gehör nicht für alle Tonhöhen gleich empfindlich ist. Unser Ohr ist bei Frequenzen zwischen 500 und 5'000 Hz am empfindlichsten. Bei sehr hohen Tönen - nahe dem beginnenden Ultraschallbereich - wie auch bei sehr tiefen Tönen ist die Empfindlichkeit wesentlich geringer. So empfinden wir einen Schalldruckpegel von z.B. 80 dB bei einer Frequenz von 4'000 Hz gleich laut wie den Schalldruckpegel von 90 dB bei 125 Hz. Hohe Töne stören uns viel mehr.

Dass wir aber Schalldruckpegel nicht immer nur im gesamten Frequenzband angeben müssen, um uns ein Bild der Wirkung auf das menschliche Gehör machen zu können, hat man verschiedene Filterkurven eingeführt. Die beste Annäherung an die menschliche Wahrnehmung wird durch die Filterkurve A erreicht. Das A-Filter vermindert oder verstärkt das Schallsignal in den verschiedenen Tonhöhenbereichen entsprechend der Empfindlichkeit unseres Gehörs. Auf diese Weise bestimmte Schalldruckpegel geben uns als Einzelwert eine brauchbare Grösse für die Beurteilung, und sie sind gekennzeichnet als **bewertete dB(A)-Pegel**.

Frequenz (Hz)	63	125	250	500	1'000	2'000	4'000	5'000
A-Filter-Bewertung (dB)	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1

3. Akustik im Gebäude

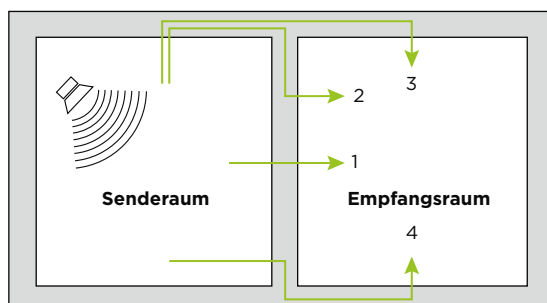
Baulicher Schallschutz

Wenn wirksamer Schallschutz an der Lärmquelle selbst nicht möglich ist, können Massnahmen des baulichen Schallschutzes Wohn- und Arbeitsräume vor unzumutbarem Lärm schützen.

Zu den Aufgaben des baulichen Schallschutzes gehört der Schutz vor externen und internen Lärmquellen sowie vor externen und internen Quellen von abgestrahltem Körperschall. Der Schallschutz vor Trittschall ist dabei mindestens ebenso bedeutend wie der Schutz vor Luftschallübertragung (gegenüber externen und internen Lärmquellen) und haustechnischen Einrichtungen wie Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen, Lüftungs- und Klimageräten, Aufzügen und Tiefgaragen. Die Schallübertragung zwischen Räumen ist abhängig von der Art der Anregung (Luftschall oder Körperschall) und den Nebenwegen.

Luftschalldämmung

Bei der Luftschalldämmung geht es darum, die Luftschallübertragung durch Bauteile wie Wände, Türen, Fenster oder Dächer sowie über Nebenwege zu vermindern. Die Dämmung ist umso besser, je höher die dB-Zahl des bewerteten Schalldämm-Masses R_w ist (bzw. des bewerteten Bauschalldämm-Masses R'_w - inklusive flankierende Bauteile). Als Richtgrösse gelten z.B. für Wohnungstrennwände bewertete Bauschalldämm-Masse R'_w von 55 bis 60 dB.

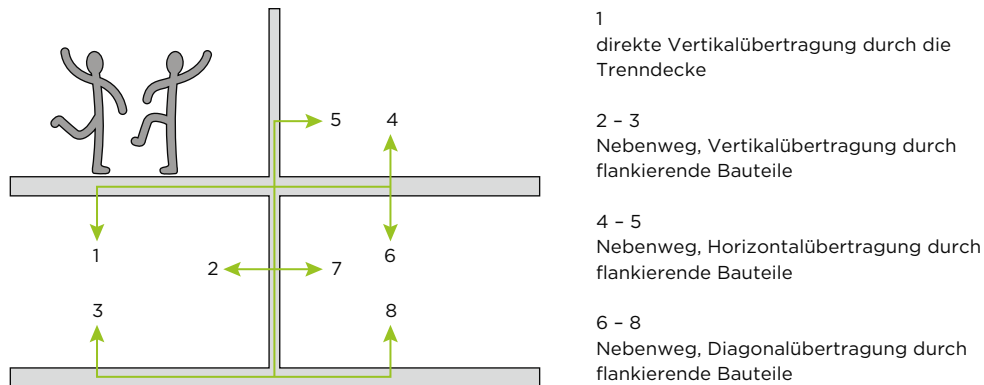


- 1 direkte Übertragung durch das Trennbauteil
- 2-4 indirekte Übertragung durch flankierende Bauteile, Schächte, Rohrleitungen und Undichtigkeiten

Wege der Luftschallübertragung zwischen benachbarten Räumen

Trittschalldämmung

Wird die Schallausbreitung in festen Körpern durch Gehen ausgelöst, spricht man von Trittschall. Er entsteht als sogenannter Körperschall, welcher – an die Luft abgestrahlt – letztlich wieder als Luftschall das menschliche Ohr erreicht. Die Trittschalldämmung einer Decke mit Unterlagsboden oder weichen Gehbelägen wird umso besser, je kleiner der dB-Wert des bewerteten Norm-Trittschall-Pegels $L'_{n,w}$ ist. Beim Trittschallverbesserungsmass ΔL_w verhält es sich gerade umgekehrt: Je höher die dB-Zahl, umso besser ist die Dämmung (siehe auch Tabelle unten auf Seite 14).

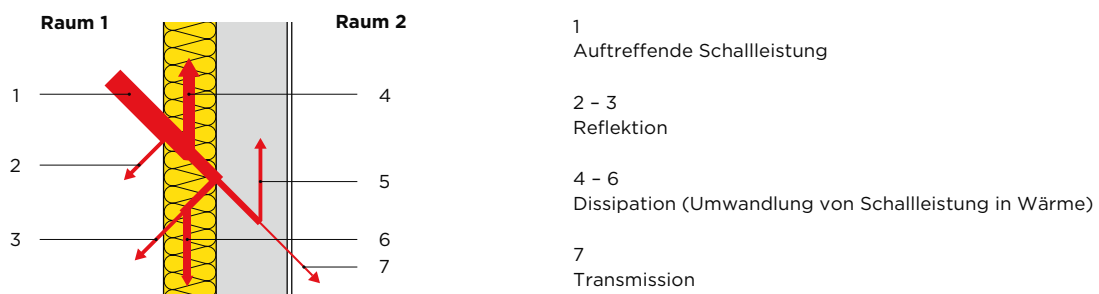


Trittschall-Übertragungswege

Raumakustik und Schallabsorption

Die Raumakustik ist ein Teilgebiet der Akustik, das sich mit der Hörsamkeit von Sprache und Musik in Räumen sowie dem akustischen Design dieser Räume befasst.

Dank schallabsorbierenden Flächen kann in Räumen der Schallpegel gesenkt oder die Sprachverständlichkeit bzw. der Klangeindruck von Musik optimiert werden. Die Schallabsorption bezeichnet den Vorgang der Verminderung der Schallenergie insbesondere durch Umwandlung in Wärme. Für die Absorption von Luftschall verwendet man in der Praxis vorwiegend poröse und offenzellige Materialien wie z.B. die Isover Glaswolle. Um die Schallabsorption von Bauteilen oder einzelnen Flächen zu beschreiben, bedarf es des Schallabsorptionsgrades α_s . Dieser bezeichnet das Verhältnis von absorbiert zu einfallender Schallenergie.



Reduktion des Schallpegels durch Absorption

Schalldämmung ist nicht gleich Schallabsorption

Schalldämmung und Schallabsorption verfolgen unterschiedliche Ziele. Ein Baustoff, der gut dämmt, eignet sich nicht unbedingt für die Schallabsorption und umgekehrt. Eine Betonwand dämmt den Schall wirkungsvoll, reflektiert aber praktisch die gesamte Schallenergie an der Oberfläche. Eine Akustikplatte absorbiert Schall hervorragend, dämmt ihn aber praktisch nicht. Zur Veranschaulichung zeigt die nachfolgende Tabelle die Gegenüberstellung einer Holzwerkstoffplatte und einer Mineralwolle:

Material	Schallabsorption	Schalldämmung
20 mm Mineralwolle	ca. 70%	ca. 3 dB
20 mm Holzplatte	ca. 3%	ca. 22 dB

Schalldämmung

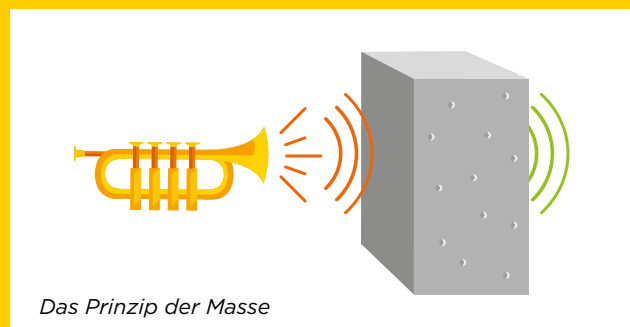
1. Luftschalldämmung

Bei der Betrachtung der Schallübertragung durch ein Bauteil, bzw. der Schalldämmung eines Bauteils, muss zwischen ein- und zweischaliger Bauweise unterschieden werden.

Einschalige Bauteile: Prinzip der Masse

Die Schallübertragung einschaliger Bauteile hängt in erster Linie von ihrer flächenbezogenen Masse ab. Je grösser die flächenbezogene Masse einer Wand oder einer Decke, desto besser die Schalldämmung, weil das Bauteil mit zunehmendem Flächengewicht schlechter durch Schallwellen angeregt werden kann. Für einen guten Schallschutz ($R_w > 50$ dB) mit einschaligen Bauteilen sind flächenbezogene Massen grösser als 250 kg/m^2 notwendig.

Auch beim Trittschall – der im Hochbau am häufigsten vorkommenden Art von Körperschall – existiert bei einschaligen Bauteilen dieser Zusammenhang zwischen Masse und Schalldämmung. Der übertragene Schall (bewerteter Normtrittschallpegel), ist bei dicken – also schweren – Betondecken kleiner als bei dünnen.

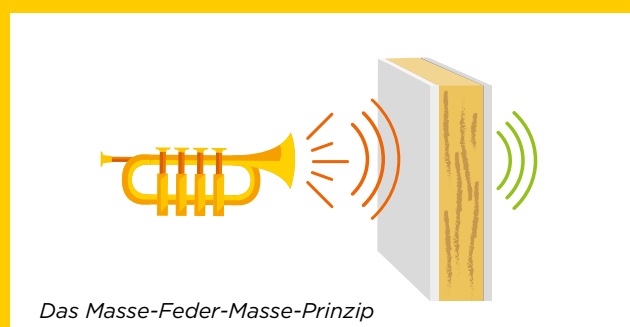


Zweischalige Bauteile: «Masse-Feder-Masse»-Prinzip

Die Schallübertragung nach dem «Masse-Feder-Masse»-Prinzip tritt bei zweischaligen Bauteilen, bestehend aus zwei Schalen und einer möglichst weichen, federnden Zwischenschicht ein. Die beiden Schalen der Wand wirken zusammen mit dem Lufthohlraum und/oder der Dämmschicht als ein «Masse-Feder-Masse»-Schwingungssystem.

Dies ist zum Beispiel der Fall bei:

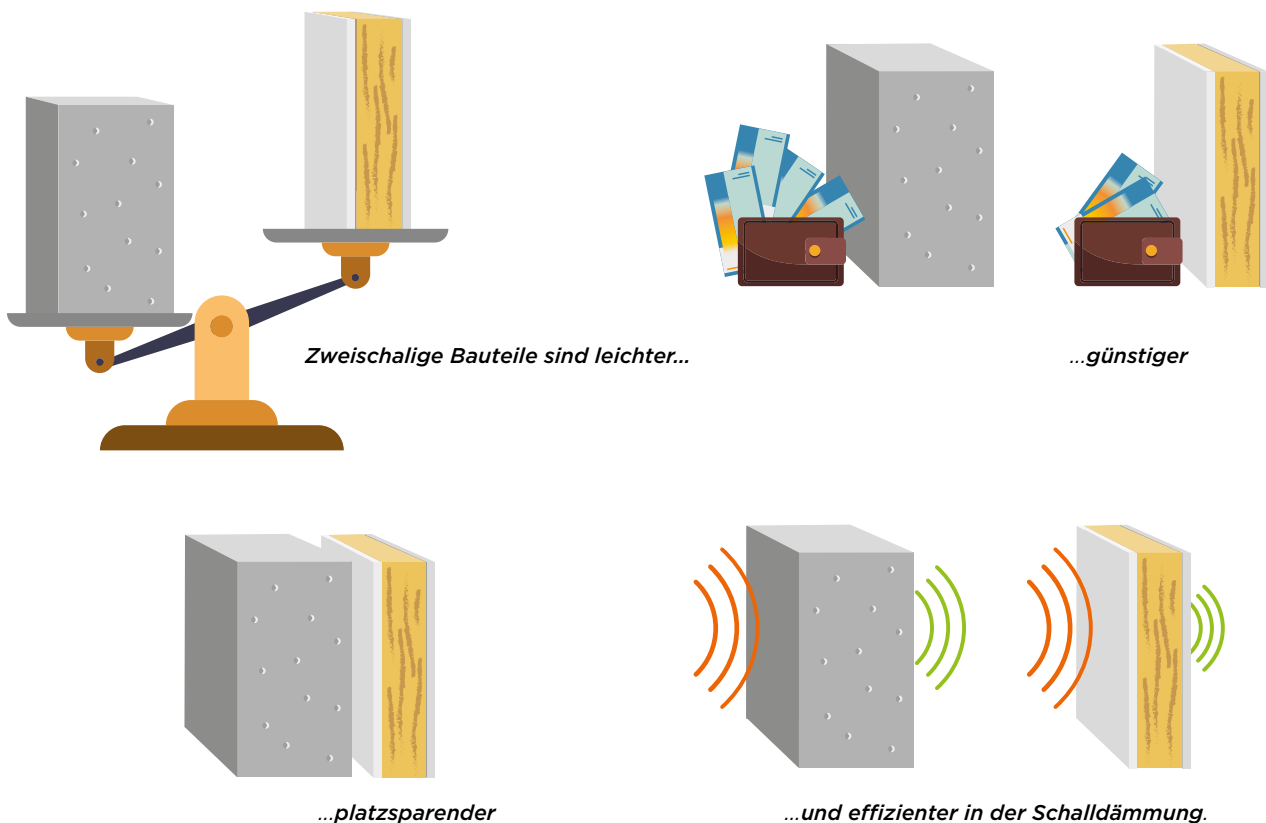
- Leichtbauwänden mit Holz- oder Metallunterkonstruktion
- Deckenkonstruktionen im Holz- und Massivbau
- Aussenwänden im Leichtbau (Holz- oder Stahlleichtbauweise)
- Dachkonstruktionen im Holzbau



Im günstigsten Fall können die gleichen Schalldämmwerte mit einem Zehntel der Masse eines einschaligen Bauteils erreicht werden.

Die Vorteile zweischaliger Bauweise

Gute Schalldämmwerte lassen sich sowohl mit ein- als auch mit zweischaligen Aufbauten erzielen. Die zweischaligen Bauteile weisen aber den grossen Vorteil auf, dass die gleiche Dämmleistung mit viel weniger Gewicht erreicht werden kann.



Einflussfaktoren bei „Masse-Feder-Masse“-Konstruktionen

Folgende Elemente beeinflussen die Schalldämmung:

> Die Schalen

- flächenbezogene Masse
- Abstand
- Biegesteifigkeit
- Anzahl Lagen bei Beplankungen
- Befestigungsart bei Beplankungen

> Die Dämmung für die Hohlraumbedämpfung

- Füllgrad
- längenbezogener Strömungswiderstand des Dämmstoffes

> Die Unterkonstruktion bei Holz- / Leichtbaukonstruktionen

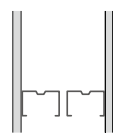
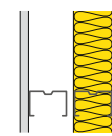
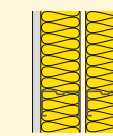
- einschalig, zweischalig
- Material (Holz, Metall)

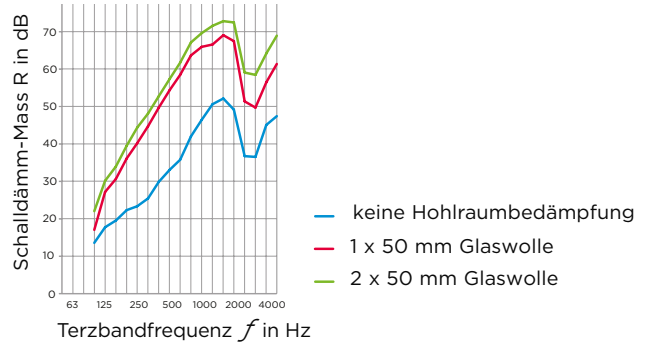
Keinen Einfluss hat die Rohdichte der Dämmung

Aus der vertieften Betrachtung der Hohlraumbedämpfung können die folgenden drei Grundsätze abgeleitet werden:

Erster Grundsatz: Ein hoher Füllgrad optimiert die Dämmung

Mit einem hohen Füllgrad des Hohlraumes kann die Schalldämmung einfach und leicht optimiert werden. Das kann am Beispiel einer Leichtbauwand eindrücklich veranschaulicht werden. Die geprüfte Leichtbauwand besteht aus zwei Ständerwerken aus 50 mm-Profilen, einer beidseitig einlagigen Beplankung aus 12.5 mm Gipsplatten Typ A und wurde einmal ohne Hohlraumbedämpfung, einmal mit 50 mm und einmal mit 2 x 50 mm Isover-Glaswolle gemessen. Davon abhängig beträgt das Luftschalldämm-Mass R_w 35-53 dB. Mit dem höchsten Füllgrad wird die beste Dämmleistung erzielt.

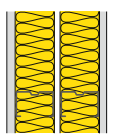
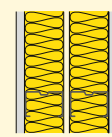
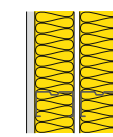
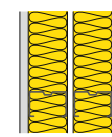
ohne Hohlraumbedämpfung	1 x 50 mm Glaswolle	2 x 50 mm Glaswolle
		
$R_w (C; C_{tr})$ 35 (-2; -6)	$R_w (C; C_{tr})$ 48 (-4; -12)	$R_w (C; C_{tr})$ 53 (-5; -12)

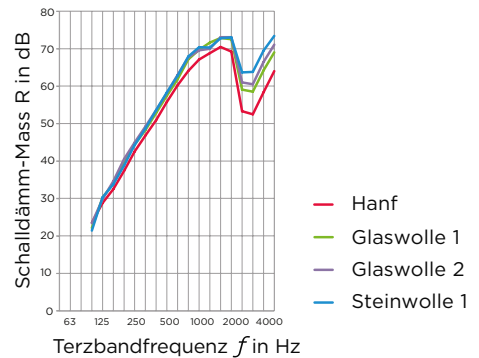


Vergleichsmessung Füllgrad der Hohlraumbedämpfung

Zweiter Grundsatz: Der längenbezogene Strömungswiderstand soll mindestens 5 (kPa s)/m² betragen

Der zweite massgebende Einflussfaktor im Hohlraum ist der längenbezogene Strömungswiderstand r der Dämmung. Er sollte mindestens einen Wert von 5 (kPa s)/m² erreichen. Ein höherer Strömungswiderstand bewirkt keine zusätzliche Verbesserung der Schalldämmung. Das nachfolgende Beispiel zeigt, dass die Variante mit einem Strömungswiderstand < 5 (kPa s)/m² ein Luftschalldämm-Mass R_w von 51 dB erreicht, alle anderen eines von 53 dB. Alle Isover-Dämmstoffe erfüllen die Anforderung an den längenbezogenen Strömungswiderstand von 5 (kPa s)/m².

Hanf $r = 1.5 \text{ kPa s/m}^2$	Glaswolle 1 $r = 5.4 \text{ kPa s/m}^2$	Glaswolle 2 $r = 8.0 \text{ kPa s/m}^2$	Steinwolle 1 $r = 9.4 \text{ kPa s/m}^2$
			
$R_w (C; C_{tr})$ 51 (-3; -10)	$R_w (C; C_{tr})$ 53 (-5; -12)	$R_w (C; C_{tr})$ 53 (-4; -11)	$R_w (C; C_{tr})$ 53 (-5; -13)

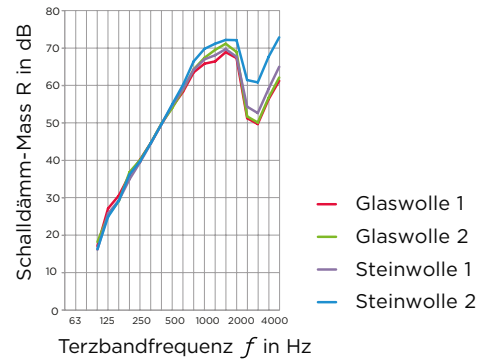


Vergleichsmessung Strömungswiderstand der Dämmung

Dritter Grundsatz: Die Rohdichte des Dämmstoffes hat keinen Einfluss auf die Dämmleistung

Der Dämmstoff bildet die «Feder» im schalldämmtechnischen System und nicht die «Masse». Deshalb hat seine Rohdichte keinen Einfluss auf die Schalldämmung. Das Luftschalldämm-Mass verändert sich in Abhängigkeit der Rohdichten der eingebauten Mineralwollen nicht. Die nachfolgende Messreihe zeigt dieses Faktum für Rohdichten zwischen 11 und 128 kg/m³ auf:

Glaswolle 1 11 kg/m ³	Glaswolle 2 14 kg/m ³	Steinwolle 1 30 kg/m ³	Steinwolle 2 128 kg/m ³
R _w (C; C _{tr})	R _w (C; C _{tr})	R _w (C; C _{tr})	R _w (C; C _{tr})
48 (-4; -12)	48 (-4; -11)	48 (-5; -13)	48 (-5; -13)



Vergleichsmessung Rohdichte des Dämmstoffes

2. Trittschalldämmung

Lärmbekämpfung an der Quelle

Ein Grossteil des Lärms innerhalb von Gebäuden entsteht durch Trittschall in Unterlagsböden. Die Isover-Trittschalldämmstoffe erfüllen höchste Ansprüche nach SIA 251 *Schwimmende Estriche im Innenbereich* und bekämpfen Trittschall effizient an der Quelle. Die leichten Glaswolleprodukte zeichnen sich dabei durch einfaches Handling auf der Baustelle sowie durch hohe Druckfestigkeit und Anpassungsfähigkeit an die schon vorhandenen Bauteile aus.

Dynamische Steifigkeit

Der massgebende Materialkennwert für die Trittschalldämmung ist die dynamische Steifigkeit s' . Dabei gilt, dass je niedriger der Wert für die dynamische Steifigkeit, desto besser die Trittschalldämmung der Deckenkonstruktion.

Die folgende Tabelle zeigt die guten Werte der Isover-Produkte PS 81, ISOCALOR und LURO 814 bezüglich dynamischer Steifigkeit.

Isover-Produkt	Dicke (mm)	dynamische Steifigkeit s' (MN/m ³)
PS 81	12	16
	15	12
	20	9
	25	7
	30	6
ISOCALOR	22	12
	32	9
	43	6
LURO 814	20-40	≤9

Die resultierende dynamische Steifigkeit s'_{res} von zwei- oder mehrlagig verlegter Trittschalldämmungen berechnet sich nach folgender Formel:

$$s'_{res} = \frac{1}{\frac{1}{s'_1} + \frac{1}{s'_2} + \frac{1}{s'_3} + \dots} \text{ MN/m}^3$$

In einem Aufbau mit einer Lage ISOCALOR 22 mm auf einer Lage LURO 814 30 mm, beträgt somit die resultierende dynamische Steifigkeit s'_{res} :

$$s'_{res} = \frac{1}{\frac{1}{12} + \frac{1}{9}} = 5.1 \text{ MN/m}^3$$

Mit einer mehrlagigen Verlegung von Isover-Trittschalldämmungen unter schwimmenden Estrichen kann somit die Schalldämmung einer Deckenkonstruktion maximiert werden.

Isover-Produkt	Dicke	dynamische Steifigkeit s' (MN/m ³)	Symbol	Zementüberzugsdicke in mm			
				50	70	100	120
PS 81	12 mm	16	ΔL_w $L_{n,w,r}$	28 dB 50 dB	32 dB 46 dB	35 dB 43 dB	35 dB 43 dB
	15 mm	12	ΔL_w $L_{n,w,r}$	31 dB 47 dB	34 dB 44 dB	37 dB 41 dB	35 dB 43 dB
	20 mm	9	ΔL_w $L_{n,w,r}$	32 dB 46 dB	35 dB 43 dB	38 dB 40 dB	36 dB 42 dB
	25 mm	7	ΔL_w $L_{n,w,r}$	35 dB 43 dB	38 dB 40 dB	40 dB 38 dB	38 dB 40 dB
	30 mm	6	ΔL_w $L_{n,w,r}$	36 dB 42 dB	38 dB 40 dB	41 dB 37 dB	39 dB 39 dB
ISOCALOR	22 mm	12	ΔL_w $L_{n,w,r}$	33 dB 45 dB	34 dB 44 dB	32 dB 46 dB	34 dB 44 dB
	32 mm	9	ΔL_w $L_{n,w,r}$	34 dB 44 dB	37 dB 41 dB	37 dB 41 dB	37 dB 41 dB
	43 mm	6	ΔL_w $L_{n,w,r}$	37 dB 41 dB	37 dB 41 dB	38 dB 40 dB	38 dB 40 dB
LURO 814	40 mm	<9	ΔL_w $L_{n,w,r}$	33 dB 45 dB	35 dB 43 dB	37 dB 41 dB	35 dB 43 dB

Trittschallverbesserungsmass ΔL_w und bewerteter Norm-Trittschallpegel $L_{n,w,r}$ in dB auf der Bezugsdecke mit Deckenauflage



3. Anforderungen an die Schalldämmung von Fassaden, Dächer, Wänden und Decken nach Norm SIA 181:2020 Schallschutz im Hochbau

Rechtliche Grundlage

Die Lärmschutzverordnung (LSV) verpflichtet in Art. 32 bei Bauprojekten den Schallschutz gemäss den anerkannten Regeln der Baukunde, insbesondere der Norm SIA 181, auszuführen.

Geltungsbereich

Die Norm SIA 181 regelt den Schutz gegenüber hausinternen und externen Lärmquellen. Sie gilt für Neu- und Umbauten, sowie bei Umnutzungen.

Anforderungen

Die Norm SIA 181 unterscheidet zwischen Mindestanforderungen, erhöhten und speziellen Anforderungen. Die Mindestanforderungen gewährleisten einen Schallschutz, der lediglich erhebliche Störungen zu verhindern vermag.

Die erhöhten Anforderungen bieten gegenüber den Mindestanforderungen einen besseren Schallschutz und bei höheren Ruheansprüchen oder besonderen Nutzungen können spezielle Anforderungen festgelegt werden. Bei Neubauten von EFH, Doppel- und Reihen-Einfamilienhäusern sowie bei Wohnungen, die als Stockwerkeigentum begründet werden, gelten die erhöhten Anforderungen. Die Mindestanforderungen sind in jedem Fall einzuhalten (Art. 32 LSV).

Die Anforderungen gelten dauerhaft und ohne Toleranzen. Sie gelten für den nutzungsbereiten Zustand des Gebäudes. Massgebend für die Beurteilung sind die am Bau messtechnisch ermittelten, ganzzahligen Werte.

Die Anforderungen sind abhängig von der Lärmempfindlichkeit und der Lärmbelastung.

Lärmempfindlichkeit

Lärmempfindlichkeit	Beschreibung der immissionsseitigen Raumart und Raumnutzung (Empfangsraum)
keine	Verkehrs- und Funktionsflächen, nur gelegentlich genutzte Räume oder Räume mit erheblichem Betriebslärm. Beispiele: Abstell-, Lager- und Kellerraum, Heizungs-, Lüftungs- und Haustechnikraum, Hobbyraum, Einstellhalle, Treppenhaus, Laubengang.
gering	Räume für vorwiegend manuelle Tätigkeit. Räume, die von vielen Personen oder nur kurzzeitig benutzt werden. Beispiele: Werkstatt, Handarbeitsraum, Kantine, Restaurant, Küche ohne Wohnanteil, Bad, Dusche, WC, Verkaufsraum, wohnungsinterner Korridor, Warteraum.
mittel	Räume für Wohnen, Schlafen und für geistige Arbeiten. Beispiele: Wohnzimmer, Schlafzimmer, Studio, Schulzimmer, Musikübungsraum, Wohnküche, Büroraum, Empfangsraum, Hotelzimmer.
hoch	Räume für Benutzer mit besonders hohem Ruhebedürfnis. Beispiele: spezielle Ruheräume in Spitälern und Sanatorien, spezielle Therapieräume mit hohem Ruhebedarf, Lese-, Studierzimmer.

SIA 181, Tabelle 1: Einstufung der Lärmempfindlichkeit nach der immissionsseitigen Raumart und Nutzung

Anforderungen Luftschallschutz gegenüber externen Quellen

Die Einstufung der Lärmempfindlichkeit erfolgt gemäss Tabelle 1, SIA 181. Der Grad der Lärmbelastung durch Aussenlärm wird durch den Beurteilungspegel L_r gemäss Lärmschutz-Verordnung erfasst.

Lärmbelastung	klein bis mässig		erheblich bis sehr stark	
Beurteilungsperiode	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Beurteilungspegel dB	$L_r \leq 60$	$L_r \leq 52$	$L_r > 60$	$L_r > 52$
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte D_e			
gering	22 dB	22 dB	$L_r - 38$ dB	$L_r - 30$ dB
mittel	27 dB	27 dB	$L_r - 33$ dB	$L_r - 25$ dB
hoch	32 dB	32 dB	$L_r - 28$ dB	$L_r - 20$ dB

SIA 181, Tabelle 2: Mindestanforderungen D_e an den Luftschallschutz gegenüber externen Quellen

Für die erhöhten Anforderungen gelten die um 3 dB erhöhten Werte gegenüber den Werten nach Tabelle 2.

Spezielle Fälle sind solche mit Lärmquellen ohne Beurteilungspegel nach LSV, da ist ein angemessener Schallschutz zu vereinbaren und Räume mit ausschliesslicher Tages- oder Nachtnutzung bei welchen der entsprechende Aufenthaltszeitraum die Anforderung bestimmt.

Anforderungen Luftschallschutz gegenüber internen Quellen

Die Einstufung der Lärmempfindlichkeit erfolgt gemäss Tabelle 1, SIA 181. Der Grad der Lärmbelastung wird durch sinngemässe Interpretation der Beispiele in der Tabelle 3 eingestuft.

Lärmbelastung	klein	mässig	stark	sehr stark
Nutzung	geräuscharm	normal	lärmig	lärmintensiv
Beispiele für emissionsseitige Raumart und Nutzung (Senderraum)	Lese-, Warteraum, Archiv, Abstellraum, Lager- und Keller-raum, Veloraum	Wohn-, Schlafräum, Küche, Bad, Dusche, WC, Korridor, Aufzugsmaschinenraum, Treppenhaus, Wintergarten, Einstellhalle, Büroraum, Sitzungszimmer, Labor, Verkaufsraum ohne Beschallung	Saal, Schulzimmer, Kinderkrippe, Kindergarten, Technikraum, Restaurant ohne Beschallung, schallung, Verkaufsraum mit Beschallung und dazugehörnde Erschliessungsräume, Einstellhalle mit gewerblicher Nutzung	Gewerbebetrieb, Werkstatt, Musikübungsraum, Sporthalle, Restaurant mit Beschallung und dazugehörnde Erschliessungsraum
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte D_i			
gering	42 dB	47 dB	52 dB	57 dB
mittel	47 dB	52 dB	57 dB	62 dB
hoch	52 dB	57 dB	62 dB	67 dB

SIA 181, Tabelle 3: Mindestanforderungen D_i an den Luftschallschutz gegenüber internen Quellen

Für die erhöhten Anforderungen gelten die um 4 dB erhöhten Werte gegenüber den Werten nach Tabelle 3.

Spezielle Fälle sind Räume mit Abschlusstüren gegen Erschliessungszonen, wo je nach Lärmempfindlichkeit gegenüber Tabelle 3 reduzierte Anforderungen und Mindestanforderungen an das Bau-Schalldämm-Mass der Türe gelten sowie bei erheblich tieffrequenten Emissionen in der Nacht (Bar, Pub, Nachtclub, Dancing Diskothek) wo spezifische Mindestanforderungen festgelegt sind.

Anforderungen Trittschallschutz

Die Einstufung der Lärmempfindlichkeit erfolgt gemäss Tabelle 1, SIA 181. Der Grad der Lärmbelastung wird durch sinngemässe Interpretation der Beispiele in der Tabelle 5 eingestuft.

Lärmbelastung	klein	mässig	stark	sehr stark
Beispiele für emissionsseitige Raumart und Nutzung (Senderaum)	Archiv, Warte-, Leseraum, Balkone	Wohn-, Schlafräum, Küche, Bad, Dusche, WC, Büroraum, Korridor, Treppe, Laubengang, Passage, Terrasse, Einstellhalle	Verkaufsraum, Restaurant, Saal, Schulzimmer, Kinderkrippe, Kindergarten, Sporthalle, Werkstatt, Musikübungsraum	Die in der Stufe «stark» festgehaltenen Nutzungen, wenn diese auch in der Nacht von 19.00 h bis 07.00 h vorkommen
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte L'			
gering	63 dB	58 dB	53 dB	48 dB
mittel	58 dB	53 dB	48 dB	43 dB
hoch	53 dB	48 dB	43 dB	38 dB

SIA 181, Tabelle 5: Mindestanforderungen L' an den Trittschallschutz

Für die erhöhten Anforderungen gelten die um 4 dB verringerten, für Umbauten und Umnutzungen gelten die um 2 dB erhöhten Werte gegenüber den Werten nach Tabelle 5, für Trittschallübertragung von Balkonen um 5 dB erhöhte Werte.

Für nur gelegentlich genutzte begehbare Konstruktionen wie in Heizungsräumen, Klimazentralen, Lagerräumen etc. gelten keine Anforderungen an den Trittschallschutz, für intensiv genutzte begehbare Konstruktionen gelten zusätzliche Anforderungen.

Anforderungen gegenüber Geräuschen gebäudetechnischer Anlagen und fester Einrichtungen

Die Einstufung der Lärmempfindlichkeit erfolgt gemäss Tabelle 1, SIA 181. Die Einstufung Geräuscharten erfolgt durch sinngemässe Interpretation der Beispiele in der Tabelle 7.

Emissionsseitige Geräuschart (Senderaum)	Einzelgeräusche		Dauergeräusche
	Funktionsgeräusche	Benutzungsgeräusche	Funktions- oder Benutzungsgeräusche
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte L_H		
gering	38 dB	43 dB	33 dB
mittel	33 dB	38 dB	28 dB
hoch	28 dB	33 dB	25 dB

SIA 181, Tabelle 6: Mindestanforderungen L_H an den Schutz gegenüber Geräuschen gebäudetechnischer Anlagen und fester Einrichtungen

Für die erhöhten Anforderungen gelten die um 4 dB verringerten Werte gegenüber den Werten nach Tabelle 6. Dabei gilt 25 dB als Kleinstwert.

Geräuscharten

Einzelgeräusche	<p>Funktionsgeräusche (Nachweis mit Originalgeräusch) Waschtisch, Spülbecken und Badewanne füllen bzw. auslaufen lassen; WC spülen inklusive Spülvorgang auslösen (ohne Feststoffanteile); Betriebsgeräusche von Wasser- und Abwasserinstallationen; An-, Um-, Abstellen von Ventilen und sonstigen Armaturen; Aufzugsanlagen; Geräusche automatisch betätigter Garagentore, automatische Türschliesser und Storenanlagen; Schaltgeräusche elektrischer Anlagen</p>
	<p>Benutzungsgeräusche (Nachweis mit Originalgeräusch) Manuelles Betätigen von Duschtrennwänden, Garagentoren, Storen und Rollläden, Hauseingangs- und Abschlusstüren, Schiebetüren und -fenstern</p>
	<p>Benutzungsgeräusche (Nachweis mit Empa-Pendelfallhammer) Nutzen von Badewanne, Duschtasse und bodenebene Duschfläche, WC, Waschtisch, Waschtischkombination, Bidet, Spülbecken, Arbeitsfläche in Küche, Schrank, Unter- und Oberbau, Spiegelschrank</p>
Dauergeräusche	<p>Funktionsgeräusche (Nachweis mit Originalgeräusch) Betrieb von Lüftungs- und Klimaanlage, Geschirrspüler, Waschmaschine, Tumbler, Kühlanlage, Ventilator, Heizung, Kompressor, Wärmepumpe, Whirlpool, Dachentwässerung</p>
	<p>Benutzungsgeräusche (Nachweis mit Originalgeräusch) Geräusche industrieller oder gewerblicher Einrichtungen mit manueller Betätigung</p>

SIA 181, Tabelle 7: Beispiele der Zuordnung von Geräuschen zu Geräuscharten



Raumakustik

Die Raumakustik befasst sich mit der Schallausbreitung und der Schallenergieverteilung in geschlossenen Räumen. Ihre Zielsetzung ist es, für die unterschiedlichsten Räume eine optimale, der Nutzung entsprechende Hörbarkeit zu gewährleisten. Das bedeutet, zB. für Konzertsäle beste Klangverhältnisse zu schaffen, fürs Theater beste Sprachverständlichkeit und für Industriehallen und Gewerbebetriebe maximale Lärmreduktion.

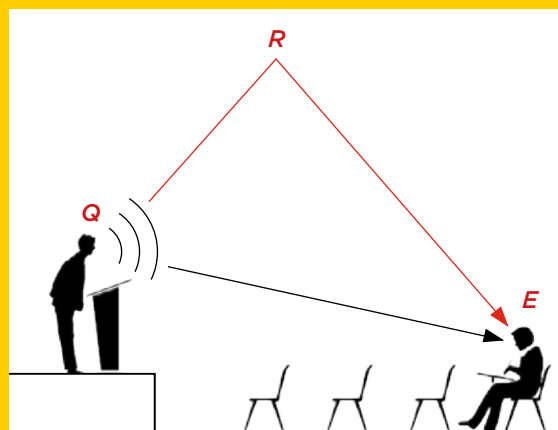
Die Räume beeinflussen unsere Wahrnehmung von Schall (z. B. Musik oder Sprache), daher ist die räumliche und zeitliche Schallübertragung bei der Gestaltung eines Raumes von zentraler Bedeutung. Gute raumakustische Eigenschaften lassen sich nur durch die gleichzeitige Erfüllung verschiedener Bedingungen erzielen. Das beginnt zum Beispiel mit der Wahl einer geeigneten Form für eine bestimmte Nutzung, um eine gleichmässige Schallverteilung ohne störende Echo- und Fokussierungseffekte zu gewährleisten. Die Raumakustik kann in zwei Hauptgebiete – die geometrische Raumakustik und die statistische Raumakustik – aufgeteilt werden, um Lösungen bestimmter Probleme zu beschreiben.

1. Geometrische Raumakustik

Schallwellen breiten sich in einem Raum nicht nur direkt aus, sondern werden auch reflektiert, gebeugt oder absorbiert. Die geometrische Raumakustik beschreibt die idealisierten Schallstrahlen nach den Reflexionsgesetzen. Wobei die betrachteten Wellenlängen kleiner sein müssen als die Abmessungen der reflektierenden Flächen. Ausserdem müssen reflektierende Oberflächen schallhart sein, damit eine Reflexion stattfindet. Andernfalls findet bei einer schallweichen Oberfläche eine Schallabsorption statt, an welcher der grösste Teil der einfallenden Schallenergie geschluckt wird, was aber meist erwünscht ist, insbesondere dann, wenn eine geometrische Verbesserung nicht möglich ist.

Schallreflexionen, die in den ersten 35 – 50 ms nach dem Direktschall eintreffen, werden – je nach Schallspektrum der Quelle – nicht getrennt als separates Schallereignis wahrgenommen, sondern sie erzeugen im Gehör einen einzigen Schalleindruck. Die während dieses Zeitintervalls reflektierten Schallstrahlen, die den Empfänger erreichen, verstärken den Direktschall in nützlicher Weise. Einzelne starke Reflexionen, die später als 50 ms nach dem Direktschall eintreffen, werden separat als Echo empfunden.

Das untenstehende Bild veranschaulicht eine solche Situation. Der Direktschall legt die Strecke von der Quelle **Q** bis zum Empfänger **E** (schwarzer Strahl) zurück. Die Reflexion hingegen nimmt den Umweg von **Q** über **R** zu **E** (roter Strahl). Trifft die Reflexion 35 ms später als der Direktschall beim Empfänger ein, dann ist das durch eine Akustikdecke zu korrigieren.



Als grobe Abschätzung des akustischen Verhaltens eines Raumes – im Zusammenhang mit seiner Nutzung – lässt sich eine allgemeine Anforderung über das optimale Raumvolumen pro Person formulieren. Dieses spezifische Raumvolumen sollte nicht grösser sein als das in der nachfolgenden Tabelle angegebene.

Optimales Raumvolumen in Abhängigkeit der Nutzung	m ³ /Person
Auditorium	4
Singsaal	5
Konzertsaal	7
Sakralräume	10

Als Bemerkung sei hier noch erwähnt, dass das Raumvolumen für einen nicht speziell ausgebildeten Redner keinesfalls grösser sein darf als 2'000 m³.

2. Statistische Raumakustik

Die statistische Raumakustik betrachtet die sich in einem Raum ausbreitenden Schallwellen, die mehrmals an den Raumbegrenzungsflächen reflektiert und statistisch erfasst werden, als Gesamtheit. Beginnt in einem geschlossenen Raum eine Schallquelle zu tönen, dann breiten sich zunächst die Schallwellen wie in einem Freifeld aus, bis sie an den Begrenzungsflächen reflektiert werden und sie sich mit den einfallenden Wellen überlagern. Nach kurzer Zeit ist ein stationärer Zustand erreicht. Wird die Schallquelle wieder ausgeschaltet, so tönt sie noch eine Weile, und zwar so lange, bis die vielfachen Reflexionen abgeklungen sind. Wir nennen dieses Nachklingen den Nachhall. Die Nachhallzeit ist die akustisch massgebende Grösse für die Beurteilung und Qualität eines Raumes. In der statistischen Raumakustik spielt die Raumform keine Rolle, solange ein Raum mit einer definierten Nachhallzeit charakterisiert werden kann. Von Bedeutung sind nur das Volumen und das Absorptionsverhalten aller Oberflächen.

Nachhallzeit T

Als Nachhallzeit ist diejenige Zeitspanne T in Sekunden, während der die mittlere Schallenergie in einem Raum nach Ausschalten der Schallquelle auf einen Millionstel ihres Ausgangswertes abklingt, was einer Schallpegelabnahme von 60 dB entspricht. Der mathematische Zusammenhang zwischen Nachhallzeit, Volumen und gesamtem Absorptionsvermögen der Oberflächen wird mit der Sabine'schen Formel ausgedrückt:

$$T = 0.163 \cdot \frac{V}{A} \quad [s]$$

0.163 Sabine'sche Konstante

V Volumen des leeren Raumes [m³]

A Äquivalente Gesamt-Schallabsorptionsfläche [m²]

Optimale Nachhallzeiten

In Anbetracht der unterschiedlichsten Nutzungen von Räumen und im Einklang mit den vorher beschriebenen «optimalen Raumvolumina» lässt sich die Nachhallzeit eines Raumes seinem Verwendungszweck anpassen. Dabei unterscheiden wir im Wesentlichen zwischen Räumen zur Darbietung von Sprache und solchen für Musik.

In Räumen für Sprache geht es in erster Linie darum, eine gute Verständlichkeit zu erzielen. Ist die Nachhallzeit zu lang, werden einzelne Silben nicht mehr getrennt wahrgenommen, sondern infolge des Nachhalls als unverständlicher Silbenbrei empfangen. Bei zu kurzer Nachhallzeit – das heisst zu grosser Absorption – sinkt die Lautstärke so sehr, dass die Verständlichkeit ohne elektroakustische Verstärkung beeinträchtigt wird.

In Räumen für Musikdarbietungen spielt das subjektive Empfinden eine wesentliche Rolle und kann somit stark variieren. Die Art der Musik und die persönliche Einstellung nehmen Einfluss auf die Beurteilung der optimalen Nachhallzeit. Im Allgemeinen ist sie aber grösser als diejenige für Sprache.

Infolge der Frequenzabhängigkeit der Absorption ist die sich in einem Raum einstellende Nachhallzeit auch eine Funktion der Frequenz. Insbesondere bei unterschiedlicher Personenzahl und wechselnder Ausstattung ändert sich das Nachhallspektrum zum Teil erheblich.

Äquivalente Schallabsorptionsfläche A

Die äquivalente Schallabsorptionsfläche ist das Produkt aus der raumbegrenzenden Oberfläche sowie derjenigen mit entsprechendem Schallabsorptionsgrad. Da dieser tonhöhenabhängig ist, sind es auch die äquivalenten Schallabsorptionsflächen. Äquivalent heissen sie deshalb, weil Oberflächen in m^2 mit einer dimensionslosen Grösse multipliziert werden und wertentsprechende akustische m^2 ergeben. Die äquivalente Gesamt-Schallabsorptionsfläche eines Raumes ist die Summe der einzelnen Absorptionsflächen, die sich wie folgt berechnen:

$$A = \alpha_{s,1} \cdot S_1 + \alpha_{s,2} \cdot S_2 + \dots + \alpha_{s,n} \cdot S_n \quad [m^2]$$

α_s Dimensionsloser Schallabsorptionsgrad

S Oberfläche [m^2]

$1,2,\dots,n$ Anzahl einzelner Oberflächen mit unterschiedlichen Schallabsorptionsgraden

Die Oberfläche S ist nicht nur eine Absorptions-Teilfläche der Raumbegrenzung, sondern kann auch die Oberfläche von Personen und von im Raum platzierten Objekten sein.

	Äquivalente Schallabsorptionsfläche A in Oktavbändern, Mittenfrequenz (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Personen, stehend oder auf Holzbestuhlung	0.15	0.30	0.50	0.55	0.60	0.50
Personen auf Polsterbestuhlung	0.20	0.40	0.55	0.60	0.60	0.50
Personen mit Instrumenten auf Podium	0.40	0.80	1.00	1.40	1.30	1.20
Holzbestuhlung ohne Publikum	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.05
Polsterbestuhlung mit Stoff bespannt, ohne Personen	0.10	0.30	0.35	0.45	0.50	0.40
Leder-Polsterbestuhlung ohne Personen	0.10	0.25	0.35	0.35	0.20	0.10

Äquivalente Schallabsorptionsfläche A in m^2 pro Einheit verschiedener Objekte

Schallabsorptionsgrad α_s

Um die Schallabsorption von Bauteilen oder einzelnen Flächen beschreiben zu können, bedarf es des Schallabsorptionsgrades. Dieser bezeichnet das Verhältnis von absorbiertes zu einfallender Schallenergie. Er wird im Prüflabor in einem Hallraum gemessen und ist frequenzabhängig.

	Schallabsorptionsgrad α_s in Oktavbändern, Mittenfrequenz (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Beton, verputztes Mauerwerk	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03
Mauerwerk unverputzt	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07
Wandverkleidung aus Holz	0.40	0.30	0.20	0.10	0.10	0.20
Harter Bodenbelag auf massiver Decke	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06
Weicher Bodenbelag ≤ 5 mm auf massiver Decke	0.02	0.03	0.06	0.15	0.30	0.40
Weicher Bodenbelag ≤ 10 mm auf massiver Decke	0.04	0.08	0.15	0.30	0.45	0.55
Holzboden, Parkett auf Lattenrost	0.12	0.10	0.06	0.05	0.05	0.06
Fenster, Glasfassaden	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02
Holztüren	0.14	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08
Netz-Vorhang bis 200 mm vor einer harten Oberfläche	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02
Vorhang < 200 g/m ² bis 200 mm vor einer harten Oberfläche	0.05	0.06	0.09	0.12	0.18	0.22
Vorhang, Webstoff ca. 400 g/m ² in Falten oder gerüscht $> 1:3$, bis 200 mm vor einer harten Oberfläche	0.10	0.40	0.70	0.90	0.95	1.00
Grosse Öffnungen	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Lüftungsgitter, 50% offene Fläche	0.30	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Isover PB A 031 60 mm, direkt auf harter Unterlage	0.20	0.80	1.12	1.10	1.05	1.05
Isover PB A 031 60 mm, mit 25 mm Hohlraum	0.25	0.86	1.14	1.10	1.05	1.05
Isover PB A 031 60 mm, mit 300 mm Hohlraum	0.64	0.88	1.14	1.10	1.05	1.05

Schallabsorptionsgrade α_s [-] verschiedener Materialien

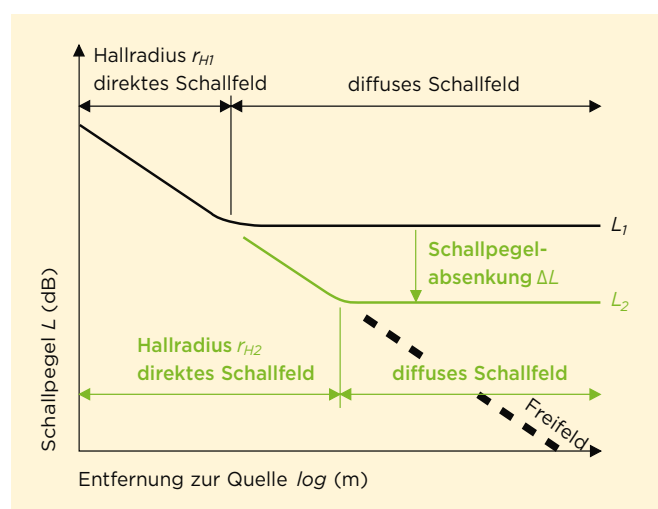
Bewertete Einzahlangabe α_w

Nach EN ISO 11654 kann auch eine Einzahlangabe aus den Frequenzbanddaten bestimmt werden. Diese Einzahlangabe des bewerteten Schallabsorptionsgrades α_w hat den Vorteil, dass bestimmte Produkteigenschaften mit nur einem einzigen Wert verglichen werden können. Für Berechnungen der akustischen Eigenschaften eines Raumes unter den tatsächlichen Bedingungen darf die bewertete Einzahlangabe nicht verwendet werden. Dafür ist sie zu ungenau.

Schallpegelminderung ΔL

Bei Vorhandensein von Schallquellen in einem Raum bestimmen Geometrie, Raumeigenschaften und Quellstärke das Schallfeld und den Schalldruckpegel. Wir unterscheiden zwischen kubischen Räumen, in denen sich aufgrund von Schallstreuung und Reflexionen ein diffuses Schallfeld einstellt, und Flachräumen, in denen keine gleichmässig verteilte Energiedichte mehr möglich ist.

In unmittelbarer Nähe der Schallquelle gelten immer - in allen Räumen - die Gesetze der Schallausbreitung im Freien. Diesen Abstand zur Quelle bezeichnen wir als Hallradius r_{H1} . Erhöhen wir in einem Raum die Schallabsorption, dann vergrössern wir auch den Hallradius. Der Übergang vom Direktschallfeld zum diffusen Schallfeld in kubischen Räumen, in welchem der Nachhall wirkt, entfernt sich von der Quelle. Das heisst, der Schallpegel nimmt mit dem grösseren Abstand zur Quelle auch weiter ab. Dadurch lässt sich anschaulich die Lärminderung erklären, die durch die Montage von Akustikplatten zu erreichen ist.



Schema Schallpegelabsenkung

Geometrische Ausbreitungsdämpfung

Interessieren wir uns für die Schallausbreitung in Flachräumen – innerhalb derer kein diffuses Schallfeld mehr vorhanden ist – dann nehmen die Decken- und Bodenflächen einen bestimmenden Einfluss auf das Schallfeld. Die Reflexionen von Seitenwänden sind weitgehend vernachlässigbar. Eine Schallpegelabnahme nach den Regeln der statistischen Raumakustik zu rechnen ist falsch. Um eine Grenze zwischen dem Anwendungsbereich der statistischen Raumakustik und dem Bereich zu ziehen, wo der Schalldruckpegel mit mindestens 3 dB je Abstandsverdoppelung sinkt, ohne an einen Hallradius zu gelangen, müssen wir einen Schallabsorptions-Formfaktor beschreiben.

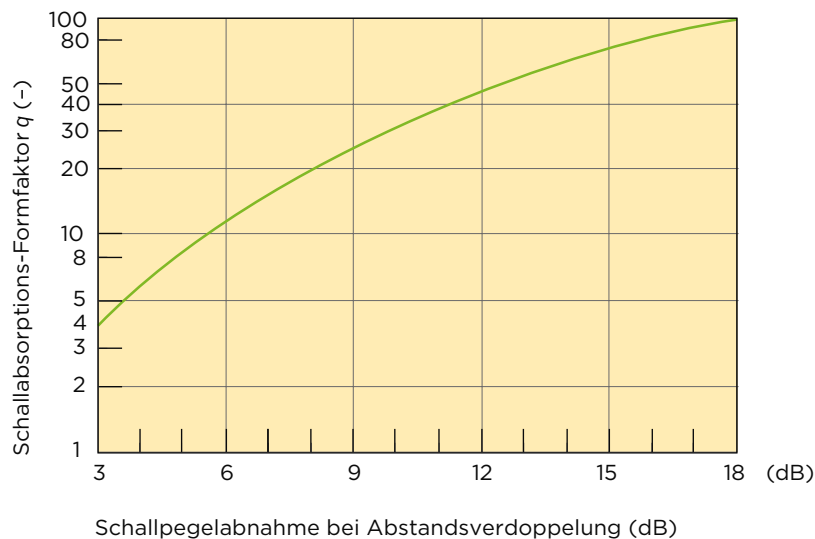
Der «Schallabsorptions-Formfaktor q » ist eine dimensionslose Kenngrösse, um eine Entscheidung – insbesondere für Industriehallen – treffen zu können, ob es sich um einen Fall der statistischen Raumakustik handelt, oder ob eine vorgesehene Lärmbekämpfungsmassnahme nach den Gesetzen der geometrischen Ausbreitungsdämpfung zu berechnen ist. Er ist das Produkt aus akustischer Raumkenngrösse und Raumdiagonale.

$$q = \frac{A}{V} \cdot \sqrt{l^2 + b^2 + h^2} \quad [-]$$

$q \leq 1$ Es gelten die Gesetze der statistischen Raumakustik.

$q > 1$ Ein diffuses Schallfeld ist nicht mehr vorhanden.

A	Äquivalente Gesamt-Schallabsorptionsfläche	[m ²]
V	Volumen des leeren Raumes	[m ³]
l	Raumlänge	[m]
b	Raumbreite	[m]
h	Raumhöhe; sofern ein Sheddach (Sägezahndach) vorhanden ist, gilt h nur bis Unterkante Shed	[m]



Werden in Flachräumen Lärmschutzmassnahmen mit Akustik-Deckenplatten, aufgehängten Absorbern oder ähnlichen Ausführungen unternommen, so können wir mittels Schallabsorptions-Formfaktor die Wirksamkeit infolge der geometrischen Ausbreitungsdämpfung aus dem Diagramm herauslesen.

Isover-Lösungen

Isover bietet für alle Bereiche der Akustik und des baulichen Schallschutzes geeignete und wirksame Lösungen. Das bedeutet: Gute Akustik und wirksamer Schallschutz vom Keller bis zum Dach, sowohl vor Lärm von aussen als auch von innen.

Ob massive Aussen- oder Trennwände aus Mauerwerk oder Beton, Dächer, Aussen-, Innenwände oder Trenndecken in Holzbauweise, Trockenbauwände mit Metallunterkonstruktion: Bei mehrschaligen Aufbauten, deren Luftschalldämmung nach dem Masse-Feder-Masse-Prinzip funktioniert, bildet die Dämmung die «Feder» im System. Massgebender Materialkennwert ist der längenbezogene Strömungswiderstand r . Dieser muss mindestens 5 (KPa s)/m^2 betragen. Höhere Strömungswiderstände bringen keinen Verbesserungen.

Isover-Glaswolle eignet sich dank ihrem äusserst feinen Gewebegefüge ausgezeichnet, um Schall- in Wärmeenergie umzuwandeln.



Glaswollegespinnst in 100-facher Vergrösserung

1. Luftschallschutz gegenüber externen Lärmquellen

Die Gebäudehülle ist wichtig für den Komfort in Innenräumen, da sie Lärm von aussen, wie Verkehr Industrie oder Baustellen reduziert und somit das Wohn- und Arbeitsumfeld verbessert. In der Schweiz müssen Anforderungen an den Luftschallschutz externer Quellen gemäss Lärmschutzverordnung und SIA 181 *Schallschutz im Hochbau* eingehalten werden. Diese Vorschriften sorgen für einen angemessenen Schallschutz und erhöhen die Lebensqualität der Bewohner und Nutzer.

Aussenwände

Massive Aussenwände aus Mauerwerk oder Beton, sei es mit hinterlüfteten Fassaden oder verputzten Aussenwärmedämmungen aus Isover-Glaswolle und auch Zweischalenmauerwerke bieten hervorragende Schalldämmwerte. Bei diesen Aussenwänden wird der resultierende Schallschutz praktisch ausschliesslich von der Qualität der Fenster beeinflusst.

EMPFOHLENE PRODUKTE

> Hinterlüftete Fassaden

PB F 030 | PB F 032

> Verputzte Fassaden

ISOCOMPACT

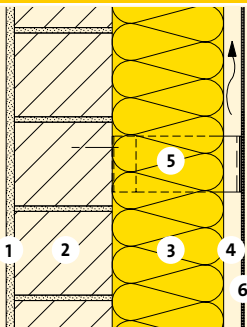
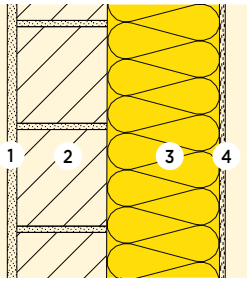
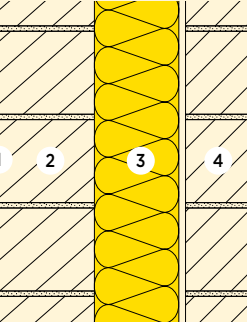
> Holzbau

PB M 030 | SWISSROLL 030

ISOPONTE 032 | PB M 032

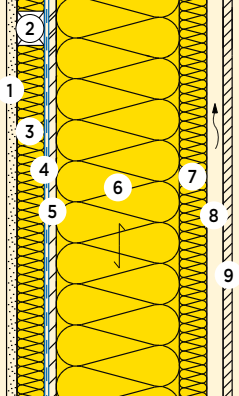
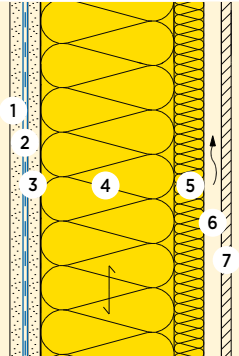
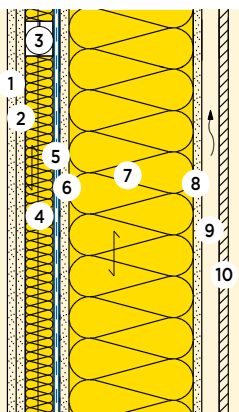
ISOCONFORT 032 | PB M 034

UNIROLL 034

Aussenwandaufbau	Beschrieb	Bewertetes Schalldämm-Mass R_w und Spektrum-Anpassungswerte (C ; C_{tr})
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Innenputz 15 mm 2. Backstein 17.5 cm 3. Wärme- und Schalldämmung PB F 030 180 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 4. Hinterlüftung 5. Konsolen 6. Bekleidung Faserzement 13kg/m³ 	58 (-2; -6) dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Innenputz 15 mm 2. Backstein 17.5 cm 3. Wärme- und Schalldämmung ISOCOMPACT 200 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 4. Putzaufbau ca. 7 mm 	55 (-2; -7) dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Innenputz 15 mm 2. Backstein 15 cm 3. Wärme- und Schalldämmung PB F 030 120 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 4. Backstein 12.5 cm 5. Aussenputz 20 mm 	65 (-1; -5) dB

Weitere Aufbauten siehe Bauteildatenblätter

Auch Aussenwände in Holzbauweise können sehr hohe Schalldämmwerte aufweisen. Die Luftschalldämm-Masse variieren im Gegensatz zu den massiven Aufbauten allerdings deutlich stärker in Abhängigkeit des Aufbaus (Konstruktion, Vorsatzschale innen) und der Fassadenbekleidung).

Aussenwandaufbau	Beschrieb	Bewertetes Schalldämm-Mass R_w und Spektrum-Anpassungswerte (C ; C_{tr})
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gipsfaser- oder Hartgipsplatte 15 mm 2. Lattung / Leitungen 3. Wärme- und Schalldämmung PB M 030 60 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 4. Dampfbremse / Luftdichtung VARIO® XTRA 5. OSB 18 mm 6. Wärme- und Schalldämmung UNIROLL 034 200 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 7. Wärme- und Schalldämmung ISOPONTE 032 60 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 8. Hinterlüftung 9. Holzschalung 22 mm 	47 (-2; -8) dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gipsfaser- oder Hartgipsplatte 15 mm 2. Dampfbremse / Luftdichtung VARIO® XTRA 3. Gipsfaser- oder Hartgipsplatte 15 mm 4. Wärme- und Schalldämmung UNIROLL 034 200 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 5. Wärme- und Schalldämmung ISOPONTE 032 60 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 6. Hinterlüftung 7. Holzschalung 22 mm 	48 (-2; -7) dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gipsfaser- oder Hartgipsplatte 15 mm 2. Gipsfaser- oder Hartgipsplatte 15 mm 3. Lattung elastisch entkoppelt 4. Wärme- und Schalldämmung PB M 034 50 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 5. Dampfbremse / Luftdichtung VARIO® XTRA 6. Gipsfaser- oder Hartgipsplatte 15 mm 7. Wärme- und Schalldämmung UNIROLL 034 200 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 8. Gipsfaser- oder Hartgipsplatte 15 mm 9. Hinterlüftung 10. Holzschalung 22 mm 	65 (-1; -5) dB

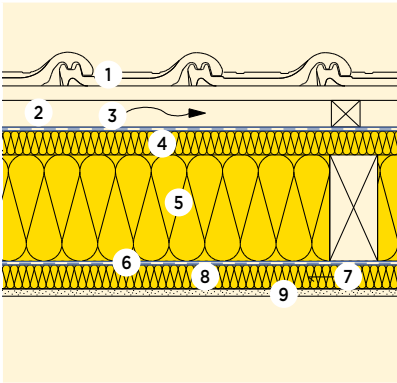
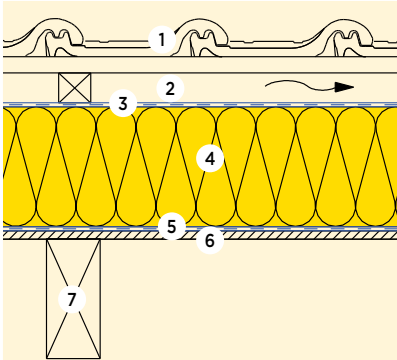
Weitere Aufbauten siehe Bauteildatenblätter und lignumdata.com

Geneigte Dächer

Die Luftschalldämmung von geneigten Dächern sind, wie bei den Aussenwänden in Holzbau stark abhängig vom Aufbau, insbesondere von der Art Eindeckung und aber auch von den inneren Beplankung. Bei geneigten Dächern kommt zusätzlich zur Luftschalldämmung vor allem bei Blecheindeckungen das Risiko von Lärmbelästigungen und Beschwerden durch Bauherren durch Regenschall dazu.

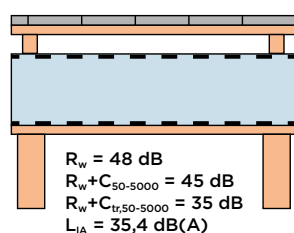
EMPFOHLENE PRODUKTE

ISOTHERM 034 | ISORIGID | PB M 034

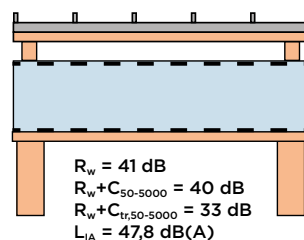
Aufbau geneigtes Dach	Beschrieb	Bewertetes Schalldämm-Mass R_w und Spektrum-Anpassungswerte ($C; C_{tr}$)
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tondachziegel / Dachlattung 2. Konterlattung / Hinterlüftung 3. Unterdachbahn z.B. VARIO® ROOFTIGHT + 4. Unterdachdämmplatte ISORIGID 60 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 5. Wärme- und Schalldämmung UNIROLL 034 240 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 6. Dampfbremse / Luftdichtung VARIO® XTRA 7. Lattung / Leitungen 8. Wärme- und Schalldämmung PB M 034 40 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 9. Gipsbauplatte 15 mm 	<p>49 (-4; -11) dB</p>
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tondachziegel / Dachlattung 2. Konterlattung / Hinterlüftung 3. Unterdachbahn z.B. VARIO® ROOFTIGHT + 4. Wärme- und Schalldämmung ISOTHERM 034 180 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 5. Dampfbremse / Luftdichtung VARIO® KM SUPRAPLEX-SKS 6. Schalung 20 mm 7. Sparren 	<p>51 (-1; -5) dB</p>

Weitere Aufbauten siehe Bauteildatenblätter und lignumdata.com

Die Art der Eindeckung beeinflusst das Luftschalldämm-Mass beträchtlich. Bei Blecheindeckungen kann der Regenschall zu Beeinträchtigungen führen. Das bewertete Luftschalldämm-Mass R_w eines geneigten Daches mit 200 mm Aufsparrendämmung aus Mineralwolle beträgt bei Betonsteineindeckung 48 dB, bei Alublecheindeckung 41 dB, der Schallintensitätspegel L_{IA} als Indikator für die Regenschalldämmung bei Betonsteineindeckung 35 dB bei Alublecheindeckung 48 dB.



Betonsteineindeckung



Alublecheindeckung

2. Luftschallschutz gegenüber internen Lärmquellen

Trennwände zwischen Nutzungseinheiten sollten aus Schallschutzgründen zweischalig aufgebaut werden. So werden, unabhängig ob Mauerwerk oder Beton, Trockenbauwände mit Metallunterkonstruktion oder Holzkonstruktionen sehr hohe Schalldämmwerte erreicht: Massgebender Materialkennwert der Dämmung ist wiederum der längenbezogene Strömungswiderstand r .

Trennwände

EMPFOHLENE PRODUKTE

> Leichtbau-Trennwände

ISOVOX | ISORESIST PIANO PLUS |
ISORESIST PIANO PLUS P |
ISOVOX R CONFORT

> Vorsatzschalen

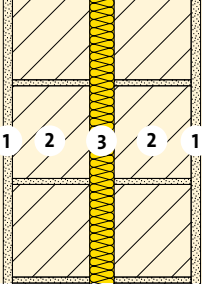
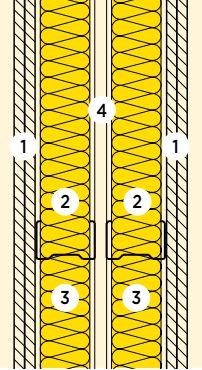
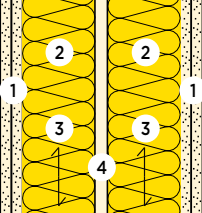
ISOVOX | PB M 030 | PB M 032 | PB M 034

> Haus- und Wohnungs-Trennwände in Ortbeton

LURO 814

> Gemauerte Haus- und Wohnungstrennwände

ISOLENE P 032 | PB F 032
PB M 032 | PB M 034

Wandaufbau	Beschrieb	Bewertetes Schalldämm-Mass R_w und Spektrum-Anpassungswerte (C; C_w)
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Innenputz 15 mm 2. Backstein 12.5 cm 3. Wärme- und Schalldämmung PB M 030 40 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 	64 (-1; -7) dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gipsplatte GKB, Typ A, 2 x 12.5 mm 2. Metallständer CW/UW 75 mm 3. Wärme- und Schalldämmung ISORESIST PIANO PLUS 60 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 4. Abstand 10 mm 	64 (-5; -13) dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gipsfaser- oder Hartgipsplatte 2 x 15 mm 2. Holzständer 60 x 120 mm 3. Wärme- und Schalldämmung ISOFIX 034 120 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 4. Abstand 10 mm 	69 (-4; -11) dB

3. Luft- und Trittschallschutz gegenüber internen Lärmquellen

Bei den Geschossdecken zwischen Nutzungseinheiten ist die Dämmung des Trittschalls die grosse Herausforderung. In der Regel ist es so, dass die Anforderungen an die Luftschalldämmung erfüllt sind, wenn sie für den Trittschallschutz gewährleistet sind. Bei den massiven wie bei den Trenndecken aus Holz ist bei der Trittschalldämmung die dynamische Steifigkeit s' in MN/m^3 massgebend: je tiefer die dynamische Steifigkeit, desto besser dämmen die Trittschalldämmplatten.

Geschossdecken

EMPFOHLENE PRODUKTE

> Schwimmende Unterlagsböden ohne Bodenheizung

LURO 814 | PS 81

> Schwimmende Unterlagsböden mit Bodenheizung

ISOCALOR

Deckenaufbau	Beschrieb	Bewertetes Schalldämm-Mass R_w und Spektrum-Anpassungswerte ($C; C_{tr}$)	Bewerteter Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ und Spektrum-Anpassungswert C_i
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Calciumsulfatfliesestrich KBS Eco-21 50 mm 2. Abdecklage 3. Trittschalldämmung ISOCALOR 22 mm, $s' = 12 \text{ MN}/\text{m}^3$ 4. Trittschalldämmung LURO 814 20 mm, $s' = 9 \text{ MN}/\text{m}^3$ 5. PE-Schutzfolie 0.2 mm 6. Beton 16 cm 7. Putz 5 mm 	65 (-2; -9) dB	42 (-2) dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Calciumsulfatfliesestrich 55 mm 2. Abdecklage 3. Trittschalldämmung PS 81 30 mm, $s' = 6 \text{ MN}/\text{m}^3$ 4. Holzwerkstoffplatte 25 mm 5. Balkenlage 100 x 280 mm 6. Wärme- und Schalldämmung UNIROLL 034 200 mm, $r \geq 5 \text{ (kPa s)}/\text{m}^2$ 7. Lattung elastisch entkoppelt 8. Gipsfaser- oder Hartgipsplatte 15 mm 	66 (-4; -12) dB	49 (1) dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Calciumsulfatfliesestrich 55 mm 2. Abdecklage 3. Trittschalldämmung PS 81 30 mm, $s' = 6 \text{ MN}/\text{m}^3$ 4. Trittschalldämmung LURO 814 30 mm, $s' = 9 \text{ MN}/\text{m}^3$ 5. Zementplatten 60 mm, 2'000 kg/m^3 6. Holzwerkstoffplatte 25 mm 7. Balkenlage 100 x 240 mm 8. Wärme- und Schalldämmung UNIROLL 034 160 mm, $r \geq 5 \text{ (kPa s)}/\text{m}^2$ 9. Holzwerkstoffplatte 25 mm 	68 (-3; -7) dB	47 (-1) dB

Weitere Aufbauten siehe Bauteildatenblätter und lignumdata.com

4. Raumakustik

Angenehmes Raumempfinden dank ausgewogener Akustik

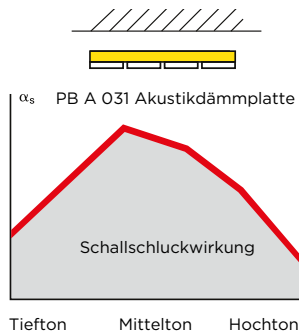
Die Raumakustik – d.h. die Gesamtheit der Hörverhältnisse – bestimmt die Sprachverständlichkeit und den Klangeindruck innerhalb eines Raumes. Eine optimale Raumakustik beeinflusst damit ganz wesentlich das Wohlbefinden und die Konzentrationsfähigkeit der Benutzer. Neben der Raumform spielt die Regelung des Nachhalls sowie ein möglichst kleiner Grundgeräuschpegel eine wichtige Rolle bei der Erreichung einer optimalen Raumakustik. In Anbetracht der unterschiedlichsten Nutzungen von Räumen lässt sich die Nachhallzeit eines Raumes seinem Verwendungszweck anpassen. Dabei unterscheiden wir im Wesentlichen zwischen Räumen zur Darbietung von Sprache und solchen für Musik. Zur Regulierung des Nachhalls werden mit Akustikplatten Absorptionsflächen, sogenannte «Schallschluckflächen», geschaffen.

Bessere Raumakustik mit Absorptionsflächen

Um die Raumakustik zu verbessern und den Nachhall in lauten Räumen zu dämpfen, werden Isover-Dämmplatten als Hinterfüllung auf gelochte und geschlitzte Verkleidungen montiert. Mit ihren Deckenplatten für die Sichtmontage bietet Saint-Gobain Isover AG zudem auch hochwirksame dekorative Akustikdecken an.



EMPFOHLENE PRODUKTE

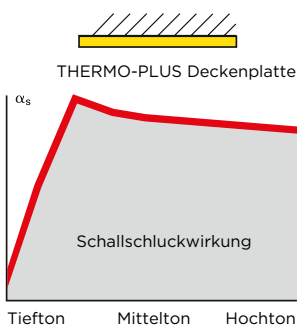


> Schalldämm-Materialien für abgehängte Akustikdecken

PB A 031-Akustikdämmplatte

Die Dämmplatte wird direkt auf die mit einem Vlies abgedeckte, gelochte oder geschlitzte Verkleidung verlegt. Sie ermöglicht eine hervorragende Schallabsorption mit einem längenbezogenen Strömungswiderstand r von $> 37 \text{ kPa s/m}^2$.

Hinweis auf Bauteildatenblatt 34-200.



> Dämmplatten für direkt montierte Akustikdecken

THERMO-PLUS-Deckenplatte

Die Glaswolleplatte mit einem auf der Sichtseite kaschierten, robusten Glasgewebe wird über die Kanten gezogen. Sie ermöglicht eine hervorragende Schallabsorption mit einem längenbezogenen Strömungswiderstand r von $\geq 37 \text{ kPa s/m}^2$.

Hinweis auf Bauteildatenblatt 34-310.



Lösungen zur Schallabsorption für die Innenraumgestaltung sind bei unserer Schwesterfirma Ecophon erhältlich.

5. Lärmschutz und Schallpegelminderung

Für die Minderung von hohen Lärmpegeln bei Strassen-, Bahn- und Schiesslärm, aber auch an Arbeitsplätzen zum Beispiel in mechanischen Werkstätten, werden schallabsorbierende Oberflächen, Elemente und Lärmschutzwände verwendet.

Lärmschutz

Viele Verkehrsachsen führen mitten durch Siedlungsgebiete und verursachen hohe Lärmbelastungen. Dem wird mit einfach oder doppelt absorbierenden Lärmschutzwänden entgegengetreten: Isover-Schallschluckplatten bewähren sich dabei als erstklassige Schalldämmung – sei dies in Schallschutzwänden aus Metall, Holz, gelochtem Akustikklinker oder in Massivbauweise. Isover-Akustikprodukte erfüllen auch als Tunnelverkleidungen sowie in Metallkassetten- und Schallschutzdächern höchste Schallschluckanforderungen. In diesen Anwendungen ist ihre Nichtbrennbarkeit eine unabdingbare Voraussetzung. Damit schützen sie die Benutzer und sichern ihnen gleichzeitig ihre wohl verdiente Ruhe.



Schallschutzschirm dank der PB A 031 Akustikplatte in Bern-Wittigkofen

Schallpegelminderung in Industriehallen und Sportanlagen

Die Schallpegelminderung in Industriehallen ist eine Anforderung, die sowohl den Gesundheitsschutz der Mitarbeiter als auch die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften zur Lärminderung betrifft. In vielen Produktionsumfeldern werden hohe Geräuschpegel erzeugt, die nicht nur das Wohlbefinden der Beschäftigten beeinträchtigen, sondern auch das Risiko für langfristige Hörschäden und Stress erhöhen. Das Gleiche gilt für Sportanlagen.

Schallabsorbierende Wandinnen- und Dach-/Deckenoberflächen sind probate Mittel.



Ballsporthalle Gümligen



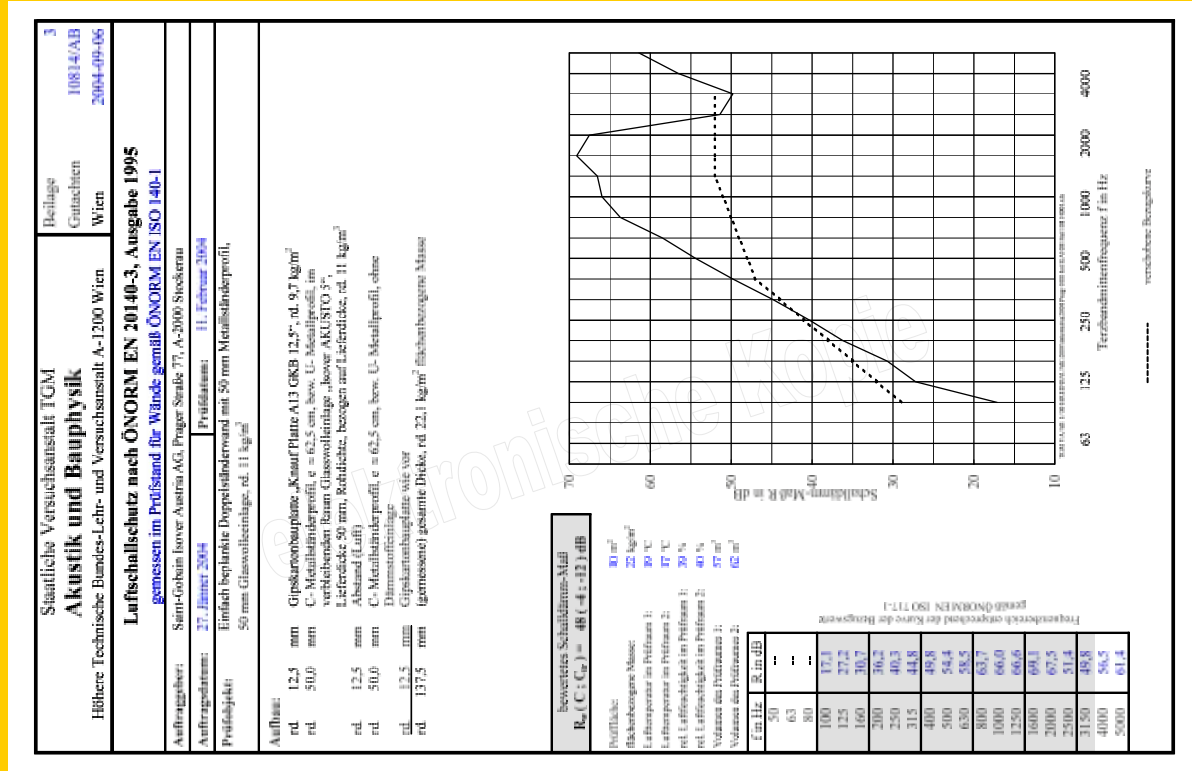
Werkhalle Brittnau

Anhang

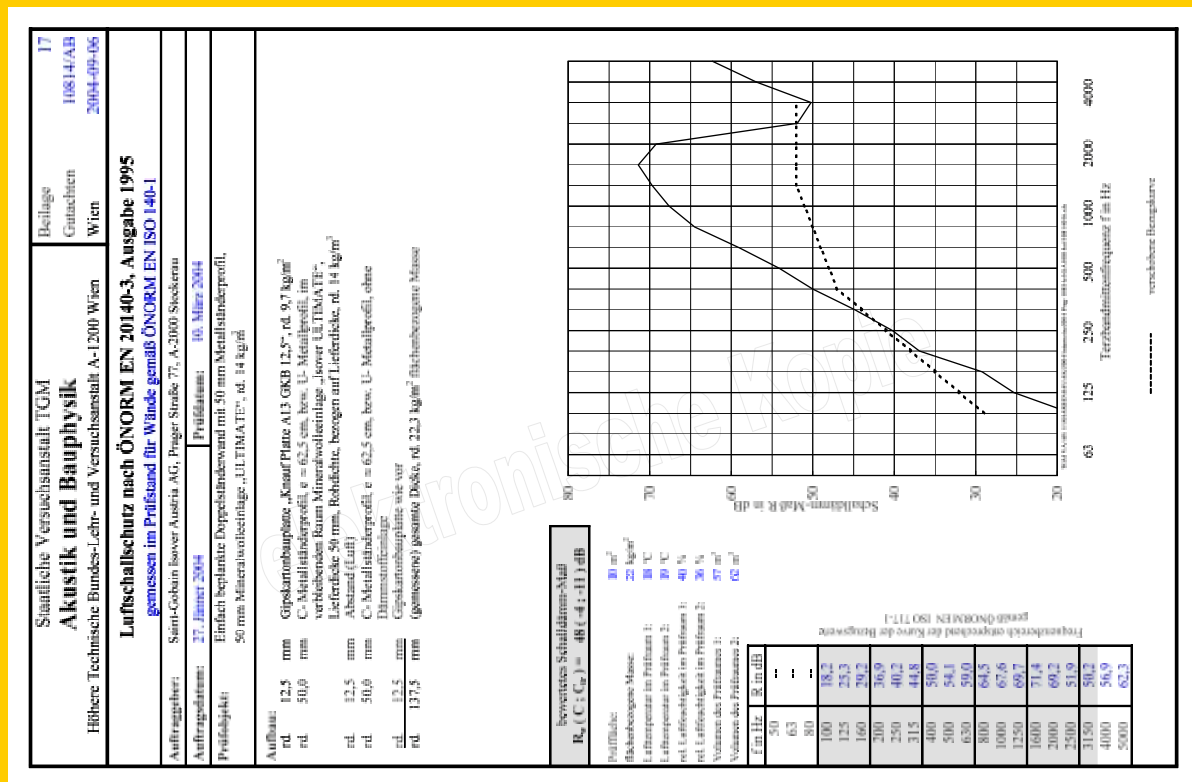
4 Messprotokolle - Staatliche Versuchsanstalt TGM, Wien

4 Original-Messprotokolle zur Tabelle «Vergleichsmessung Rohdichte des Dämmstoffes», Seite 13.

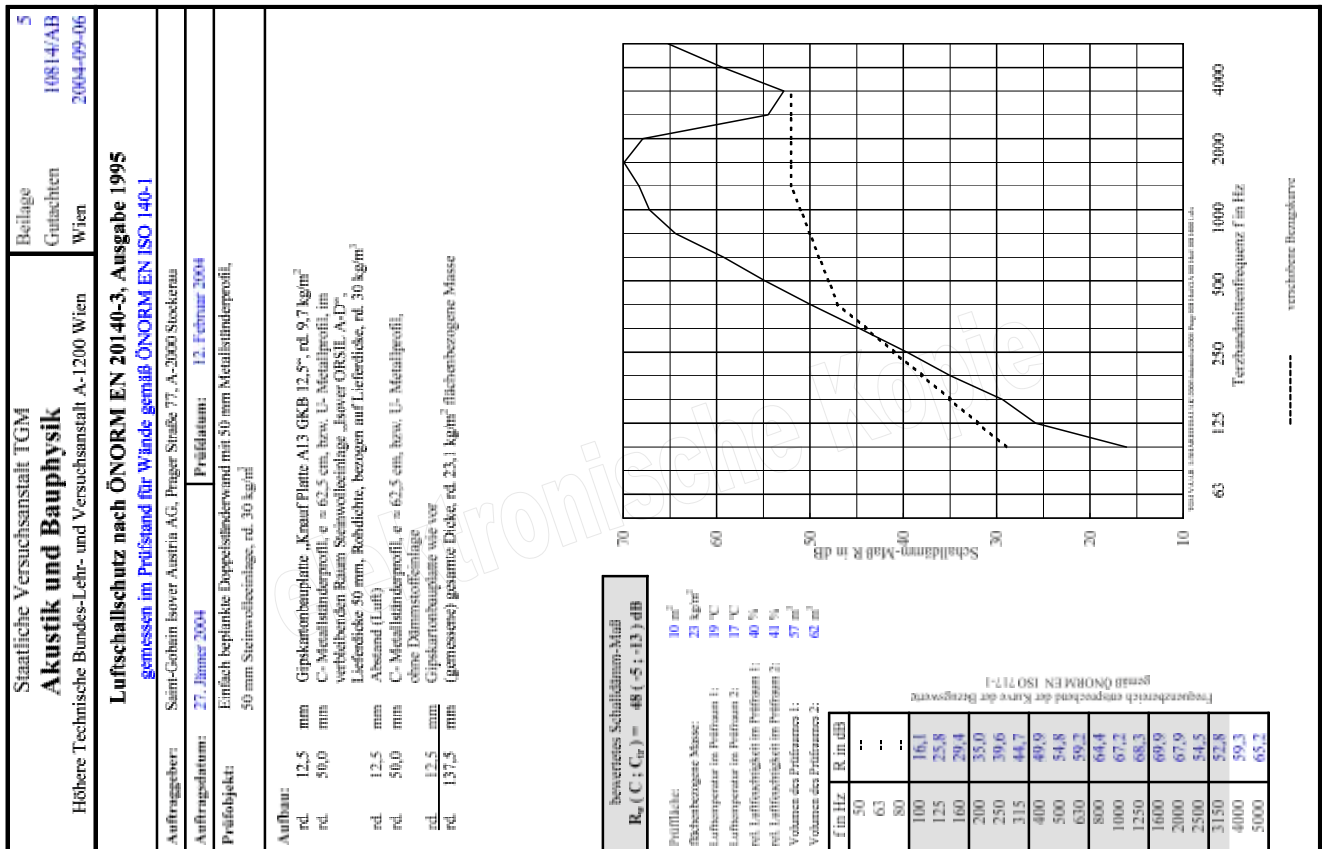
Glaswolle 1



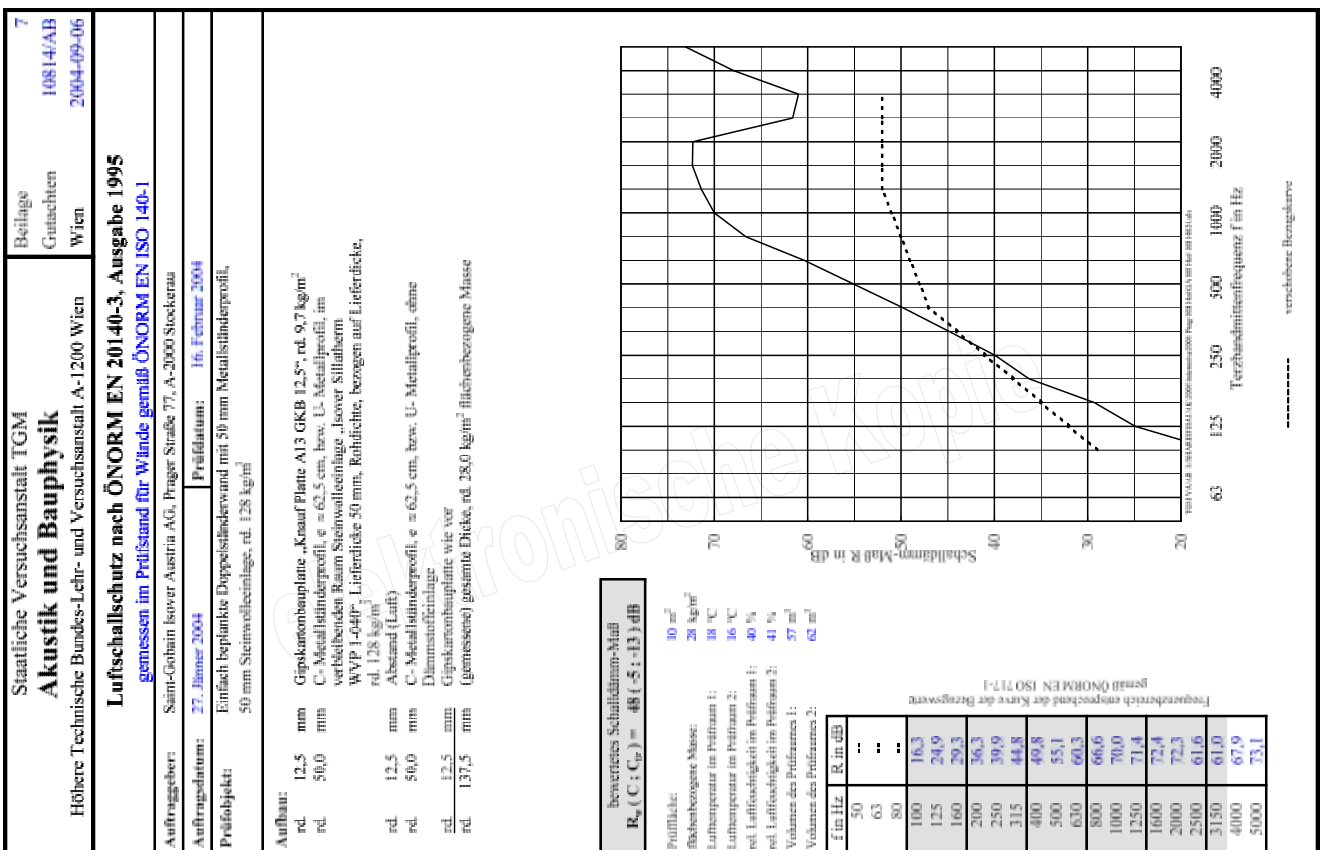
Glaswolle 2



Steinwolle 1



Steinwolle 2



Die Isover-Akustikprodukte im Überblick

	ISOVOX	ISORESIST PIANO PLUS / ISORESIST PIANO PLUS P	PS 81	LURO 814	ISOCALOR	PB A 031	THERMO-PLUS	PB F 030	PB F 032
Typische Anwendung									
Dämmung für Metallständerwände und -vorsatzschalen	✓	✓							
Dämmung für Holzkonstruktionen									
Dämmung für hinterlüftete Fassaden								✓	✓
Dämmung für Metallkassetten								✓	✓
Dämmung für verputzte Fassaden									
Kern- und Innendämmung									
Aufsparren- und Estrichbodendämmung									
Unterdachdämmplatte									
Dämmung für Akustikdecken						✓			
Dämmung für Kellerdecken							✓		
Trittschalldämmung			✓	✓	✓				
Längenbezogener Strömungswiderstand gemäss SIA 181.205									
$r \geq 5 \text{ kPa s/m}^2$		✓							
$r \geq 10 \text{ kPa s/m}^2$	✓								
$r \geq 25 \text{ kPa s/m}^2$									✓
$r \geq 37 \text{ kPa s/m}^2$						✓			
$r \geq 40 \text{ kPa s/m}^2$								✓	
$r \geq 45 \text{ kPa s/m}^2$			✓	✓	✓		✓		
Dynamische Steifigkeit gemäss SIA 181.201									
$s' \geq 16 \text{ MN/m}^3$			12 mm						
$s' \geq 12 \text{ MN/m}^3$			15 mm		22 mm				
$s' \geq 9 \text{ MN/m}^3$			20 mm	20-80 mm	32 mm				
$s' \geq 6 \text{ MN/m}^3$			20 mm 30 mm		43 mm				

Erläuterung von Begriffen und Masseinheiten

Schall

In der Akustik werden je nach schallübertragendem Medium unterschieden:

- Luftschall: In Luft sich ausbreitender Schall
- Körperschall: In festen Stoffen sich ausbreitender Schall
- Flüssigkeitsschall: In Flüssigkeiten sich ausbreitender Schall

Schall breitet sich in einem Medium, z.B. in Luft, als Schallwelle aus. Dabei schwingen die Luftmoleküle um eine Ruhelage und übertragen die Schwingungen auf benachbarte Moleküle. Diese mechanischen Schwingungen sind nach physikalischen Gesetzmässigkeiten mit Druckschwankungen verbunden. Die Ausbreitung der Schallwellen erfolgt mit Schallgeschwindigkeit, die je nach Medium unterschiedlich ist. In Luft beträgt die Schallgeschwindigkeit ca. 340 m/s bei 15°C. Das Ohr nimmt Schall dadurch wahr, dass die Druckschwankungen auf das Trommelfell einwirken und die dadurch hervorgerufenen Schwingungen bis zu den Nervenzellen im Innenohr übertragen werden.

Schalldruck

Ausgedrückt wird der Schalldruck mit der Masseinheit Pa (Pascal): Die Grenze der Wahrnehmung (p_0 = Hörschwelle) liegt bei $2 \cdot 10^{-5}$ Pa, die Schmerzgrenze bei 20 Pa und bei ca. 20'000 Pa zerreisst das menschliche Trommelfell. Der Schallpegel, oder exakter der Schalldruckpegel, kennzeichnet die Stärke eines Geräusches und wird in Dezibel (dB) angegeben.

Frequenz f

Die Frequenz ist die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde. Die Einheit der Frequenz ist Hertz (Hz). Für das gesunde, menschliche Ohr ist der Frequenzbereich von etwa 20 bis 20'000 Hz hörbar. Altersbedingt oder durch Lärmschädigung kann eine Hörminderung eintreten. In der Bauakustik wird der Frequenzbereich von 100 bis 5'000 Hz erfasst.

Hörbereich

Die Empfindlichkeit des menschlichen Ohres ist frequenzabhängig. Bei gleichem Schalldruckpegel werden tiefe Töne leiser wahrgenommen als mittlere Töne um 1'000 Hz. Der Hörbereich des Ohres wird zu niedrigen Schalldrücken durch die Hörschwelle und zu hohen durch die Schmerzgrenze begrenzt.

Luftschalldämmung einschaliger Bauteile

Die Luftschalldämmung einschaliger, homogener Bauteile kann in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse dargestellt werden.

Durch das Phänomen der Spuranpassung (Koinzidenz) ist für Bauteile aus den im Hochbau üblichen Baustoffen bei Flächenmassen zwischen etwa 8 und 40 kg/m² kein Anstieg des bewerteten Schalldämm-Masses zu verzeichnen.

Luftschalldämmung zweischaliger Bauteile

Zweischalige Bauteile zeigen im Vergleich zu einem gleich schweren einschaligen Bauteil eine in der Regel höhere Luftschalldämmung.

Die Höhe der Verbesserung wird durch verschiedene Einflussfaktoren bestimmt: Biegesteifigkeit der Schalen, Schalenabstand, mechanische Verbindung der Schalen, Hohlraumfüllung, Resonanzfrequenz des Systems und flächenbezogene Masse der Schalen. Neben diesen aus theoretischen Überlegungen sich ergebenden Einflussfaktoren sind darüberhinaus in der baulichen Praxis folgende Punkte zu beachten: Schalldichtigkeit, Ausführungsform der Anschlüsse.

Dynamische Steifigkeit s'

Als dynamische Steifigkeit wird der Widerstand einer Feder gegen eine Wechselkrafteinwirkung bezeichnet. Im Allgemeinen ist die dynamische Steifigkeit grösser als die Steifigkeit unter statischer Krafteinwirkung. Bei schalldämmenden Systemen wird die Feder z.B. aus dem eingeschlossenen Luftpolster zwischen zwei abdeckenden Schalen oder der elastischen Dämmschicht unter einer Estrichplatte gebildet.

Bei flächigen Dämmstoffen wird die dynamische Steifigkeit s' in der Einheit MN/m³ angegeben.

Längenbezogener Strömungswiderstand r

Der längenspezifische Strömungswiderstand r ist eine materialspezifische Kenngrösse, die hauptsächlich für akustische Anforderungen von Bedeutung ist. Damit lässt sich eine Aussage über das spezifische Absorptionsverhalten für poröse Absorber machen. Für Dämmstoffe die als Hohlraumbedämpfung eingesetzt werden, sollte der längenbezogene Strömungswiderstand mindestens 5 kPa s/m² betragen.

Der Strömungswiderstand gibt Aufschluss über die strukturellen Eigenschaften poröser Absorber. Er lässt Vergleiche unterschiedlicher Produkte in Bezug auf deren schallabsorbierender Qualitäten zu.

Schallabsorptionsgrad α_s

Als Schallabsorptionsgrad α_s wird das Verhältnis von absorbiert zu auffallender Schallenergie definiert. Bei vollständiger Reflexion ist $\alpha_s=0$, bei vollständiger Absorption $\alpha_s=1$. Der Schallabsorptionsgrad α_s ist frequenzabhängig.

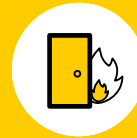
Thermik, Akustik, Brandschutz: Rundum gut beraten



**Thermische
Dämmung**



**Akustische
Dämmung**



Brandschutz



Dächer
Geneigtes Dach
und Flachdach



Decken, Böden
Estrichböden, Unterlagsböden,
Holzbalkendecken, Kellerdecken,
Akustikdecken



Wände
Fassaden, Innenwand,
Leichtbau, Holzbau



**Technische
Dämmungen**
Leitungen, Tanks, Kanäle



**SAINT-GOBAIN
ISOVER AG**
Route de Payerne 1
1522 Lucens
021 906 01 11

Customer Service / Verkauf
021 906 05 70
07:30 - 11:45
13:30 - 17:00
Freitag bis 16:00
sales@isover.ch



isover.ch

gedruckt in der
schweiz