



10. Schallschutz

Unsere Umwelt wird immer lauter, privater und öffentlicher Verkehr nehmen ständig zu. Vor Lärm ist niemand sicher. Selbst ruhige Lagen können von heute auf morgen starken Lärmbelastungen ausgesetzt sein. Aber: Was ist Lärm? Lärm wird als jede Art von Schall definiert, der als störend, lästig oder als schmerzhaft empfunden wird. Umgebungsgeräusche bestehen aus einer Vielzahl von Tönen verschiedener Frequenz und Intensität. Bei der Bestimmung der Lärmintensität wird die spezifische Wahrnehmung durch das menschliche Ohr berücksichtigt. Dabei werden hellere Töne subjektiv lauter empfunden als dunklere. Der lauteste Ton, den ein Mensch schmerzfrei hören kann, hat eine zehn Billionen Mal höhere Schallintensität als der leiseste. Das Gehör bewältigt die Wahrnehmung, indem es eine Verzehnfachung der Schallintensität etwa als Verdoppelung der Lautstärke empfindet. Der Umgang mit derart grossen Zahlen ist nicht sehr praktikabel, daher wird ein logarithmischer Massstab angewendet. Die Einheit ist das Dezibel (dB), abgeleitet aus dem Bel (B) (1 Bel = 10 Dezibel), einer dimensionlosen Verhältniszahl, die dem 10er Logarithmus entspricht.

Schallintensitäten

Beispiele zur Beziehung von linearen und logarithmischen Werten

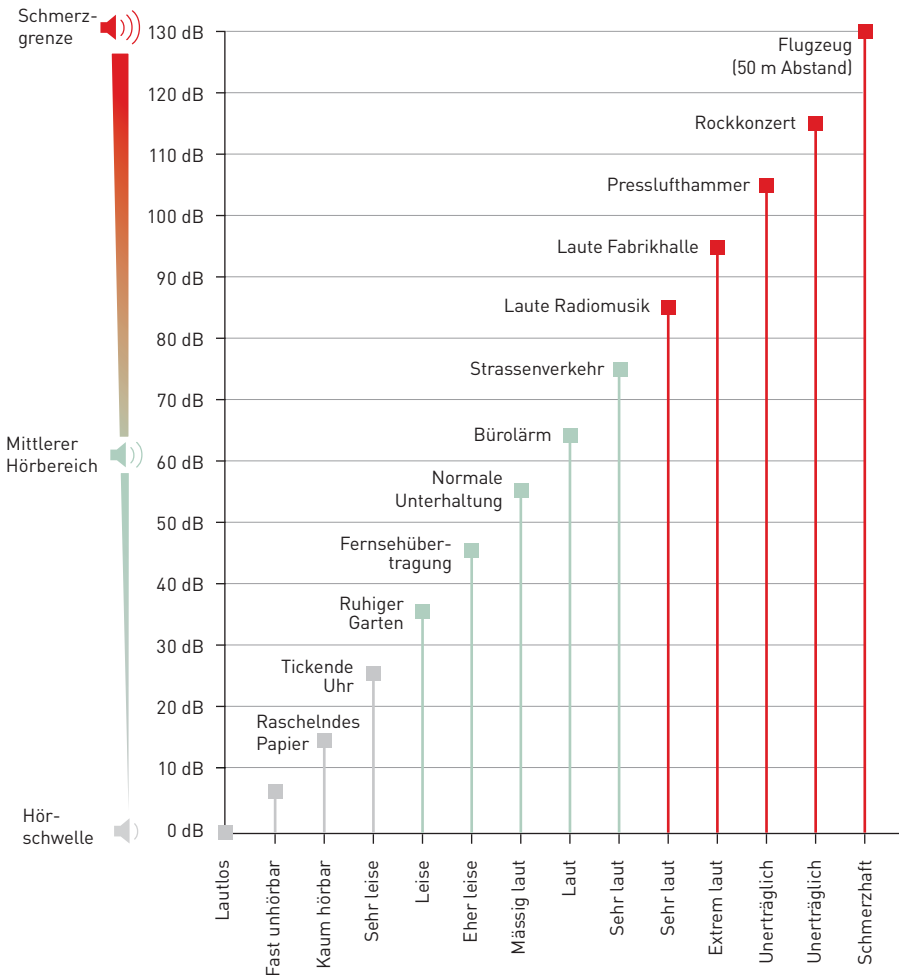
In linearen Einheiten	in 10er Potenzen	10er Logarithmus	In Bel (B)	In Dezibel (dB)
1*	10^0	0	0	0
10	10^1	1	1	10
100	10^2	2	2	20
1000	10^3	3	3	30
5000	$10^{3,7}$	3,7	3,7	37
10000	10^4	4	4	40

*Hörschwelle



10.1. Lärmquellen und Wahrnehmung

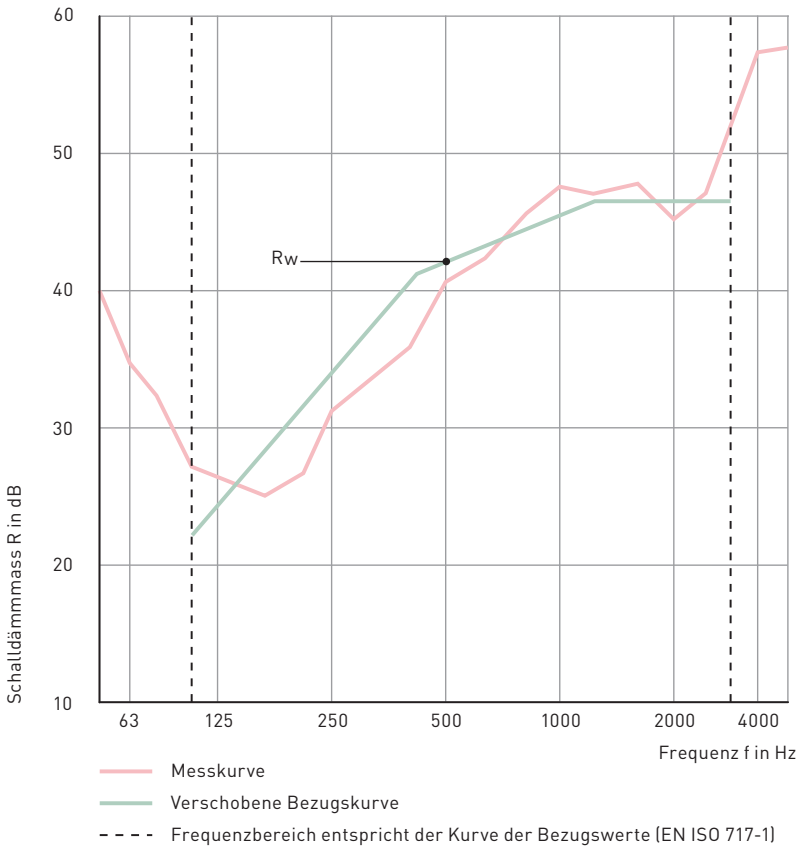
In der nachfolgenden Abbildung sind einige typische Geräuscharten mit ihrer Lautstärke (in Dezibel) und dem subjektiven Empfinden aufgeführt.



10.2. Messkurven und ihre Bedeutung

10.2.1. Prüfverfahren

Die Prüfung von Schalldämmgläsern ist genau normiert. In Terz-Abständen wird das Schalldämmmass für die einzelnen Frequenzen von 50 – 5000 Hertz gemessen. Die erhaltenen Werte trägt man in ein Koordinatensystem ein und verbindet sie miteinander. Mit der dadurch entstandenen Kurve wird eine Bezugskurve nach genau festgelegten Regeln zur Deckung gebracht. Den Wert, den die verschobene Bezugskurve bei 500 Hertz aufweist, entspricht dem bewerteten Schalldämmmass R_w .



Prüfräume und Messeinrichtungen können von Prüfinstitut zu Prüfinstitut variieren. Dadurch resultieren möglicherweise abweichende Werte. Massgebend für die Beurteilung von Schalldämm-Isoliergläsern durch Bauherren, Architekten und Behörden sind nach wie vor Prüfzeugnisse von anerkannten Prüfinstituten.

10.2.2. Schalldämmkurve und bewertetes Schalldämmmass

Das bewertete Schalldämmmass R_w kann als eine Art Durchschnittswert von Messungen bei verschiedenen Frequenzen betrachtet werden. Dies bedeutet aber keineswegs, dass die verschiedenen Messwerte zusammengezählt und durch ihre Anzahl dividiert werden. Vielmehr nimmt das Bewertungsverfahren Rücksicht auf die Eigenheiten des menschlichen Ohres, das auf Schallquellen mit niedrigen Frequenzen (100 bis ca. 400 Hertz) weniger empfindlich reagiert als auf solche mit höheren Frequenzen. Aus dem bewerteten Schalldämmmass allein lassen sich keine Schlüsse über das Schalldämmverhalten bei einzelnen Frequenzen ziehen. Je nach Situation kann der Anteil an tiefen Frequenzen hoch sein (Strassenkreuzung mit anfahrenden Lastwagen). In diesen Fällen ist neben dem bewerteten Schalldämmmass die Schalldämmung im entsprechenden Frequenzbereich zu beachten. Bei derartigen Problemstellungen kann die Schalldämmkurve, die jedem Prüfzeugnis beiliegt, gute Dienste leisten. Schalldämm-Isoliergläser mit demselben bewerteten Schalldämmmass können bei einzelnen Frequenzen signifikante Unterschiede aufweisen.

10.2.3. Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr}

Beim bewerteten Schalldämmmass R_w in dB wird die akustische Wirkung auf spezifische Lärmwirkungen wie Strassen-, Flug- oder Wohnlärm nicht speziell berücksichtigt. Mit den so genannten Spektrum-Anpassungswerten C und C_{tr} , lässt sich ein Schalldämmwert bezüglich der Frequenzcharakteristik einer bestimmten Lärmquelle anpassen. Für Strassenlärm wird beispielsweise der Spektrum-Anpassungswert C_{tr} (t_r von traffic = Verkehr) berechnet (ein negativer Wert) und zum bewerteten Schalldämmmass addiert. Die Summe von $R_w + C_{tr}$ gibt Aufschluss über die Schalldämmeigenschaften eines Isolierglases bezüglich Strassenlärm. Der Anpassungswert C gilt in der Regel für Eisenbahn und Industrielärm.

Beispiel

Für ein Isolierglas wurden im Labor folgende Werte bestimmt:

$R_w = 39$ dB (C = -1 dB; $C_{tr} = -4$ dB)

daraus folgt:

Schalldämmung bezüglich Eisenbahn- und Industrielärm: $R_w + C = 39 + (-1) = 38$ dB

Schalldämmung bezüglich Strassenlärm: $R_w + C_{tr} = 39 + (-4) = 35$ dB

10.3. Geltende Normen und Verordnungen

In der Schweiz gibt es heute zwei wichtige Grundlagen, in denen die Minimalanforderungen an die Schalldämmung von Fenstern geregelt werden:

- Die Lärmschutzverordnung des Bundes (LSV)
- Die SIA-Norm 181 „Schallschutz im Hochbau“

Dabei gilt es zu beachten, dass sich die in diesen beiden Regelwerken erlassenen Werte für die Schalldämmung auf **das gesamte Fenster in eingebautem Zustand** und nicht nur auf das Isolierglas allein beziehen.

10.3.1. Die Lärmschutzverordnung des Bundes

Zweck und Ziel:

Ein grosser Teil der LSV widmet sich der Begrenzung und Eindämmung von Lärmimmissionen. Wo dies nur ungenügend gelingt, schreibt die LSV bestimmte Anforderungen an die Schalldämmung bei Gebäuden (insbesondere für Fenster) vor.

Hier die wichtigsten Entscheidungsfaktoren

- Art und Nutzung des Gebäudes
- Genauer Standort in einer bestimmten Zone
- Intensität der zu dämpfenden Schallquelle

Zum Beispiel sind Gebäude in Industriezonen anders zu behandeln als solche in Erholungsgebieten. Für Spitäler gelten andere Richtlinien als für Schulhäuser.

Neubauten

Die LSV verpflichtet den Bauherren, dafür zu sorgen, dass der Schallschutz den anerkannten Regeln der Baukunst entspricht. Die Verordnung weist dabei insbesondere auf die Mindestanforderung gemäss SIA Norm 181 hin.

Bestehende Bauten

Für bestehende Bauten legt die LSV so genannte Belastungsgrenzwerte fest. Diese sind abhängig von der jeweiligen Empfindlichkeitsstufe der entsprechenden Bauzone.

Man unterscheidet zwischen Erholungsgebieten, Wohn-, Misch- und Industriezonen. Werden die Belastungsgrenzwerte überschritten, schreibt die LSV für lärmempfindliche Räume, ein bestimmtes Mindestschalldämmmass in Abhängigkeit der Lärmbelastung vor ($R'_w + (C \text{ oder } C_{tr}) = 32 \text{ bzw. } 38 \text{ dB}$).

Die Gemeinden werden in der LSV verpflichtet, für bestehende Strassen, Eisenbahnanlagen und Flugplätze Lärmkataster zu erstellen. Das sind Pläne, aus denen genau hervorgeht, welche Gebiete wie stark mit Lärm belastet sind. Diese Belastungen lassen sich messen oder berechnen.

Anforderungen an das bewertete Schalldämmmass R_w (am Bau gemessen) von Fenstern und zugehörigen Bauteilen, wie z. B. Rollladenkästen, in Abhängigkeit des ermittelten Beurteilungspiegels L_r (für bestehende Bauten nach LSV).

L_r Tag (dB)	L_r Nacht (dB)	R'_w Fenster $R'_w + C$ $R'_w + C_{tr}$
≤ 75	≤ 70	32 dB
> 75	> 70	38 dB

R_w muss mindestens 35 dB und höchstens 41 dB betragen.

Bei besonders grossen Fenstern können die Behörden die Anforderungen in angemessenem Rahmen erhöhen.

10.3.2. Die SIA-Norm 181

Die SIA-Norm 181 legt ein Berechnungsschema fest, mit dem sich die Anforderungen an das Schalldämmmass der Fenster für jeden Raum bestimmen lassen. Die Werte gelten für den gesamten Fassadenteil eines Raumes. In einem Berechnungsverfahren kann in Abhängigkeit des Raumvolumens und des Fensteranteils an der Fassade das erforderliche Schalldämmmass, das in der Regel etwas tiefer liegt, für die Fenster ermittelt werden.

Weder die LSV (für bestehende Bauten) noch die SIA-Norm 181 (für Neubauten) schreiben Schalldämmmasse für Isoliertgläser vor. Die vorgeschriebenen Werte beziehen sich immer auf das gesamte Fenster.

Prinzipiell muss unterschieden werden zwischen

- $R_w + (C, C_{tr})$ Isoliertglas: Bewertetes Schalldämmmass Isoliertglas (Labormessung)
- $R_w + (C, C_{tr})$ Fenster: Bewertetes Schalldämmmass Fenster (Labormessung)
- $R'_w + (C, C_{tr})$ Fenster: Bewertetes Schalldämmmass Fenster (am Bau gemessen)

10.4. Definitionen – Begriffsbestimmungen zum Schallschutz

Schall

Unter Schall versteht man mechanische Schwingungen und Wellen eines elastischen Mediums, insbesondere im Frequenzbereich des menschlichen Hörens (16 bis ca. 20.000 Hertz). Dabei können sich diese Schwingungen in der Luft (Luftschall) sowie in festen Körpern, z. B. Mauerwerk (Körperschall) ausbreiten. Weiter wird unterschieden zwischen Infraschall bei Tönen mit einer Frequenz unter 16 Hertz und Ultraschall mit Tönen über 16.000 Hertz. Diese sind vom menschlichen Gehör nicht mehr wahrnehmbar.

Dezibel (dB)

1 dB = 1/10 Bel

Dimensionslose logarithmische Einheit für den Schallpegel. Das Dezibel ist nach dem Erfinder des elektromagnetischen Telefons, Graham Bell, bezeichnet.

Frequenz

Die Frequenz (f) gibt die Zahl der Schwingungen je Sekunde an. Die Einheit dieser Schwingungszahl ist das „Hertz“ (Hz). 1 Hertz = 1 Schwingung pro Sekunde. Hohe Töne haben eine hohe Frequenz (viele Schwingungen), tiefe Töne entsprechend wenige Schwingungen. Im Bauwesen wird der Frequenzbereich von 100 Hz bis 5000 Hz berücksichtigt.

Geräusch

Der Begriff Geräusch bezeichnet den Sammelbegriff für alle Hörempfindungen, die nicht ausschliesslich als Ton oder als Klang bezeichnet werden können. Ein Geräusch ist dabei abhängig von seinem zeitlichen Verlauf, der Tonalität (bzw. dem Spektrum), der Störwirkung und seiner Herkunft.

Lärm

Als Lärm werden alle Geräusche bezeichnet, die bedingt durch ihre Lautstärke und Struktur auf das menschliche Gehör sowie auf die Umwelt belastend bzw. störend wirken.

Schallbrücken

Starre Verbindungen zwischen Schalen mehrschichtiger Konstruktionen. Über diese Verbindung erfolgt eine erhöhte Körperschallübertragung.

Schallpegel

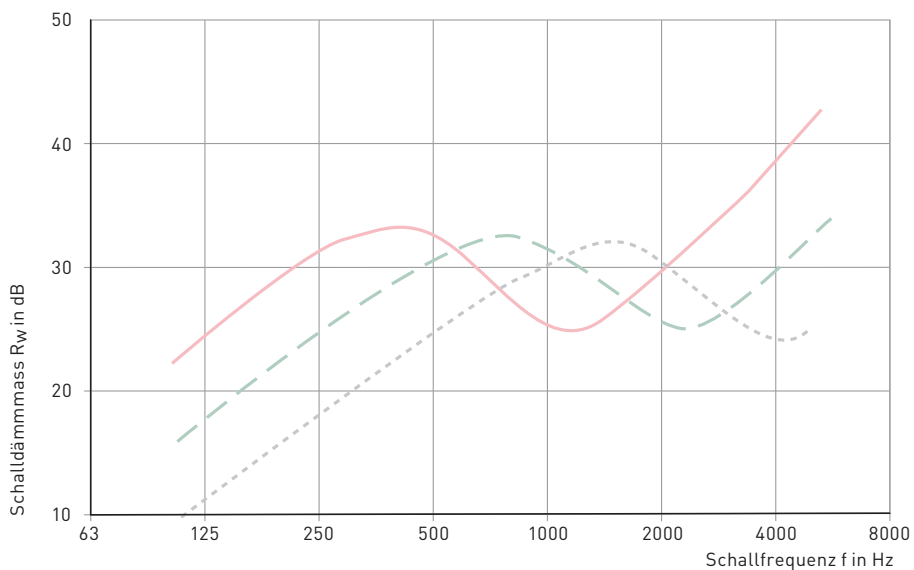
Bezeichnung für die Schallintensität.

Koinzidenzeinbruch

Charakteristisch für einschalige Trennelemente ist eine deutliche Abnahme der Schalldämmung bei bestimmten Frequenzen. Dieses Phänomen wird als Koinzidenzeinbruch bezeichnet. Die Lage (Frequenz) des Koinzidenzeinbruchs wird bestimmt durch die Masse pro Flächeninhalt (kg/m^2) sowie die Biegefestigkeit.

Lautstärke

Die Lautstärke gibt an, wie laut ein bestimmter Schall vom menschlichen Gehör empfunden wird. Dabei ist die Lautstärke als Mass abhängig vom Schalldruck und der Frequenz.



Schalldämmkurve von verschieden dicken Glasscheiben (nach EMPA, Lauber)

----- Glasscheibendicke 3 mm

- - - - - Glasscheibendicke 6 mm

————— Glasscheibendicke 12 mm

Schallschutz

Als Schallschutz wird insbesondere der Schutz vor Strassen-, Flug- und Schienenlärm sowie Gewerbelärm und Nachbarschaftslärm, etc. bezeichnet. Es wird zwischen aktivem und passivem Schallschutz unterschieden. Aktiv ist der Schallschutz, wenn an der Lärmquelle Massnahmen zur Verringerung der Schallemission, wie z. B. Schwingungsisolierung von Geräten, Flugverbote, Lärmschutzwände, etc. getroffen werden. Passiver Schallschutz wird durch Massnahmen am Immissionsort, insbesondere durch eine Schalldämmverglasung, erreicht.

Schallpegeldifferenz (D)

Unterschied zwischen dem Schallpegel L1, im Senderaum und dem Schallpegel L2 im Empfangsraum (bzw. der schallzugewendeten Seite und der schallabgewendeten Seite eines Gebäudeteils).
 $D = L1 - L2$ in dB

Oktave

Zwei Frequenzen f_1 und f_2 mit Schwingungszahl im Verhältnis 1:2.

Terz

Zwei Frequenzen f_1 und f_2 im Verhältnis: $1: \sqrt[3]{2}$. Eine Terz entspricht 1/3 Oktave.

Trittschall

Schall, der beim Begehen oder durch andere Anregungen einer Wand oder Decke entsteht und teilweise als Luftschall abgestrahlt wird.

Kennzeichnende Grössen

Bewertetes Schalldämmmass R_w

Mass zur Kennzeichnung der Luftschalldämmung. R_w ist das anhand einer Normkurve (zur Berücksichtigung des menschlichen Hörvermögens) bewertete Schalldämmmass eines Bauelements. Es wird in dB angegeben. R_w umfasst nur die Schallübertragung über das Bauteil ohne Nebenwege (z. B. Anschlussfuge).

Prüfwert $R_{w,p}$

$R_{w,p}$ ist ein anderer Begriff für R_w und findet sich oft in alten Prüfzeugnissen.

Bewertetes Bauschalldämmmass R'_w

R'_w ist der im eingebauten Zustand gemessene Wert des Bauteils mit allen Nebenwegen.

Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr}

Korrekturwerte, die spezielle Frequenzen berücksichtigen. Der Anpassungswert C wird bei Lärm mit breitem Frequenzspektrum eingesetzt (Eisenbahn oder Industrielärm). C_{tr} (tr = traffic) ist der Anpassungswert für Strassen- und Fluglärm.

10.5. Funktion und Aufbau von Schalldämm-Isoliergläsern

Die Schalldämmung von Isoliergläsern kann mit verschiedenen Massnahmen verbessert werden.

- Dickere Gläser
- Asymmetrischer Aufbau: Kombination von dünnen und dicken Gläsern
- Elemente mit Schalldämmfolien im Verbundsicherheitsglas
- Gasfüllung im Scheibenzwischenraum
- Grösserer Scheibenzwischenraum: Mit grösserem Scheibenzwischenraum erreicht man bessere Schalldämmwerte. Isolierglastechnisch sind jedoch Scheibenzwischenräume über 20 mm problematisch.

Erhöhung der Glasmasse

Die Verbesserung der Schalldämmung allein durch dickere Scheiben im symmetrischen Aufbau ist nicht sehr gross.

Asymmetrischer Aufbau

Bei Isoliergläsern mit asymmetrischem Aufbau verringert sich der Einfluss der Eigenfrequenz. Da auch die Koinzidenzeinbrüche bei verschiedenen Frequenzen liegen, wird eine deutliche Verbesserung der Schalldämmung erreicht.

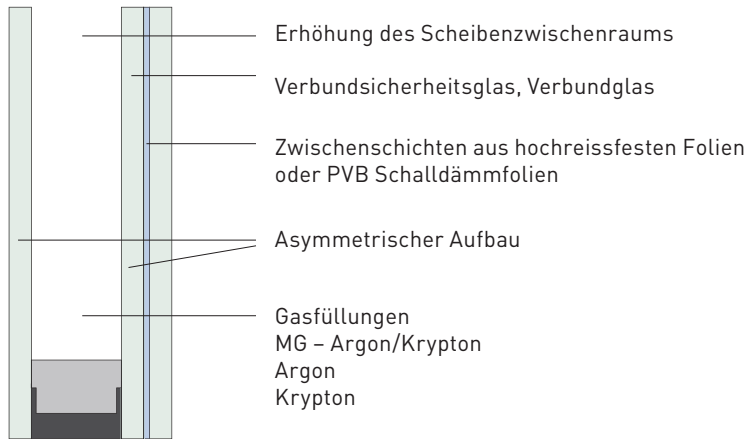
Elemente aus Verbundsicherheitsglas

Zwischenschichten aus einer oder mehreren Folien bewirken biegeweichere Schalen und damit weniger markante Koinzidenzeinbrüche.

Gasfüllung im Scheibenzwischenraum

Je nach spezifischem Aufbau wird mit der Verwendung von Krypton-Wärmedämmgas und Mischgasen aus Argon/Krypton eine Verbesserung der Schalldämmung erzielt. Auf die Verwendung von SF₆ wird bei Glas Trösch verzichtet (Empfehlung BUWAL).

Leistungsfähige Schalldämm-Isoliergläser ergeben sich vor allem aus der Kombination der zuvor genannten Massnahmen



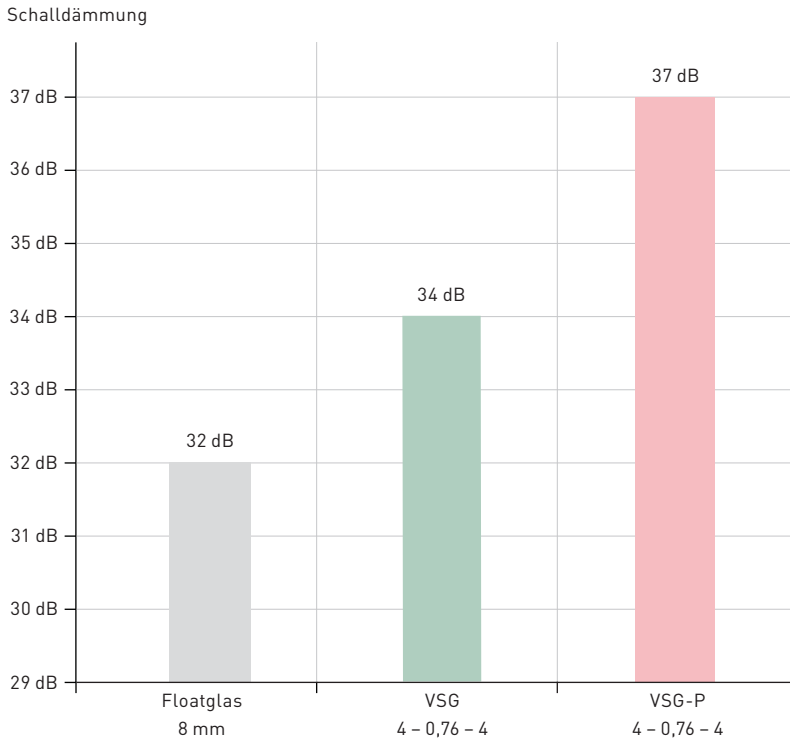
10.6. Merkmale von Schalldämm-Isoliergläsern

- Die Schalldämmung von Isolierglas und Fenstern ist formatabhängig.
- Quadratische Formate weisen in der Regel bessere Werte auf als rechteckige.
- Die Laborwerte von Isoliergläsern beziehen sich auf ein Normmass (1230 x 1480 mm).
- Je nach Format können bei Nachmessungen veränderte Schalldämmwerte entstehen.
- Schalltechnisch gesehen spielt es keine Rolle, ob die dickere oder dünnere Scheibe der Lärmquelle zugekehrt ist.
- Gezielt ausgewählte 2fach-Kombinationen erreichen bei gleicher Elementdicke und gleicher Gesamtglasdicke eher bessere Schalldämmwerte als 3fach-Isoliergläser.

10.6.1. Verbundsicherheitsglas mit Schalldämmfolie (VSG P)

Mit der Entwicklung der neuartigen und speziellen Akustik PVB-Folie gelang der Durchbruch zu einem Produkt für Akustikverglasungen höchster Ansprüche. Dieses Produkt verbindet im Mehrscheibenisolierglas ausgezeichnete Eigenschaften im Bereich Schallschutz mit allen sicherheitstechnischen Vorteilen einer herkömmlichen PVB-Folie.

Schalldämmung von monolithischen Gläsern



Bereits in monolithischen Verbundsicherheitsgläsern zeigt die Schalldämmfolie ihre herausragende Schallschutz-Leistung. Bezüglich der Schalldämmwerte erreicht man bei VSG mit normaler PVB-Folie gegenüber Floatglas gleicher Dicke eine Verbesserung um bis zu 2 dB, mit der SC Schalldämmfolie sogar 5 dB. Die Schalldämmfolie erfüllt alle Anforderungen eines herkömmlichen Verbundsicherheitsglases – auch für den Überkopfbereich und die absturzsichernde Verglasung.

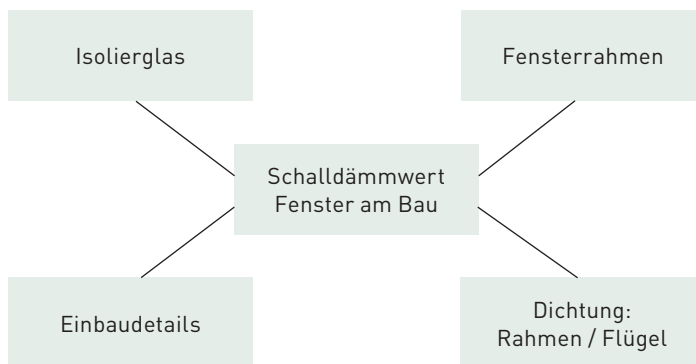
Vergleich von VSG Standard PVB-Folie gegenüber Schalldämmfolie

VSG-Aufbau Glas/PVB/Glas	Standard PVB-Folie	SOUND CONTROL Folie	
		R _w *	C;Ctr
4 / 0,76 mm / 4	34 dB	37 dB	-1; -3 dB
5 / 0,76 mm / 5	35 dB	38 dB	0; -2 dB
6 / 0,76 mm / 6	37 dB	39 dB	0; -2 dB
8 / 0,76 mm / 8	38 dB	41 dB	-1; -3 dB
10 / 0,76 mm / 10	39 dB	42 dB	0; -3 dB
12 / 0,76 mm / 12	40 dB	43 dB	0; -3

*Messungen beim ift Rosenheim gemäss EN 20140-3 / DIN EN ISO 140, Prüfzertifikate auf Anfrage

10.7. Zusammenhänge Isolierglas – Fenster – Fassade

Die Schalldämmung des Fensters wird nicht allein durch das Isolierglas bestimmt, obwohl es mit 70 – 80 % den grössten Flächenanteil besitzt. Eine gute Schalldämmung lässt sich nur dann erreichen, wenn alle Komponenten, neben dem Isolierglas auch der Fensterrahmen, die Beschläge, die Dichtung zwischen Rahmen und Flügel und der Anschluss zum Baukörper stimmen.



Einflüsse auf das bewertete Schalldämmmass eines Fensters am Bau

Die schwächste Komponente bestimmt die Schalldämmung des ganzen Fensters. Ein mangelhaft dämmender Rahmen oder eine undichte Fuge lassen sich nicht oder nur in einem geringen Masse durch ein hochdämmendes Isolierglas aufwerten. Eine sorgfältige Abstimmung von Fenster und Isolierglas sowie eine fachgerechte Montage sind immer notwendig. Das Isolierglas ist, trotz der erwähnten zusätzlichen Einflüsse, einer der wichtigsten Faktoren für eine optimale Schalldämmung.

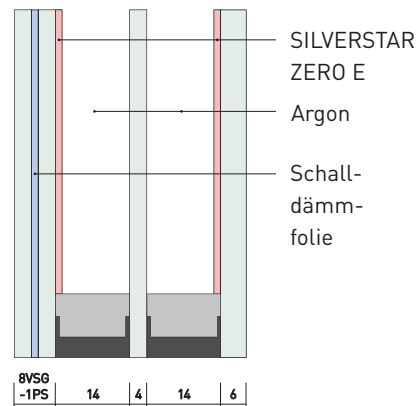
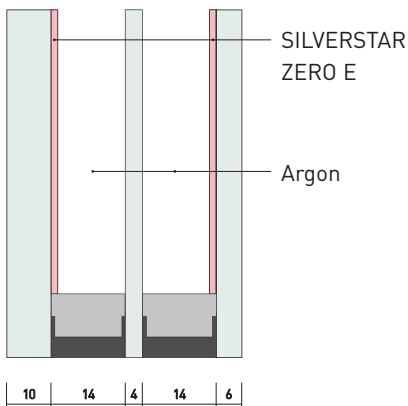
Unter der Voraussetzung, dass alle Komponenten optimal aufeinander abgestimmt sind und eine sorgfältige, fachgerechte Montage garantiert ist, ergeben in etwa die folgenden Zusammenhänge zwischen Isolierglas, Fenster und Fenster im eingebauten Zustand (grobe Faustregel).

Schalldämmmass	Abminderung	Beispiel
R _w Isolierglas (Laborwert)		39 dB
R _w Fenster (Laborwert)	2 – 3 dB	ca. 36 – 37 dB
R _w Fenster am Bau gemessen	1 – 2 dB	ca. 34 – 36 dB

10.8. Schallschutz kombiniert mit anderen Funktionen

10.8.1. Schallschutz und Wärmedämmung

Bei allen beheizten Räumen ist eine gute Wärmedämmung besonders wichtig. Insbesondere ist der Nachweis des mittleren U-Wertes gemäss Empfehlung der SIA 180/1 zu erbringen. Dabei ist zu beachten, dass ein niedriger U-Wert der Verglasung nicht nur Energieeinsparungen mit sich bringt, sondern auch durch höhere Oberflächentemperaturen der inneren Scheibe eine deutlich spürbare Behaglichkeitssteigerung bedeutet. Für Wohn- und Arbeitsräume spielt die Behaglichkeit eine zentrale Rolle.



Ohne Probleme lässt sich praktisch jedes Schalldämm-Isolierglas mit einer hervorragenden Wärmedämmung versehen. Schallschutz und Wärmedämmung lassen sich beim Isolierglas ideal kombinieren.

10.8.2. Schallschutz und Sicherheit

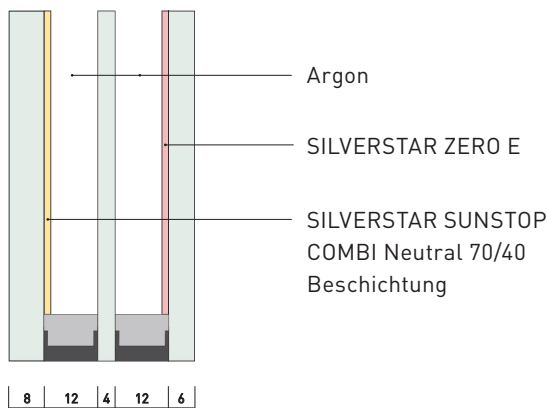
Sicherheitsisoliergläser weisen durch Kombination mit dickeren Verbundsicherheitsgläsern gute Schalldämmeigenschaften auf. Auch diese Gläser lassen sich durch Beschichten mit einer ausgezeichneten Wärmedämmung versehen.

Einscheibensicherheitsglas SWISSDUREX (ESG)

Die Schalldämmeigenschaften von Floatglas werden durch Vorspannen zu Einscheibensicherheitsglas nicht verändert. Für Isolierglaskombinationen mit ESG gelten demnach dieselben Schalldämmwerte wie für die entsprechenden Kombinationen ohne vorgespannte Gläser.

10.8.3. Schallschutz und Sonnenschutz

Auch Sonnenschutzgläser lassen sich mit guten Schalldämmeigenschaften versehen. Für Sonnenschutz-Isoliergläser sind jedoch aus physikalischen und ästhetischen Gründen kleinere Scheibenzwischenräume besser geeignet.



10.8.4. Schallschutz und Sprossen

Bei Verwendung von Sprossen im Scheibenzwischenraum (SZR) des Isolierglases kann eine Reduzierung der Schalldämmwirkung eintreten. Alle von Glas Trösch bestätigten Schalldämmwerte beziehen sich auf Prüfelemente ohne eingebaute Sprossen.

10.9. Übersicht Schalldämmgläser

10.9.1. Schalldämmung Floatgläser

Einfachgläser

Schalldämmwerte und Spektrum-Anpassungswerte nach DIN 12758

Glasdicke	R _w	C	C _{tr}
3 mm Floatglas	28 dB	-1 dB	-4 dB
4 mm Floatglas	29 dB	-2 dB	-3 dB
5 mm Floatglas	30 dB	-1 dB	-2 dB
6 mm Floatglas	31 dB	-2 dB	-3 dB
8 mm Floatglas	32 dB	-2 dB	-3 dB
10 mm Floatglas	33 dB	-2 dB	-3 dB
12 mm Floatglas	34 dB	-0 dB	-2 dB



Plexus Granges-Paccot, Fribourg/Fotograf: Hans Ege

Glas 1 aussen (mm)	Scheibenzwischenraum SZR 1 (mm)	Füllung SZR	Glas 2 (mm)	Scheibenzwischenraum 2 (mm)	Füllung SZR	Glas 3 innen (mm)	Elementdicke (mm)	Schalldämmwert Rw (dB)	C (dB)	Schalldämmwert Rw + C (dB)	Ctr (dB)	Schalldämmwert Rw + Ctr (dB)	Schallschutz-Prüfberichtsnummer
Isolierglas 2fach													
6	16	Ar	6				28	34	-2	32	-5	29	1102
6	18	Luft	4				28	35	-2	33	-5	30	108
6	18	Ar	4				28	35	-2	33	-5	30	109
6	27	Ar	6				39	35	-2	33	-6	29	111
8	12	Ar	4				24	35	-2	33	-5	30	112
8	14	Ar	4				26	35	-2	33	-5	30	115
8	16	Ar	8				32	35	-2	33	-5	30	1103
6	18	Ar	4				28	35	-2	33	-5	30	1104
6	16	Ar	4				26	36	-1	35	-5	31	157
6	16	Ar/Kr	4				26	36	-3	33	-7	29	105
6	27	Ar	4				37	36	-3	33	-7	29	110
8	12	Ar	6				26	36	-2	34	-5	31	114
8	14	Ar	6				28	36	-2	34	-5	31	117
8	16	Luft	4				28	36	-2	34	-5	31	118
8	16	Ar	4				28	36	-1	35	-5	31	119
8	16	Ar	4				28	36	-2	34	-6	30	120
8	16	Ar	6				30	36	-1	35	-4	32	126
8	16	Ar	4				28	37	-2	35	-6	31	121
8	16	Ar/Kr	4				28	37	-2	35	-6	31	122
8	16	Ar/Kr	4				28	37	-2	35	-7	30	123
8	16	Ar/Kr	6				30	37	-2	35	-4	33	127
8	20	Ar	4				32	37	-2	35	-6	31	129
10	16	Ar	4				30	37	-2	35	-6	31	134
10	16	Luft	5				31	37	-2	35	-5	32	140
10	16	Ar	5				31	37	-2	35	-5	32	141
10	16	Ar	10				36	37	-1	36	-3	34	1106
8	16	Ar	6				30	38	-2	36	-6	32	150
10	14	Ar	4				28	38	-2	36	-5	33	133
10	16	Ar	4				30	38	-3	35	-6	32	135
10	20	Ar	4				34	38	-3	35	-7	31	142
10	22	Ar	6				38	38	-1	37	-4	34	144
8	27	Ar	6				41	39	-3	36	-6	33	132
10	16	Ar/Kr	4				30	39	-4	35	-8	31	136
10	16	Ar	5				31	39	-2	37	-6	33	158
10	27	Ar	6				43	39	-2	37	-6	33	145
10	16	Ar	6				32	40	-2	38	-5	35	147
10	22	Ar	6				38	40	-1	39	-4	36	148
10	16	Ar	8				34	40	-2	38	-4	36	1108
10	20	Ar	6				36	41	-2	39	-5	36	159

Glas 1 aussen (mm)	Scheibenzwischenraum SZR 1 (mm)	Füllung SZR	Glas 2 (mm)	Scheibenzwischenraum 2 (mm)	Füllung SZR	Glas 3 innen (mm)	Elementdicke (mm)	Schalldämmwert R_w (dB)	C (dB)	Schalldämmwert $R_w + C$ (dB)	C _{tr} (dB)	Schalldämmwert $R_w + C_{tr}$ (dB)	Schallschutz-Prüfberichtsnummer
Isolierglas 3fach													
4	8	Kr	4	8	Kr	4	28	31	-1	30	-4	27	1114
4	10	Kr	4	10	Kr	4	32	32	-1	31	-5	27	1115
4	12	Ar	4	12	Ar	4	36	33	-2	31	-6	27	151
4	16	Ar	4	16	Ar	4	44	33	-2	31	-5	28	154
4	12	Kr	4	12	Kr	4	36	33	-2	31	-5	28	1116
6	12	Ar	4	12	Ar	4	38	36	-2	34	-6	30	1109
6	10	Kr	4	10	Kr	4	34	36	-1	35	-5	31	1117
6	12	Ar	4	12	Ar	5	39	37	-2	35	-6	31	152
8	12	Ar	4	12	Ar	6	42	38	-1	37	-5	33	153
6	12	Kr	4	12	Kr	4	38	38	-2	36	-6	32	1118
8	10	Kr	4	10	Kr	4	36	39	-2	37	-6	33	160
8	12	Ar	4	12	Ar	4	40	39	-2	37	-6	33	162
8	12	Ar	4	12	Ar	6	42	39	-2	37	-5	34	1112
8	12	Kr	4	12	Kr	6	42	39	-1	39	-5	34	1119
8	12	Luft	4	12	Luft	6	42	39	-1	38	-5	34	164
8	16	Luft	4	16	Luft	6	50	40	-2	38	-5	35	156
8	14	Ar	4	14	Ar	6	46	40	-2	38	-5	35	165
10	10	Kr	4	10	Kr	6	38	41	-2	39	-5	36	161
10	12	Ar	4	12	Ar	6	44	41	-2	39	-5	36	163

10.9.2. Schalldämmung Sicherheitsgläser

Glas 1 aussen (mm)	Scheibenzwischenraum SZR 1 (mm)	Füllung SZR	Glas 2 (mm)	Scheibenzwischenraum 2 (mm)	Füllung SZR	Glas 3 innen (mm)	Elementdicke (mm)	Schalldämmwert Rw (dB)	C (dB)	Schalldämmwert Rw + C (dB)	Ctr (dB)	Schalldämmwert Rw + Ctr (dB)	Schallschutz-Prüfberichtsnummer
Einfachglas VSG P													
8-2 P							8	37	-1	36	-3	34	1350
9-3 P							9	37	-1	36	-3	34	1351
8-1 P							8	37	0	37	-2	35	383
10-2 P							10	37	0	37	-2	35	301
10-2 p							10	38	-1	37	-3	35	1352
10-1 P							10	39	-1	38	-3	36	353
12-2 P							12	39	0	39	-2	37	1353
12-2 P							12	39	-1	38	-2	37	346
15-4 PA							15	40	-1	39	-3	37	302
16-2 P							16	41	-1	40	-3	38	1354
20-2 P							20	42	0	42	-3	39	1355
20-1 P							20	43	0	43	-2	41	354
24-2 P							24	43	0	43	-3	40	1356
Isolierglas 2fach 1x VSG													
4	15	Ar	6-2				25	35	-1	34	-5	30	318
4	16	Luft	8-2				28	36	-2	34	-6	30	319
4	16	Ar	8-2				28	36	-1	35	-5	31	320
4	16	Luft	9-4				29	37	-2	35	-7	30	321
4	16	Ar	9-4				29	37	-2	35	-6	31	322
6	16	Ar	8-1				30	38	-2	36	-6	32	375
6	16	Ar	9-4				31	39	-2	37	-5	34	323
8	16	Ar	9-4				33	39	-2	37	-5	34	324
6	16	Ar	10-6				32	39	-2	37	-5	34	325
8	16	Ar	10-6				34	40	-1	39	-5	35	326
5	16	Ar	14-6				35	40	-1	39	-5	35	329
8	16	Ar	12-6				36	41	-2	39	-5	36	327
5	16	Luft	14-6				35	41	-2	39	-6	35	328
8	20	Ar	12-1				40	41	-2	39	-4	37	331
Isolierglas 2fach 2x VSG													
10-2	16	Ar	10-2				36	41	-1	40	-5	36	1302
9-4	20	Ar	9-4				38	43	-1	42	-5	38	336
8-1 P	20	Ar	6-1				34	43	-2	41	-7	36	1303
11-8	18	Ar	12-6				41	45	-1	44	-5	40	337

Glas 1 aussen (mm)	Scheibenzwischenraum SZR 1 (mm)	Füllung SZR	Glas 2 (mm)	Scheibenzwischenraum 2 (mm)	Füllung SZR	Glas 3 innen (mm)	Elementdicke (mm)	Schalldämmwert Rw (dB)	C (dB)	Schalldämmwert Rw + C (dB)	Ctr (dB)	Schalldämmwert Rw + Ctr (dB)	Schallschutz-Prüfberichtsnummer
2fach 1x VSG P													
4	16	Ar	6-1 P				26	36	-1	35	-5	31	356
4	14	Ar	8-2 P				26	37	-1	36	-5	32	304
4	14	Ar	8-1 P				26	38	-2	36	-6	32	355
4	16	Ar	8-2 P				28	38	-2	36	-6	32	306
4	16	Ar	8-1 P				28	38	-1	37	-5	33	359
4	14	Ar/Kr	8-2 P				26	39	-3	36	-7	32	305
6	16	Ar	6-1 P				28	39	-1	38	-5	34	357
4	16	Ar/Kr	8-2P				28	40	-3	37	-8	32	307
6	16	Ar	8-2 P				30	40	-3	37	-7	33	308
6	16	Ar/Kr	8-2 P				30	40	-3	37	-7	33	310
6	14	Ar	9-3 P				29	40	-2	38	-6	34	309
10	12	Ar	6-2 P				28	41	-2	39	-5	36	347
6	12	Kr	8-2 P				26	41	-3	38	-7	34	348
8	16	Ar	6-1 P				30	41	-2	39	-6	35	358
6	16	Ar	8-1 P				30	41	-2	39	-6	35	360
8	16	Ar	8-2 P				32	41	-3	38	-8	33	340
8	14	Ar	9-3 P				31	41	-2	39	-6	35	312
8	16	Ar	8-2 P				32	41	-2	39	-7	34	313
6	16	Ar	10-2 P				32	41	-2	39	-6	35	315
10	12	Ar	8-2 P				30	42	-2	40	-6	36	349
6	16	Ar	8-1 P				30	42	-3	39	-7	35	380
8	16	Ar	8-1 P				32	42	-2	40	-6	36	361
8	16	Ar	12-1 P				36	42	-2	40	-4	38	384
6	20	Ar	8-2 P				34	42	-2	40	-6	36	311
6	20	Ar	8-1 P				34	42	-3	39	-7	35	367
6	12	Kr	8-1 P				26	43	-3	40	-7	36	396
8	16	Ar	10-1 P				34	43	-2	41	-6	37	363
8	16	Ar	12-2 P				36	43	-2	41	-5	38	350
8	16	Luft	12-1 P				36	43	-1	42	-5	38	365
8	20	Ar	8-2 P				36	43	-2	41	-6	37	313
10	20	Ar	10-2 P				40	43	-2	41	-5	38	314
8	16	Ar	9-4 P				33	43	-2	41	-6	37	359
8	16	Ar	13-3 P				37	43	-2	41	-6	37	317
8	16	Ar	13-3 P				37	43	-2	41	-5	38	319
10	16	Ar	17-4 P				43	44	-1	43	-4	40	351
8	20	Ar	8-1 P				36	44	-2	42	-6	38	386
12	16	Ar	8-2 P				36	44	-1	43	-5	39	321
10	16	Ar	8-1 P				34	45	-2	43	-6	39	362
10	16	Ar	10-1 P				36	45	-1	44	-5	40	364

Glas 1 aussen (mm)	Scheibenzwischenraum SZR 1 (mm)	Füllung SZR	Glas 2 (mm)	Scheibenzwischenraum 2 (mm)	Füllung SZR	Glas 3 innen (mm)	Elementdicke (mm)	Schalldämmwert Rw (dB)	C (dB)	Schalldämmwert Rw + C (dB)	C_{tr} (dB)	Schalldämmwert Rw + C _{tr} (dB)	Schallschutz-Prüfberichtsnummer
--------------------	---------------------------------	-------------	-------------	-----------------------------	-------------	-------------------	-------------------	-------------------------------	---------------	----------------------------	----------------------------	--	---------------------------------

2fach 1x VSG P

10	16	Luft	12-1 P				38	45	-1	44	-5	40	366
10	18	Ar	8-2 P				36	45	-2	43	-6	39	341
10	20	Ar	13-4 P				43	45	-1	44	-4	41	315
8	24	Ar	8-1 P				40	45	-2	43	-6	39	387
10	20	Ar	10-1 P				40	46	-2	44	-5	41	370
10	20	Luft	12-1 P				42	46	-1	45	-4	42	371
10	24	Ar	8-1 P				42	47	-2	45	-6	41	388



Raumtrennsystem SWISSDIVIDE TWO
für erhöhten Schallschutz/Prime Tower – Swiss Platform, Zürich

Glas 1 aussen (mm)	Scheibenzwischenraum SZR 1 (mm)	Füllung SZR	Glas 2 (mm)	Scheibenzwischenraum 2 (mm)	Füllung SZR	Glas 3 innen (mm)	Elementdicke (mm)	Schalldämmwert Rw (dB)	C (dB)	Schalldämmwert Rw + C (dB)	Ctr (dB)	Schalldämmwert Rw + Ctr (dB)	Schallschutz-Prüfberichtsnummer
Isolierglas 2fach 2x VSG P													
8-1 P	12	Kr	6-1 P				26	44	-3	41	-8	36	381
11-2 PA	16	Ar	8-2				35	44	-2	42	-6	38	344
8-1 P	12	Kr	8-1 P				28	45	-3	42	-7	38	382
10-2 P	12	Ar	8-2 P				30	45	-2	43	-7	38	352
11-2 PA	16	Ar	8-2 P				35	46	-2	44	-6	40	354
12-1 P	12	Ar	8-1 P				32	47	-1	46	-6	41	372
12-2 P	16	Ar	8-2 P				36	47	-2	45	-6	41	1323
9-3 P	16	Ar	13-4 P				38	48	-2	46	-7	41	1330
12-1 P	16	Ar	8-1 P				36	49	-3	46	-8	41	373
12-2 P	20	Ar	8-2 P				40	49	-2	47	-6	43	317
12-1 P	20	Ar	8-1 P				40	50	-3	47	-8	42	374
9-3 P	12	Ar	13-3 P				34	48	-3	45	-7	41	1334
9-3 P	20	Ar	11-3 P				40	50	-2	48	-7	43	1331
Isolierglas 3fach VSG													
6	12	Ar	6	12	Ar	8-2	44	38	-2	36	-6	32	1335
6	16	Ar	6	16	Ar	8-2	52	39	-2	37	-6	33	1336
6	12	Ar	6	12	Ar	10-2	46	40	-2	38	-5	35	1337
8	12	Ar	6	12	Ar	10-2	48	40	-2	38	-5	35	1338
6	16	Ar	6	16	Ar	10-2	54	41	-2	39	-5	36	1339
8	12	Ar	6	12	Ar	12-2	50	41	-2	39	-5	36	1340
6	12	Ar	6	12	Ar	12-2	48	42	-2	40	-6	36	1341
6	16	Ar	6	12	Ar	12-2	52	42	-1	41	-5	37	1342
Isolierglas 3fach VSG P													
6	12	Ar	4	12	Ar	8-1 P	42	42	-2	40	-6	36	377
8	12	Ar	6	12	Ar	8-1 P	46	42	-2	40	-6	36	376
6	10	Kr	4	10	Kr	8-1 P	38	43	-2	41	-6	37	389
8	12	Ar	6	12	Ar	10-1 P	48	45	-2	43	-6	39	393
10	10	Kr	6	10	Kr	10-1 P	46	46	-2	44	-7	39	390
10	12	Ar	6	12	Ar	10-1 P	50	46	-1	45	-5	41	378
8	12	Ar	6	12	Ar	12-1 P	50	46	-2	44	-6	40	394
10	10	Kr	6	10	Kr	12-1 P	48	47	-2	45	-6	41	391
8-1 P	12	Ar	6	12	Ar	8-1 P	46	47	-2	45	-7	40	392
8	12	Ar	6	12	Ar	16-1 P	54	46	-2	44	-5	41	379
8-1 P	12	Ar	6	12	Ar	12-1 P	50	48	-2	46	-7	41	395