



Nachweis zusammengesetzter Bauteile

*Markus Bichsel
dipl. Bauingenieur FH/SIA
dipl. Akustiker SGA
Akustiker und Bauphysiker
Grolimund + Partner AG
Bern, Schweiz*

1. Vorschriften über den Schallschutz gegen Aussenlärm

1.1 Die Lärmschutzverordnung LSV vom 15.12.1986

Die heute in der Schweiz geltenden öffentlich rechtlichen Vorschriften über den Schutz lärmempfindlicher Räume gegen den Aussenlärm sind in der Lärmschutzverordnung (LSV) definiert. Die Verordnung ist seit dem 1. April 1987 in Kraft. Die LSV ist eine Ausführungsbestimmung zum Umweltschutzgesetz (USG) das am 1. Januar 1985 in Kraft gesetzt wurde.

Die LSV regelt den Schutz gegen Aussenlärm am Gebäude für zwei grundsätzlich unterschiedliche Verfahrenssituationen:

- Im Anhang 1 der Verordnung sind die Anforderungen an die Schalldämmung von Fenstern festgelegt, welche im Zusammenhang mit dem Bau neuer und der Änderung bestehender (LSV Art. 7 ff) sowie der Sanierung bestehender ortsfester Anlagen (LSV Art. 13 ff) gelten. Schallschutzfenster an Gebäuden werden erst dann realisiert, wenn der Lärmschutz an der Quelle und im Ausbreitungsbereich ungenügend ist und die Behörden den Anlagebetreibern Erleichterungen gewährt haben.
- Im Kapitel 6 "Schallschutz an neuen Gebäuden" schreibt die LSV vor, bei neuen Gebäuden die Mindestanforderungen der SIA-Norm 181 "Schallschutz im Hochbau" einzuhalten. Gegenüber dem Fluglärm gelten die erhöhten Anforderungen.

1.2 Geltungsbereich von LSV und SIA-Norm 181

Die nachfolgende Darstellung zeigt den Geltungsbereich der beiden Vorschriften.

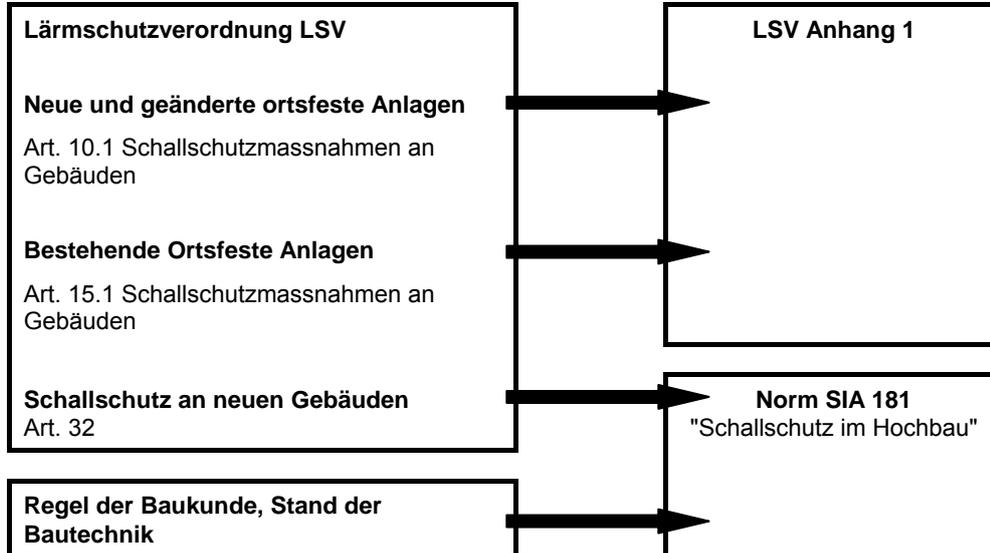


Abbildung 1: Geltungsbereich von LSV und SIA-Norm 181

1.3 Anforderungen nach Anhang 1 der Lärmschutzverordnung LSV

Die Anforderungen an die Schalldämmung von Fenstern bei neuen und geänderten ortsfesten Anlagen sowie bei Sanierungen bestehender ortsfester Anlagen sind nachfolgend zusammengestellt und erläutert. In beiden Fällen muss der Anlagebetreiber nachweisen und begründen, dass kein ausreichender Lärmschutz an der Quelle und im Schallausbreitungsbereich möglich ist und die zuständige Vollzugsbehörde muss entsprechende Erleichterungen gewähren.

¹ Das bewertete Bau-Schalldämm-Mass mit am Bau gemessenem Spektrum-Anpassungswert $R'_w + (C \text{ oder } C_{tr})$ der Fenster einschliesslich der zugehörigen Bauteile wie Rollladenkästen und Schalldämmlüfter muss in Abhängigkeit des massgebenden Beurteilungspegels L_r mindestens folgende Werte aufweisen:

Lr in dBA		$R'_w + (C \text{ oder } C_{tr})$ in dB
Tag	Nacht	
bis und mit 75	bis und mit 70	32
über 75	über 70	38

Abbildung 2: Anforderungen an die Schalldämmung von Fenstern nach LSV

² R'_w beträgt mindestens 35 dB und höchstens 41 dB.

³ Bei besonders grossen Fenstern verschärft die Vollzugsbehörde die Anforderungen nach den Absätzen 1 und 2 angemessen.

⁴ Das bewertete Bau-Schalldämm-Mass R'_w und der Spektrum-Anpassungswert C oder C_{tr} werden nach den anerkannten Regeln ermittelt. Als solche gelten insbesondere die Normen der internationalen Normenorganisation ISO 140 und ISO 717.

⁵ Der Spektrum-Anpassungswert C_{tr} gilt bei überwiegend tieffrequentem Lärm, insbesondere von Strassen mit einer Höchstgeschwindigkeit bis 80 km/h und von Flugplätzen. Der Spektrum-Anpassungswert C gilt bei überwiegend hochfrequentem Lärm, insbesondere von Strassen mit einer Höchstgeschwindigkeit über 80 km/h und von Eisenbahnen.

⁶ Die Vollzugsbehörde kann den Einbau von Schalldämmlüftern für Schlafräume anordnen.

Es bedeuten:

L_r = Beurteilungspegel in dBA

R'_w = bewertetes Bau-Schalldämmmass (gemessen am Bau)

C_{tr} = Spektralkorrektur für überwiegend tieffrequenten Lärm

C = Spektralkorrektur für überwiegend hochfrequenten Lärm

Beispiele

Strassenverkehrslärm:

$$v = 50 \text{ km/h, } L_{r \text{ Tag}} = 71 \text{ dBA} \rightarrow R'_w + C_{tr} = 32 \text{ dB}$$

Eisenbahnlärm:

$$L_{r \text{ Nacht}} = 72 \text{ dBA} \rightarrow R'_w + C = 38 \text{ dB}$$

Für beide Anforderungen gilt zudem: R'_w beträgt mindestens 35 dB aber höchstens 41 dB.

1.4 Anforderungen nach Norm SIA 181 "Schallschutz im Hochbau"

Nachfolgend sind die Anforderungen an den Schutz gegen Luftschall von aussen gemäss der Norm SIA 181 zusammengefasst.

1.4.1 Rechtssituation

Der Geltungsbereich der Norm kann unter einem öffentlich rechtlichen (LSV) und einen privatrechtlichen Aspekt (Regel der Baukunde, Verträge) betrachtet werden.

Öffentlich rechtlicher Aspekt

Gemäss LSV Art. 32 ff sorgt der Bauherr eines neuen Gebäudes dafür, dass der Schallschutz der Aussen- und Innenbauteile sowie gegenüber den Geräuschen haustechnischer Anlagen den Regeln der Baukunde entspricht. Als solche gelten insbesondere die Mindestanforderungen der Norm SIA 181 (erhöhte Anforderungen beim Fluglärm).

Die Anforderungen gelten nur für die lärmempfindlichen Räume gemäss der Definition der LSV. Danach sind z.B. Küchen ohne Wohnanteil, Sanitär- und Abstellräume nicht lärmempfindlich.

Die Anforderungen gelten auch für Bauteile und Anlagen die umgebaut, ersetzt oder neu eingebaut werden. Ausnahmen sind möglich, wenn der Aufwand für die Einhaltung der Anforderungen unverhältnismässig ist.

Die Aussenlärmbelastungen, die Raumnutzungen und die Bauteile sind im Baugesuch anzugeben. Die Vollzugsbehörde prüft die Einhaltung der Anforderungen stichprobenweise.

Privatrechtlicher Aspekt

Die Vorschriften der Norm können in Verträgen für verbindlich erklärt werden (Bauherr - Planer, Planer - Unternehmer, Verkäufer - Käufer). Die Norm empfiehlt dies zu tun und die Anforderungsstufen (mindest, erhöht, speziell) verbindlich festzulegen. Die öffentlich rechtlichen Anforderungen gelten in jedem Fall.

Wahrscheinlich ist auch, dass die Gerichte den "Stand der Bautechnik" im Falle von Klagen zumindest in Anlehnung an die Norm SIA 181 festlegen werden.

1.4.2 Geltungsbereich

Die Norm gilt für den Schallschutz zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten, für den Schallschutz innerhalb von Nutzungseinheiten enthält sie Empfehlungen. Sie gilt für Neubauten sowie bauakustisch relevante Umbauten und Umnutzungen. Fragen der Verhältnismässigkeit bei Umbauten sind im Einzelfall - falls erforderlich mit den Vollzugsbehörden - zu regeln. Ein bauakustisch relevanter Umbau ist beispielsweise der Ersatz von Fenstern und Verglasungen.

1.4.3 Anforderungen an die Schalldämmung der Gebäudehülle

Die Anforderungen beschreiben den Schutz in einem Raum gegenüber dem Luftschall von aussen, das heisst sie beschreiben im Gegensatz zur LSV (Regelung nur für Fenster und zugehörige Bauteile) die Qualität der gesamten Hülle des betreffenden Raumes. Als Mass dient die spektral angepasste, volumenkorigierte bewertete Standard-Schallpegeldifferenz

$$D_e = D_{nT,w} + C_{tr} - C_v.$$

Es bedeuten:

D_e = Anforderungswert für externe Quelle

$D_{nT,w}$ = bewertete Standard-Schallpegeldifferenz gemessen am Bau ($D_{nT,w} = R'_w + \Delta L_{LS}$)

C_{tr} = Spektralkorrektur für überwiegend tieffrequenten Lärm

C_v = Korrektur für grosse Raumvolumen (grösser 200 m³)

Die Mindestanforderungen sind in der nachfolgenden Tabelle abgebildet (Stand Januar 2007). Der Beurteilungspegel L_r wird als ganzzahlige Grösse nach den Vorschriften der LSV ermittelt. Massgebend ist die strengere der beiden Anforderungen für die Beurteilungsperioden Tag bzw. Nacht. Die Mindestanforderungen sind erfüllt wenn $D_{e,tot} \geq D_e$ (dB) beträgt.

Lärmbelastung	Grad der Störung durch Aussenlärm			
	klein bis mässig		erheblich bis sehr stark	
Lage des Empfangsortes	abseits von Verkehrsträgern, keine störenden Betriebe		im Bereich von Verkehrsträgern oder störenden Betrieben	
Beurteilungsperiode	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Beurteilungspegel dBA	$L_r \leq 60$	$L_r \leq 52$	$L_r > 60$	$L_r > 52$
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswert 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

Abbildung 3: Mindestanforderungen an den Schutz gegen Luftschall von aussen

Für die erhöhten Anforderungen, gültig für Doppel- und Reihen-Einfamilienhäuser sowie bei neu gebautem Stockwerkeigentum (und bei vertraglichen Vereinbarungen in anderen Fällen) gelten um 3 dB strengere, d.h. höhere Werte.

Beispiele

Strassenverkehrslärm:

$$L_{r \text{ Tag}} = 71 \text{ dBA} \rightarrow D_e = 71 - 33 = 38 \text{ dB} \rightarrow R'_w + C_{tr} = 33 \text{ dB}^*$$

Eisenbahnlärm:

$$L_{r \text{ Nacht}} = 72 \text{ dBA} \rightarrow D_e = 72 - 25 = 47 \text{ dB} \rightarrow R'_w + C_{tr} = 42 \text{ dB}^*$$

* Die Angabe von $(R'_w + C_{tr})$ gilt in beiden Beispielen unter der Annahme, dass $\Delta L_{LS} = 5$ dB beträgt (Raum: 6 x 5 x 2.5m; Fenster: 1.2 x 4 = 4.8m², Fensteranteil an der Fassade: 32%).

2. Berechnung des Bau-Schalldämmmasses von Bauteilen aus mehreren Elementen unterschiedlicher Dämmung

2.1 Bauteile aus zwei unterschiedlichen Elementen

Setzt sich ein Bauteil aus zwei Elementen unterschiedlicher Dämmung zusammen, beträgt das spektral korrigierte, bewertete Bau-Schalldämmmass $(R'_w + C)_{res}$ resp. $(R'_w + C_{tr})_{res}$ des gesamten Bauteils (als C kann C oder C_{tr} eingesetzt werden):

$$(R'_w + C)_{res} = -10 \lg \left[\frac{S_1 \cdot 10^{-(R'_w + C)_1/10} + S_2 \cdot 10^{-(R'_w + C)_2/10}}{S_{res}} \right] \quad (\text{dB}) \quad \text{Formel E.2.2.1, SIA 181}$$

S_1 und S_2 sind die Flächen der einzelnen Bauteile in m², $(R'_w + C)_1$, und $(R'_w + C)_2$ die entsprechenden Bau-Schalldämmmasse in dB.

Die Anwendung dieser Formel kann für einen Raum des Garderobentraktes der Turnhalle Breitenrain in Bern erläutert werden.

Beispiel 1

Abbildung 4: Garderobentrakt Turnhalle Breitenrain

Garderobentrakt Turnhalle Breitenrain Bern

Duscheraum

Raumabmessungen:

Breite = 2.57m, Länge = 3.80m, Höhe = 2.83m

Volumen = $2.57 \times 3.80 \times 2.83 = 27.6 \text{ m}^3$ Hüllenfläche = $(2.57 + 3.80) \times 2.83 = 18.03 \text{ m}^2$

Schalldämmung der einzelnen Bauteile:

Holzelement-Fassade

hinterlüftete Latten

18mm bituminierte Holzwerkstoffplatte

160mm Cellulosefaserdämmung

Luftdichtigkeitsschicht

12mm Holzwerkstoffplatte

 $R'_{w \text{ geschätzt}} = 40 \text{ dB}$ **Fenster**

Verglasung Glas 1: 4mm, LZR: 12mm, Glas 2: 4mm

Holzrahmen

 $R'_{w \text{ geschätzt}} = 29 \text{ dB}$

Schalldämmung des zusammengesetzten Bauteils:

Bauteil	Fläche (m ²)	Schalldämmmass R'_{w} (dB)
Fassadenelement	13.82	40
Fenster	4.21	29
Gesamtfassade	18.03	34

Messergebnisse:

 $R'_{w} (C; C_{tr}) = 33 (-1; -1) \text{ dB}$

Lautsprechermessung

Bemerkung:

Ungewöhnlich ist der gute Wert für C_{tr} , welcher sich aber aufgrund der relativ schlechten Schalldämmung der Konstruktion und des flachen Messkurvenverlaufes erklären lässt. Die Schalldämmung in den mittleren und tiefen Frequenzen ist nicht wesentlich schlechter als jene in den höheren Frequenzen.

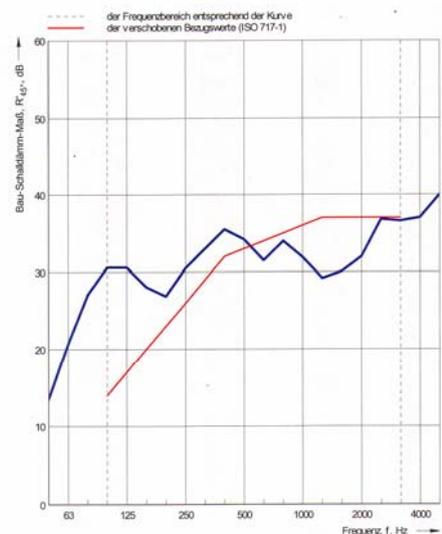


Abbildung 5: Ausschnitt Messprotokoll, Beispiel 1

2.2 Bauteile aus mehr als zwei unterschiedlichen Elementen

Setzt sich ein Bauteil aus mehr als zwei Elementen unterschiedlicher Dämmung zusammen, beträgt das spektral korrigierte, bewertete Bau-Schalldämmmass $(R'_w + C)_{res}$ resp. $(R'_w + C_{tr})_{res}$ des gesamten Bauteils (als C kann C oder C_{tr} eingesetzt werden):

$$(R'_w + C)_{res} = -10 \lg \left[\frac{\sum S_j \cdot 10^{-(R'_w + C)_j / 10}}{S_{res}} \right] \quad (\text{dB}) \quad \text{Formel E.2.2.2, SIA 181}$$

Die Anwendung dieser Formel kann an einem, für die Kontrollmessung mit einer Schiebewand abgetrennten, Mehrzweckraum des Alterszentrums Zollbrück erläutert werden.

Beispiel 2



Alterszentrum Zollbrück

Mehrzweckraum EG durch Schiebewand abgetrennt

Raumabmessungen:

Breite = 3.83m, Länge = 9.35m, Höhe = 2.79m

Volumen = $3.83 \times 9.35 \times 2.79 = 99.9 \text{ m}^3$

Hüllenfläche = $(3.83 + 9.35) \times 2.79 = 36.8 \text{ m}^2$

Abbildung 6: Mehrzweckraum Alterszentrum Zollbrück

Schalldämmung der Bauteile:

Holzelement-Fassade

hinterlüftete Verkleidungen (Latten / Dreischichtplatte)

22mm bituminierte Holzwerkstoffplatte

140mm Steinwollendämmung

Luftdichtigkeitsschicht

15mm Fermacellplatte

$R'_{w \text{ geschätzt}} = 45 \text{ dB}$

Fenster

Verglasung Glas 1: 4mm, LZR: 14mm, Glas 2: 4mm

Holzrahmen

$R'_{w \text{ geschätzt}} = 30 \text{ dB}$

Grossformatige Festverglasung

Verglasung Glas 1: 6mm, LZR: 14mm, Glas 2: 6mm

Holzrahmen

$R'_{w \text{ geschätzt}} = 34 \text{ dB}$

Schalldämmung des zusammengesetzten Bauteils:

Bauteil	Fläche (m ²)	Schalldämmmass R'_w (dB)
Fasadenelement	21.15	45
Fenster	3.80	30
Festverglasung	11.85	34
Gesamtfassade	36.80	36

Messergebnisse:

$$R'_w (C; C_{tr}) = 37 (-1;-4) \text{ dB}$$

Lautsprechermessung

Bemerkung:

Gegenüber dem Beispiel 1 ist der Wert für C_{tr} deutlich schlechter. Dies weil die Schalldämmung wesentlich besser ist und die Schalldämmung in den mittleren und tiefen Frequenzen schlechter ist als in den höheren Frequenzen.

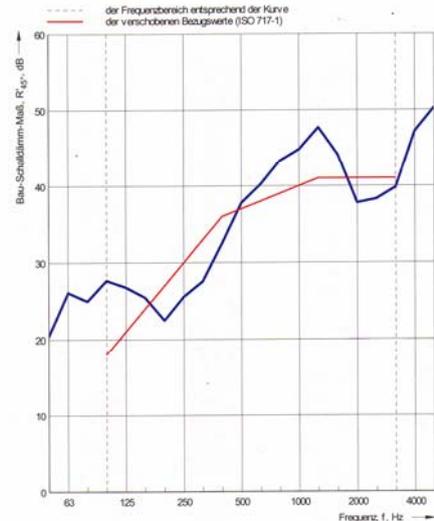


Abbildung 7: Ausschnitt Messprotokoll, Beispiel 2

Beispiel 3



Abbildung 8: Anbau Papiermühlestr. 114 Bern

Liegenschaft Papiermühlestrasse 114 Bern

Anbau über 2 Geschosse

Raumabmessungen:

Breite = 3.30m, Länge = 6.60m, Höhe = 6.25m

Volumen = $3.30 \times 6.60 \times 6.25 = 136.1 \text{ m}^3$

Hüllenfläche = $(3.30+3.30+6.60) \times 6.25 = 82.5 \text{ m}^2$

Schalldämmung der Bauteile:

Holzelement-Fassade

18mm Holzwerkstoffplatte

160mm Steinwollgedämmung

Luftdichtigkeitsschicht

16mm Holzwerkstoffplatte

$R'_w \text{ geschätzt} = 42 \text{ dB}$

Tür

Submissionsvorschrift $R'_w = 37 \text{ dB}$

$R'_w \text{ geschätzt} = 35 \text{ dB}$

Lüftungsflügel (Glas mit Holzrahmen)

Verglasung Glas 1: 6mm, LZR: 10mm, Glas 2: 9mm (PVB)

Holzrahmen

$R'_w \text{ geschätzt} = 35 \text{ dB}$

Grossformatige Festverglasung

Verglasung Glas 1: 6mm, LZR: 10mm, Glas 2: 9mm (PVB)

Holzrahmen, Attest ($R_w = 39 \text{ dB}$)

$R'_w \text{ geschätzt} = 37 \text{ dB}$

Schalldämmung des zusammengesetzten Bauteils:

Bauteil	Fläche (m ²)	Schalldämmmass R' _w (dB)
Fassadenelement	41.44	42
Tür	2.31	35
Lüftungsflügel	6.25	35
Festverglasung	32.5	37
Gesamtfassade	82.50	38

Messergebnisse:

$$R'_w (C; C_{tr}) = 37 (-2; -4)$$

Messung mit 2 Lautsprechern

Bemerkung:

Die Spektralkorrekturen entsprechen in etwa jenen des Beispiels 2.

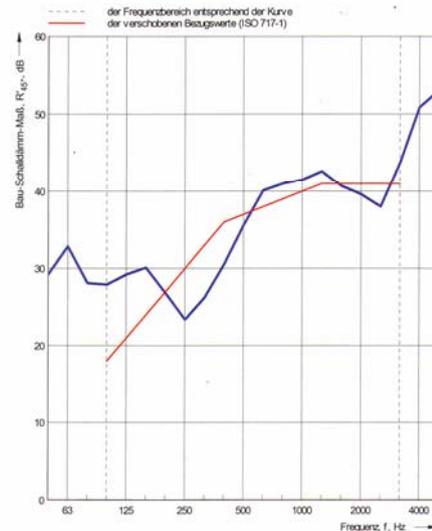


Abbildung 9: Ausschnitt Messprotokoll, Beispiel 3

2.3 Fazit aus dem Vergleich der Prognosen mit den Messergebnissen

Die Prognosen der erwarteten Schalldämmung der opaken Holzbauteile wurde nach der im Element 30 "Schallschutz im Hochbau" (Herausgegeben von der Schweiz. Ziegeleiindustrie) beschriebenen Methode vorgenommen. Danach lässt sich R'_w wie folgt abschätzen:

$$R'_w = \text{ca. } R^*_w + 100 \cdot d \cdot n \cdot c \quad \text{mit: } \begin{array}{l} R^*_w = \text{Schalldämmung aufgrund der Masse} \\ d = \text{Schalenabstand in Meter} \\ n = \text{Korrektur für die Art der Schalenverbindung} \\ c = \text{Korrektur für die Art der Trennschicht} \end{array}$$

Weitere Hilfsmittel für die Abschätzung der Schalldämmung sind die Dokumentation SIA 0189 "Schallschutz im Hochbau" sowie diverse Publikationen von Fachverbänden und Systemherstellern.

Die Schalldämmung der Fenster und Festverglasungen wurden ebenfalls mit einem einfachen Abschätzverfahren bestimmt (siehe Kapitel 3).

Werden für die untersuchten (einfachen) Konstruktionen, die mit den einfachen Abschätzmethoden ermittelten resultierenden Schalldämmwerte mit den Messergebnissen verglichen, zeigt sich eine (erstaunlich) gute Übereinstimmung. Dies deckt sich weitgehend mit den Erfahrungen des Referenten. Vorsicht ist allerdings geboten, bei sehr grossen Schalenabständen und komplexeren Konstruktionsaufbauten. Dort versagen die einfachen Abschätzmethoden.

Relativ wenig Erfahrungen sind bezüglich den Spektralkorrekturen C und C_{tr} vorhanden. Im Labor werden für einfache Holz-Leichtbaukonstruktionen oft Werte für C im Bereich von -1 bis -5 dB und für C_{tr} von -4 bis -12 gemessen. Am Bau betrug bei den vorgestellten Beispielen C

= -1 bis - 2 dB und $C_{tr} = -1$ bis -4 dB. Es sind weitere Messungen verschiedener Konstruktionen am Bau nötig um den Planern die nötige Sicherheit für die Dimensionierungen mit den Spektralkorrekturen zu ermöglichen. Es zeichnet sich jedoch ab, dass am Bau mit Lautsprecherschall gemessen, wesentlich günstigere Spektralkorrekturen ermittelt werden als im Labor mit diffusem Schallfeld.

3. Spezialfall: Fenster mit zugehörigen Bauteilen

Zur Abschätzung der Schalldämmung von Fenstern und zugehöriger Bauteile, wurde vom Verfasser im Rahmen von Lärmsanierungen an Strassen und Eisenbahnen im Jahr 1990, nachfolgendes Modell entwickelt. Es hat sich, bei korrekter Anwendung, im Bereich von Schalldämmungen zwischen 30 und 40 dB gut bewährt.

- | | |
|---|-------------------|
| • Grundwert für das Glas | R'w Glas |
| • Korrekturwert für die Glasgrösse | Δ Grösse |
| • Korrekturwert Rahmen (Anzahl Flügel, Beschläge) | Δ Rahmen |
| • Korrekturwert für Dichtungen, akustischem Zustand, Einbau | Δ Dichtung |
| • Korrekturwert für zugehörige Bauteile
(Rahmenverbreiterung, Rollladenkasten, Lüfter, etc.) | Δ Bauteile |

Schalldämmung des Fensters inkl. zugehöriger Bauteile

R'w Fenster

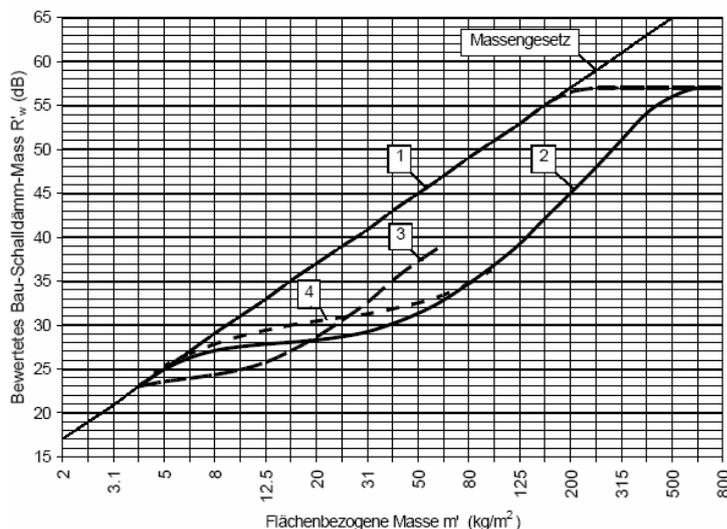
Der Grundwert für Isoliergläser kann mit Näherungsformeln berechnet werden. Für 2-fach Isoliergläser ergeben sich folgende Kennwerte:

Glasstärke	(mm)	4	4	4	4	6	6	12
LZR	(mm)	12	16	16	14	16	16	80
Glasstärke	(mm)	4	4	8	10	8	10	10
R'w	(dB)	29	31	35	36	37	38	52

Abbildung 10: Grundwert für die Abschätzung von R'w von Fenstern mit 2-fach Isolierglas

Die Korrekturen der Grundwerte müssen gemäss Modell sorgfältig mitberücksichtigt werden.

Die nachfolgende Grafik (Schalldämmung einschaliger Bauteile, Norm SIA 181, Figur 11) und die nachfolgenden Beispiele zeigen, dass die Bau-Schalldämmmasse von Fenstern mit einschaligen oder dünnen mehrschaligen Holz-Leichtbauteilen kaum erreicht werden können.



Kurve 1: Massengesetz, gültig unterhalb der Grenzfrequenz, bis $m = \text{ca. } 200 \text{ kg/m}^2$, z.B. für dünne Bleche

Kurve 2: Beton, Mauerwerk und Gips, bis $m = \text{ca. } 500 \text{ kg/m}^2$

Kurve 3: Holz und Holzwerkstoffe, bis $m = \text{ca. } 65 \text{ kg/m}^2$

Kurve 4: Glasscheiben, bis $m = \text{ca. } 100 \text{ kg/m}^2$

Beispiele einschaliger Holzkonstruktionen

- 5 mm Sperrholz $m = 3 \text{ kg/m}^2$ $R'_w = \text{ca. } 21 \text{ dB}$
- 2 cm Holzspanplatte $m = 14 \text{ kg/m}^2$ $R'_w = \text{ca. } 23 \text{ dB}$
- 4 cm Holzspanplatte $m = 28 \text{ kg/m}^2$ $R'_w = \text{ca. } 29 \text{ dB}$
- 6 cm Massivholz $m = 30 \text{ kg/m}^2$ $R'_w = \text{ca. } 30 \text{ dB}$

Beispiele zweischaliger Holzkonstruktionen (Rolladenkasten / Rahmenverbreiterungen)

- 12 mm Holzwerkstoffplatte / 2 cm Mineralfaserdämmung / 12 mm Holzwerkstoffplatte, $m = 18 \text{ kg/m}^2$ $R'_w = 26 - 27 \text{ dB}$
- 12 mm Holzwerkstoffplatte / 2 Schwerdämmfolien / 2 cm Mineralfaserdämmung / 12 mm Holzwerkstoffplatte, $m = 28 \text{ kg/m}^2$ $R'_w = 28 - 29 \text{ dB}$

Um eine ausreichende Schalldämmung des Fensters inkl. zugehöriger Bauteile zu erreichen muss die Gesamtschalldämmung gemäss Kapitel 2 dimensioniert werden. Bei Rolladenkästen helfen zudem schallabsorbierende Verkleidungen im innern, sofern dies aus Platzgründen möglich ist.

Erheblich ist bei Fenstern der Einfluss der Dichtigkeit. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Resultate von Messungen vor und nach dem Richten der Beschläge (Erhöhung des Anpressdruckes).

Verglasung	Erstmessung			Bemerkungen	Zweitmessung			Wirkung		
	R'_w	C	C_{tr}		R'_w	C	C_{tr}	R'_w	C	C_{tr}
10/14/4	33	-1	-3	2 Flg., Stichbogen	35	-1	-3	+2	0	0
10/16/4	34	-1	-3	3 Flg.	38	-1	-3	+4	0	0
10/16/4	31	-1	-2	2 Flg.	36	-1	-3	+5	0	+1
10/14/4	33	-1	-3	2 Flg.	35	0	-3	+2	+1	0

Abbildung 11: Wirkung des Richtens von Beschlägen undichter Fenster