

## Schalldämmung





# Praxishandbuch Nr. 8

Herausgeber: GEALAN Architektenberatung

# Schalldämmung

Anforderungen  
an den Schallschutz  
von Außenbauteilen

Für die im Praxishandbuch folgenden Informationen wird keine Gewähr für die Vollständigkeit oder Richtigkeit gegeben. Die Fa. GEALAN Fenster-Systeme GmbH behält sich das Recht vor, den Inhalt der folgenden Informationen jederzeit abzuändern. Eine Verpflichtung zur Korrektur bei falschen, überholten oder ungenauen oder zur Ergänzung von unvollständigen Informationen besteht nicht. Die Empfehlungen folgen unentgeltlich. Es gilt § 675 II BGB. Vor jeglicher Verwendung der Informationen sollten diese vom Benutzer eigenständig überprüft werden. Die gemachten Informationen stellen in keiner Weise Garantien oder Zusicherungen von Eigenschaften dar. Sie sind auch keine Gebrauchsanweisung für Produkte oder sonstige der Leistungen der Fa. GEALAN Fenster-Systeme GmbH. GEALAN Fenster-Systeme GmbH übernimmt keine Haftung für die Benutzung der folgenden Informationen, mit Ausnahme der Haftung für Vorsatz und grobe Fahrlässigkeit. Für im Zusammenhang mit den folgenden Informationen auftretenden Rechtsansprüchen gilt das deutsche Recht unter Ausschluss der Bestimmungen des internationalen Privatrechts.

Stand: August 2013

Nachdruck und Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit unserer Genehmigung.

Alle Rechte vorbehalten.

Mit dem Erscheinen dieser Arbeitsunterlage verlieren alle vorherigen Ausgaben ihre Gültigkeit.

Die Beratungsleistung der Fa. GEALAN Fenster-Systeme GmbH, Hofer Straße 80, 95145 Oberkotzau, erfolgt unentgeltlich.

# Inhaltsverzeichnis

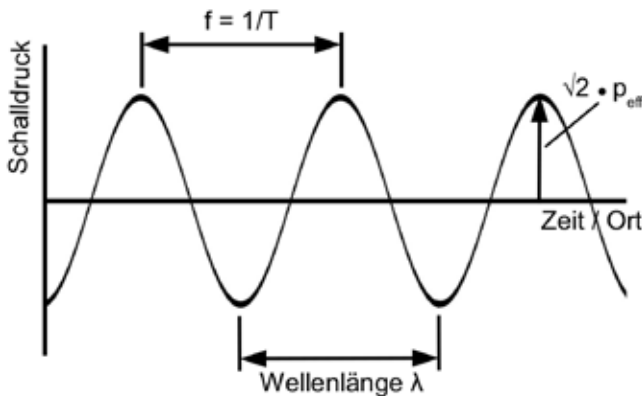
Kapitel	Seite
<b>1 Grundbegriffe der Schalldämmung</b>	<b>6</b>
1.1 Grundlagen	6
1.2 Wege der Schallübertragung	11
1.3 Messung der Schalldämmung von Bauteilen	12
1.3.1 Ermittlung der Einzahlangabe $R_w$	15
1.3.2 Spektrumsanpassungswerte C und $C_{tr}$	16
1.4 Schalldämmung kleiner Bauteile	17
1.5 Kennzeichnende Größen der Luftschalldämmung	19
1.6 Einflussfaktoren auf die Schalldämmung	20
1.6.1 Physikalische Effekte	20
1.6.2 Bauteilbedingter Einfluss	21
1.6.3 Montage	23
1.7 Messung am Bau	28
<b>2 Regelwerke</b>	<b>29</b>
2.1 Übersicht	29
2.2 DIN 4109	29
2.3 VDI 4100	30
2.4 VDI 2719	30
2.5 Europäische Anforderungsgrößen an die Luftschalldämmung	31
<b>3 Anwendung der DIN 4109: Schallschutz im Hochbau</b>	<b>32</b>
3.1 Schallschutznachweis nach DIN 4109	32
3.2 Neukonzept der DIN 4109	41
3.3 Auswirkung der Neufassung der DIN 4109 auf den Fensterbau	42
<b>4 Ermittlung der Schalldämmung</b>	<b>43</b>
4.1 Allgemeines	43
4.2 Nachweis durch Prüfung	43
4.3 Nachweis durch tabellarische Werte	43
4.4 Übertragung von Messergebnissen	45
4.4.1 Änderung der Elementgrößen	45
4.4.2 Austausch des Isolierglases	46
4.5 Schalllängsleitung bei Fensterwänden	47
4.6 Schalldämmwerte von GEALAN-Systemen	48
System S 7000 IQ	48
System S 7000 IQ plus	49
System S 8000 IQ	51
System S 8000 IQ plus	53
Hebe-Schiebe-Tür	54
GECCO-Systeme	55
RAE plus	56
<b>5 Quellennachweis</b>	<b>57</b>

## 1 Grundbegriffe der Schalldämmung

### 1.1 Grundlagen

Schallschutz im Hochbau soll den Menschen vor unzumutbarem Lärm schützen, der entweder aus der Umgebung oder von Lärmquellen innerhalb eines Gebäudes auf Wohnbereiche einwirkt. Die gesundheitlichen Gefahren von dauerhaft hohen Lärmpegeln sind heute hinlänglich bekannt, deshalb ist der Schutz der Gesundheit vor Umgebungslärm immer wichtiger. Hier können Schalldämmmaßnahmen an Fenstern einen wichtigen Beitrag leisten.

An dieser Stelle werden zum besseren Verständnis einige grundlegende Begriffe aus der Akustik erklärt, siehe auch Abbildung 1.1.



**Abbildung 1.1:** Grundbegriffe bei Schwingungen

**Schall** ist eine zeitliche und örtliche Druck- und Dichteschwankung in einem elastischen Medium. Dieses kann ein Gas, eine Flüssigkeit oder ein Festkörper sein. Je nach Medium spricht man von Luftschall, Flüssigkeitsschall oder Körperschall.

**Schalldruck** sind die zuvor definierten Druckschwankungen, die bei der Ausbreitung von Schall auftreten. Diese Druckschwankungen werden vom Hörapparat in eine Hörempfindung umgesetzt. Der Schalldruck  $p$  ist dem Luftdruck  $p_0$  überlagert. Die Einheit des Schalldrucks ist Pascal, [Pa].

**Frequenz  $f$**  gibt die Anzahl der Schwingungen pro Zeiteinheit an, z. B. in einer Sekunde. Die Einheit für die Frequenz ist Hertz ( $\text{Hz} = 1/\text{s} = \text{s}^{-1}$ ). Für das subjektive Hörempfinden des Menschen entsprechen tiefe Frequenzen tiefen Tönen und hohe Frequenzen hohen Tönen.

**Wellenlänge  $\lambda$**  ist der Abstand von zwei Punkten einer Welle, die sich in gleicher Phase befinden, z. B. der Abstand zweier Wellenberge. Wellenlänge und Frequenz

sind über die Schallgeschwindigkeit  $c$ , eine Materialeigenschaft, miteinander verknüpft

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Lautstärke eines Geräusches ist die messbare Amplitude oder auch die Stärke des Schalls. Diese wird vom Menschen als Lautheit wahrgenommen. Die Einheit für die Lautstärke ist das Sone, [sone].

Bezugsschallpegel  $p_0$  stellt die physiologische Hörschwelle des Menschen bei einer Frequenz von 1.000 Hz dar und ist der vom menschlichen Ohr geringste wahrnehmbare Schalldruck. Er liegt bei  $20 \mu\text{Pa} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$  und ist auf 0 dB festgelegt, DIN 45630. Der Bezugsschallpegel dient zur Berechnung des nachfolgend erklärten Schalldruckpegels.

Schalldruckpegel dient der Beschreibung der Stärke eines Schallereignisses. Der Schalldruckpegel  $L_p$  ist das logarithmische Verhältnis des effektiven Schalldrucks  $p_{\text{eff}}$  zu einem Bezugsschallpegel  $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ .

$$L_p = 10 \cdot \log \left[ \frac{p_{\text{eff}}^2}{p_0^2} \right]$$

Das Maß für den Schalldruckpegel ist das Dezibel, [dB].

Beurteilungspegel dient zur Beschreibung und Beurteilung von unterschiedlichen Belastungssituationen durch Schallereignisse. Er berücksichtigt, dass die Wirkung des Lärms nicht nur von der Lautstärke, sondern auch vom zeitlichen Verlauf und den Frequenzen abhängt.

Damit ist ein Vergleich von unterschiedlichen Lärmsituationen erst möglich. Der Beurteilungspegel berücksichtigt besondere Störmerkmale von Geräuschen, z.B. anfahrende KFZ an einer Straßenkreuzung. Zu seiner Ermittlung werden die fraglichen Schallereignisse über einen festgelegten Bezugszeitraum gemessen und gemäß DIN 45645-1 gemittelt.

Der Beurteilungspegel ist die Basis zur Bestimmung des maßgeblichen Außenlärmpegels nach DIN 4109. Er ist nicht gleich dem gemessenen Schalldruckpegel.

Das Maß für den Beurteilungspegel ist das Dezibel, [dB].

### Hörempfinden des Menschen

Das menschliche Ohr ist ein Alarmorgan. Es ist äußerst kompliziert und ungeheuer leistungsfähig. Das Ohr erfasst einen großen Frequenz- und einen sehr großen Schalldruckpegelbereich. Der Frequenzbereich erstreckt sich von 16 bis etwa 16.000 Hz, das ist eine Spanne von 1 : 1.000. Zum Vergleich das Auge: Dem Spektrum von Rot bis Blau entspricht ein Frequenzbereich von 1 : 2. Würde das Auge ein ebenso großes Spektrum erfassen wie das Ohr, wären Radargeräte überflüssig und Nebel kein Problem mehr.

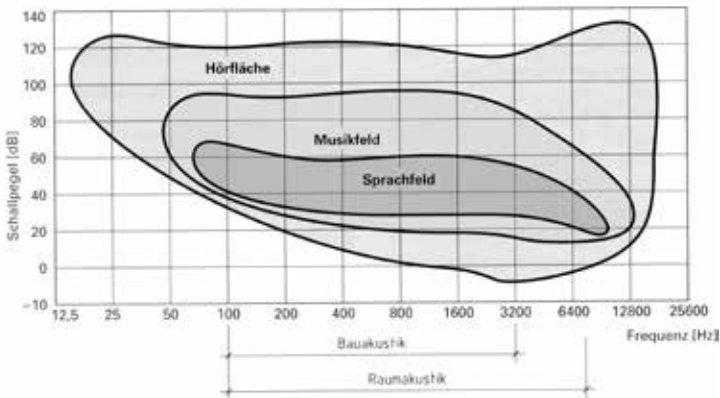
Der vom Ohr erfassbare Schalldruckpegelbereich ist noch wesentlich größer als der Frequenzbereich. Das Minimum, die untere Hörschwelle der Schallintensität, liegt bei

dem Bezugsschallpegel von  $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$  0, was einem Schalldruckpegel von  $L_p = 0 \text{ dB}$  entspricht.

Das Maximum, die so genannte akustische Schmerzgrenze, wird in der Literatur mit einem Schalldruckpegel von 120 dB bis 140 dB angegeben. Eine genauere Angabe hierzu ist schwer möglich, weil die Bestimmung der Schmerzgrenze für die Versuchspersonen nicht nur unangenehm wäre, sondern auch zu irreparablen Schädigungen des Gehörs führen würde. Üblicherweise wird die Schmerzgrenze mit 130 dB angegeben. Dies entspricht einem Schalldruck von  $p = 63,25 \text{ Pa}$ .

Damit beträgt der vom Ohr erfassbare Schalldruckpegelbereich von  $20 \mu\text{Pa}$  bis ca. 60 Pa. Das ist eine Spanne von 1 : 3.000.000.

Die Empfindlichkeit des menschlichen Gehörs ist abhängig von der Frequenz und dem Schallpegel. Töne im Bereich zwischen 2.000 Hz und 5.000 Hz werden am besten wahrgenommen, Töne unterhalb etwa 500 Hz schlechter. Diese ist aus der nachfolgenden Darstellung ersichtlich.



Hörbereich	16 Hz – 16 kHz
Hörschwelle	0 dB
Schmerzgrenze	ca. 130 dB

**Abbildung 1.2:** Empfindlichkeit des menschliches Gehörs

Der Empfindungsverlauf des menschlichen Ohres ist wegen der großen Spanne der wahrnehmbaren Lautstärke von ca. 1 : 3.000.000 in etwa logarithmisch. Das bedeutet, dass im unteren Wertebereich, also im Bereich der leisen Töne, noch geringe Änderungen in der Lautstärke wahrgenommen werden. Mit steigender Lautstärke nimmt diese Empfindlichkeit ab, es werden nur noch zunehmend größere Unterschiede wahrgenommen.



### Logarithmische Darstellung

Dieser große Wertebereich lässt sich mit einer linearen Skala nicht mehr übersichtlich darstellen. Hier eignet sich die logarithmische Darstellung besser, wie der folgende Vergleich zeigt. Beide Kurven geben die Schalldämm-Maße eines Fensters im System GEALAN S 8000 mit einem Schalldämmglas in Abhängigkeit von den Frequenzen wieder. Im oberen Diagramm sind die Frequenzen linear dargestellt, im unterem im logarithmischen Maßstab. Es ist ersichtlich, dass Änderungen im unteren Wertebereich in der linearen Darstellung nur schwer zu erkennen und zu unterscheiden sind, während sie bei der logarithmischen Darstellung deutlich ablesbar sind.

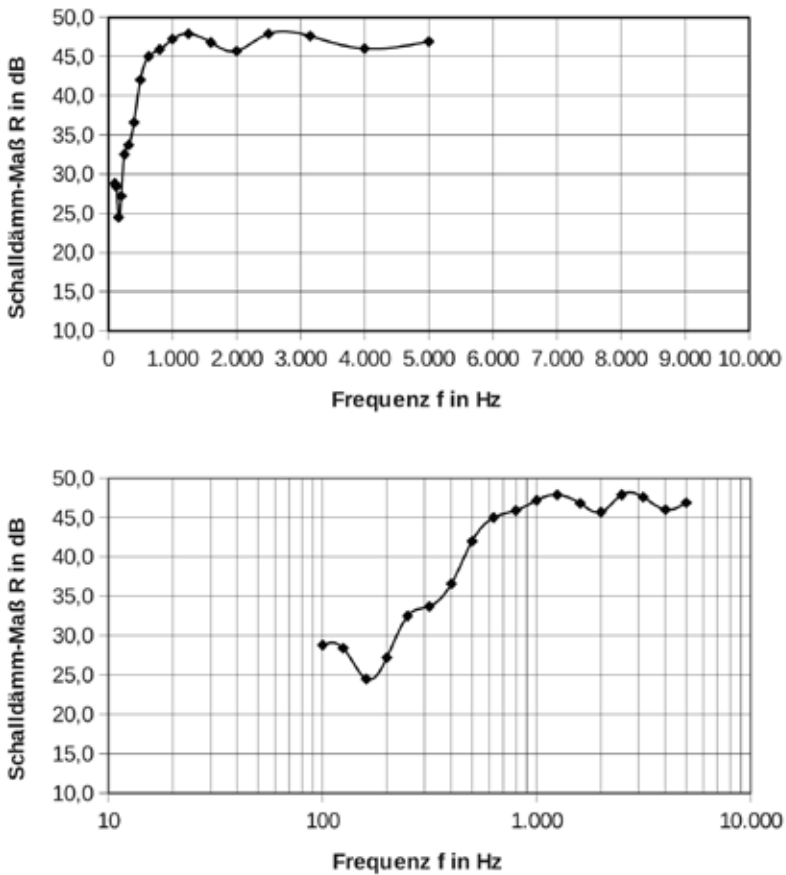


Abbildung 1.3: Vergleich der linearen und der logarithmischen Darstellung

Änderung des Schalldruckpegels in dB	Veränderung der Lautstärke
10	1 : 10
20	1 : 100
30	1 : 1.000
40	1 : 10.000
50	1 : 100.000
60	1 : 1.000.000

Diese Tabelle zeigt, um welchen Faktor sich die Lautstärke abhängig vom Schalldruckpegel in dB ändert oder, anders ausgedrückt, welcher Anteil des Schalls durch das Bauteil geht

### Wann sind Verbesserungen in der Schalldämmung sinnvoll?

Dieser unvorstellbar große Bereich, den das Ohr verarbeiten kann, ist der Grund, weshalb relativ kleine Änderungen, was geringen Verbesserungen in der Schalldämmung entsprechen würde, kaum wahrgenommen werden. Die Empfindlichkeit des menschlichen Ohres ist in der folgenden Übersicht aufgelistet.

Änderung des Schalldruckpegels	Empfindung des menschlichen Gehörs
Schalldruckpegel + 1 dB	kaum wahrnehmbar
Schalldruckpegel + 3 dB	gerade merklich
Schalldruckpegel + 10 dB	doppelt so laut

Eine Verbesserung der Schalldämmung ist daher erst sinnvoll, wenn der Schallwiderstand eines Bauteiles verdoppelt oder vervielfacht wird. Das kann z.B. geschehen durch eine Verdopplung der Wanddicke. Die obere realistische Größe für die Dicke ist aber schnell erreicht. Für eine weitere Verbesserung des Schallwiderstandes müssen komplizierte akustische Effekte genutzt werden. Dazu ist gut fundiertes Wissen die Grundlage.

### Gibt es eine Gewöhnung an Lärm?

Das Ohr ist, wie zuvor beschrieben, ein Alarmorgan und deshalb Tag und Nacht aktiv. Lärm führt sofort zu einer Lärmanalyse im Gehirn. Verdächtige Geräusche wecken sofort ein schlafendes Reh, lautes Regenrauschen dagegen nicht. Oder eine Mutter reagiert im Schlaf auf das leiseste Geräusch ihres Säuglings und wacht auf. Die ihr bekannten Geräusche des Straßenverkehrs jedoch wecken sie nicht.

Der natürliche Wechsel von Tiefschlaf und Traumphase ist die Voraussetzung für eine körperliche und geistige Regeneration. Lärm stört diesen natürlichen Wechsel – auch wenn man nicht aufwacht. Eine Gewöhnung an nächtlichen Lärm ist daher – wie vielfach nachgewiesen – nicht möglich. Lärm am Tage ist zwar lästig, aber nicht so schädlich wie in der Nacht. Für einen erholsamen Schlaf, besonders von Kindern, sollte der Geräuschpegel im Schlafraum 25 dB nicht überschreiten.

Mit der Tabelle soll einführend ein Gefühl gegeben werden, welcher Lärm von Menschen und Maschinen in unserer Umgebung verursacht wird.

dB (A)	Vorgang	Empfindung
20	ticken einer leisen Uhr leichtes Blätterrauschen ruhiges Zimmer nachts	sehr leise
40	nahes Flüstern mittlere Wohngeräusche	ziemlich leise
60	Bürolärm Restaurant Warenhaus	mäßig laut
80	Straßenlärm bei starkem Verkehr	laut
100	Presslufthammer kleines Verkehrsflugzeug	laut bis unerträglich
≥120	Düsentriebwerk Raketen	laut bis unerträglich

Lautstärke in der Nähe der Geräuschquelle

### 1.2 Wege der Schallübertragung

Der Schall wird grundsätzlich durch die folgenden Mechanismen übertragen:

- die **Schallreflexion**, bei der die Schallwellen an einer Grenzfläche reflektiert und in den Raum zurückgeworfen werden,
- die **Schallabsorption**, bei der die Schallwellen ganz oder teilweise von der Bauteiloberfläche geschluckt werden,
- und die **Schalltransmission**, bei der die Schallwellen durch die Grenzfläche in den Nachbarraum gelangen.

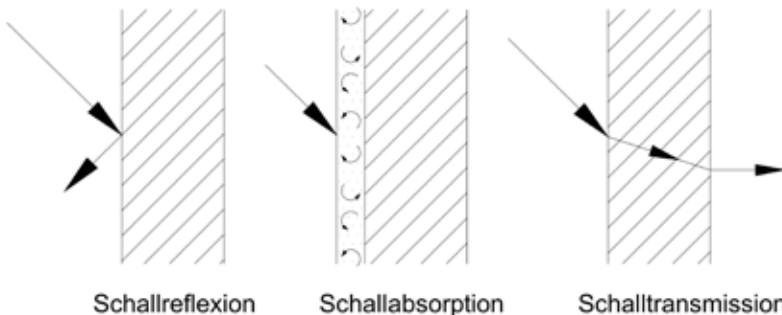


Abbildung 1.4: Wege der Schallübertragung

Diese drei Effekte treten nie isoliert voneinander auf. Wenn von einer Schallquelle ein Signal ausgesendet wird und dieses auf eine Bauteiloberfläche trifft, werden sowohl eine Reflexion als auch eine Absorption und eine Transmission stattfinden. Welcher der Übertragungsmechanismen dominiert, hängt von der Beschaffenheit der Oberfläche und des Bauteiles ab.

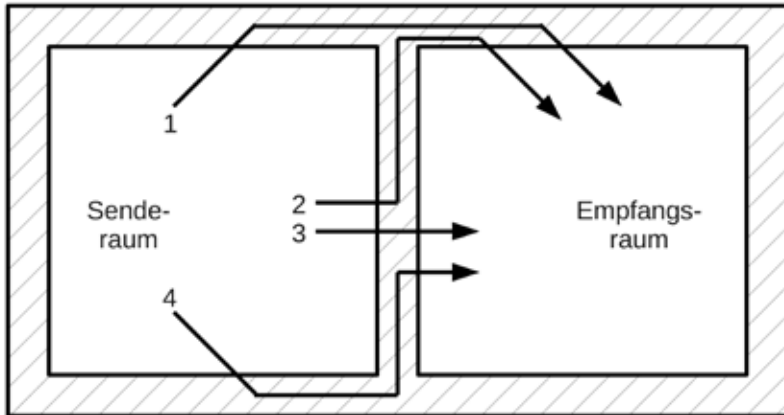


Abbildung 1.5: Schallübertragung zwischen Räumen

Trifft Schall auf ein trennendes Bauteil, siehe Abbildung 1.5, dann wird er nicht nur durch dieses Bauteil übertragen, Weg 3, sondern auch über die Flankenübertragungswege 1, 2 und 4. Für die Betrachtung der Schalldämmung von Bauteilen ist jedoch nur der direkte Schallübertragungsweg 3 von Interesse. Die Flankenübertragungswege 1 und 4 betreffen die Auslegung von Fensterbändern und Fassaden, die aus den in Kap. 4.5, Seite 47, genannten Gründen nicht Bestandteil dieses Praxishandbuchs sein können.

### 1.3 Messung der Schalldämmung von Bauteilen

Die Schalldämmung eines Bauteiles wird durch das Schalldämmmaß  $R$  beschrieben. Dieses wird aus der Schallintensität  $I_0$  der auf das Bauteil auftreffenden Schallwelle und der Schallintensität  $I_t$  der durch das Bauteil gegangenen Schallwelle nach der Formel berechnet.

$$R = 10 \cdot \log \frac{I_0}{I_t}$$

Befindet sich das trennende Bauteil zwischen zwei Räumen, dann wird die Schalldämmung dieses Teiles durch die nachstehende Formel berechnet

$$L_{P,E} = L_{P,S} - R + 10 \cdot \log \frac{S}{A}$$

mit den folgenden Parametern

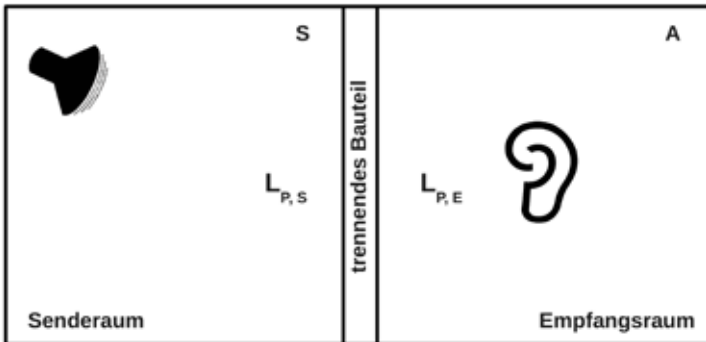
- $L_{P,S}$  Schalldruckpegel im Senderaum in dB
- $L_{P,E}$  Schalldruckpegel im Empfangsraum in dB
- $S$  Fläche des trennenden Bauteils in  $m^2$
- $R$  Schalldämmmaß des trennenden Bauteils
- $A$  äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum in  $m^2$

Der Ausdruck

$$10 \cdot \log \frac{S}{A}$$

ist ein Korrekturfaktor, der die Größe des trennenden Bauteils und die Absorptionsfläche im Empfangsraum berücksichtigt.

**Durch diesen Korrekturfaktor wird das Messergebnis unabhängig von den akustischen Eigenschaften des Empfangsraumes.**



**Abbildung 1.6:** Sende- und Empfangsraum bei der Messung

Zur Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Labor bedient man sich der sog. „Zwei-Raum-Methode“ nach EN ISO 10140-2. Dabei wird im Senderaum ein Schallsignal erzeugt und im Empfangsraum das angekommene Signal gemessen. Mit den zuvor beschriebenen Zusammenhängen wird das Schalldämmmaß des trennenden Bauteils nach der folgenden Formel berechnet

$$R = L_{P,S} - L_{P,E} + 10 \cdot \log \frac{S}{A}$$

Das Schalldämmmaß eines Bauteiles ist stark abhängig von

- seinen Materialeigenschaften, besonders vom flächenbezogenen Gewicht
- der Einfallrichtung des Schalls und
- der Frequenz des Schalls.

Daher wird in der Bauakustik der Frequenzbereich zwischen 100 Hz und 3.150 Hz betrachtet, in dem die meisten Wohngeräusche liegen. Da tiefe Frequenzen das Wohl-

befinden deutlich negativerer beeinflussen, werden sie bei der Auswertung der Messergebnisse besonders berücksichtigt. In der EN ISO 717-1 sind die Bezugswerte für die Messfrequenzen in Tabelle 3 angegeben. Für jede Frequenz liefert die Messung im Prüfstand ein Schalldämmmaß  $R$ , siehe Abbildung 1.7, die einen Ausschnitt aus dem Prüfbericht Nr. 161 32485/Z87 des ift Rosenheim zeigt.

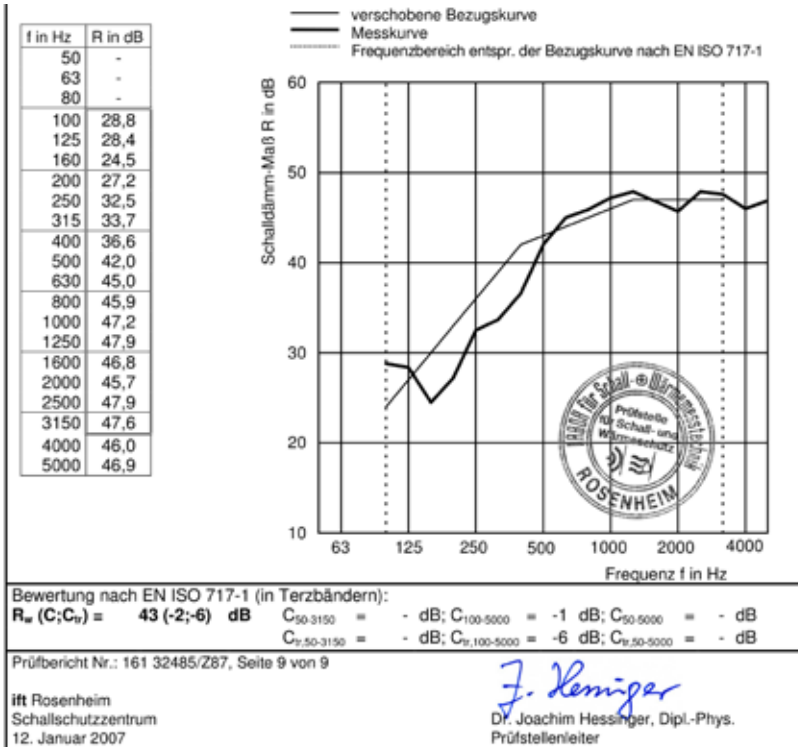


Abbildung 1.7: Ergebnis einer Messung zur Schalldämmung von Fenstern

Der Umgang mit einer so großen Menge an Ergebnissen für eine Eigenschaft eines Bauteiles, nämlich die Schalldämmung, ist nicht praktikabel. Es wird daher ein einzelner Wert benötigt, der diese Eigenschaft umfassend beschreibt, die so genannte Einzahlangabe. Diese Einzahlangabe ist ebenfalls für die einfache Formulierung von Schallschutzanforderungen in Bauvorschriften und Leistungsverzeichnissen erforderlich.

### 1.3.1 Ermittlung der Einzulangabe $R_w$

Zur Bestimmung der Einzulangabe wird eine Bezugskurve verwendet, die dem menschlichen Hörempfinden angepasst ist. (Bei gleichem Schalldruck nimmt das Gehör einen Ton mit 1.000 Hz lauter wahr als einen Ton mit 100 Hz.) Die Bezugskurve stellt im Prinzip den idealen Verlauf der Schalldämmung eines Bauteils dar und berücksichtigt dabei das schlechtere Hörempfinden des Menschen bei tiefen Frequenzen. Der Verlauf dieser frequenzabhängigen Bezugskurve ist in der EN ISO 717-1, Tabelle 3, festgelegt und in Abbildung 1.8 gezeigt.

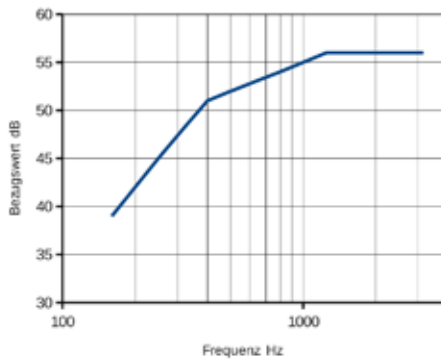


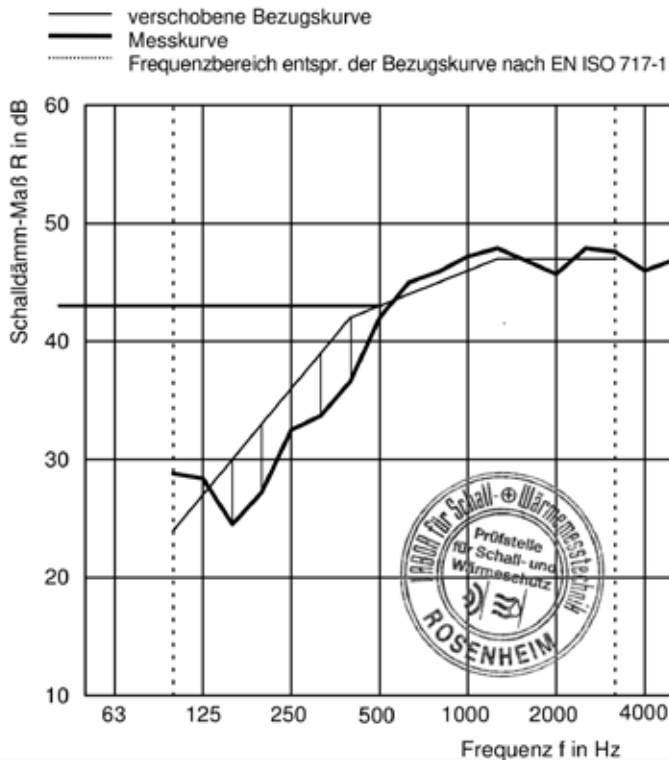
Abbildung 1.8: Bezugskurve nach EN ISO 717-1

Die Ergebnisse der Schalldämmprüfung werden in ein Diagramm eingetragen. Sie ergeben die Messwertkurve. Diese Messwertkurve wird nun mit der Bezugskurve verglichen. Um für die Schalldämmung eine reproduzierbare und vergleichbare Einzulangabe zu erhalten, wird die Bezugskurve gegenüber der Messwertkurve in 1-dB-Schritten verschoben.

Bei jeder Verschiebung werden die Unterschreitungen der Messwerte unter die Bezugskurve aufsummiert. Diese Aufsummierung wird nur für die Frequenzen durchgeführt, die in den sog. Terzbändern liegen, wie sie in der EN ISO 717-1, Tabelle 3 definiert sind.

Diese Verschiebung wird wiederholt, bis die Summe der Unterschreitungen kleiner als 32 dB ist. Der Schalldämmwert  $R_w$  des Bauteiles wird nun an der verschobenen Bezugskurve bei 500 Hz abgelesen. Weil das iterative Verfahren von der Genauigkeit eingeschränkt ist, wird als Ergebnis der abgerundete Wert in dB verwendet, Abbildung 1.9.

Das Ergebnis des zuvor beschriebenen Vergleichsverfahrens ist das bewertete Schalldämmmaß  $R_w$  nach EN ISO 717-1. Es ist ein Durchschnittswert von Messungen bei verschiedenen Frequenzen. Dabei wird jedoch nur ungenügend berücksichtigt, ob ein bestimmter Bauteilaufbau einen guten Schallschutz gegenüber z. B. Straßenlärm bringt, oder ob die Schalldämmkurve in diesem Bereich einen Einbruch zeigt.



**Abbildung 1.9:** Bezugskurve gegenüber der Messkurve verschoben

### 1.3.2 Spektrum-Anpassungswerte C und $C_{tr}$

Um diese Frequenzabhängigkeit der Schalldämmung von Bauteilen auszudrücken, wurden die Spektrum-Anpassungswerte eingeführt, die mit C und  $C_{tr}$  bezeichnet werden.

Spektrum-Anpassungswert C ist geeignet bei Lärmeinwirkung mit gleichmäßiger Frequenzverteilung, wie zum Beispiel Wohngeräusche, Lärm von Kinderspielplätzen, Eisenbahnlärm, Autobahnverkehr und Betriebe, die überwiegend mittel- und hochfrequenten Lärm abstrahlen.

Spektrum-Anpassungswert  $C_{tr}$  wird dann angewandt, wenn das Außengeräusch von dominierenden Tieftönenanteilen bestimmt wird, wie zum Beispiel vom städtischen Straßenverkehr, von Flugzeugen oder durch Diskotheken. Der Index tr stammt vom englischen Wort Traffic, Verkehr.



Das Berechnungsverfahren für die Spektrum-Anpassungswerte C und  $C_{tr}$  ist ähnlich dem zur Ermittlung der Einzahlangabe  $R_w$  und ist in der EN ISO 717-1 angegeben. Die entsprechenden Schallpegelspektren sind dort in der Tabelle 4 aufgeführt. Deshalb entfällt an dieser Stelle die genaue Beschreibung der Berechnung.

Die korrekte Schreibweise des Schalldämmmaßes ist  $R_w (C; C_{tr}) = R_w 43 (-2; -6)$  dB nach EN ISO 717-1. Die Spektrumsanpassungswerte haben zur Zeit in Deutschland keine baurechtliche Bedeutung, berücksichtigen aber bereits die zukünftige europäische Normung. So werden sie in der Schweiz und Italien bereits entsprechend berücksichtigt.

Die Schalldämm-Messungen, die GEALAN durchgeführt hat, geben den entsprechenden C- und  $C_{tr}$ -Wert immer mit an.

#### 1.4 Schalldämmung kleiner Bauteile

Bei der Ermittlung der Schalldämmung werden Bauteile als „kleine Bauteile“ bezeichnet, deren Fläche kleiner als  $1 \text{ m}^2$  ist, wie z.B. Lüftungselemente oder Rollladenkästen.

Die Schalldämmung dieser Bauteile kann mit dem bewerteten Schalldämmmaß oder durch die bewertete Normschallpegeldifferenz angegeben werden. Beide Größen werden nach DIN EN ISO 10140-2 ermittelt:

##### Bewertetes Schalldämmmaß

$$R_w = L_{P,S} - L_{P,E} + 10 \cdot \log \frac{S}{A}$$

##### Bewertete Normschallpegeldifferenz

$$D_{n,w} = L_{P,S} - L_{P,E} + 10 \cdot \log \left( \frac{A_0}{A} \right)$$

mit den folgenden Parametern

$R_w$	bewertetes Schalldämmmaß
$D_{n,w}$	bewertete Normschallpegeldifferenz
$L_{P,S}$	Schalldruckpegel im Senderaum in dB
$L_{P,E}$	Schalldruckpegel im Empfangsraum in dB
S	Fläche des Lüfters / Rollladenkastens in $\text{m}^2$
$A_0$	Bezugsabsorptionsfläche, $10 \text{ m}^2$
A	äquivalente Schallabsorptionsfläche in $\text{m}^2$ (im Empfangsraum, siehe Abbildung 1.6)

Obwohl der Zahlenwert der bewerteten Normschallpegeldifferenz erheblich größer ist als das bewertete Schalldämmmaß, beschreiben beide Größen dieselbe Eigenschaft eines Rollladenkastens oder eines Lüftungselements. Je kleiner das betrachtete Bauteil ist, desto größer ist die Abweichung dieser beiden Werte. Der Unterschied zwischen dem Schalldämmmaß und der Schallpegeldifferenz kann im Einzelfall bis zu 20 dB betragen. Ursache dieser Differenz sind die unterschiedlichen Bezugsflächen der beiden Größen:

- Die bewertete Normschallpegeldifferenz  $D_{n,e,w}$  wird bezogen auf eine Fläche von  $10 \text{ m}^2$ ,

- das bewertete Schalldämmmaß  $R_w$  wird bezogen auf die Stirnfläche des Lüferelementes / Rollladenkastens.

Daher darf die bewertete Normschallpegeldifferenz  $D_n$  eines kleinen Bauteils nicht direkt mit dem Schalldämmmaß des Fensters verknüpft werden, sondern muss umgerechnet werden in ein bewertetes Schalldämmmaß nach der Formel

$$R_w = D_n - 10 \cdot \log\left(\frac{A_0}{S}\right) \text{ dB}$$

Bei der Umrechnung auf den Rechenwert  $R_{w,R}$  nach DIN 4109 ist außerdem das Vorhaltemaß von 2 dB zu berücksichtigen.

$$R_{w,R} = R_w - 2 \text{ dB}$$

### Resultierende Schalldämmung von Fenster und Lüfter

Liegen zu einem Fenster und einem kleinen Bauteil die einzelnen Schalldämmmaße vor, so müssen diese zur resultierenden Schalldämmung des Gesamtelements zusammengefasst werden gemäß der nachstehenden Formel:

$$R_{w,X+F,R} = -10 \cdot \lg\left(\frac{S_F}{S_X + S_F} \cdot 10^{-0,1R_{w,F,R}} + \frac{S_X}{S_X + S_F} \cdot 10^{-0,1R_{w,X,R}}\right)$$

Liegt für ein kleines Bauteil kein bewertetes Schalldämmmaß vor, kann das Gesamtschalldämmmaß direkt mittels der bewerteten Normschallpegeldifferenz  $D_{n,w}$  berechnet werden. Hierbei wird die Bezugsfläche des kleinen Bauteils auf  $A_0 = 10 \text{ m}^2$  gesetzt.

$$R_{w,X+F,R} = -10 \cdot \lg\left(\frac{S_F}{S_X + S_F} \cdot 10^{-0,1R_{w,F,R}} + \frac{A_0 \{= 10\text{m}^2\}}{S_X + S_F} \cdot 10^{-0,1D_{n,w,X,R}}\right)$$

Hier muss das Vorhaltemaß von -2 dB ebenfalls berücksichtigt werden.

$$D_{n,w,X,R} = D_{n,w,X} - 2 \text{ dB}$$

In den oben aufgeführten Formeln steht der Index „X“ für das sog. kleine Bauteil, z.B. ein Lüftungselement oder ein Rollladenkasten.

### Anmerkung

Besteht ein Außenbauteil aus mehreren schalltechnisch unterschiedlichen Bauteilen, so wird die resultierende Schalldämmung nach der Formel 3.1 berechnet, siehe Seite 40.

### 1.5 Kennzeichnende Größen der Luftschalldämmung

An dieser Stelle wird ein Überblick über die wichtigsten Größen gegeben, die in Bezug auf die Schalldämmung von Fenstern in der Praxis verwendet werden.

C	Spektrum-Anpassungswert für Lärmeinwirkung mit gleichmäßiger Frequenzverteilung, siehe auch Kap. 1.3.2
C <sub>tr</sub>	Spektrum-Anpassungswert für Lärmeinwirkung mit dominierenden Tieftonteilen, siehe auch Kap. 1.3.2
D	Schallpegeldifferenz
D <sub>n</sub>	Normschallpegeldifferenz; wird üblicherweise auf eine Fläche von 10 m <sup>2</sup> bezogen
D <sub>n,T</sub>	Standard-Schallpegeldifferenz; wird üblicherweise auf eine Nachhallzeit von T = 0,5 s bezogen
D <sub>n,w</sub> D <sub>n,e,w</sub>	bewertete Normschallpegeldifferenz; wird angewendet für kleine Bauteile, siehe auch Kap. 1.4 Index e steht für kleine Bauteile, wird häufig weggelassen Index w für weighted = bewertet
R	Schalldämmmaß
R <sub>ST,w</sub>	bewertetes Fugenschalldämmmaß in dB, wird im Prüfstand ermittelt
R <sub>w</sub>	bewertetes Schalldämmmaß in dB; keine Schallübertragung über flankierende Bauteile, es wird nur der unmittelbar über das Bauteil übertragene Schall erfasst; ermittelt im Prüfstand; zur Bestimmung des bewerteten Schalldämmmaßes siehe auch Kap. 1.3.1
R <sub>w,P</sub> (veraltet)	wird in der Praxis häufig noch für den im Prüfstand ermittelten R <sub>w</sub> -Wert verwendet. Diese Bezeichnung wird nach der DIN 4109-1 (2006-10) ersetzt durch das bewertete Schalldämmmaß R <sub>w</sub> , welches die gleiche Aussage hat.
R' <sub>w</sub>	bewertetes Schalldämmmaß in dB; betrachtet den eingebauten Zustand des Fensters mit Schallübertragung über flankierende Bauteile und andere Nebenwege; Ergebnis der Messung am Bau
R <sub>w,R</sub>	Rechenwert aus R <sub>w</sub> abzüglich dem sog. Vorhaltemaß für mögliche Flankenübertragungen im eingebauten Zustand. Vorhaltemaß Fenster: $R_{w,R} = R_w - 2 \text{ dB}$ Vorhaltemaß Türen: $R_{w,R} = R_w - 5 \text{ dB}$ Anmerkung: Türen in diesem Sinne sind Türen mit Schwellen; Fenstertüren fallen nicht unter diesen Begriff.

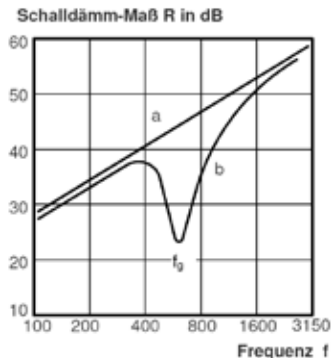
## 1.6 Einflussfaktoren auf die Schalldämmung

### 1.6.1 Physikalische Effekte

Physikalisch ist die Schallübertragung von einem Raum zu einem anderen über ein trennendes plattenförmiges Bauteil so zu beschreiben, dass Schallwellen auf dieses Bauteil treffen und es in sog. Biegeschwingungen versetzen. Aufgrund seiner Masse-trägheit setzt das Bauteil den auftreffenden Schallwellen einen Widerstand entgegen, der mit der Masse und der Dicke des Bauteils sowie der Frequenz der auftreffenden Schallwellen zunimmt.

Jedes Bauteil hat eine Eigenschwingungsfrequenz oder auch Resonanzfrequenz. Fällt die Frequenz der auftreffenden Schallwellen mit der Resonanzfrequenz zusammen, nimmt der Schallwiderstand des Bauteiles ab, es wird „hellhörig“. Die Ursache für dieses Verhalten des Bauteiles ist der sog. **Koinzidenz- oder Spuranpassungseffekt**, siehe Veith, 2007.

In der Abbildung 1.10 ist die Abhängigkeit des Schalldämmmaßes von der Frequenz prinzipiell dargestellt. Der Verlauf a zeigt eine „ideale“ Schalldämmkurve, beim Verlauf b ist im Bereich von ca.  $600\text{ s}^{-1}$  ein Einbruch der Schalldämmung zu erkennen.



**Abbildung 1.10:** Spuranpassungs – oder Koinzidenzeffekt; Quelle: ift Rosenheim

In der Praxis zeigt sich dieses Verhalten durch einen Einbruch in der Kurve des Schalldämmmaßes bei der Koinzidenzfrequenz  $f_g$ . Dieser Einbruch ist in der Abbildung 1.7 bei der Frequenz von ca.  $600\text{ s}^{-1}$  deutlich zu erkennen.

Der zuvor beschriebene Effekt wird beim 2-Scheiben-Isolierglas auch als **Doppelscheibenresonanz** bezeichnet. Schalltechnisch betrachtet ist ein 2-Scheiben-Isolierglas ein System aus zwei Schalen, den beiden Scheiben, die mit einer Feder, dem Isoliergas, miteinander gekoppelt sind. Bedingt durch die Kopplung der beiden Schalen erzielen zweischalige Konstruktionen im Bereich hoher Frequenzen einen besseren Schallschutz als einschalige Aufbauten, während sie im Bereich der tiefen Frequenzen in der Nähe der Resonanzfrequenz einen Einbruch der Schalldämmung aufweisen.

Eine besondere Bedeutung hat der Koinzidenzeffekt für Fenster, die an stark befahrenen Straßen in hohe Gebäude eingebaut sind. Hier treffen die Verkehrsgeräusche unter verschiedenen Winkeln auf die Fenster. Bei einem direkten Auftreffen der Schallwellen auf die Fenster, wie es in den unteren Etagen der Fall ist, entspricht das Schalldämmmaß dem im Prüfstand ermittelten Wert. Bei einem **streifenden Einfall** der Schallwellen wird das Schalldämmmaß herabgesetzt, d.h. der Schallschutz wird nach oben hin immer schlechter, siehe Veith, 2007.

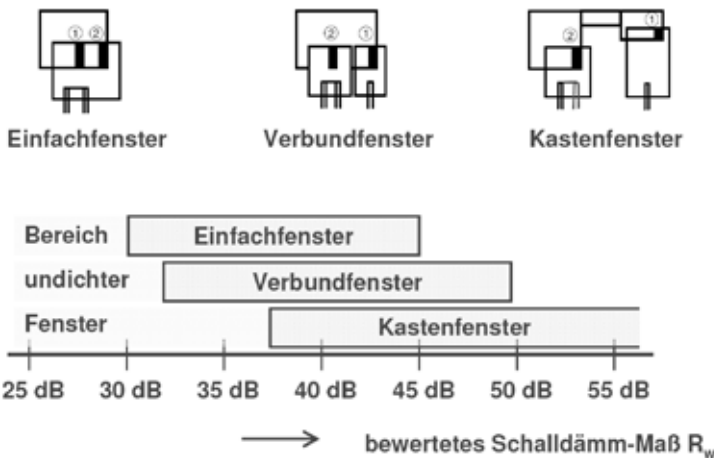
### 1.6.2 Bauteilbedingter Einfluss

Die folgenden Betrachtungen gelten für die heute übliche Form von Fenstern mit mindestens zwei Dichtungen und einem Dreh-Kipp-Beschlag. Bei diesen Konstruktionen ist der bauteilbedingte Einfluss von Fenstern auf die Schalldämmung im Wesentlichen abhängig von

- der Bauart des Fensters und
- der Verglasung.

Zwar haben auch das Rahmenmaterial und der innere Aufbau des Rahmens einen Einfluss auf die Schalldämmung, diese sind aber im Allgemeinen von untergeordneter Bedeutung.

Einen maßgeblichen Einfluss auf die Schalldämmung hat die **Bauart des Fensters** wie die Abbildung 1.11 schematisch zeigt. Die übliche Bauart des Einfachfensters erreicht maximal eine Schalldämmung von  $R_w \approx 45$  dB, etwas höhere Werte bis ca.  $R_w \approx 50$  dB werden mit Verbundfenstern realisiert. Höhere Anforderungen können nur mit Kastenfenstern erfüllt werden.

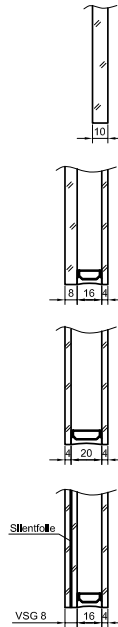


**Abbildung 1.11:** Einfluss der Bauart von Fenstern auf die Schalldämmung; Quelle: ift Rosenheim

Die Schalldämmung von Mehrscheiben-Isoliergläsern wird durch die folgenden aufgelisteten Maßnahmen beeinflusst:

- Durch das Erhöhen des **Scheibengewichtes** verbessert sich mit zunehmender Masse einer Einzelscheibe die Schalldämmung.
- Ein **asymmetrischer Aufbau** bei Mehrscheiben-Isolierglas, d.h. unterschiedliche Glasdicken der jeweils äußeren Scheiben, begünstigt die Schalldämmung. Je größer der Unterschied der Glasdicken ist, desto besser ist die Schalldämmung.
- Durch **Vergrößern des Scheibenzwischenraumes** lässt sich die Schalldämmung verbessern. Je größer der Scheibenabstand ist, desto besser ist die Schalldämmung.
- Der Einsatz von **Verbundscheiben** mit einem schalltechnisch entkoppelnden Zwischenmedium verbessert die Schalldämmung. Früher wurden zu diesem Zweck Gießharzscheiben verwendet, heute sind Verbundgläser mit speziellen „Silentfolien“ oder Akustik-VSG üblich.

Wenn bei einer Mehrfach-Isolierverglasung eine Verbundscheibe eingesetzt wird, empfiehlt es sich, diese auf der Raumseite einzusetzen. Durch die höhere Temperatur der Innenscheibe ist die Verbundfolie in der kalten Jahreszeit flexibler und damit schalltechnisch besser wirksam.



**Abbildung 1.12:** Glasaufbauten zur Verbesserung der Schalldämmung

- Die Verwendung von **Spezialgasfüllungen** im Scheibenzwischenraum ist im Zuge der Umweltdiskussion zurückgegangen. Die früher verwendeten Füllungen mit dem sog. Schwergas Schwefelhexafluorid  $\text{SF}_6$  werden heute aus Umweltschutzgründen nicht mehr eingesetzt. Bei den heute üblichen Füllungen ist die Schalldämmung von Gläsern mit Krypton geringfügig besser als die von Argon gefüllten Isoliergläsern.

Das **thermische Vorspannen** von Gläsern wie z.B. Einscheibensicherheitsglas (ESG) hat keinen Einfluss auf die Schalldämmung.

Bei Verwendung von **3-fach-Isolierglas** verhält sich die mittlere Scheibe schalltechnisch weitgehend neutral, d.h. diese Gläser bieten keinen nennenswert besseren Schallschutz als 2-fach-Isoliergläser mit gleichem Aufbau der äußeren Scheiben. Die 3-fach-Isoliergläser bieten aber die Möglichkeit, mit asymmetrischen Scheibenabständen zu arbeiten, wodurch die Schalldämmung noch weiter verbessert werden kann.

### 1.6.3 Montage

Das Grundprinzip der baugesetzlichen Regelung in der DIN 4109 ist, dass die Anforderungswerte an den Schallschutz von dem gesamten Außenbauteil erfüllt werden. Die Auswahl der Einzelbauteile wie Außenwände, Fenster, Rollläden und deren Abdichtung muss so erfolgen, dass die geforderte resultierende Schalldämmung  $R'_{w,res}$  erreicht wird.

Ein entscheidender Bestandteil zur Gewährleistung der geforderten Schalldämmung eines Fensters in der Außenwand ist die fachgerechte Gestaltung der Bauanschlussfuge zwischen dem Blendrahmen und dem Mauerwerk. Eine korrekte Ausführung der Fuge kann nicht dem Fensterbauer überlassen werden, sondern sie muss bereits im Vorfeld geplant werden. Zu diesem Punkt führt der „Leitfaden zur Montage“ aus:

**Aufgabe des Planers** ist es, auf Basis der Anforderung an das gesamte Außenbauteil die Einzelbauteile zu dimensionieren. Dieses Verfahren betrifft neben der Festlegung von Anforderungen an die Wände, Fenster und Zubehörteile auch die Bauanschlussfuge, /Leitfaden zur Montage, S. 75/.

Eine Hilfestellung gibt die EN 12354-3, in der ein rechnerischer Ansatz beschrieben wird, wenn die Schalldämmmaße des Fensters  $R_w$  und der Fuge  $R_{ST,w}$  bekannt sind. Das Fugenschalldämmmaß  $R_{ST,w}$  kann im Prüfstand nachgewiesen werden. Eine entsprechende Prüfnorm ist in Vorbereitung. Bis diese in Kraft tritt, kann auf die ift-Richtlinie SC-01/2 zurückgegriffen werden. Übliche Schalldämmmaße von Fugen sind auch im „Leitfaden zur Montage“ auf S. 79 aufgeführt, die unten stehend wiedergegeben ist.

Ausbildung der Fuge	Fugenschalldämmmaß $R_{ST,w}$ in dB bei Fugenbreiten von		
	10 mm	20 mm	30 mm
leere Fuge	15	10	5
Mineralfaser gestopft (je nach Stopfgrad)	35 - 45	30 - 40	25 - 35
PU-Montageschaum	≥ 50	≥ 47	≥ 45
komprimiertes Dichtungsband, Komprimierungsgrad ≤ 50 %, einseitig	≥ 30	-	-
komprimiertes Dichtungsband, Komprimierungsgrad ≤ 20 %, einseitig	≥ 40	-	-
komprimiertes Dichtungsband, Komprimierungsgrad ≤ 20 %, beidseitig	≥ 50	-	-
Multifunktionsband (komprimiertes Dichtungsband über die gesamte Blendrahmentiefe), Komprimierungsgrad ≤ 35 %	≥ 40	≥ 35	-
beidseitig mit Hinterfüllschnur und elastischem Dichtstoff versiegelte Fuge	≥ 55	≥ 54	≥ 53
einseitig Bauanschlussfolie ≥ 1 mm	≥ 40	≥ 35	≥ 30
beidseitig Bauanschlussfolie ≥ 1 mm	≥ 50	≥ 45	≥ 40

Kombinationen von Fugenmaterialien erhöhen in aller Regel die Fugenschalldämmung, /Leitfaden zur Montage, S. 79/.

Die oberste Grundregel für Bauanschlüsse - innen dichter als außen - muss auch bei der Gestaltung von Fugen erfüllt werden, an die hohe Anforderungen bezüglich Schalldämmung gestellt werden. Im Folgenden werden Maßnahmen aufgeführt, die sich positiv auf die Schalldämmung von Bauanschlussfugen auswirken.

### Abdichtung

Die Fuge muss durch die gewählten Dichtstoffe oder Dichtbänder im fertigen Zustand gut abgedichtet sein. Generell gilt:

#### **Eine Fuge, die luftdicht ist, ist auch akustisch dicht!**

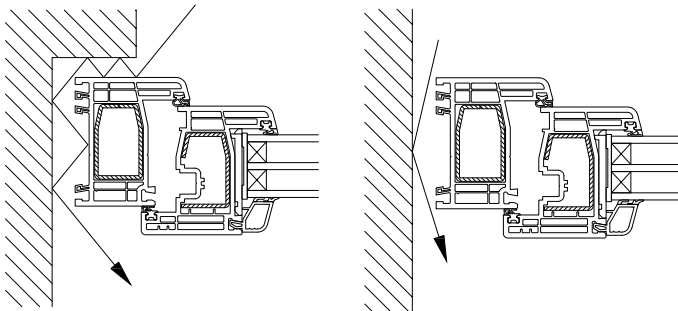
Schon kleine Undichtigkeiten oder Fehlstellen, wie z.B. Haarfugen, verringern den Schallschutz einer Fuge erheblich. Durch kleine Fehlstellen im Bauanschluss kann sich das Schalldämmmaß einer Fuge um 10 dB verschlechtern.

Bei Dichtungsbändern sind die Komprimierungsgrade lt. Herstellerangaben einzuhalten, um eine wirkungsvolle Schalldämmung zu erreichen. Dichtstoffe und Dichtbänder sind unter akustischen Gesichtspunkten den Dichtungsfolien vorzuziehen, weil die Folien eine wesentlich geringere Masse haben. Wenn Folien verwendet werden, ist eine beidseitige Abdichtung anzustreben.

### Dämmung

Die gängigen Fugendämmstoffe wie PU-Schaum, Spritzkork und Mineralfaserstoffe unterstützen die Schalldämmung der Fuge aufgrund ihrer absorbierenden Eigenschaften. Bei der Verwendung von Schäumen ist zu beachten, dass deren Schalldämmung einbricht, wenn die Haftung des Schaums zum Baukörper durch Bauteilbewegungen abreißt.

Werden Stopfmateriale eingesetzt, so ist auf eine möglichst satte Füllung der Fuge zu achten. In Kombination mit Abdichtungen durch Dichtstoffe oder -folien werden sehr gute Schalldämmwerte erzielt.



**Abbildung 1.13:** Anschlagarten und ihre Auswirkung auf die Schalldämmung

### Fugengeometrie

Bauanschlüsse mit Anschlägen sind schalltechnisch günstiger als glatte oder stumpfe Fugen, weil die Schallenergie umgelenkt wird. Bei diesen Anschlüssen verringert sich die Intensität des Schalls durch die Umlenkung der Schallwellen. Die glatte Fuge besitzt



eine ungünstige Geometrie. Sie lässt sich aber mit Abdichtungs- und Hinterfüllungsmaßnahmen schalltechnisch gut abdichten.

### Masse

Neben der Dichtigkeit wird im Fugenabschluss zusätzlich noch Masse benötigt, z.B. durch Putz, Deckprofile, Dichtstoffe. Je höher die Masse der in die Fuge eingebrachten Dichtstoffe ist, desto besser wird die Schalldämmung sein.

### Qualität der Montage

Bei höheren Anforderungen an den Schallschutz müssen die Anschlussfugen besonders sorgfältig ausgeführt werden. Da der Schalldruck an Kanten 4-fach und in Ecken 16-fach höher ist als im Vergleich zur Elementmitte, muss das Schalldämmmaß der Fugen deutlich höher sein als das Schalldämmmaß der Bauteile selbst. Wenn der in der EN 12354-3 beschriebene Rechenansatz berücksichtigt wird, dann ergibt sich aus dem Verhältnis der Fensterfläche zur Länge der Anschlussfugen die Faustformel

$$R_{St,w} \geq R_w + 10 \text{ dB}$$

Wenn dieses Verhältnis eingehalten wird, dann wird sich das Schalldämmmaß des eingebauten Fensters nur um ca. 1 dB verschlechtern. Aber trotzdem ist zu beachten:

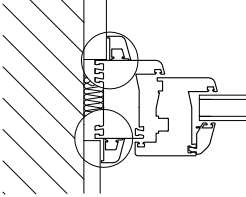
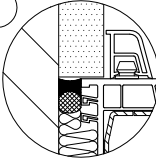
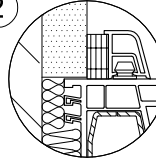
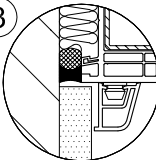
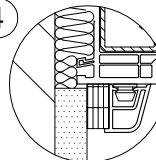
**Wichtiger als die Wahl der Dichtstoffe ist die Qualität der Ausführung.**

### Hinweise zur Ausführung

Die folgenden Abbildungen 1.14 und 1.15 zeigen, worauf bei der Anschlussausbildung von Schallschutzfenstern besonders zu achten ist.

- Bei der Auswahl eines Abdichtungssystems müssen neben den Anforderungen an die Schalldämmung jeweils auch die Kriterien der Feuchtebelastung von innen und außen sowie der Element- und Bauteilbewegung berücksichtigt werden.
- Bei der Verwendung von Dichtungsbändern sind an den inneren und äußeren Anschlüssen Deckprofile erforderlich. Im Übrigen sind sie eine sinnvolle Ergänzung der Anschlusskonstruktion.
- Bei Anschlüssen mit Dämmputzen und Fassaden- bzw. Leibungsdämmungen können die Abdichtungsmaßnahmen analog geplant werden.
- Die Eignung der Abdichtungsmaterialien, die Verträglichkeiten mit den anschließenden Werkstoffen sowie die Verarbeitungsvorschriften sind von Fall zu Fall zu beachten.

Für weitere Informationen zur Montage sollte das Praxishandbuch Nr. 3 „Montage“ herangezogen werden.

<p><b>a) ..stumpfer Anschlag</b></p> 		<p>1</p> 		<p>2</p> 		
		<p>3</p> 		<p>4</p> 		
	<p>R'w ≤ 34 dB</p>		<p>R'w ≤ 39 dB</p>		<p>R'w ≥ 40dB</p>	
Abdichtung:	außen	innen	außen	innen	außen	innen
	<p>für Schalldämmmaße unterhalb von R'w ≤ 39 dB gelten dieselben Abdichtungskombinationen wie für R'w ≥ 40 dB.</p>				1	3
					2	3
					2	4

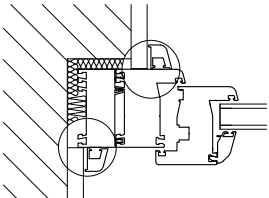
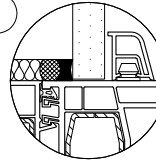
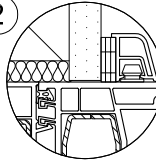
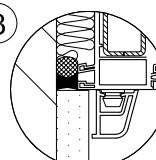
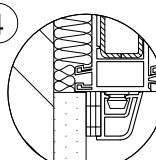
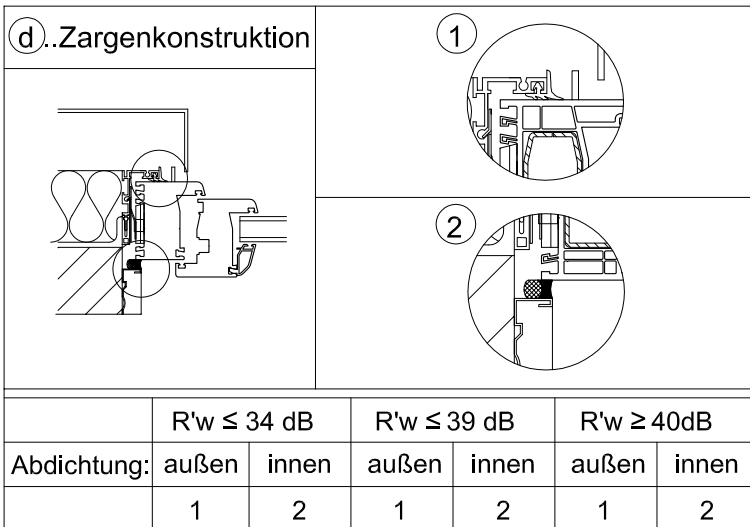
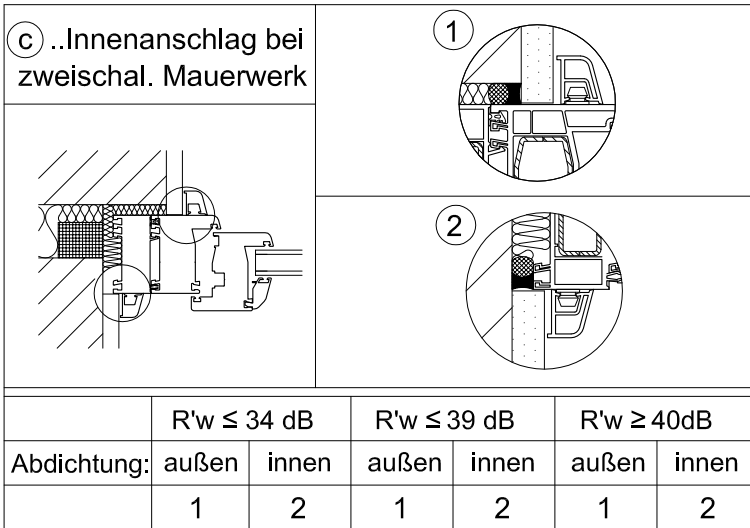
<p><b>b) ..Innenanschlag</b></p> 		<p>1</p> 		<p>2</p> 		
		<p>3</p> 		<p>4</p> 		
	<p>R'w ≤ 34 dB</p>		<p>R'w ≤ 39 dB</p>		<p>R'w ≥ 40dB</p>	
Abdichtung:	außen	innen	außen	innen	außen	innen
	<p>für Schalldämmmaße unterhalb von R'w ≤ 39 dB gelten dieselben Abdichtungskombinationen wie für R'w ≥ 40 dB.</p>				1	3
					2	3
					2	4

Abbildung 1.14: Anschlussausbildung in Abhängigkeit der geforderten Schalldämmung



**Abbildung 1.15:** Anschlussausbildung in Abhängigkeit der geforderten Schalldämmung

## 1.7 Messung am Bau

Beim Einbau von Schallschutzfenstern kann eine messtechnische Überprüfung der geforderten Schalldämmung aus mehreren Gründen erforderlich sein.

- Durch Messungen können akustische Schwachstellen in der Außenhülle eines Gebäudes nachgewiesen werden.
- Es können bereits im Vorfeld einer geplanten Sanierungsmaßnahme entsprechende Messungen durchgeführt werden. Mit den Ergebnissen können dann anhand der vorhandenen schalltechnischen Qualitäten die zu treffenden Maßnahmen im Detail abgestimmt werden. Bei dieser Vorgehensweise ist durch den Vergleich vorher - nachher auch der Erfolg einer Schalldämmmaßnahme belegbar.
- Messungen am fertiggestellten Gebäude dienen dem Nachweis über die Einhaltung der vereinbarten Ziele.
- Durch Messungen können Beschwerden über eine unzureichende Schalldämmung objektiv überprüft werden. Aus diesen Ergebnissen können u. U. auch Maßnahmen zur Verbesserung der Schalldämmung abgeleitet werden.

Die Messung der Schalldämmung am Bau wird nach DIN EN ISO 140-5 geprüft. Das Ergebnis der Messung am Bau ist die Schalldämmung des gesamten Außenbauteiles, bestehend aus dem Mauerwerk, dem Fenster, der Bauanschlussfuge und ev. eines Rollladenkastens. Die Analyse der Ergebnisse und die Feststellung der Schwachstellen in der Schalldämmung erfordern eine umfangreiche messtechnische Erfahrung und Sachkunde. Daher sollten bauakustische Prüfungen nur von entsprechend qualifizierten Sachverständigen durchgeführt werden.

Der DIHK | Deutscher Industrie- und Handelskammertag (DIHK) e.V. bietet auf seiner Internetseite ein bundesweites Sachverständigen-Verzeichnis an.

<http://svv.ihk.de>

Diese Internetseite ermöglicht auch eine Suche nach Fachgebieten und Regionen.

Des Weiteren gibt es den „Arbeitskreis der Prüfstellen für die Erteilung allgemeiner bauaufsichtlicher Prüfzeugnisse für den Schallschutz im Hochbau — Arbeitskreis Schallprüfstellen“. Auf dessen Internetseite sind alle anerkannten Prüfstellen für bauakustische Prüfungen aufgeführt.

<http://www.schall-pruefstellen.de>

## 2 Regelwerke

### 2.1 Übersicht

Die in Deutschland für den Schallschutz maßgeblichen Regelwerke sind:

- DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“
- VDI 4100 „Schallschutz im Hochbau – Wohnungen – Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz“

In diesen Regelwerken sind im Wesentlichen Grenzwerte vorgegeben sowie Rechen- und Messvorschriften definiert. Darüber hinaus gibt es noch die folgenden Normen:

- DIN EN ISO 140 „Messung der Schalldämmung“. Diese Norm beschreibt das Prüfverfahren für die Messung der Schalldämmung im Prüfstand. Sie wird die DIN 140 ersetzen, mit der sie inhaltlich fast identisch ist.
- DIN EN ISO 717 „Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen“. Hier wird die Auswertung der Prüfergebnisse aus DIN EN ISO 140 beschrieben. Wesentlicher Bestandteil dieser Norm ist, wie aus der Vielzahl der Messergebnisse eine Einzahlangabe der Schalldämmung bestimmt wird, siehe auch Kap. 1.3.1
- DIN EN 12354-1 „Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften“. Diese Normenreihe besteht aus 6 Teilen, in denen Rechenverfahren für die Schalldämmung bei unterschiedlichen baulichen Situationen definiert sind. Diese Normenreihe gibt dem Planer Sicherheit bei der Bewertung der zu erwartenden Schalldämmung. Die Rechenverfahren dieser Norm sollen in die Neufassung der DIN 4109 aufgenommen werden.

### 2.2 DIN 4109

Die DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ legt die Mindestanforderungen an den Schallschutz am Bau fest. Als Planungsinstrument bezüglich Rechenverfahren und Bauteilekatalog ist sie das maßgebliche und aktuelle Regelwerk. Die DIN 4109 ist bauaufsichtlich eingeführt und damit öffentlich-rechtlich bindend

Die Norm ist seit 1989 fast unverändert in Kraft. Seitdem sind die Anforderungen an den Schallschutz jedoch gestiegen, die Baupraxis hat sich geändert und die Prüf- Rechen- und Nachweisverfahren wurden weiterentwickelt. Daher ist die Normenreihe DIN 4109 seit einigen Jahren komplett in der Überarbeitung, siehe Kap. 3.2.

### 2.3 VDI 4100

Da die Mindestanforderungen an den Schallschutz in der DIN 4109 vielfach als nicht ausreichend angesehen werden, können die am Bau tätigen Vertragspartner über die DIN 4109 hinausgehende Anforderungen an den Schallschutz festlegen. Solche erhöhten Anforderungen sind in der VDI 4100 festgelegt. Dort werden nach akustischen Komforterwartungen drei Schallschutzstufen (SST) definiert:

- Schallschutzstufe I (SSt I) - definiert den Schutz vor unzumutbaren Belästigungen. Dies entspricht dem Anforderungsniveau der DIN 4109.
- Schallschutzstufe II (SSt II) - Bewohner finden unter üblichen Wohngepflogenheiten im allgemeinen Ruhe, Sprache in normaler Lautstärke ist nicht mehr verstehbar, Gehgeräusche werden nicht mehr als störend wahrgenommen.
- Schallschutzstufe III (SSt III) - unter Einhaltung vertraglich geregelter Kriterien finden die Bewohner ein hohes Maß an Ruhe. Diese Stufe ist am Bau mit hohem Aufwand verbunden.

Die Anforderungen aus der VDI 4100 betreffen überwiegend den Schallschutz zwischen Räumen, Wohnungen sowie Häusern, sind aber für Fenster nur von untergeordneter Bedeutung.

### 2.4 VDI 2719

Die VDI 2719 kann angewendet werden, wenn die erforderliche Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen nicht nach der DIN 4109 oder anderen übergeordneten Regelungen erfolgen kann. Dies könnte z.B. bei Sanierung von Altbauten oder privatrechtlichen Vereinbarungen unter Beachtung der baugesetzlichen Mindestanforderungen der Fall sein.

Die VDI 2719 ist bauaufsichtlich nicht eingeführt und deshalb im juristischen Sinne nicht existent. Sie findet immer noch Anwendung, daher werden unten stehend die Schallschutzklassen nach VDI 2719 aufgeführt.

Schallschutzklasse	bewertetes Schalldämmmaß $R'_w$ des am Bau funktionsfähig eingebauten Fensters, gemessen nach DIN 52210, Teil 5 in dB	erforderliches bewertetes Schalldämmmaß $R_w$ des im Prüfstand nach DIN 52210, Teil 2, eingebauten funktionsfähigen Fensters in dB	erforderlicher $R_w$ -Wert der Verglasung für Einfachfenster mit Isolierverglasung in dB
1	25 - 29	$\geq 27$	$\geq 27$
2	30 - 34	$\geq 32$	$\geq 32$
3	35 - 39	$\geq 37$	$\geq 37$
4	40 - 44	$\geq 42$	$\geq 45$
5	45 - 49	$\geq 47$	Baumusterprüfung
6	$\geq 50$	$\geq 52$	wird nur mit geprüften Kastenfenstern erreicht

Schallschutzklassen von Fenstern und Fassaden nach VDI 2719, Tabelle 2 + 3 für Einfachfenster mit Isolierverglasung

Eine pauschale Vorgabe von Schallschutzklassen ohne weitere Angaben kann zu überteuerten Fenstern führen, wie das folgende Beispiel zeigt. Gefordert ist ein Fenster der Schallschutzklasse 4. Dies kann ein Fenster mit einem  $R'_w = 40$  dB oder auch eines mit  $R_w = 44$  dB sein. Beide erfüllen die Anforderungen an die Schallschutzklasse 4.

SSK	Profil	Glas	R <sub>w</sub>	R' <sub>w</sub>	Kosten
4	GEALAN S 8000 IQ plus	10/12/4/12/6	42	40	100 %
4	GEALAN S 8000 IQ plus	VSG Si8/12/4/12/VSG Si8	46	44	140 % <sup>*)</sup>

<sup>\*)</sup> kann abweichen, abhängig vom Glasanteil und von der Fensterteilung

### Besonderheiten und Unterschiede der VDI 2719 zur DIN 4109

Im Unterschied zur DIN 4109 wird in der VDI 2719 bei der Festlegung der erforderlichen Schalldämmung der Außenwand und des Fensters von einem genauer festgelegten Innenraumpegel ausgegangen. Außerdem wird das Baugebiet, die Empfangsraumabsorption und das Frequenzspektrum des Außenlärms berücksichtigt. Dies ist besonders für Situationen an innerstädtischen Straßen sowie an Verkehrsflughäfen von Bedeutung, da hier Zuschläge von 6 dB wegen des hohen Anteils von tieffrequentem Lärm gemacht werden.

Bei spezieller akustischer Fachberatung können die Ergebnisse, die nach der Bewertung auf Basis der VDI-Richtlinie 2719 ermittelt werden, von denen nach der DIN 4109 abweichen.

### 2.5 Europäische Anforderungsgrößen an die Luftschalldämmung

Während in Deutschland die Kennzeichnung der Schalldämmung gemäß der DIN 4109 durch das bewertete Schalldämmmaß ausreichend ist, gibt es in den Nachbarländern teilweise andere Anforderungen, siehe nachfolgende Tabelle.

Land	Kenngrößen	Land	Kenngrößen
Belgien	D <sub>nT,w</sub>	Niederlande	D <sub>nT,w</sub> + C
Dänemark	R' <sub>w</sub>	Österreich	D <sub>nT,w</sub>
Deutschland	R' <sub>w</sub>	Polen	R' <sub>w</sub> + C
Finnland	R <sub>w</sub> bzw. R <sub>w</sub> +C50-3150	Schweden	R <sub>w</sub> +C50-3150
Frankreich	D <sub>nT,w</sub> + C	Schweiz	D <sub>nT,w</sub> + C
Großbritannien	D <sub>nT,w</sub> + C <sub>tr</sub>	Spanien	D <sub>nT,w</sub> + C
Italien	R' <sub>w</sub>	Ungarn	R' <sub>w</sub> , R' <sub>w</sub> +C

Anforderungsgrößen an die Luftschalldämmung in einigen europäischen Ländern; Seminar Bauakustik, ift 2011

### 3 Anwendung der DIN 4109: Schallschutz im Hochbau

# 3

#### 3.1. Schallschutznachweis nach DIN 4109

Nachfolgend wird die grundlegende Vorgehensweise bei der Anwendung der DIN 4109 erläutert unter Verwendung der in dieser Norm enthaltenen Tabellen und Nomogramme. Der Schallschutznachweis für Fenster in Außenbauteilen erfolgt in den folgenden Arbeitsschritten:

1. Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels aus der Belastung durch Umgebungsgeräusche
2. Ermittlung des erforderlichen resultierenden Schalldämmmaßes  $R'_{w, res}$  des gesamten Außenbauteiles
3. Ermittlung des erforderlichen rechnerischen Schalldämmmaßes  $R_{w, R}$  für die Fenster:
  - a. tabellarische Ermittlung des Schalldämmmaßes
  - b. grafische Ermittlung des Schalldämmmaßes oder
  - c. rechnerische Ermittlung des Schalldämmmaßes

#### Anwendungsbereich der DIN 4109

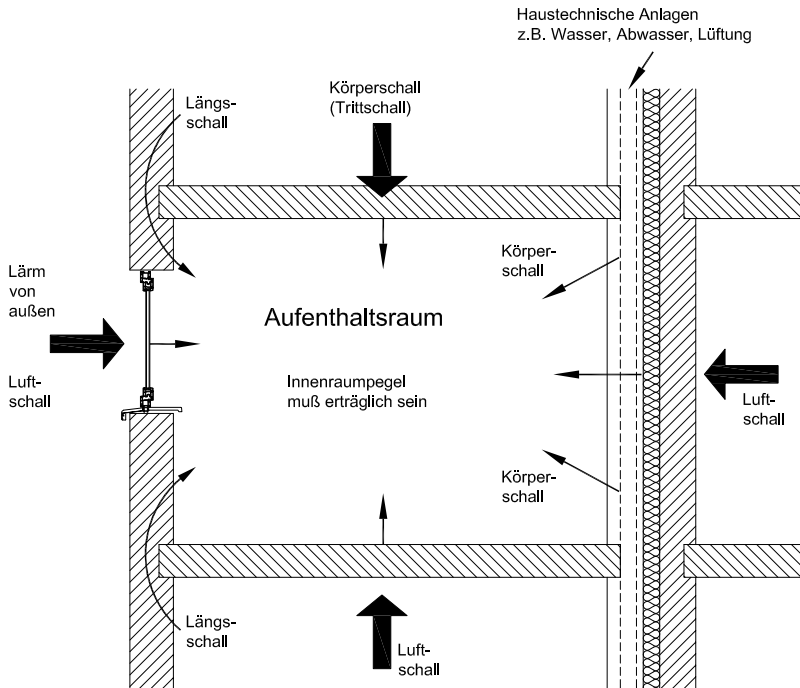
Die DIN 4109 gilt zum Schutz von Aufenthaltsräumen gegen Geräusche bzw. Lärm

- aus fremden Räumen,
- aus haustechnischen Anlagen,
- von außen.

Die Norm gilt **nicht** für den Schutz gegen Geräusche aus haustechnischen Anlagen im eigenen Wohnbereich und nicht für den Schutz gegen Fluglärm.

Der Anwendungsbereich der DIN 4109 ist im Bild 3.1 schematisch gezeigt.





**Abbildung 3.1:** Anwendungsbereich der DIN 4109

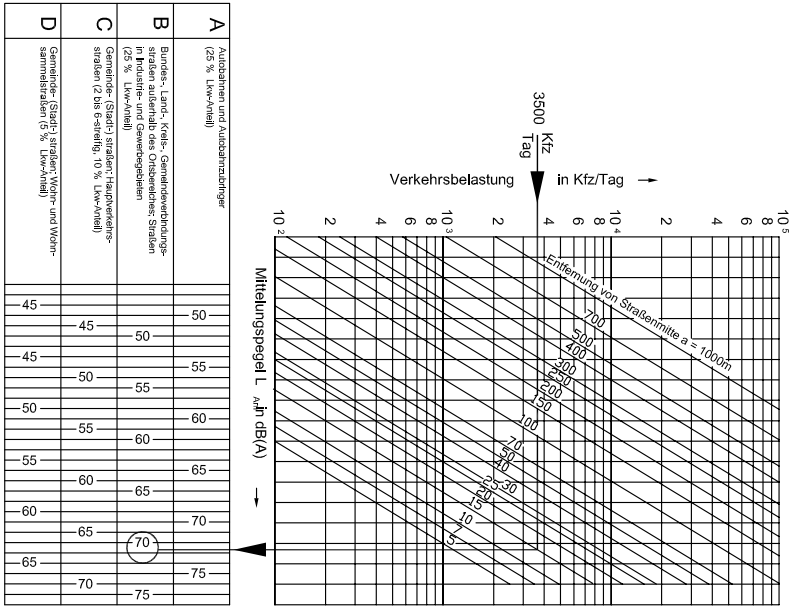
### Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels

Vor der Bestimmung eines erforderlichen resultierenden Schalldämmmaßes  $R'_{w,res}$  für ein Außenbauteil muss der maßgebliche Außenlärmpegel ermittelt werden. Hierzu gibt es grundsätzlich die folgenden Möglichkeiten:

- Berechnung nach DIN 18 005, Teil 1,
- Entnahme aus Lärmkarten,
- Festlegung in gesetzlichen Vorschriften oder Verwaltungsvorschriften,
- Messungen,
- Nomogramm aus DIN 4109, Abbildung 3.2, sofern keine anderen Festlegungen existieren.

Zur Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels wird im ersten Schritt die Verkehrsbelastung in Kfz/Tag des betreffenden Gebäudes festgelegt. Diese Basisannahme wird unter Berücksichtigung der Entfernung von der Straßenmitte in das Nomogramm der DIN 4109, siehe Abbildung 3.2, eingetragen. Abhängig von der Art der Straße, an der das Gebäude liegt, ergibt sich der sog. Mittelungspegel  $L_{Am}$  in dB.

Wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Maßgebend für das Anwenden der Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6 10787 Berlin, erhältlich ist.



**Abbildung 3.2:** Nomogramm zur Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels vor Hausfassaden für typische Straßenverkehrssituationen; DIN 4109

Bei der Ermittlung des Mittelungspegels sind gegebenenfalls folgende Zuschläge vorzunehmen:

- + 3 dB(A) wenn das geplante Gebäude an einer Straße mit beidseitig geschlossener Bebauung liegt,
- + 2 dB(A) wenn die Straße eine Längsneigung von mehr als 5 % hat,
- + 2 dB(A) wenn der Immissionsort oder das gesamte Gebäude weniger als 100 m von der nächsten Lichtsignal-geregelten Kreuzung oder Einmündung entfernt ist.

**Beispiel:**

Ein Gebäude liegt an einer Kreisstraße mit 7 % Längsneigung außerhalb des Ortsbereiches. Die Verkehrsbelastung beträgt 3.500 Kfz pro Tag, der Abstand vom Gebäude zur Straßenmitte ist 15 m. Aus dem Nomogramm Abbildung 3.2 und den oben beschriebenen Zuschlägen ergibt sich:

$$L_A = 70 \text{ dB (A)} + 2 \text{ dB (A)} = 72 \text{ dB (A)}$$

### Ermittlung des erforderlichen resultierenden Schalldämmmaßes $R'_{w,res}$

Für Außenbauteile von Aufenthaltsräumen, bei Wohnungen mit Ausnahme von Küchen, Bädern und Hausarbeitsräumen, sind unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Raumarten und Raumnutzungen die in Tabelle 3.1 aufgeführten Anforderungen der Luftschalldämmung einzuhalten.

Spalte	1	2	3	4	5
Zeile	Lärm- pegelbereich	Maßgeblicher Außenlärmpegel	Raumarten		
			Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien	Aufenthaltsräume in Wohnungen, Über- nachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume u. ä. 2)	Büro- räume 1) u. ä.
			Anforderungen an das resultierende Schalldämm- maß des Gesamtaußenbauteils $R'_{w,res}$ in dB		
1	I	bis 55	35	30	-
2	II	56 bis 60	35	30	30
3	III	61 bis 65	40	35	30
4	IV	66 bis 70	45	40	35
5	V	71 bis 75	50	45	40
6	VI	76 bis 80	55	50	45
7	VII	> 80	3)	55	50

**Tabelle 3.1:** Anforderungen an die resultierende Schalldämmung von Außenbauteilen (Wand einschließlich Fenster); DIN 4109, Tab. 8

- 1) An Außenbauteile von Räumen, in denen aufgrund der darin ausgeübten Tätigkeiten der Verkehrslärm nur einen untergeordneten Beitrag zum Innenraumpegel leistet, werden keine Anforderungen gestellt.
- 2) Die Anforderungen sind hier aufgrund der örtlichen Gegebenheiten festzulegen.

#### Anmerkung

Die Festlegung des erforderlichen resultierenden Schalldämmmaßes erfolgt jeweils für einen Raum, nicht für das gesamte Gebäude. Aus Vereinfachungsgründen wird jedoch eine möglichst geringe Differenzierung zwischen den einzelnen Räumen vorgenommen.

In der DIN 4109 und auch in den bisherigen Entwürfen der Neufassung, wird keine Unterscheidung der Anforderungen für die Wand und die Fenster vorgenommen. Angegeben wird nur noch das resultierende Schalldämmmaß für das Außenbauteil, so dass ein Ausgleich einer geringeren Schalldämmung eines Bauteils mit der höheren Schalldämmung eines anderen Bauteils möglich ist.

### Beispiel:

Gesucht wird das erforderliche resultierende Schalldämmmaß einer Außenwand einschließlich des Fensters für einen Wohnraum.

Maßgeblicher Außenlärmpegel:	72 dB (A)
Raubbreite:	4,00 m
Raubtiefe:	3,00 m
Raubhöhe:	2,50 m
Grundfläche des Raumes:	$S_G = 12 \text{ m}^2$
Gesamtfläche des Außenbauteils:	$S_{(W+F)} = 10 \text{ m}^2$

Aus der Tabelle 3.1; DIN 4109, Tab. 8; ergibt sich mit dem maßgeblichen Außenlärmpegel von 72 dB (A), Zeile 5, und der Raumart „Aufenthaltsraum in Wohnungen“, Spalte 4, ein erforderliches resultierendes Schalldämmmaß von

**erf.  $R'_{w, res} = 45 \text{ dB}$**

Das erforderliche Schalldämmmaß des Außenbauteils ist außerdem abhängig von der Geometrie des dahinter befindlichen Raumes. So erfordern kleine Räume mit großer Außenfläche eine höhere Schalldämmung des Außenbauteils als große Räume mit einer relativ gesehen kleinen Außenwand. Dieser Tatsache wird durch die Korrekturwerte abhängig vom Verhältnis der Außenwandfläche zur Grundfläche des Raumes Rechnung getragen.

Das aus Tabelle 3.1 ermittelte erforderliche resultierende Schalldämmmaß muss daher nochmals korrigiert werden. Es kommt dabei auf das Verhältnis der gesamten Außenfläche eines Raumes  $S_{(W+F)}$  zur Grundfläche des Raumes  $S_G$  an. Die Korrekturwerte sind der nachfolgenden Tabelle 3.2; DIN 4109, Tab. 9; zu entnehmen.

Spalte	1	2
Zeile	$S_{(W+F)}/S_G$	Korrektur
1	2,5	+ 5
2	2,0	+ 4
3	1,6	+ 3
4	1,3	+ 2
5	1,0	+ 1
6	0,8	0
7	0,6	- 1
8	0,5	- 2
9	0,4	- 3

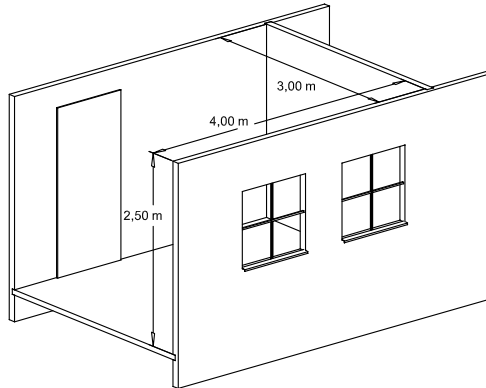
**Tabelle 3.2:** Korrekturwerte für das Gesamtschalldämmmaß in Abhängigkeit vom Verhältnis  $S_{(W+F)} / S_G$ ; DIN 4109, Tab. 9

Für unser Beispiel des in Abbildung Bild 3.3 dargestellten Aufenthaltsraumes einer Wohnung ergibt das Verhältnis der Gesamtfläche des Raumes zu seiner Grundfläche

$$\frac{S_{(W+F)}}{S_G} = \frac{10\text{m}^2}{12\text{m}^2} = 0,83$$

Gemäß Tabelle 3.2 ergibt sich damit ein **Korrekturwert** von **0 dB**. Unter Berücksichtigung dieses Korrekturwertes ist damit das erforderliche resultierende Schalldämmmaß für das gesamte Außenbauteil

**erf.  $R'_{w,res} = 45 \text{ dB} + 0 \text{ dB} = 45 \text{ dB}$**



Fenstermaße:  
je: 1,25 m x 1,4 m

**Abbildung 3.3:** Korrektur des maßgeblichen Außenlärmpegels aufgrund der Raumgeometrie

**Ermittlung des erforderlichen Schalldämmmaßes  $R_{w,R}$  für Fenster**

Mit der Ermittlung des erforderlichen resultierenden Schalldämmmaßes des Außenbauteils ist die letztlich erforderliche Schalldämmung des Fensters bzw. der Fenster für einen Raum noch nicht geklärt. Es muss nun über

- Tabellenverfahren,
- Rechenverfahren oder
- auf grafischem Weg

ermittelt werden, welches rechnerische Schalldämmmaß  $R_{w,R}$  die Fenster haben müssen.

Von Einfluss auf das erforderliche Schalldämmmaß des Fensters sind

- die Fläche des Außenbauteils
- der Flächenanteil der Fenster und
- das Schalldämmmaß der Außenwand.

Für häufige Anwendungsfälle können die entsprechenden  $R'_{w,R}$ -Werte für die Wände und die  $R_{w,R}$ -Werte für die Fenster aus Tabelle 3.3; DIN 4109, Tab. 10; entnommen werden.

Spalte	1	2	3	4	5
Zeile	resultierendes Schalldämmmaß $R'_{w,res}$	erforderliche Schalldämmmaße für Wand und Fenster bei folgenden Fensterflächenanteilen pro Raum von .....% (Wand/Fenster:..... / ..... dB)			
		20 %	30 %	40 %	50 %
1	30	30 / 25	35 / 25	35 / 25	50 / 25
2	35	35 / 30 40 / 35	35 / 32 40 / 30	40 / 30	40 / 32 50 / 30
3	40	40 / 35	45 / 35	45 / 35	40 / 37 60 / 35
4	45	45 / 40 50 / 37	50 / 40	50 / 40	50 / 42 60 / 40
5	50	55 / 42	55 / 45	55 / 45	60 / 45

**Tabelle 3.3:** Erforderliche resultierende Schalldämmmaße  $R'_{w,res}$  bei verschiedenen Wand-Fenster-Kombinationen<sup>1)</sup>; DIN 4109, Tab. 10

1) Die Tabelle gilt nur für Wohngebäude mit Raumhöhen von etwa 2,5 m und Raumtiefen von etwa 4,5 m oder mehr. Die Korrektur von - 2 dB für die Flankenübertragung ist hier bereits berücksichtigt.

Zu beachten sind jedoch die Einschränkungen der Anwendung dieser Tabelle gemäß der Fußnote 1. Wenn die raumgeometrischen Verhältnisse und die Raumarten sowie andere Einflussgrößen den Grundlagen der Tabelle 3.3 nicht entsprechen, muss entweder eine rechnerische oder eine grafische Ermittlung des  $R_{w,R}$ -Wertes vorgenommen werden.

In dem verwendeten Beispiel haben wir zwar eine Raumhöhe von 2,5 m, aber mit einer Raumtiefe von nur 3,0 m ist das **Tabellenverfahren** nach der DIN 4109 hier **nicht anwendbar**.

### Beispiel: Grafische Ermittlung des Schalldämmmaßes

Da eine tabellarische Ermittlung nicht zulässig ist, muss das Schalldämmmaß entweder grafisch oder rechnerisch ermittelt werden. Mit Hilfe des Nomogramms in Abbildung 3.4 kann das erforderliche Schalldämmmaß der Fenster bestimmt werden, wenn die Schalldämmung der Wand bekannt ist. Hierzu sind aus der Abbildung 3.3, Seite 37, die folgenden Größen zu bestimmen:

- $S_{ges}$  Gesamtfläche Fenster und Wand; hier  $S_{ges} = 10 \text{ m}^2$
- $S_2$  Fläche der Fenster; hier  $S_2 = 3,5 \text{ m}^2$

Daraus wird das Verhältnis berechnet:

$$\frac{S_{ges}}{S_2} = \frac{10 \text{ m}^2}{3,5 \text{ m}^2} \approx 2,9$$

In dem gewählten Beispiel hat die Wand ein Schalldämmmaß von  $R_{w,1} = 48$  dB. Somit ist die Differenz der Schalldämmmaße von der Wand,  $R_{w,1}$ , und dem erforderlichen Wert für das gesamte Außenbauteil  $R_{w,res}$

$$R_{w,1} - R_{w,res} = 48 \text{ dB} - 45 \text{ dB} = 3 \text{ dB}$$

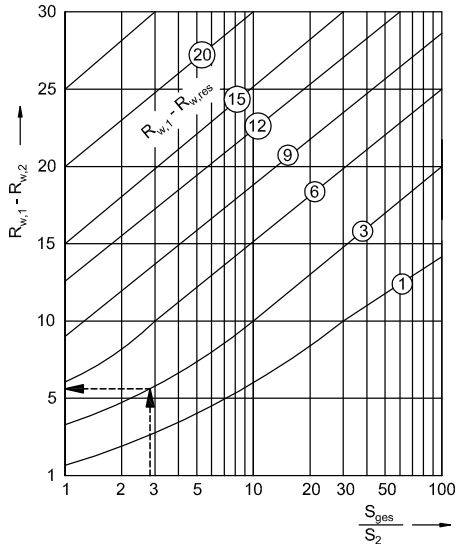


Abbildung 3.4: Nomogramm zur Ermittlung des erforderlichen Schalldämmmaßes für Fenster

Ausgehend von dem Verhältnis der Flächen  $S_{ges}/S_2 \approx 2,9$  wird in das Nomogramm bei diesem Wert eine senkrechte Linie nach oben bis zur Differenz von 3 dB gezogen und dann nach links auf die Skala  $R_{w,1} - R_{w,2}$  projiziert. Auf dieser Skala ist die Differenz zwischen dem bewerteten Schalldämmmaß der Wand  $R_{w,1}$  und dem bewerteten Schalldämmmaß des Fensters  $R_{w,2}$  dargestellt. Das Ergebnis ist:

$$R_{w,1} - R_{w,2} = 6 \text{ dB,}$$

daraus ergibt sich für das Fenster

$$R_{w,2} = R_{w,1} - 6 \text{ dB} = 48 \text{ dB} - 6 \text{ dB} = 42 \text{ dB}$$

Die **Fenster** müssen ein rechnerisches bewertetes Schalldämmmaß von  $R_{w,2} = 42$  dB haben, wenn die Wand ein bewertetes Schalldämmmaß von  $R_{w,1} = 48$  dB hat und das erforderliche resultierende Gesamtschalldämmmaß des Außenbauteiles  $R_{w,res} = 45$  dB beträgt.

## Beispiel: Rechnerische Ermittlung des Schalldämmmaßes

Die rechnerische Ermittlung der resultierenden Schalldämmung von Außenbauteilen, die aus mehreren Elementen, wie z. B. Wand, Fenster, Rollladenkasten, bestehen, wird nach der folgenden Formel (3.1) berechnet:

$$R_{w,res} = -10 \log \left( \frac{1}{S_{ges}} \cdot \sum_{i=1}^n S_i \cdot 10^{\frac{-R_{w,i}}{10}} \right) \quad (3.1)$$

mit

- $R_{w,res}$  resultierendes bewertetes Schalldämmmaß in dB
- $S_{ges}$  Fläche der gesamten Bauteile in  $m^2$
- $S_i$  Fläche des i-ten Bauteiles in  $m^2$
- $R_{w,i}$  bewertetes Schalldämmmaß des i-ten Bauteiles in dB

Wenn das Außenbauteil nur aus zwei Elementen besteht, der Wand und dem Fenster, ergibt sich aus der Formel 3.1 für das erforderliche Schalldämmmaß des Fenster die Beziehung

$$R_{w,2} = -10 \log \frac{S_{ges} \cdot 10^{\frac{-R_{w,res}}{10}} - S_1 \cdot 10^{\frac{-R_{w,1}}{10}}}{S_1} \quad (3.2)$$

wobei der Index 1 für die Wand und der Index 2 für das Fenster steht.

Für das zuvor gewählte Beispiel ergibt sich die Formel 3.2 zu

$$R_{w,2} = -10 \log \frac{10 \cdot 10^{\frac{-45}{10}} - 6,5 \cdot 10^{\frac{-48}{10}}}{3,5}$$

**$R_{w,2} = 41,6 \text{ dB} \approx 42 \text{ dB}$**

In diesem Fall entspricht das rechnerische Ergebnis dem Resultat aus dem grafischen Verfahren.

Bei mehreren Teilflächen mit unterschiedlichen Schalldämmmaßen ist das rechnerische Verfahren dem grafischen Verfahren vorzuziehen, da das grafische Verfahren nur in mehreren Schritten abgewickelt werden kann.



### 3.2 Neukonzept der DIN 4109

Die derzeit gültige Fassung der DIN 4109 stammt aus dem Jahr 1989 und wird von vielen Anwendern als veraltet angesehen. Die Baukonstruktionen haben sich verändert und die Prüf- und Nachweisverfahren haben sich weiterentwickelt. Die Rechtsprechung sieht diese Norm zum Teil als nicht mehr dem Stand der Technik entsprechend an. Grundsätzlich gibt es Bemühungen aus Europa, die bestehenden Normen zu harmonisieren. Dieses Bündel von Gründen führte dazu, dass von den beteiligten Fachkreisen die Überarbeitung der Norm beschlossen wurde und auch seit einigen Jahren vorangerieben wird.

Bis heute ist jedoch kein Termin erkennbar, an dem die Neufassung der DIN 4109 in Kraft treten soll. Die Veröffentlichung der Norm im Gelbdruck ist für den Juli 2013 angekündigt. Sicher ist jedoch, dass die neue Fassung der DIN 4109 ebenfalls bauaufsichtlich eingeführt wird, und diese dann rechtsverbindlich an die Stelle der bisherigen Fassung tritt.

Die neue DIN 4109 wird aus den folgenden 4 Teilen bestehen.

#### Teil 1: Mindestanforderungen an den Schallschutz

Dieser Teil ist die Nachfolge der DIN 4109 von 1989.

Die schalltechnischen Anforderungen werden nach der Neufassung der DIN 4109 nicht mehr an Bauteile, sondern an Raumgruppen gestellt. Der Einfluss der Raumgröße, der Geräuscentwicklung und der Geräuschempfindlichkeit wird in Form der nachhallbezogenen Normschallpegeldifferenz  $D_{nTw}$  stärker berücksichtigt.

Der Vorteil der Messung der Normschallpegeldifferenz gegenüber dem Schalldämmmaß ist, dass es einfacher zu verstehen ist. Wenn im Senderraum ein Schallpegel von 90 dB herrscht und im Empfangsraum 30 dB gemessen werden, hat das dazwischen befindliche Bauteil eine Dämmung von 60 dB. Das erforderliche Schalldämmmaß muss dann aus der Normschallpegeldifferenz berechnet werden.

Für alle Außenbauteile werden die leistungsbezogenen Eigenschaften zum Schallschutz für den konkreten Einzelfall aus der vorliegenden baulichen Situation ermittelt. Die Ablesung von Werten aus Tabellen ist nicht mehr vorgesehen.

Diese Neufassung berücksichtigt auch die Schallübertragung zwischen einzelnen Räumen stärker, eine Tatsache, die für den Fensterbau sicherlich von untergeordneter Bedeutung ist.

#### Teil 2: Rechnerischer Nachweis der Erfüllung der Anforderungen

Dieser Teil beschreibt die Einbettung der DIN EN 12354 und fordert im Wesentlichen eine Bilanzierung sämtlicher Übertragungswege des Schalls zwischen den Räumen. Die Berechnungen sollen mit computergestützten Programmen durchgeführt werden.

#### Teil 3: Eingangsdaten für den rechnerischen Nachweis des Schallschutzes

Dies ist im Prinzip die Nachfolgenorm zur bestehenden DIN 4109, Beiblatt 1. Dieser Teil der Norm ist sehr umfangreich und enthält als Hauptbestandteil einen

Bauteilkatalog, der u.a. in der Rubrik „Elemente“ auch Fenster, Türen, Rollladenkästen, Glas und Bauanschlussfugen betrachtet.

#### Teil 4: Handhabung bauakustischer Prüfungen

Ähnlich der noch aktuellen DIN 4109-11 legt dieser Teil die Anforderungen an die bauakustischen Prüfungen fest. Mit dieser Norm soll eine einheitliche Vorgehensweise bei den Prüfungen sichergestellt werden.

### 3.3 Auswirkung der Neufassung der DIN 4109 auf den Fensterbau

Die Neufassung der DIN 4109 hat überwiegend Auswirkungen für den Planer einer Baumaßnahme. Dieser muss die konkrete bauliche Situation berücksichtigen bei der ein höherer Aufwand bei den schalltechnischen Berechnungen gefordert ist. Das einfache Ablesen von Tabellen ist nicht mehr vorgesehen. Ergebnis dieser umfangreicher gewordenen Anforderungen ist die Vorgabe konkreter Schalldämmmaße an den Fensterbauer.

Für diesen ändert sich daher durch die Neufassung der DIN 4109 nichts, zumal auch die Anforderungen an die Bauteile nicht gestiegen sind.

## 4 Ermittlung der Schalldämmung

### 4.1 Allgemeines

Das Schalldämmmaß  $R_w$  eines Fensters kann auf verschiedene Weise bestimmt werden. Auf die einzelnen Punkte wird in den folgenden Kapiteln näher eingegangen.

- Prüfung der Schalldämmung nach EN ISO 140-3 bei einer anerkannten Prüfstelle
- Tabellenablesung gemäß EN 14351-1:2006-A1:2010, Anhang B
- Tabellenablesung gemäß DIN 4109, Beiblatt 1

Letztere Möglichkeit wird hier der Vollständigkeit halber erwähnt. Sie wird sich in Zukunft durch die Neufassung der DIN 4109 verändern.

Das Ergebnis der Messung oder der Ablesung aus Tabellen muss nach EN ISO 717-1 angegeben werden. In dieser Norm wird zusätzlich zum Schalldämmmaß  $R_w$  die Angabe der Spektrums-Anpassungswerte C und  $C_{tr}$  gefordert, siehe Kap. 1.3.2.

### 4.2 Nachweis durch Prüfung

Grundsätzlich sollte das Schalldämmmaß eines Fensters durch eine Prüfung nach EN ISO 140-3 bei einer anerkannten Prüf-, Überwachungs- und/oder Zertifizierungsstelle (PÜZ) ermittelt werden. Eine aktuelle Liste dieser PÜZ stellt das Deutsche Institut für Bautechnik DIBt auf seiner Internetseite [www.dibt.de](http://www.dibt.de) kostenfrei zur Verfügung.

Schalldämmmaße von  $R_w \geq 39$  dB oder  $R_w + C_{tr} \geq 35$  dB sind grundsätzlich durch Prüfungen zu ermitteln. Die Größe des Prüfkörpers entspricht dabei dem Standardmaß von 1,23 m x 1,48 m. Die Regeln für Abweichungen von diesem Maß werden im Kapitel 4.4 beschrieben.

### 4.3 Nachweis durch tabellarische Werte

Für Einfachfenster nach EN 12519 kann der Schallschutz gemäß EN 14351-1:2006-A1:2010, Anhang B bestimmt werden. Einfachfenster nach EN 12519 sind fest verglaste Elemente oder zu öffnende Klappflügel-, Drehflügel-, Kippflügel-, Drehkippsflügel-, Schwingflügel- oder Schiebe-Fenster mit Isolierglas. Die tabellarisch bestimmten Werte für die Schalldämmung gelten für ein Fenster mit dem Standardmaß von 1,23 m x 1,48 m, entsprechend einer Flügelfläche von 1,82 m<sup>2</sup>. Die Regeln für Abweichungen von diesem Maß werden im Kapitel 4.4 beschrieben.

Isolierglas $R_w$ dB	Einfachfenster		Schiebefenster	
	Fenster $R_w$ db	Anzahl Dichtungen	Fenster $R_w$ db	Anzahl Dichtungen
27	30	1	25	1
28	31	1	26	1
29	32	1	27	1
30	33	1	28	1
32	34	1	29	1
34	35	1	29	1
36	36	2	30	1
38	37	2	X	X
40	38	2	X	X

**Tabelle 4.1:** Schalldämmung für Fenster ausgehend vom  $R_w$  des Glases; EN 14351-1:2006-A1:2010, Tab. B.1

Zur vollständigen Angabe der Schalldämmung müssen noch, ausgehend vom eingesetzten Isolierglas, die zum Fenster gehörigen Spektrums-Anpassungswerte C und  $C_{tr}$  bestimmt werden. Der Spektrums-Anpassungswert C ist in der EN 14351-1:2006-A1:2010 mit

$$C = -1 \text{ dB}$$

per Definition festgelegt.

Der Spektrums-Anpassungswert  $C_{tr}$  wird, ausgehend von den entsprechenden Werten des Isolierglases, mit Hilfe der Tabelle 4.2 bestimmt, die ein Auszug aus Tabelle B.1 der EN 14351-1:2006-A1:2010 ist.

**Beispiel:**

Ein Drehkippfenster mit einem Isolierglas  $R_w$  ( $C$ ;  $C_{tr}$ ) = 36 (-1; -4) dB ergibt nach Tabelle 4.1 eine Schalldämmung des Fensters von

$$R_w = 36 \text{ dB.}$$

Aus dem Schalldämmmaß und dem Spektrums-Anpassungswert des Isolierglases

$$R_{w, \text{ Glas}} + C_{tr} = 36 \text{ dB} + (-4 \text{ dB}) = 32 \text{ dB}$$

ergibt sich nach Tabelle 4.2

$$R_{w, \text{ Fenster}} + C_{tr} = 32 \text{ dB.}$$

Der Spektrums-Anpassungswert  $C_{tr}$  wird berechnet nach

$$C_{tr} = (R_{w, \text{ Fenster}} + C_{tr}) - (R_{w, \text{ Fenster}}) = 32 \text{ dB} - 36 \text{ dB} = -4 \text{ dB,}$$

Damit ist das Schalldämmmaß des Fensters nach EN ISO 717-1

$$R_w(C, C_{tr}) = 36 (-1; -4) \text{ dB.}$$

Isolierglas R <sub>w</sub> dB	Einfachfenster		Schiebefenster	
	Fenster R <sub>w</sub> + C <sub>tr</sub> dB	Anzahl Dichtungen	Fenster R <sub>w</sub> + C <sub>tr</sub> dB	Anzahl Dichtungen
24	26	1	24	1
25	27	1	25	1
26	28	1	26	1
27	29	1	26	1
28	30	1	27	1
30	31	1	27	1
32	32	2	28	1
34	33	2	X	X
36	34	2	X	X

**Tabelle 4.2:** Schalldämmung für Fenster, ausgehend vom R<sub>w</sub> + C<sub>tr</sub> des Glases; EN 14351-1:2006-A1:2010, Tab. B.2

Der Nachweis der Schalldämmung durch tabellarische Werte ist auf Sicherheit ausgelegt. Bei Verwendung eines Glases mit R<sub>w</sub> = 36 dB ergibt sich nach der vorstehenden Tabelle für das Fenster ein R<sub>w</sub> = 36 dB. Beim Nachweis durch eine Prüfung erzielen die GEALAN-Systeme mit diesem Glas jedoch ein Schalldämmmaß von R<sub>w</sub> = 38 dB.

Daraus folgt: **Messen lohnt sich!**

Der Vorteil des tabellarischen Verfahrens ist der geringe Aufwand. Nachteilig ist jedoch, dass das Potential von Fenster und Isolierglas nicht ausgenutzt wird, weil die sich ergebenden Werte unterhalb der realen Werte liegen.

#### 4.4 Übertragung von Messergebnissen

##### 4.4.1 Änderung der Elementgrößen

Der Schalldämmwert eines Fensters gilt bei **geprüften** Werten nach EN ISO 140-3 für die geprüfte Größe des Elementes. Dies ist üblicherweise das Standardmaß 1,23 m x 1,48 m, entsprechend einer Flügelfläche von 1,82 m<sup>2</sup>. Es können aber auch andere Elementgrößen geprüft werden.

Wenn die Größe der zu bewertenden Elemente von den geprüften Größen wesentlich abweicht, siehe Spalte 1 der Tabelle 4.3, sind die entsprechenden Korrekturwerte aus Spalte 3 auf das Schalldämmmaß anzuwenden.

Die **tabellarisch** bestimmten Werte gelten immer für das Standardmaß 1,23 m x 1,48 m, entsprechend einer Flügelfläche von 1,82 m<sup>2</sup>. Auch hier muss bei abweichenden Größen, siehe Spalte 2 der Tabelle 4.3, der Korrekturwert nach Spalte 3 angewendet werden.

Fenstergröße		Korrekturwert für das Fenster
Prüfergebnisse	Tabellarische Werte	
- 100 % - + 50 % der Prüffläche	Fläche ≤ 2,7 m <sup>2</sup>	R <sub>w</sub> und R <sub>w</sub> + C <sub>tr</sub> - 0 dB
+ 50 % - + 100 % der Prüffläche	2,7 m <sup>2</sup> < Fläche ≤ 3,6 m <sup>2</sup>	R <sub>w</sub> und R <sub>w</sub> + C <sub>tr</sub> - 1 dB
+ 100 % - + 150 % der Prüffläche	3,6 m <sup>2</sup> < Fläche ≤ 4,6 m <sup>2</sup>	R <sub>w</sub> und R <sub>w</sub> + C <sub>tr</sub> - 2 dB
> + 150 % der Prüffläche	4,6 m <sup>2</sup> < Fläche	R <sub>w</sub> und R <sub>w</sub> + C <sub>tr</sub> - 3 dB

**Tabelle 4.3:** Übertragung der Schalldämm-Ergebnisse auf andere Größen; EN 14351-1:2006-A1:2010, Tab. B.3

#### 4.4.2 Austausch des Isolierglases

Liegt für eine Kombination von Profilsystem und Isolierglas noch kein Schalldämmwert nach EN ISO 140-3 vor, kann dieser fehlende Wert entweder durch eine Messung ermittelt werden oder er wird aus anderen bekannten Prüfergebnissen abgeleitet. Gemäß der DIN EN 14351-1, Anhang B ist eine Änderung des Isolierglases ausdrücklich zulässig, wenn der Schalldämmwert R<sub>w</sub> und/oder R<sub>w</sub> + C<sub>tr</sub> des geänderten Isolierglases mindestens den gleichen oder einen besseren Wert aufweist, als den des geprüften Glases.

Da in Deutschland der Spektrums-Anpassungswert C<sub>tr</sub> nicht angewendet wird, siehe Kap. 1.3.2, Seite 16, bedeutet dies für die Praxis, dass die Erfüllung des R<sub>w</sub>-Wertes ausreichend ist, siehe folgendes Beispiel.

Profilsystem GEALAN S 7000 IQ,

Isolierglas 10 / 12 / 4 / 6, R<sub>w,Glas</sub> = 41 (-2; -5) dB lt. Herstellerangabe

bewertetes Schalldämmmaß des Fensters R<sub>w</sub> = 42 (-1; -4) dB

Prüfbericht Nr. 161 43757/20, ift Rosenheim

Die Bedingungen dieses Prüfzeugnisses sind in **Deutschland** für jede Isolierglasscheibe erfüllt, die mindestens ein Schalldämmmaß von R<sub>w,Glas</sub> = 41 dB aufweist.

Beim Verkauf von Fenstern in Länder, in denen der Spektrums-Anpassungswert C<sub>tr</sub> angewendet wird, z.B. Frankreich oder die Schweiz, oder wenn vom Planer spezielle Anforderungen an C<sub>tr</sub> gestellt werden, muss zusätzlich die Bedingung an R<sub>w</sub> + C<sub>tr</sub> erfüllt werden.

Für das oben angeführte Prüfzeugnis bedeutet dies, dass die Bedingungen für den Austausch des Isolierglases erfüllt sind, wenn

$$R_{w,Glas} \geq 41 \text{ dB und}$$

$$R_{w,Glas} + C_{tr} \geq 36 \text{ dB}$$

sind, d.h. in diesem speziellen Fall müssen beide Kriterien erfüllt werden.

#### 4.5 Schalllängsleitung bei Fensterwänden

Beim Einsatz von Fensterwänden, z.B. in Bürogebäuden oder Arztpraxen, tritt neben den Anforderungen an die Schalldämmung der Fenster oft die Frage nach der Schalldämmung an der Anschlussstelle Außenwand – Fensterband – Zwischenwandanschluss auf. Hier ist das Fensterband das flankierende Bauteil für die Schallübertragung zwischen den angrenzenden Räumen. Die Schallübertragung über flankierende Bauteile wird auch als Schalllängsleitung bezeichnet. Im Bild 4.1 ist der Anschluss einer Zwischenwand an ein Fensterband dargestellt.

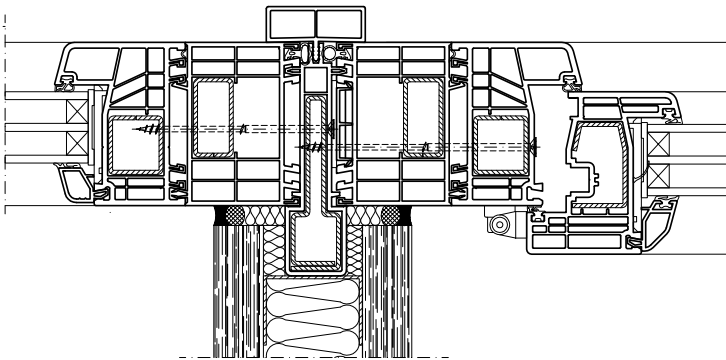


Abbildung 4.1: Zwischenwandanschluss an ein Fensterband

Die Schalllängsdämmung wird durch die Norm-Flankenpegeldifferenz  $D_{n,f}$  gekennzeichnet. Diese wird im Prüfstand nach EN ISO 10848 gemessen. Wesentlich für diese Schalllängsdämmung ist die Schallübertragung über die Flanken, die in diesem speziellen Fall durch das Fensterband gebildet werden. In der Abbildung 1.5, Seite 12, ist dieser Schallübertragungsweg mit „1“ bezeichnet.

Wie aus der Abbildung 4.1 ersichtlich, ist das Ergebnis der Schalllängsdämmung eines Fensterbandes abhängig von:

- dem Aufbau der Außenwand
- dem Fenster inklusive verwendeter Verbreiterungen
- dem Aufbau der Kopplung
- der Innenwand
- der Ausbildung des Anschlusses der Innenwand an das Fensterband sowie
- der Ausbildung des Anschlusses der Innenwand an die Decke und den Fußboden

Aus den aufgelisteten Einflussgrößen ist zu erkennen, dass der Einfluss des Fensters, ausgedrückt über das Schalldämmmaß  $R_w$ , lediglich eine untergeordnete Rolle für die Schalllängsdämmung spielt. Das bei einer solchen Messung erzielte Ergebnis gilt ausschließlich für den speziell gemessenen Fall.

#### 4.6 Schalldämmwerte von GEALAN-Systemen

# 4

### S 7000 IQ



#### Profilsystem S 7000 IQ, 1-flg. Fenster

Scheibe	Prüfergebnis	
	Aussteifung 7715	Aussteifung 7701
4-16-4 (32 dB)	$R_w = 34$ dB	$R_w = 34$ dB
4-14-4-14-4 (34 dB)	$R_w = 35$ dB	$R_w = 35$ dB
6-16-4 (36 dB)	$R_w = 38$ dB	$R_w = 38$ dB
8-16-4 (37 dB)	$R_w = 39$ dB	$R_w = 39$ dB
6-14-4-14-4 (36 dB)		$R_w = 40$ dB
VSG 8-16-4 (38 dB)	$R_w = 40$ dB	$R_w = 40$ dB
VSG 10-16-4 (P4A) (39 dB)	$R_w = 40$ dB	$R_w = 40$ dB
10-12-4-12-6 (41 dB)		$R_w = 42$ dB
VSG Si 6-16-6 (40 dB)	$R_w = 41$ dB	$R_w = 42$ dB
VSG Si 8-16-6 (42 dB)	$R_w = 42$ dB	$R_w = 43$ dB
VSG Si 8-14-4-14-6 (42 dB)		$R_w = 43$ dB
VSG 10-12-4-12-6 (P4A)		$R_w = 43$ dB
VSG Si 8-24-8 (45 dB)	$R_w = 44$ dB	$R_w = 45$ dB
VSG Si 6-16-10 (44 dB)	$R_w = 44$ dB	$R_w = 45$ dB
VSG Si 8-12-4-12-8 (45 dB)		$R_w = 45$ dB
VSG Si 8-24-10 (47 dB)	$R_w = 45$ dB	$R_w = 46$ dB
VSG Si 10-16-VSG Si 8 (46 dB)	$R_w = 46$ dB	$R_w = 47$ dB
VSG Si 8-12-4-12- VSG Si 8 (47 dB)		$R_w = 47$ dB
VSG Si 12-12-6-12-VSG Si 8 (50 dB)		$R_w = 47$ dB

48



#### Profilsystem S 7000 IQ, 2-flg. Fenster mit Stulp

Scheibe	Prüfergebnis	
	Aussteifung 7715	Aussteifung 7701
4-16-4 (32 dB)	$R_w = 35$ dB	$R_w = 35$ dB
6-16-4 (36 dB)	$R_w = 40$ dB	$R_w = 40$ dB
VSG Si 8-16-6 (42 dB)	$R_w = 42$ dB	$R_w = 43$ dB



## S 7000 IQ plus



### Profilsystem S7000 IQ plus, 1-flg. Fenster

Scheibe		Prüfergebnis
4-16-4	(32 dB)	$R_w = 34$ dB
4-14-4-14-4	(34 dB)	$R_w = 35$ dB
6-16-4	(36 dB)	$R_w = 38$ dB
8-16-4	(37 dB)	$R_w = 39$ dB
6-14-4-14-4	(36 dB)	$R_w = 39$ dB
VSG 8-16-4	(38 dB)	$R_w = 39$ dB
VSG 10-16-4 (P4A)	(39 dB)	$R_w = 40$ dB
10-12-4-12-6	(41 dB)	$R_w = 41$ dB
VSG Si 6-16-6	(40 dB)	$R_w = 42$ dB
VSG Si 8-16-6	(42 dB)	$R_w = 42$ dB
VSG Si 8-14-4-14-6	(42 dB)	$R_w = 42$ dB
VSG 10-12-4-16-6 (P4A)		$R_w = 42$ dB
VSG Si 8-24-8	(45 dB)	$R_w = 44$ dB
VSG Si 6-16-10	(44 dB)	$R_w = 43$ dB
VSG Si 8-12-4-12-8	(45 dB)	$R_w = 44$ dB
VSG Si 8-24-10	(47 dB)	$R_w = 44$ dB
VSG Si 10-16-VSG Si 8	(46 dB)	$R_w = 45$ dB
VSG Si 8-12-4-12- VSG Si 8	(47 dB)	$R_w = 45$ dB
VSG Si 12-12-6-12-VSG Si 8	(50 dB)	$R_w = 47$ dB

## Profilsystem S7000 IQ plus mit STV, 1-flg. Fenster



Scheibe		Prüfergebnis
4-16-4	(32 dB)	$R_w = 34$ dB
4-14-4-14-4	(34 dB)	$R_w = 35$ dB
6-16-4	(36 dB)	$R_w = 38$ dB
8-16-4	(37 dB)	$R_w = 39$ dB
6-14-4-14-4	(36 dB)	$R_w = 39$ dB
VSG 8-16-4	(38 dB)	$R_w = 39$ dB
VSG 10-16-4 (P4A)	(39 dB)	$R_w = 40$ dB
10-12-4-12-6	(41 dB)	$R_w = 41$ dB
VSG Si 6-16-6	(40 dB)	$R_w = 42$ dB
VSG Si 8-16-6	(42 dB)	$R_w = 42$ dB
VSG Si 8-14-4-14-6	(42 dB)	$R_w = 42$ dB
VSG 10-12-4-16-6 (P4A)		$R_w = 42$ dB
VSG Si 8-24-8	(45 dB)	$R_w = 44$ dB
VSG Si 6-16-10	(44 dB)	$R_w = 43$ dB
VSG Si 8-12-4-12-8	(45 dB)	$R_w = 44$ dB
VSG Si 8-24-10	(47 dB)	$R_w = 44$ dB
VSG Si 10-16-VSG Si 8	(46 dB)	$R_w = 45$ dB
VSG Si 8-12-4-12- VSG Si 8	(47 dB)	$R_w = 45$ dB

## S 8000 IQ



### Profilsystem S 8000 IQ, 1-flg. Fenster

Scheibe	Prüfergebnis		
	4- bzw. 5-Kammer Aussteifung 2 mm	4- bzw. 5-Kammer Aussteifung 1,5 mm	6-Kammer
4-16-4 (32 dB)	$R_w = 34$ dB	$R_w = 34$ dB	$R_w = 34$ dB
4-14-4-14-4 (34 dB)			$R_w = 35$ dB
6-16-4 (36 dB)	$R_w = 38$ dB	$R_w = 38$ dB	$R_w = 38$ dB
8-16-4 (37 dB)	$R_w = 39$ dB	$R_w = 39$ dB	$R_w = 39$ dB
6-14-4-14-4 (36 dB)	$R_w = 40$ dB	$R_w = 40$ dB	$R_w = 40$ dB
VSG 8-16-4 (38 dB)	$R_w = 40$ dB		$R_w = 40$ dB
VSG 10-16-4 (P4A) (39 dB)	$R_w = 40$ dB	$R_w = 40$ dB	$R_w = 40$ dB
VSG Si 8-16-6 (42 dB)			$R_w = 42$ dB
10-12-4-12-6 (41 dB)	$R_w = 42$ dB	$R_w = 42$ dB	$R_w = 42$ dB
VSG Si 6-16-6 (40 dB)	$R_w = 43$ dB	$R_w = 43$ dB	$R_w = 43$ dB
VSG Si 8-14-4-14-6 (42 dB)	$R_w = 43$ dB	$R_w = 43$ dB	$R_w = 43$ dB
VSG 10-12-4-16-6 (P4A)	$R_w = 43$ dB	$R_w = 43$ dB	$R_w = 43$ dB
VSG Si 8-24-8 (45 dB)	$R_w = 46$ dB	$R_w = 46$ dB	$R_w = 46$ dB
VSG Si 8-12-4-12-8 (45 dB)	$R_w = 45$ dB	$R_w = 45$ dB	$R_w = 45$ dB
VSG Si 8-16-VSG Si 8 (44 dB)	$R_w = 47$ dB		$R_w = 45$ dB
VSG Si 10-16-VSG Si 8 (46 dB)	$R_w = 47$ dB	$R_w = 47$ dB	$R_w = 47$ dB
VSG Si 8-12-4-12- VSG Si 8 (47 dB)	$R_w = 47$ dB	$R_w = 47$ dB	$R_w = 47$ dB



### Profilsystem S 8000 IQ, 2-flg. Fenster mit Stulp

Scheibe	Prüfergebnis		
	4- bzw. 5-Kammer Aussteifung 2 mm	4- bzw. 5-Kammer Aussteifung 1,5 mm	6-Kammer
4-16-4 (32 dB)	$R_w = 35$ dB	$R_w = 35$ dB	$R_w = 35$ dB
6-16-4 (36 dB)	$R_w = 40$ dB	$R_w = 40$ dB	$R_w = 40$ dB
VSG Si 8-16-6 (42 dB)	$R_w = 43$ dB	$R_w = 43$ dB	$R_w = 43$ dB
VSG Si 8-16-VSG Si 8 (44 dB)	$R_w = 47$ dB		

## Profilsystem S8000 IQ mit STV, 1-flg. Fenster



Scheibe	Prüfergebnis	
	4- bzw. 5-Kammer	6-Kammer
4-16-4 (32 dB)	$R_w = 34$ dB	$R_w = 34$ dB
4-14-4-14-4 (34 dB)	$R_w = 35$ dB	$R_w = 35$ dB
6-16-4 (36 dB)	$R_w = 38$ dB	$R_w = 38$ dB
8-16-4 (37 dB)	$R_w = 39$ dB	$R_w = 39$ dB
6-14-4-14-4 (36 dB)	$R_w = 40$ dB	$R_w = 40$ dB
VSG 8-16-4 (38 dB)	$R_w = 40$ dB	$R_w = 40$ dB
VSG 10-16-4 (P4A) (39 dB)	$R_w = 40$ dB	$R_w = 40$ dB
10-12-4-12-6 (41 dB)	$R_w = 42$ dB	$R_w = 42$ dB
VSG Si 6-16-6 (40 dB)	$R_w = 43$ dB	$R_w = 43$ dB
VSG Si 8-16-6 (42 dB)	$R_w = 43$ dB	$R_w = 43$ dB
VSG Si 8-14-4-14-6 (42 dB)	$R_w = 43$ dB	$R_w = 43$ dB
VSG 10-12-4-16-6 (P4A)	$R_w = 43$ dB	$R_w = 43$ dB
VSG Si 8-24-8 (45 dB)	$R_w = 46$ dB	$R_w = 46$ dB
VSG Si 6-16-10 (44 dB)	$R_w = 45$ dB	$R_w = 45$ dB
VSG Si 8-12-4-12-8 (45 dB)	$R_w = 45$ dB	$R_w = 45$ dB
VSG Si 8-24-10 (47 dB)	$R_w = 46$ dB	$R_w = 46$ dB
VSG Si 10-16-VSG Si 8 (46 dB)	$R_w = 47$ dB	$R_w = 47$ dB
VSG Si 8-12-4-12- VSG Si 8 (47 dB)	$R_w = 47$ dB	$R_w = 47$ dB

## S 8000 IQ plus



### Profilsystem S 8000 IQ plus, 1-flg. Fenster

Scheibe		Prüfergebnis
4-16-4	(32 dB)	$R_w = 34$ dB
4-14-4-14-4	(34 dB)	$R_w = 35$ dB
6-16-4	(36 dB)	$R_w = 38$ dB
8-16-4	(37 dB)	$R_w = 39$ dB
6-14-4-14-4	(36 dB)	$R_w = 40$ dB
VSG 8-16-4	(38 dB)	$R_w = 40$ dB
VSG 10-16-4 (P4A)	(39 dB)	$R_w = 40$ dB
VSG Si 8-16-6	(42 dB)	$R_w = 42$ dB
10-12-4-12-6	(41 dB)	$R_w = 42$ dB
VSG Si 6-16-6	(40 dB)	$R_w = 42$ dB
VSG Si 8-14-4-14-6	(42 dB)	$R_w = 43$ dB
VSG 10-12-4-16-6 (P4A)		$R_w = 43$ dB
VSG Si 6-16-10	(44 dB)	$R_w = 44$ dB
VSG Si 8-24-8	(45 dB)	$R_w = 45$ dB
VSG Si 8-24-10	(47 dB)	$R_w = 45$ dB
VSG Si 8-12-4-12-8	(45 dB)	$R_w = 45$ dB
VSG Si 10-16-VSG Si 8	(46 dB)	$R_w = 46$ dB
VSG Si 8-12-4-12- VSG Si 8	(47 dB)	$R_w = 46$ dB



**Profilsystem S8000 IQ plus mit STV, 1-flig. Fenster**

Scheibe		Prüfergebnis
4-16-4	(32 dB)	R <sub>w</sub> = 34 dB
4-14-4-14-4	(34 dB)	R <sub>w</sub> = 35 dB
6-16-4	(36 dB)	R <sub>w</sub> = 38 dB
8-16-4	(37 dB)	R <sub>w</sub> = 39 dB
6-14-4-14-4	(36 dB)	R <sub>w</sub> = 40 dB
VSG 8-16-4	(38 dB)	R <sub>w</sub> = 40 dB
VSG 10-16-4 (P4A)	(39 dB)	R <sub>w</sub> = 40 dB
10-12-4-12-6	(41 dB)	R <sub>w</sub> = 42 dB
VSG Si 6-16-6	(40 dB)	R <sub>w</sub> = 42 dB
VSG Si 8-16-6	(42 dB)	R <sub>w</sub> = 42 dB
VSG Si 8-14-4-14-6	(42 dB)	R <sub>w</sub> = 43 dB
VSG 10-12-4-16-6 (P4A)		R <sub>w</sub> = 43 dB
VSG Si 8-24-8	(45 dB)	R <sub>w</sub> = 45 dB
VSG Si 6-16-10	(44 dB)	R <sub>w</sub> = 44 dB
VSG Si 8-12-4-12-8	(45 dB)	R <sub>w</sub> = 45 dB
VSG Si 8-24-10	(47 dB)	R <sub>w</sub> = 45 dB
VSG Si 10-16-VSG Si 8	(46 dB)	R <sub>w</sub> = 46 dB
VSG Si 8-12-4-12- VSG Si 8	(47 dB)	R <sub>w</sub> = 46 dB

**Hebe-Schiebe-Tür**

Scheibe		Prüfergebnis
8-12-4-12-4	(37 dB)	R <sub>w</sub> = 38 dB
VSG SI 8-16-6	(42 dB)	R <sub>w</sub> = 39 dB
VSG SI 12-20- VSG SI 8	(36 dB)	R <sub>w</sub> = 42 dB

**GECCO**



**GECCO 2 im S 7000 IQ, 1-flg. Fenster**

Scheibe		Prüfergebnis	
		Aussteifung 7715	Aussteifung 7701
4-16-4	(32 dB)	R <sub>w</sub> = 32 dB	R <sub>w</sub> = 32 dB
6-16-4	(36 dB)	R <sub>w</sub> = 38 dB	R <sub>w</sub> = 38 dB
VSG Si 6-16-10	(44 dB)	R <sub>w</sub> = 41 dB	R <sub>w</sub> = 42 dB
VSG Si 10-16-VSG Si 8	(46 dB)	R <sub>w</sub> = 43 dB	R <sub>w</sub> = 44 dB



**GECCO 3 im S 8000 IQ, 1-flg. Fenster**

Scheibe		Prüfergebnis	
		4- bzw. 5-Kammer Aussteifung 2 mm	4- bzw. 5-Kammer Aussteifung 1,5 mm
4-16-4	(32 dB)	R <sub>w</sub> = 33 dB	R <sub>w</sub> = 33 dB
6-16-4	(36 dB)	R <sub>w</sub> = 37 dB	R <sub>w</sub> = 37 dB
VSG Si 6-16-10	(44 dB)	R <sub>w</sub> = 42 dB	R <sub>w</sub> = 42 dB
VSG Si 8-24-8	(45 dB)	R <sub>w</sub> = 42 dB	R <sub>w</sub> = 42 dB
VSG Si 10-16-VSG Si 8	(46 dB)	R <sub>w</sub> = 44 dB	R <sub>w</sub> = 44 dB
VSG Si 8-16-VSG Si 8	(44 dB)	R <sub>w</sub> = 44 dB	

**RAE plus**

<b>Kastengröße</b>	<b>Art der Prüfung</b>	<b>Panzer</b>	<b>Prüfergebnis</b>
RAE plus 155	nur mit Wärmedämmung ohne Fliegengitter	oben	$R_w = 35$ dB
		unten	$R_w = 36$ dB
	mit 6 Kg Schwerfolie ohne Fliegengitter	oben	$R_w = 41$ dB
		unten	$R_w = 44$ dB
	Neopor Dämmkeil mit Schwerfolie rollseitig	oben	$R_w = 41$ dB
		unten	$R_w = 42$ dB
RAE plus 195	nur mit Wärmedämmung ohne Fliegengitter	oben	$R_w = 34$ dB
		unten	$R_w = 39$ dB
	nur mit Wärmedämmung mit Fliegengitter	oben	$R_w = 37$ dB
		unten	$R_w = 42$ dB
	mit 6 Kg Schwerfolie ohne Fliegengitter	oben	$R_w = 43$ dB
		unten	$R_w = 44$ dB
	mit 6 Kg Schwerfolie mit Fliegengitter	oben	$R_w = 42$ dB
		unten	$R_w = 46$ dB
	einteilige Dämmung mit Beschwerung raumseitig	oben	$R_w = 40$ dB
		unten	$R_w = 41$ dB
	Neopor Dämmkeil mit Schwerfolie rollseitig	oben	$R_w = 42$ dB
		unten	$R_w = 44$ dB
RAE plus 245	nur mit Wärmedämmung ohne Fliegengitter	oben	$R_w = 36$ dB
		unten	$R_w = 39$ dB
	mit 6 Kg Schwerfolie ohne Fliegengitter	oben	$R_w = 43$ dB
		unten	$R_w = 45$ dB
	Neopor Dämmkeil mit Schwerfolie rollseitig	oben	$R_w = 42$ dB
		unten	$R_w = 45$ dB



## 5 Quellennachweis

Hessinger, Saß, Reuss; Seminar Bauakustik, ift Rosenheim, 2011

DIN 45630-1, 1971-12, Grundlagen der Schallmessung; Physikalische und subjektive Größen von Schall

DIN 45645-1, 1996-07, Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen - Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft

EN ISO 10140-2, 2010-12, Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand - Teil 2: Messung der Luftschalldämmung

EN ISO 717-1:1996 + A1:2006, Akustik - Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 1: Luftschalldämmung

DIN 4109-1: 2006-10, Schallschutz im Hochbau - Teil 1: Anforderungen

Veith, Ivar, Der Koinzidenz- oder Spuranpassungseffekt, Trockenbau Akustik, 7/07, S. 34-35

Dr. Huntebrinker, Klaus, Den Lärm im Griff, Glaswelt 11.2011, S. 60-61

Leitfaden zur Montage; Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren, RAL-Gütegemeinschaft Fenster und Haustüren e.V., Frankfurt, 2010

EN 12354-3: 2000-09, Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften - Teil 3: Luftschalldämmung gegen Außenlärm  
ift Richtlinie SC-01/2 - Bestimmung des Fugenschalldämm-Maßes

DIN EN ISO 140-5: 1998-12, Akustik - Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 5: Messung der Luftschalldämmung von Fassadenelementen und Fassaden an Gebäuden

VDI 4100: 2012-10, Schallschutz im Hochbau - Wohnungen - Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz

VDI 2719: 1987-08, Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen

DIN 18005-1: 2002-07 - Schallschutz im Städtebau - Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung

DIN 4109-11: 2010-05, Schallschutz im Hochbau - Teil 11: Nachweis des Schallschutzes - Güte- und Eignungsprüfung

DIN EN 14351-1, 2010-08, Fenster und Türen – Produktnorm, Leistungseigenschaften – Teil 1: Fenster und Außentüren ohne Eigenschaften bezüglich Feuerschutz und/oder Rauchdichtheit

EN ISO 140-3, 2005-07, Akustik - Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 3: Messungen der Luftschalldämmung von Bauteilen in Prüfständen

EN 12519:2004, Fenster und Türen - Terminologie; Dreisprachige Fassung

EN ISO 10848-1:2006, Akustik - Messung der Flankenübertragung von Luftschall und Trittschall zwischen benachbarten Räumen in Prüfständen

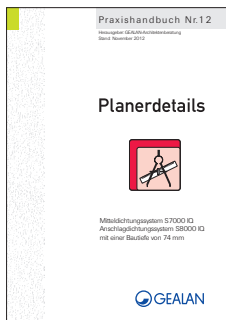
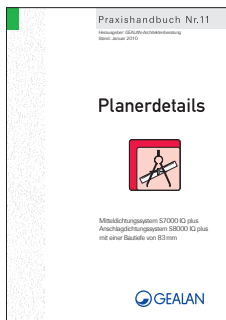
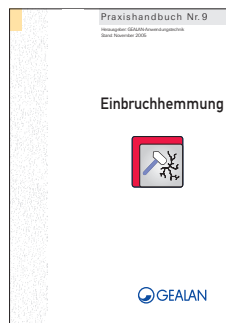
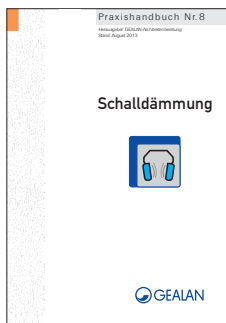
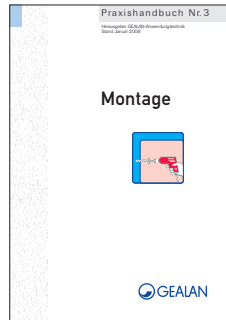
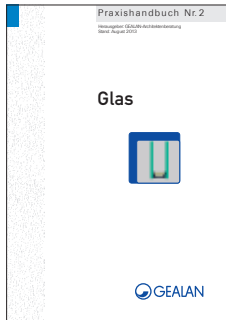
## Impressum

Herausgeber:  
GEALAN-Architektenberatung  
Hofer Straße 80  
D-95145 Oberkotzau  
Telefon 0 92 86 / 77-0  
Telefax 0 92 86 / 77-22 22  
e-Mail: [info@gealan.de](mailto:info@gealan.de)  
Internet: <http://www.gealan.de>

Gestaltung, Litho, Satz und Druck:  
Müller Fotosatz & Druck  
Johannes-Gutenberg-Straße 1  
95152 Selbitz  
Telefon 0 92 80 / 9 71-0  
Telefax 0 92 80 / 9 71-71  
e-Mail: [info@druckerei-gmbh.de](mailto:info@druckerei-gmbh.de)  
Internet: [www.druckerei-gmbh.de](http://www.druckerei-gmbh.de)



Bisher von GEALAN veröffentlichte Praxishandbücher.



GEALAN Fenster-Systeme GmbH  
Hofer Straße 80  
D-95145 Oberkotzau  
Telefon 0 92 86 / 77-0  
Telefax 0 92 86 / 77-22 22  
E-Mail: info@gealan.de  
Internet: www.gealan.de