

Schallschutzglas

Inhaltsverzeichnis

1.0 Einleitung	2
2.0 Luftschalldämmung	2
2.1. Messung der Schalldämmung von Glas	2
2.2. Das bewertete Schalldämm-Maß R_w	3
3.0 Normen und Regelwerke	6
3.1. EN 12758	6
3.2. DIN 4109	8
4.0 Schalldämmung mit Glas	9
4.1. Scheibengewicht	9
4.2. Scheibensteifigkeit	10
4.3. Scheibenzwischenraum (SZR)	10
4.4. Gasfüllung	10
4.5. Winkelabhängigkeit	11
4.6. Resonanz	11
5.0 Praxis	12
5.1. Einfachglas (Monolithische Scheiben)	12
5.2. Verbundglas/Verbund- sicherheitsglas (VG/VSG)	12
5.3. Scheibenzwischenraum	12
5.4. Abstandhalter und Dichtstoffe ...	12
5.5. Gasfüllung	12
5.6. Orientierung der Verglasung	13
5.7. Einfluss der Glasgröße	13
6.0 Zusammenfassung	13
7.0 Übersicht von Schalldämmwerten verschiedener Glasaufbauten (2fach und 3fach)	14
8.0 Literatur	15

1.0 Einleitung

Dem baulichen Schallschutz kommt für die Verringerung der Lärmbelastung in Wohn- als auch öffentlichen Gebäuden eine zentrale Bedeutung zu. Das bedeutet, dass Außenbauteile, speziell Wand, Fenster und Fassade, eine ausreichende Schalldämmung aufweisen müssen. Der Schallschutz selbst umfasst einerseits Maßnahmen gegen Schallentstehung (Primär-Maßnahmen) und andererseits Maßnahmen, die die Schallübertragung von einer Schallquelle zum Empfänger vermindern (Sekundär-Maßnahmen). Die Schalldämmung mit Glas, Fenster und Fassade ist eine Sekundär-Maßnahme. Hierbei kommt es wesentlich auf die Details/die Ausführung des Gesamtelementes, d. h. Rahmen, Verriegelungen, Fugendichtungen, Baukörperanschlüsse und Verglasungen, an. Mit diesem Dokument sollen die kennzeichnenden Größen, relevanten Normen und Regelwerke sowie Schallschutzeigenschaften von Mehrscheiben-Isolierglas erläutert werden.

2.0 Luftschalldämmung

2.1 Messung der Schalldämmung von Glas

Die Schalldämmung von Verglasungen wird in Deutschland aktuell nach der Norm DIN EN ISO 10140-2 im Labor geprüft. Die Teile der Normenreihe DIN EN ISO 140, die sich mit Laborprüfungen befassen, wurden im Dezember 2010 zurückgezogen und durch die Reihe DIN EN ISO 10140 ersetzt. Das betrifft auch die DIN EN ISO 140-3, nach der bis zum Jahr 2010 die Prüfung der Luftschalldämmung von Glas durchgeführt wurde. Formell ist sie allerdings noch gültig, da über verschiedene Produktnormen (z. B. für Isolierglas oder Fenster) noch auf sie Bezug genommen/verwiesen wird. Für sonstige Anwendungen nach dem Stand der Technik wird die neue DIN EN ISO 10140-2 anzuwenden sein.

Die bekannten Prüfverfahren wurden neu sortiert und zusammengefasst, inhaltlich jedoch nicht verändert im Vergleich zur Normenreihe DIN EN ISO 140.

Für sonstige Anwendungen nach dem Stand der Technik wird die neue Fassung anzuwenden sein.

Der Prüfstand zur Messung der Schalldämmung von Glas ist in Teil 5: „Anforderungen an Prüfstände und Prüfeinrichtungen“ (ISO 10140-5:2010) beschrieben. Es handelt sich um zwei aneinandergrenzende Räume mit einer Trennwand, in die das zu prüfende Bauteil (Verglasung oder Fenster) eingebaut wird. Die Prüfstände sind mit unterdrückter Flankenübertragung ausgeführt. Die Messung erfolgt nach Teil 2: „Messung der Luftschalldämmung“ (ISO 10140-2:2010).

In einem Raum wird Schall in einem Frequenzbereich von 100 bis 5000 Hz erzeugt. Mit Hilfe der gemessenen Schalldruckpegel im Sende- und Empfangsraum werden die frequenzabhängigen Schalldämm-Maße nach folgender Beziehung bestimmt:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A}$$

L_1 = energetisch gemittelte Schalldruckpegel im Senderaum, in dB

L_2 = energetisch gemittelte Schalldruckpegel im Empfangsraum, in dB

S = die Fläche der freien Prüföffnung, in die das Prüfbauteil eingebaut ist, in m^2

A = die äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum, in m^2 .

Diese wird durch Messung der Nachhallzeit bestimmt.

Die Abmessung des Prüfkörpers beträgt 1,23 x 1,48 m, die so genannte „Normscheibe“ in den Abmessungen für die genormte Prüföffnung von 1,25 x 1,50 m.

2.2 Das bewertete Schalldämm-Maß R_w

Nach Ermittlung des Schalldämm-Maßes R für festgelegte Frequenzen wird dann das bewertete Schalldämm-Maß R_w nach DIN EN ISO 717-1 berechnet. Es wird in der Maßeinheit Dezibel (dB) ausgedrückt. Hierzu werden die durch Messung bestimmten Werte R mit Bezugswerten nach EN 717-1 verglichen. Wie in Abbildung 1 dargestellt, wird die Bezugskurve nach EN 717-1 so lange parallel zur Ordinate im Messdiagramm vertikal verschoben, bis die Unterschreitung zur Messkurve im Mittel nicht mehr als 2 dB beträgt. Dabei werden Überschreitungen nicht berücksichtigt. Der Ordinatenwert der verschobenen Bezugskurve bei 500 Hz entspricht dem bewerteten Schalldämm-Maß R_w (sog. „Einzahlwert“).

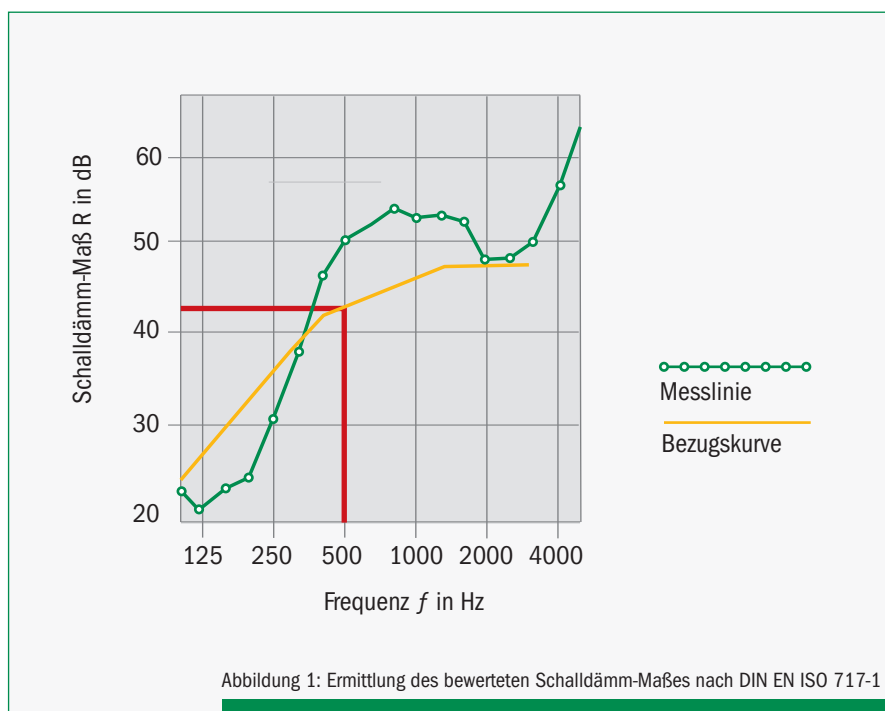


Abbildung 1: Ermittlung des bewerteten Schalldämm-Maßes nach DIN EN ISO 717-1

Schallschutzglas

Um die unterschiedlichen Frequenz-Spektren von Wohn- und Verkehrsgeräuschen zu berücksichtigen, wurden entsprechend der DIN EN ISO 717-1 so genannte Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr} für den bauakustischen Bereich von 100 – 3150 Hz eingeführt (siehe Abbildung 2). Mit ihnen wird das bewertete Schalldämm-Maß angepasst in einem Frequenzbereich von 100 bis 3150 Hz. Die Spektrum-Anpassungswerte C_{100–5000} und C_{tr100–5000} berücksichtigen zusätzlich das Spektrum im Frequenzbereich von 100 – 5000 Hz. Die Spektrum-Anpassungswerte sind Produkteigenschaften, die sich aus der gemessenen Schalldämmkurve der Glasprodukte unter Berücksichtigung der maßgeblichen Lärmquellen ergeben.

Geräuschquelle	Entsprechender Spektrum-Anpassungswert
Wohnaktivitäten (Reden, Musik, Radio, TV) Kinderspielen Schienenverkehr mit mittlerer und hoher Geschwindigkeit* Autobahnverkehr > 80 km/h* Düsenflugzeug in kleinem Abstand* Betriebe, die überwiegend mittel- und hochfrequenten Lärm abstrahlen*	C (Spektrum Nr. 1)
Städtischer Straßenverkehr Schienenverkehr mit geringer Geschwindigkeit* Propellerflugzeuge Düsenflugzeug in großem Abstand Discomusik Betriebe, die überwiegend tief- und mittelfrequenten Lärm abstrahlen	C _{tr} (Spektrum Nr. 2)
*In mehreren europäischen Ländern bestehen Rechenverfahren für Straßenverkehrsgeräusche und Schienenverkehrsgeräusche, die Oktavbandschallpegel festlegen; diese können zum Vergleich mit den Spektren 1 und 2 herangezogen werden, z. B. in Frankreich: $R_A = R_W + C$ bzw. $R_{Atr} = R_W + C_{tr}$	
Abbildung 2: Spektrum-Anpassungswerte C und C _{tr}	

Je nach Anforderung wird R_w mit verschiedenen Indizes näher definiert.
Nach DIN 4109 (11.1989) gibt es folgende Angaben:

Formelzeichen	Bedeutung
R' _w	Bewertetes Schalldämm-Maß in dB mit Schallübertragung über flankierende Bauteile
R _w	Bewertetes Schalldämm-Maß in dB ohne Schallübertragung über flankierende Bauteile
R' _{w,res.}	Resultierendes bewertetes Schalldämm-Maß des gesamten Bauteiles, das aus mehreren Teilflächen unterschiedlicher Schalldämmung besteht (z. B. Fenster/Wand)
R _{w,P}	Bewertetes Schalldämm-Maß im Prüfstand gemessen
R _{w,R}	Bewertetes Schalldämm-Maß – Rechenwert
R _{w,B}	Bewertetes Schalldämm-Maß – gemessen am Bau

Abbildung 3 zeigt einen Auszug aus einem typischen Prüfbericht nach ISO 140-3 für ein Dreifach-Isolierglas.

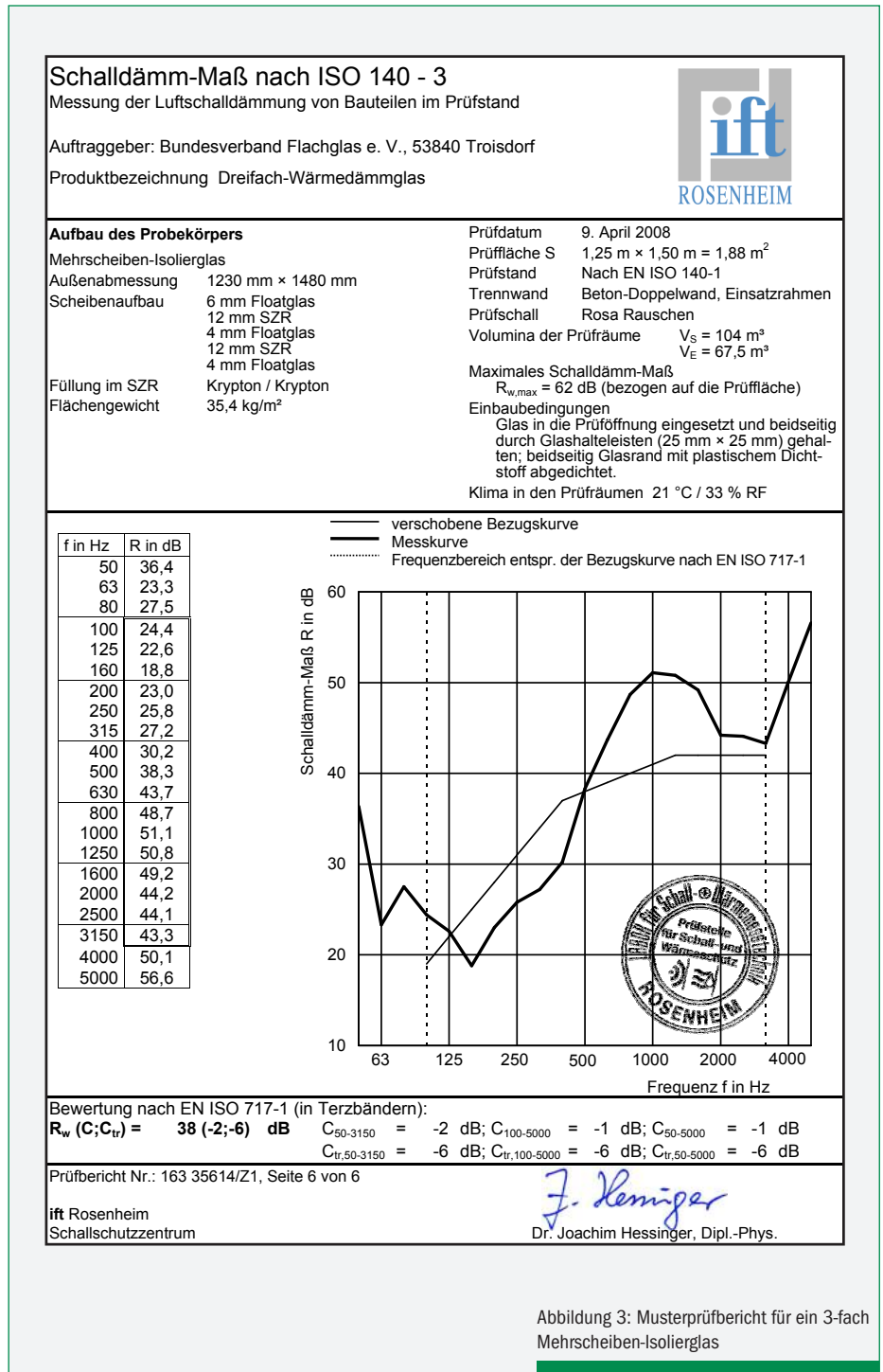


Abbildung 3: Musterprüfbericht für ein 3-fach Mehrscheiben-Isolierglas

Die europäische Norm EN 12758:2011 legt die Bestimmung der schalldämmenden Eigenschaften von Glaserzeugnissen fest.

Demnach sind die Schalldämmwerte nach den in EN ISO 10140:2010 und EN ISO 717-1 definierten Vorgaben zu ermitteln.

EN ISO 10140:2010 beinhaltet das akustische Messverfahren im Labor.

Aus den Messergebnissen werden nach EN ISO 717-1 das bewertete Schalldämm-Maß R_w sowie die zugehörigen Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr} berechnet.

Prüfberichten zur Luftschalldämmung, die vor 2010 eingeholt wurden, liegen frühere Messnormen als die EN ISO 10140-2 zu Grunde (EN ISO 140, EN 20140 oder DIN 52210). In diesen Normen wurden zwar Details in einigen, speziellen Randbedingungen der Messung verändert, allerdings sind diese so geringfügig, dass sie sich unter Berücksichtigung der Genauigkeit des gesamten Messverfahrens kaum auf das Schalldämm-Maß bzw. die Spektrumanpassungswerte auswirken.

Die schalldämmenden Eigenschaften im eingebauten Zustand sind im allgemeinen durch verschiedene Einflussfaktoren gegenüber den im Labor ermittelten Werte verändert. Hierzu zählen die Rahmenkonstruktion bzw. die Art des Einbaus, Luftdichtheit und die Schallübertragung durch flankierende Bauteile.

3.0 Normen und Regelwerke

3.1 EN 12758

Die EN 12758:2011 „Glas im Bauwesen – Glas und Luftschalldämmung – Produktbeschreibung und Bestimmung der Eigenschaften“ legt Schalldämmwerte für alle durchsichtigen, durchscheinenden und opaken Glaserzeugnisse fest, die in europäischen Normen über Basisglaserzeugnisse oder über weiterverarbeitete Glaserzeugnisse für den Gebrauch in verglasten Bauteilen von Gebäuden mit Schallschutzeigenschaften vorgesehen und beschrieben sind und die entweder als Hauptzweck oder als ergänzende Charakteristik Schalldämmung aufweisen. Die Schalldämmung des Glasproduktes kann der Leistungserklärung und dem CE-Zeichen entnommen werden. Auch eine Deklaration mit npd (no performance determined) ist zulässig. Die EN 12758 enthält eine Tabelle mit standardisierten Schalldämmwerten (siehe Abbildung 4). Nach Abschnitt 6.2 der Norm soll die Angabe der Schalldämmung von Glas folgendermaßen aussehen:

Der R_w -Wert und die zugehörigen Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr} , müssen in Übereinstimmung mit EN ISO 717-1 angegeben werden. Nach dem bewerteten Schalldämm-Maß R_w müssen die beiden Spektrum-Anpassungswerte in Klammern und durch ein Semikolon voneinander getrennt angegeben werden, wie nachfolgend gezeigt:

R_w (C; C_{tr}) in dB

Beispiel: Die Schalldämmung für ein 12 mm starkes Einfachglas aus Tabelle der EN 12758 (Abbildung 4) ist wie folgt anzugeben:

34 (0;-2) dB

Die Festlegung der Anforderungen an den Glasaufbau wird in Abschnitt 6.3 der Norm beschrieben. Schallschutzanforderungen können entweder als R_w -Wert alleine oder als Summe von R_w und dem zutreffenden Spektrum-Anpassungswert angegeben werden, wobei letzteres eine nähere Aussage über die geforderte Schalldämmung für besondere Anwendungen ergibt:

für innerstädtischen Straßenverkehrslärm, d. h. $R_{A,tr} = R_w + C_{tr}$

Beispiel: $R_{A,tr}$ beträgt für 12 mm starkes Einfachglas, bestimmt aus den Daten in Abbildung 4:

$R_{A,tr} = 34 \text{ dB} + (-2 \text{ dB}) = 32 \text{ dB}$

Glastyp und Dicke (mm)	Schalldämm-Maß R (dB), bei Oktavband-Mitten-Frequenzen (Hz)						Einzahlwerte und Spektrum- Anpassungswerte		
	125	250	500	1000	2000	4000	R _w	C	C _{tr}
Einfachglas									
3	14	19	25	29	33	25	28	-1	-4
4	17	20	26	32	33	26	29	-2	-3
5	19	22	29	33	29	31	30	-1	-2
6	18	23	30	35	27	32	31	-2	-3
8	20	24	29	34	29	37	32	-2	-3
10	23	26	32	31	32	39	33	-2	-3
12	27	29	31	32	38	47	34	0	-2
Verbundglas:¹⁾									
6	20	23	29	34	32	38	32	-1	-3
8	20	25	32	35	34	42	33	-1	-3
10	24	26	33	33	35	44	34	-1	-3
12	24	27	33	32	37	46	35	-1	-3
16	26	31	30	35	43	51	36	-1	-3
20	30	32	31	35	46	56	37	-1	-3
24	31	31	31	38	49	56	38	-1	-3
Mehrscheiben-Isolierglas:²⁾									
4/(6-16)/4	21	17	25	35	37	31	29	-1	-4
6/(6-16)/4	21	20	26	38	37	39	32	-2	-4
6/(6-16)/6	20	18	28	38	34	38	31	-1	-4
8/(6-16)/4	22	21	28	38	40	47	33	-1	-4
8/(6-16)/6	20	21	33	40	36	48	35	-2	-6
10/(6-16)/4	24	21	32	37	42	43	35	-2	-5
10/(6-16)/6	24	24	32	37	37	44	35	-1	-3
6/(6-16)/6 Verbundgläser	20	19	30	39	37	46	33	-2	-5
6/(6-16)/10 Verbundgläser	24	25	33	39	40	49	37	-1	-5
<p>1) Die Daten für Verbundgläser gelten für Glas, das eine organische, aber keine akustische Zwischenschicht hat.</p> <p>2) Der Aufbau der MIGs wird, sofern zutreffend, durch Glasdicke/Scheibenabstand/Glastyp und Glasdicke angegeben.</p>									
Abbildung 4: Tabelle 4 der EN 12758:2011 mit standardisierten Schalldämmwerten									

Schallschutzglas

3.2 DIN 4109

In der DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau – Anforderungen und Nachweise“ ist die erforderliche Luftschalldämmung von Außenbauteilen für Neubauten geregelt. Die Anforderung richtet sich nach dem maßgeblichen Außenlärmpegel bzw. dem Lärmpegelbereich sowie der Raumnutzung. Für die Außenbauteile von Aufenthaltsräumen gibt die DIN 4109, Tabelle 8 die Anforderungen an das erforderliche resultierende Schalldämm-Maß „erf. $R'_{w,res}$ “ vor. Für Küchen, Bäder und Hausarbeitsräume gelten diese Anforderungen nicht. Anhand des ermittelten Lärmpegelbereiches und der Raumnutzung wird das erforderliche bewertete resultierende Schalldämm-Maß „erf. $R'_{w,res}$ “ für das Außenbauteil entsprechend der nachfolgenden Tabelle „Anforderung an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen“ bestimmt.

Schallschutz ist eine Planungsleistung.

Des Weiteren ist das Verhältnis der Gesamtfläche des Außenbauteiles eines Aufenthaltsraumes (S_{W+F}) zur Grundfläche (S_G) zu berücksichtigen. Die DIN 4109 Tabelle 9 gibt hier Korrekturwerte vor. Somit werden entsprechend dem Verhältnis von Gesamtfläche des Außenbauteils zur Grundfläche eines Aufenthaltsraumes die Werte aus der Tabelle 8 mit den Werten aus Tabelle 9 korrigiert.

Lärmpegelbereich	„Maßgeblicher Außenlärmpegel“ dB(A)	Raumarten		
		Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien	Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungstätten, Unterrichtsräume u.ä.	Büroräume ¹⁾ u.ä.
I	bis 55	35	30	–
II	56 bis 60	35	30	30
III	61 bis 65	40	35	30
IV	66 bis 70	45	40	35
V	71 bis 75	50	45	40
VI	76 bis 80	2)	50	45
VII	> 80	2)	2)	50

1) An Außenbauteile von Räumen, bei denen der eindringende Außenlärm auf Grund der in den Räumen ausgeübten Tätigkeiten nur einen untergeordneten Beitrag zum Innenraumpegel leistet, werden keine Anforderungen gestellt.
2) Die Anforderungen sind hier auf Grund der örtlichen Gegebenheiten festzulegen

Abbildung 5: Tabelle 8 der DIN 4109:1989 Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen

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

$S_{(W+F)} / S_G$: Gesamtfläche des Außenbauteils eines Aufenthaltsraumes in m²
 S_G : Grundfläche eines Aufenthaltsraumes in m²

Abbildung 6: Tabelle 9 der DIN 4109:1989 Korrekturwerte für das erforderliche resultierende Schalldämm-Maß nach Tabelle 8 in Abhängigkeit vom Verhältnis S_{W+F} / S_G

Um das erforderliche Schalldämm-Maß für das Fenster zu bestimmen, muss das „erf. $R'_{w,res}$ “ in die Flächenanteile für Wand und Fenster aufgeteilt werden. In Abbildung 7 ist diese Aufteilung für Wohngebäude mit üblicher Raumhöhe von etwa 2,50 m und Raumtiefe von etwa 4,50 m oder mehr vorgenommen worden. Für abweichende Raumgeometrien kann diese Aufteilung mit den Formeln im Beiblatt rechnerisch ermittelt werden.

Wird zum Beispiel ein „erf. $R'_{w,res}$ “ von 40 dB gefordert, ergeben sich bei 30 % Fensterflächenanteil für die Wand ein rechnerisches Schalldämm-Maß $R_{w,R}$ von 45 dB und für das Fenster $R_{w,R}$ von 35 dB.

erf. $R'_{w,res}$ in dB nach Tabelle 8	Schalldämm-Maße für Wand/Fenster in...dB/ ...dB bei folgenden Fensterflächenanteilen in %					
	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %
30	30/25	30/25	35/25	35/25	50/25	30/30
35	35/30 40/25	35/30	35/32 40/30	40/30	40/32 50/30	45/32
40	40/32 45/30	40/35	45/35	45/35	40/37 60/35	40/37
45	46/37 50/35	45/40 50/37	50/40	50/40	50/42 60/40	60/42
50	55/40	55/42	55/45	55/45	60/45	–

Diese Tabelle gilt nur für Wohngebäude mit üblicher Raumhöhe von etwa 2,5 m und Raumtiefe von 4,5 m oder mehr, unter Berücksichtigung der Anforderungen an das resultierende Schalldämm-Maß erf. $R'_{w,res}$ des Außenbauteiles nach Tabelle 8 und der Korrektur von -2 dB nach Tabelle 9 Zeile 2.

Abbildung 7: Tabelle 10 der DIN 4109:1989: Erforderliche Schalldämm-Maße erf. $R'_{w,res}$ von Kombinationen von Außenwänden und Fenstern

4.0 Schalldämmung mit Glas

Beim Schallschutz mit Glas, Fenster und Fassade kommt es immer auf das komplette Bauteil an. Grundsätzlich ist es empfehlenswert, schalltechnische Aussagen durch Messungen in Prüfständen nach EN ISO 10140 am Gesamtelement Fenster bzw. Fassade zu belegen. Bis ca. 40 dB ist der Einfluss des Fensterrahmes gering. Daher wird der Schalldämmwert maßgeblich durch die Verglasung beeinflusst. Die Schalldämmung einer Verglasung, in der Regel Mehrscheiben-Isolierglas (MIG), wird mit dem Einzahlwert R_w angegeben. Dieser Wert wird durch die

im Folgenden beschriebenen Parameter beeinflusst. Bei allen beeinflussenden Parametern ist die Bemerkung „in der Regel“ anzufügen. Gerade im Schallschutz kann eine Verallgemeinerung den jeweiligen Einzelfall nicht ausreichend berücksichtigen. Optimale Einzelergebnisse addieren sich nicht immer. Ursache hierfür ist die Wechselwirkung der einzelnen Parameter untereinander. Die Schalldämmung eines MIG kann auf Grund der hier aufgeführten physikalischen und technischen Erkenntnisse zwar geplant werden, exakt lässt sie sich nur durch eine Messung bestimmen. Eine rechnerische Ermittlung über das Flächengewicht der Glaseinheit ist weder richtig noch zulässig.

4.1 Scheibengewicht

Je schwerer die Scheibe je Flächeneinheit ist, desto höher ist in der Regel der Schalldämmwert. Einschalige Bauteile weisen eine Verminderung der Schalldämmung in einem bestimmten Frequenzbereich auf. Diese nennt man Koinzidenzfrequenz. Sie ist materialspezifisch und abhängig von der Bauteildicke. Abbildung 8 oben zeigt beispielhaft für drei Scheibendicken die Schalldämmung in Abhängigkeit von der Frequenz.

$$f_g = 12000 \text{ Hz} \times \frac{1}{d}$$

f_g = Koinzidenz-Grenzfrequenz in Hz
 d = Dicke des Bauteils in mm

Schallschutzglas



Bei MIG sollte die Dicke der Außen- und Innenscheibe unterschiedlich sein. Je asymmetrischer die Glasdicken der Einzelscheiben sind, bei ansonsten gleicher Gesamtdicke, desto höher ist in der Regel der Schalldämmwert. Der Grund hierfür ist, dass die Koinzidenz-Grenzfrequenzen der Einzelscheiben des MIG unterschiedlich sind.

4.2 Scheibensteifigkeit

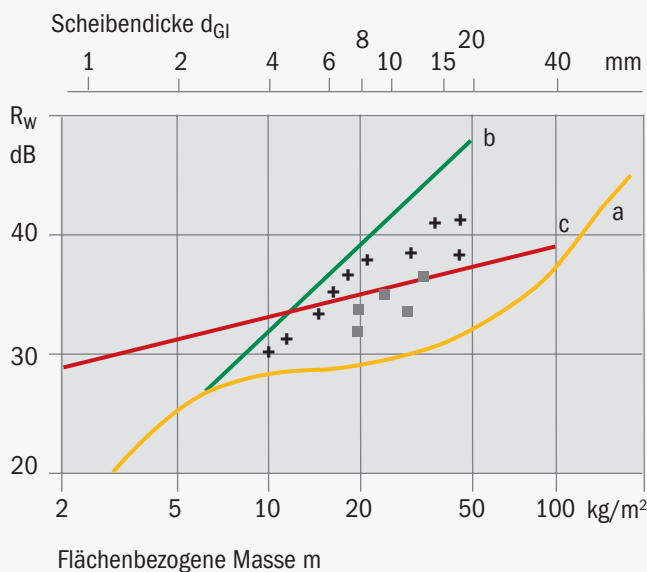
Je elastischer die Einzelscheiben aufgebaut sind, desto höher ist in der Regel der Schalldämmwert. Verbundglasscheiben mit Schallschutzfolie nutzen dieses Erkenntnis aus: Durch die elastische Verbindung zweier Einzelscheiben wird eine hohe Scheibenmasse mit einer geringen Biegesteifigkeit kombiniert. Dadurch wird die Schalldämmung sowohl im unteren als auch im oberen Frequenzbereich deutlich verbessert.

4.3. Scheibenzwischenraum (SZR)

Je breiter der SZR ist, desto höher ist in der Regel der Schalldämmwert (zumindest keine Verschlechterung des Einzelwertes). Eine Veränderung der SZR-Breite ist in der Regel mit einer Änderung des U_g -Wertes verbunden. 3fach MIG sind gegenüber 2fach MIG mit nominell gleicher Dicke und Masse schalltechnisch etwas ungünstiger.

4.4 Gasfüllung

Heute werden bei MIG im Wesentlichen die Gase Argon und Krypton verwendet. Bekannt ist auch das Gas Schwefelhexafluorid (SF_6), dessen Verwendung heute aber aus Gründen des Klimaschutzes in der EU nicht mehr erlaubt ist.



- Einfachscheiben } (Messwerte)
- + Verbundscheiben }
- a Biegesteife Platten
- b Biegeweiche Platten
- c Einfachscheibe (nach VDI 2719)

Dieses Diagramm gilt nur für Einfachglas

Abbildung 9: Bewertetes Schalldämm-Maß R_w von Einfach- und Verbundscheiben

4.5 Winkelabhängigkeit

Je nach Einbausituation kann ein gerichteter, streifender Schalleinfall auftreten, z. B. bei hohen Gebäuden bzw. an stark befahrenen Straßen. In diesen Fällen weichen die Bedingungen im Prüfstand bei diffusem Schalleinfall etwas von der Realität ab. Die tatsächliche Schalldämmung liegt niedriger als im Prüfstand ermittelt (Freifeldbedingungen – u. a. Verteilung der Schallenergie im Prüfstand eher gleichmäßig im Vergleich zu einer Linien- oder Punktquelle, z. B. bei Verkehrslärm). Durch höhere Anforderungen an die Schalldämmung als nach der DIN 4109 ermittelt, kann diesem Umstand Rechnung getragen werden.

4.6 Resonanz

In der Regel ist bei allen zwei- und mehrschaligen Aufbauten, 2fach oder 3fach Mehrscheiben-Isolierglas (MIG), eine Verbesserung des bewerteten Schalldämmmaßes gegenüber einer Einfachglasscheibe festzustellen. Infolge der Kopplung der Scheiben durch das dazwischenliegende „Gaspolster“ (Luft oder Edelgase – Argon oder Krypton) treten Resonanzen auf, die die Schalldämmung im unteren Frequenzbereich mindern. Dies ist in der Messkurve der jeweiligen Schallschutzprüfzeugnisse erkennbar. Dieser Einbruch wird auch als Resonanzfrequenz (Eigenfrequenz des Bauteils auf Grund des Masse-Feder-Masse-Systems) bezeichnet. Da das menschliche Ohr bei tiefen Frequenzen relativ unempfindlich ist, sollte diese Eigenschaft nicht überbewertet werden. Andererseits kann man die Schalldämmung verbessern, wenn man die Resonanz-

frequenz eines Bauteils zu tieferen Frequenzen hin verschiebt, da die Einzahlbewertung Frequenzen < 100 Hz nicht berücksichtigt. Die Resonanzfrequenz führt dazu, dass ein 2fach MIG mit einem Glasaufbau von z. B. 4/12/4 oder auch ein 3fach MIG (4/8/4/8/4) bei gleichem Flächengewicht pro Scheibe keine nennenswerte Verbesserung der Schalldämmung gegenüber einer gleich dicken Einfachglasscheibe aufweist. Die Resonanzfrequenz eines zweischaligen Aufbaus lässt sich näherungsweise mit einer Formel bestimmen.

$$f_r = 1200 \sqrt{\frac{1}{d_L} \left(\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} \right)}$$

f_r = Resonanzfrequenz in Hz
 d_L = Lichter Scheibenabstand in mm
 d_1, d_2 = Dicken der beiden Scheiben in mm

5.0 Praxis

Um eine einfache und praktische Einschätzung von R_w ohne Vorliegen von Prüfergebnissen vornehmen zu können, kann man sich an folgenden Empfehlungen orientieren.

5.1 Einfachglas (Monolithische Scheiben)

Nach EN 12758:2011 wird Glas als Einfachglas (vorgespannt, klar, weiß, getönt, oberflächenbehandelt, beschichtet, Drahtglas) bezeichnet, wenn es sich bei dem Erzeugnis um eine einzelne Scheibe aus homogenem oder monolithischem Glas handelt. Die in Tabelle 4 der EN 12758 oder Prüfberichten genannten Schalldämm-Maße für Glasaufbauten mit Einfachglas gelten für alle genannten Typen von Einfachglas gleicher Dicke. Es kann davon ausgegangen werden, dass Ornament-/Gussglas der nächst niedrigeren Dicke entspricht, d. h. Ornamentglas mit einer Dicke von 6 mm wird akustisch beschrieben durch Daten für Einfachglas mit einer Dicke von 5 mm.

5.2 Verbundglas/Verbundsicherheitsglas (VG/VSG)

Bei Glastypeen mit VG/VSG gibt es prinzipiell zwei Bauarten: zum einen Sicherheitsglas ohne verbessernde schalldämmende Eigenschaften und zum anderen VG/VSG mit Zwischenlagen mit Eigenschaften, die die Schalldämmung verbessern. Die Verbundschicht besteht meist aus Kunststofffolien mit unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften, die für die vorgesehenen Anwendungsbereiche von VG/VSG entwickelt werden (im Wesentlichen Sicherheitsglas und/oder Schalldämmglas). Alternativ können die Verbundschichten auch aus so genanntem Gießharz bestehen, das heute jedoch kaum noch verwendet wird. VG/VSG ohne spezielle akustische Eigenschaft kann wie Einfachglas gleicher Enddicke beurteilt werden, es sei denn, für den exakten Glasaufbau liegt ein Prüfergebnis vor. PVB-Folien verschiedener Hersteller mit vergleichbaren Schallschutzeigenschaften führen zu vergleichbaren Schalldämmwerten identischer VG-/VSG-Aufbauten. Darauf basierende MIG-Aufbauten führen selbstverständlich ebenfalls zu gleichen Schalldämmwerten.

5.3 Scheibenzwischenraum

Größere Scheibenzwischenräume wirken sich günstig auf das Schalldämm-Maß von MIG aus. Technisch verschiebt sich die aus der zweischaligen Bauweise resultierende Doppelscheibenresonanz zu tiefen Frequenzen hin, was sich für die Auswertung des bewerteten Schalldämm-Maßes günstig auswirkt (wie auch bei Kastenfenstern).

5.4 Abstandhalter und Dichtstoffe

Die schalltechnischen Daten für MIG einschließlich der organischen Dichtstoffe können für alle anderen organischen Dichtstoffe übernommen werden. Die gleichen Regeln gelten für Abstandhalter mit der gleichen Breite.

5.5 Gasfüllung

Die Schalldämmung von MIG hängt von der Gasfüllung ab. Für die heute gebräuchlichen Gasfüllungen können folgende Aussagen getroffen werden: Die Füllgase Argon und Luft haben im Rahmen der Messtoleranzen vergleichbare Auswirkungen auf die Schalldämmung von Isolierglas mit einer Tendenz zu etwas höheren Werten bei Luftfüllung. In erster Näherung können Argon und Luft als gleichwertige Füllgase hinsichtlich der Schalldämmung betrachtet werden. Die Angabe in Prüfberichten dient nur der Probekörperbeschreibung. Krypton als Füllgas hat abweichende Auswirkungen auf das Schalldämm-Maß eines Glasaufbaus, so dass Krypton gefüllte Glasaufbauten eigenständig beurteilt werden müssen.

5.6 Orientierung der Verglasung

Die Luftschalldämmung des MIG ergibt sich im Wesentlichen aus den einzelnen Glasscheiben (Koinzidenzgrenzfrequenz) und dem Scheibenzwischenraum (Doppelscheibenresonanz). Prüfungen im Labor zeigen, dass im Rahmen der Messtoleranzen die Einbaurichtung einer Isolierglaseinheit, d. h. welche Seite zur Außenseite und zur Raumseite zeigt, keinen signifikanten Einfluss auf das resultierende Schalldämmmaß hat. Nach EN 12758:2011 gibt es bei Mehrscheiben-Isolierglas mit monolithischen Gläsern unterschiedlicher Dicke keine vorzugsweise Art des Einbaus, d. h. der Nutzen in Bezug auf die akustischen Eigenschaften ist nicht davon abhängig, welches Glas sich an der Außenseite befindet. Bei VG/VSG besteht eine Abhängigkeit der Schalldämmung von der Umgebungstemperatur. Bei tieferen Temperaturen als der Prüftemperatur kann eine Minderung des Schalldämm-

maßes auftreten. Bei MIG mit VSG sollte die Verbundeinheit, aus schalltechnischer Sicht, rauminnenseitig montiert werden. Gelten gleichzeitig Anforderungen an die Längsschalldämmung der Glasaufbauten, z. B. bei Fensterbändern, hat die Schalldämmung der raumseitigen Scheibe einen Einfluss. Um diesen Einfluss bewerten zu können, ist eine Messung des gesamten Elementes Fenster oder Fassade zu empfehlen.

5.7 Einfluss der Glasgröße

Schallschutzprüfwerte beziehen sich immer, wenn nichts anderes vereinbart wird, auf das Format nach entsprechender Prüfnorm – 1,23 x 1,48 m. Eine erste Orientierung möglicher Veränderungen von R_w in Abhängigkeit des Formates, kann man der nachfolgenden Tabelle entnehmen. Diese gelten für das Gesamtelement Fenster. Basis dieser Einschätzung ist u. a. EN 14351-1 Anhang B.

6.0 Zusammenfassung

Um die steigenden Anforderungen an den Lärmschutz und somit auch an den baulichen Schallschutz erfüllen zu können, ist eine sorgfältige Planung und Ausführung erforderlich. Um ein am Ende für alle Beteiligten zufriedenstellendes Ergebnis zu erreichen, sollten alle Beteiligten möglichst früh in die Planung einbezogen werden. Vor allem bei der Planung des erforderlichen Schallschutzes sollten Fachplaner in die Beratung einbezogen werden. Wie bereits beschrieben, kommt dem Bauteil Fenster und Fassade und somit dem Bauteil Glas in der heutigen Architektur sowohl bei Wohn- als auch Bürogebäuden eine zentrale Bedeutung zu. Somit sollte auch hier die Schalldämmung sorgfältig geplant und auf eine gute Qualität des Produktes geachtet werden.

Scheibenformat S	Korrektur-Summand ΔR_w
$0,6 \text{ m}^2 < S \leq 1,5 \text{ m}^2$	-2 dB bis 0 dB
$1,5 \text{ m}^2 < S \leq 2,7 \text{ m}^2$	0 dB
$2,7 \text{ m}^2 < S \leq 3,6 \text{ m}^2$	-1 dB
$3,6 \text{ m}^2 < S \leq 4,6 \text{ m}^2$	-2 dB
$> 4,6 \text{ m}^2$	-3 dB
Abbildung 10: Korrekturwerte für den R_w - Wert von Fenstern	

Schallschutzglas

7.0 Übersicht von Schalldämmwerten verschiedener Glasaufbauten (2fach und 3fach)*

2fach Aufbauten		30 dB	31 dB	32 dB	33 dB	34 dB	35 dB	36 dB	37 dB	38 dB	39 dB	
	8 - 16 AR - 4											
Alle Aufbauten mit Schalldämmfolie	VSG 44.2* - 16 AR - 4											
	VSG 44.2 - 16 AR - 6											
	VSG 44.2 - 16 AR - 8											
	VSG 12.8 - 16 AR - 8											
	VSG 8.8 - 16 AR - 10											
	10 - 16 AR - 12.8 VSG											
	VSG 66.2 - 16 AR - VSG 44.2											
*44.2 besteht aus 2x 4 mm Glas und Foliendicke 0,76 mm												
3fach Aufbauten		30 dB	31 dB	32 dB	33 dB	34 dB	35 dB	36 dB	37 dB	38 dB	39 dB	
Monolithische Aufbauten	4 - 12 AR - 4 - 12 AR - 4											
	4 - 12 KR - 4 - 12 KR - 4											
	6 - 12 AR - 4 - 12 AR - 4											
	6 - 10 KR - 4 - 10 KR - 4											
	8 - 12 AR - 4 - 12 AR - 4											
	6 - 12 KR - 4 - 12 KR - 4											
	8 - 12 AR - 4 - 12 AR - 6											
	8 - 12 KR - 4 - 12 KR - 6											
Alle Aufbauten mit Schalldämmfolie	1x VSG	6 - 12 AR - 4 - 12 AR - VSG 44.2										
		8 - 12 AR - 4 - 12 AR - VSG 44.2										
		8 - 12 KR - 4 - 12 KR - VSG 44.2										
		6 - 12 KR - 4 - 12 KR - VSG 44.2										
	2x VSG	VSG 44.2 - 12 AR - 6 - 12 AR - VSG 55.2										
		VSG 44.2 - 12 KR - 6 - 12 KR - VSG 55.2										

*Die Tabelle stellt repräsentative Werte dar

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von: Arbeitskreis 'Schallschutzglas' beim Bundesverband Flachglas e.V. · Mülheimer Straße 1 · D-53840 Troisdorf

© **Bundesverband Flachglas e. V.** Einem Nachdruck wird nach Rückfrage gerne zugestimmt. Ohne ausdrückliche Genehmigung ist es jedoch nicht gestattet, die Ausarbeitung oder Teile hieraus nachzudrucken oder zu vervielfältigen. Irgendwelche Ansprüche können aus der Veröffentlichung nicht abgeleitet werden.



Bundesverband Flachglas e.V.
Mülheimer Straße 1
53840 Troisdorf