

Das Fenster als Bauelement



Schallschutz

100-313a

Impressum

Herausgeber:

VEKA AG

Dieselstraße 8

D-48324 Sendenhorst

Telefon: +49 (0) 2526 29-0

Fax: +49 (0) 2526 29-3710

E-mail: info@veka.com

Internet: www.veka.com

Vorstand:

Andreas Hartleif (Vorsitzender), Dr. Andreas W. Hillebrand (stellvertr. Vorsitzender),
Bonifatius Eichwald, Elke Hartleif, Dr. Werner Schuler

Vorsitzender des Aufsichtsrates:

Ulrich Weimer

Sitz der Gesellschaft:

Sendenhorst

Handelsregister:

Amtsgericht Münster HRB 8282

Umsatzsteuer-Ident.-Nr.:

DE 123995034

Copyright:

© VEKA AG, Sendenhorst 2015 – alle Rechte vorbehalten

Schutzvermerk:

Die VEKA AG untersagt hiermit die Weitergabe und Vervielfältigung dieses Dokumentes sowie die Verwertung und Mitteilung seines Inhalts, auch auszugsweise, soweit keine ausdrückliche Genehmigung vorliegt. Für Zuwiderhandlungen behält sich die VEKA AG vor, rechtliche Schritte einzuleiten. Die VEKA AG behält sich darüber hinaus alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster oder Geschmacksmustereintragung vor.

Haftungsausschluss:

Die VEKA AG übernimmt keinerlei Gewähr für die Aktualität, Korrektheit, Vollständigkeit oder Qualität der bereitgestellten Informationen. Haftungsansprüche gegen die VEKA AG, die sich auf Schäden materieller oder ideeller Art beziehen, welche durch die Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen bzw. durch die Nutzung fehlerhafter und unvollständiger Informationen verursacht wurden, sind grundsätzlich ausgeschlossen, sofern seitens der gesetzlichen Vertreter, Angestellten oder Erfüllungsgehilfen der Autoren der VEKA AG kein nachweislich vorsätzliches oder grob fahrlässiges Verschulden vorliegt.

100-313a

Inhalt

Schallschutz	1
1 Einleitung	4
2 Anforderungen und Klassifizierungen	5
3 Messverfahren und Prüfnormen	9
4 Berechnungsverfahren und Berechnungsnormen	11
5 Beispielberechnungen	13
6 Literatur	15

1 Einleitung

Schallschutz bedeutet, den Schutz und das Wohlbefinden von Menschen in Bezug auf Lärm sicherzustellen. Er soll vor körperlichem Stress, seelischem Stress und vor körperlichen Schäden, wie Schwerhörigkeit, Schädigung des Immunsystems und Schädigung des Herz-Kreislauf-Systems schützen.

Bild 1.1 zeigt die schematische Einwirkung von Schall auf Fenster.



Bild 1.1: Darstellung des Schallschutzes von Fenstern [1]

2 Anforderungen und Klassifizierungen

Anforderungen an den Schutz gegen Lärm werden unterteilt in bauordnungsrechtliche und zivilrechtliche Anforderungen.

Bauordnungsrechtliche Anforderungen sind in den jeweiligen Bauordnungen der Länder und DIN 4109 [2] geregelt. Sie dienen den Menschen zum Schutz gegen unzumutbare Belästigung vor Lärm und zur Erhaltung der Gesundheit.

Die zivilrechtlichen Anforderungen sind teilweise in VDI 4100 [3] geregelt. Bei den zivilrechtlichen Anforderungen handelt es sich vor allem um die Wahrung der Vertraulichkeit vom eigenen Bereich gegenüber benachbarten Räumen. Zivilrechtliche Anforderungen bedürfen besondere Vereinbarungen zwischen Bauherr und Planer. DIN 4109 [2] und VDI 4100 [3] geben hierfür nur Empfehlungen.

Gemäß DIN 4109 [2] unterliegen Außenbauteile je nach Außenlärmbelastung (maßgeblicher Außenlärmpegel) und Raumart spezifischen Anforderungen. In Tabelle 2.1 sind die Anforderungen zusammengestellt.

Tabelle 2.1: Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteile [2]

Lärm-pegelbereich	„Maßgeblicher Außenlärmpegel“ dB(A)	erf. $R'_{w, res}$ des Außenbauteils in dB nach Raumarten			
		Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien	Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume und Ähnliches	Büroräume ^{a)} und Ähnliches	Straßenverkehrs-situation
I	bis 55	-	30	-	Wohnstraße 10 – 50 Fahrzeuge/pro Stunde Entfernung 26 – 35 m
II	56 bis 60	35	30	30	Wohnstraße 50 – 200 Fahrzeuge/pro Stunde Entfernung 26 – 35 m
III	61 bis 65	40	35	30	Wohnstraße 1000 – 3000 Fahrzeuge/pro Stunde Entfernung 100 – 300 m
IV	66 bis 70	45	40	35	Wohnstraße 1000 – 3000 Fahrzeuge/pro Stunde Entfernung 36 – 100 m
V	71 bis 75	50	45	40	Wohnstraße 1000 – 3000 Fahrzeuge/pro Stunde Entfernung weniger als 100 m
VI	76 bis 80	^{b)}	50	45	k.A.
VII	> 80	^{b)}	^{b)}	50	k.A.

^{a)} An Außenbauteile von Räumen, bei denen der eindringende Außenlärm aufgrund der in den Räumen ausgeübten Tätigkeiten nur einen untergeordneten Beitrag zum Innenraumpegel leistet, werden keine Anforderungen gestellt.

^{b)} Die Anforderungen sind hier aufgrund der örtlichen Gegebenheiten festzulegen.

In Tabelle 2.2 sind beispielhaft Fenster mit unterschiedlicher Verglasungsqualität im Hinblick auf den Schallschutz dargestellt.

Tabelle 2.2: Schalldämm-Maße von einflügeligen Fenstern mit unterschiedlichen Scheibenaufbauten

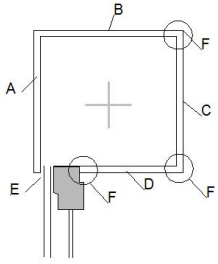
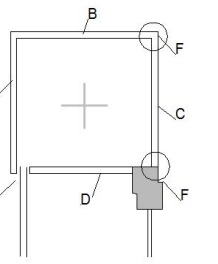
Schalldämmmaß R'_w [dB]	Schutzklasse (VDI Richtlinie 2719)	Fensterart	VEKA-Profilsystem	Scheibenaufbau [mm]
< 25	1	k.A.	k.A.	k.A.
30 - 34	2	Einfachfenster	z.B. SOFTLINE 70, SOFTLINE 82 oder ALPHALINE 90	4/16/4
	2	Einfachfenster	z.B. SOFTLINE 70, SOFTLINE 82 oder ALPHALINE 90	4/12/4/12/4
35 - 39	3	Einfachfenster	z.B. SOFTLINE 70, SOFTLINE 82 oder ALPHALINE 90	6/16/4
	3	Einfachfenster	z.B. SOFTLINE 70, SOFTLINE 82 oder ALPHALINE 90	6/12/4/12/4
40 - 44	4	Einfachfenster	z.B. SOFTLINE 70	9GH/16/6
	4	Einfachfenster	z.B. SOFTLINE 82 oder ALPHALINE 90	6/12/4/12/ VSG-SI 44.1
> 45	5	Einfachfenster	z.B. SOFTLINE 82 MD oder ALPHALINE 90	VSG-SI 44.1/12/4/12/ VSG-SI 44.1
> 50	6	Spezialausführung, Kastenfenster	z.B. SOFTLINE 70 MB	außen: 12 VSG-SI innen: 12 VSG-SI/16/8 VSG-SI

Anforderungen an Rollläden sind ebenfalls in DIN 4109 [2] beschrieben. Dort heißt es, dass nur bei geschlossenen Fenstern und Türen bauliche Maßnahmen zum Schutz gegen Außenlärm voll wirksam sind und die geforderte Luftschalldämmung durch zusätzliche Lüftungseinrichtungen oder Rollladenkästen nicht verringert wird. Dabei sind die Schalldämm-Maße bei den Lüftungseinrichtungen/Rollladenkästen und die dazugehörige Bezugsfläche bei der Berechnung des resultierenden Schalldämm-Maßes zu berücksichtigen.

Ein geschlossener Rollladen kann den Schallschutz eines Fensters verbessern. Hierfür muss der Abstand zwischen Rollladenpanzer und Fensterscheibe jedoch min. 50 mm betragen. Je größer der Abstand, desto größer ist auch die Verbesserung der Schalldämmung. Beispielsweise beträgt die Verbesserung des Schalldämm-Maßes eines Fensters mit einem zusätzlichen Rollladen im Abstand von 100 mm ca. 10 dB [5]. Weitere Einflussgrößen sind das Gewicht des Rollladenpanzers, Rollladenpanzeraufhängung und die Dichtung in der Führungsschiene.

In Tabelle 2.3 sind Ausführungsbeispiele für Rollläden mit einem bewerteten Schalldämm-Maß von mehr als 25 dB dargestellt.

Tabelle 2.3: Ausführungsbeispiel für Rollläden [6]

Systemvariante I		Systemvariante II		Legende	
				A Außenschürze B oberer Abschluss C Innenschürze, Verkleidung oder Montagedeckel D unterer waagerechter Abschluss oder Montagedeckel E Auslass-Schlitz F Anschlussfuge	
Innenschürze (C) oder Montagedeckel (D) 1 Bleche, Kunststoff- und Asbestzementplatten 2 Kunststoff-Stegdoppelplatten oder Holzwerkstoffplatten, Dicke ≥ 8 mm 3 wie 2, jedoch mit Blechauflage ($m'' \geq 8 \text{ kg/m}^2$) 4 Holzwerkstoffplatten, z.B. Spanplatten nach DIN 68763, Dicke ≥ 8 mm, mit erhöhter innerer Dämpfung 5 Putzträger (z.B. Holzwolle-Leichtbauplatte, Dicke ≥ 50 mm, ≥ 5 mm dicken Putz) 6 Platten aus Beton, Ziegel oder Bims, Dicke ≥ 50 mm oder $m' \geq 30 \text{ g/m}^2$, Dichtung Anschlussfuge (F) 7 umlaufender Falz bzw. Nut 8 Schnapp- und Steckverbindungen mit Auflage am Kopfteil 9 zusätzliche Abdichtung aller Anschlussfugen mit Dichtstoffprofilen					
Bewertetes Schalldämm-Maß R_w [dB]	Systemvariante	Innenschürze, Verkleidung oder Montagedeckel (C)	Unterer waagerechter Abschluss oder Montagedeckel (D)	Anschlussfuge (F)	
≥ 25	I/II	2, 3 oder 4 5 oder 6	2, 3 oder 4	7 oder 8 7	
≥ 30	I/II	2, 3 oder 4 5 oder 6	2, 3 oder 4	8 oder 9 9	
≥ 35	I	3 oder 6	3 oder 4	7 und 9 oder 8 und 9	
	II	3, 4, 5 oder 6	1, 2, 3 oder 4		
$\geq 40^{2)}$	I	3, 4, 5 oder 6	3 oder 4	7 und 9 oder 8 und 9	
	II		1, 2, 3 oder 4		
1) An die Außenschürze (A) und den oberen Abschluss (B) des Rollladenkastens werden keine besonderen Anforderungen gestellt. Die Breite des Auslass-Schlitzes (E) – Öffnung des Panzers ≤ 10 mm 2) Rollladenkästen mit bewerteten Schalldämm-Maß ≥ 40 dB ist an einer oder mehreren Innenflächen schallabsorbierendes Material (z.B. Mineralfaserplatten, $d \geq 20$ mm) anzubringen.					

Zur Berücksichtigung der Geräuschquellenart, also beispielsweise der Unterscheidung zwischen Discomusik und spielenden Kindern gibt es mittlerweile zwei Bewertungskurven, die zusätzlich die Art des Lärms berücksichtigen. Die so genannten Spektrumanpassungswerte werden unterteilt in C und C_{tr} . Eine Übersicht der Geräuschquellen befindet sich in der Tabelle 2.4. Diese sind jedoch noch nicht bauordnungsrechtlich eingeführt und haben daher in Deutschland noch keine Gültigkeit.

Tabelle 2.4: Entsprechende Spektrum-Anpassungswerte für verschiedene Arten von Geräuschquellen [8]

Art der Geräuschquelle	Entsprechender Spektrum-Anpassungswert
Wohnaktivitäten (Unterhaltung, Musik, Radio, TV), Spielende Kinder, Schienenverkehr bei mittlerer und hoher Geschwindigkeit ^a , Autobahnverkehr > 80 km/h ^a , Düsenflugzeug in geringem Abstand, Betriebe, die überwiegend mittel- und hochfrequente Geräusche abstrahlen ^a	C
Städtischer Straßenverkehr, Schienenverkehr bei geringer Geschwindigkeit ^a , Propellerflugzeug, Düsenflugzeug in großem Abstand, Discomusik, Betriebe, die überwiegend nieder- und mittelfrequente Geräusche abstrahlen	C_{tr}
^a In mehreren europäischen Ländern bestehen Rechenmodelle für Autobahnverkehrsgeräusche und Schienenverkehrsgeräusche, die Oktavbandschallpegel festlegen; diese können für den Vergleich mit den Spektren Nr.1 und 2 herangezogen werden.	

3 Messverfahren und Prüfnormen

Die Ermittlung von Schalldämm-Maßen von Fenstern, Türen und Rollläden erfolgt gemäß DIN EN ISO 10140-2 [7] mit Bewertung nach DIN EN ISO 717-1 [8]. Die Messung erfolgt im betriebsfertigen Zustand, bei Fenstern mit den Vorzugsmaßen 1,23 m x 1,48 m und bei Türen mit den Mindestmaßen 0,9 m x 2,0 m.

Die Ermittlung des Schalldämm-Maßes erfolgt gemäß DIN EN ISO 10140-2 [7] mit mindestens zwei Messungen. Hierbei wird in einem Senderraum ein breitbandiges Geräusch erzeugt und der mittlere Schalldruckpegel gemessen. Zeitgleich wird im Empfangsraum ebenfalls der mittlere Schalldruckpegel gemessen. Anhand der Differenz der beiden Schalldruckpegel kann die so genannte Pegeldifferenz ermittelt werden. Unter Berücksichtigung der Nachhallzeit bzw. der äquivalenten Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum und der Fläche des Prüfkörpers kann das bewertete Schalldämm-Maß des Prüflings gemäß folgender Formel bestimmt werden.

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

Dabei ist

- L1 [dB] mittlere Schalldruckpegel im Senderraum;
- L2 [dB] mittlere Schalldruckpegel im Empfangsraum;
- S [m²] Fläche des Prüfgegenstandes, die gleich der freien Prüföffnung ist;
- A [m²] äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum.

Die Ermittlung des bewerteten Schalldämm-Maß $R_{w,P}$ wird in der unten dargestellten Abbildung erläutert. Die Bewertungskurve (B) wird solange verschoben, bis die Unterschreitung der tatsächlichen Messwerte eine zulässige mittlere Unterschreitung von in der Summe 32 dB ergeben. Bei 500 Hz kann dann das bewertete Schalldämm-Maß abgelesen werden. Der Einzahlwert wird bei jeder Messung nach unten auf ganze Zahlen abgerundet. Die Messkurve wird hierbei nach oben angegebener Formel frequenzabhängig ermittelt.

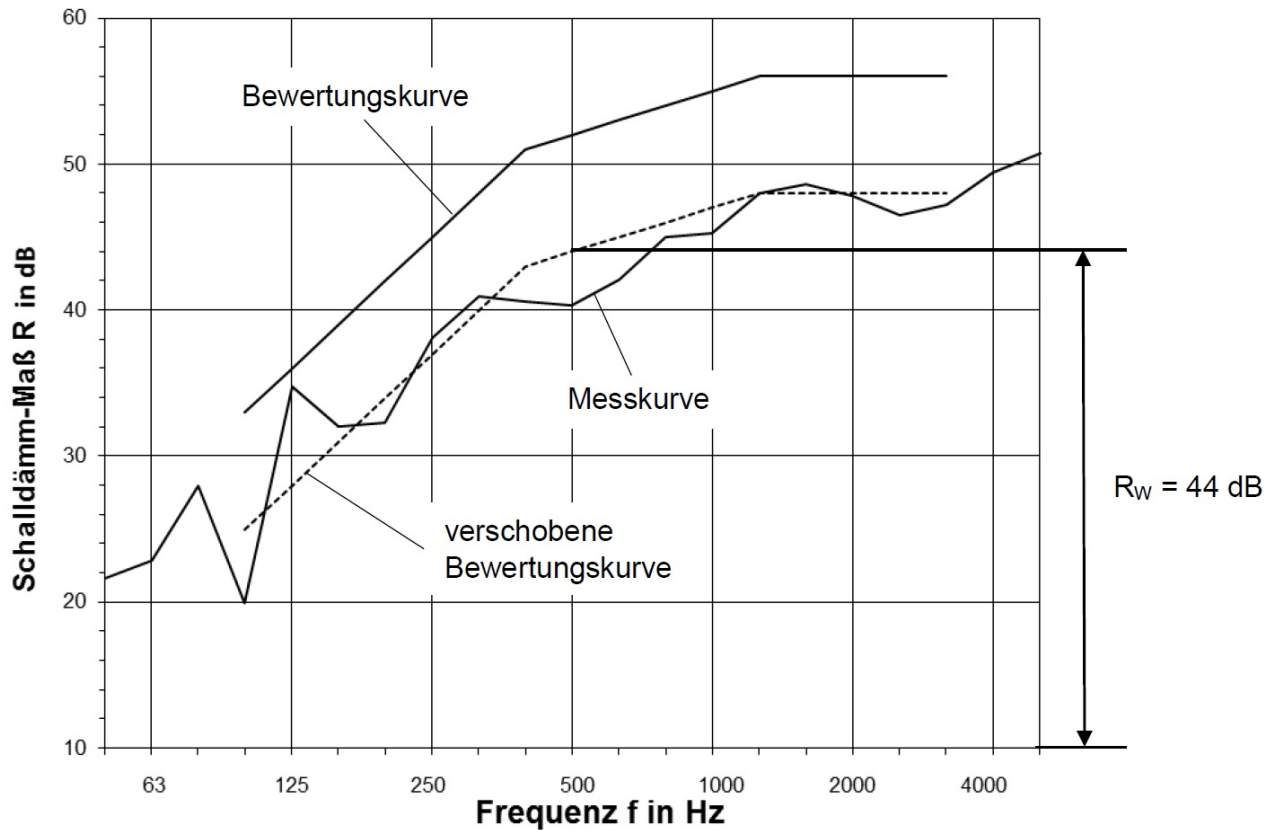


Bild 3.1: Ermittlung des Schalldämm-Maßes [8]

4 Berechnungsverfahren und Berechnungsnormen

DIN EN 14351-1 [9] bietet im Anhang B die Möglichkeit anhand von Tabellenverfahren Schalldämm-Maße für bestimmte Fenstertypen in Abhängigkeit von der Verglasung und der Konstruktion zu bestimmen. Das Tabellenverfahren ist für Fenster bis 39 dB gültig. So sind beispielsweise Fenster mit Verglasungen mit einem bewerteten Schalldämm-Maß $R_w = 27$ dB Schalldämm-Maße des Gesamtfensters $R_w = 30$ dB erreichbar.

Die Schalldämm-Maße der oben genannten Tabelle können auch auf weitere Fenstergrößen übertragen werden. Hierfür werden gemäß DIN 14351-1 [9] Abschläge des Schalldämm-Maßes ab einer Prüfkörpergröße von mehr als $2,7 \text{ m}^2$ berücksichtigt.

Die Ermittlung von der erforderlichen Schalldämmung von Fenstern erfolgt gemäß DIN 4109 [2]. Hierbei ist die Anforderung von Außenbauteilen von der jeweiligen Lärmbelastung, auch „maßgeblicher Außenlärmpegel“ genannt, abhängig. Der maßgebliche Außenlärmpegel errechnet sich anhand des Verkehrsaufkommens und der Entfernung des zu schützenden Raumes zur Lärmquelle. Vereinfacht lässt sich die in Tabelle 4.1 dargestellte Übersicht heranziehen.

Tabelle 4.1: Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels [2]

Lärmpegelbereich	Außenlärm in dB(A)	Straßenverkehrssituation
0	50	Wohnstraße 10 – 50 Fahrzeuge/pro Stunde/Entfernung mehr als 35 m
1	51 – 55	Wohnstraße 10 – 50 Fahrzeuge/pro Stunde/Entfernung 26 – 35 m
2	56 – 60	Wohnstraße 50 – 200 Fahrzeuge/pro Stunde/Entfernung 26 – 35 m
3	61 – 65	Wohnstraße 1000 – 3000 Fahrzeuge/pro Stunde/Entfernung 100 – 300 m
4	66 – 70	Wohnstraße 1000 – 3000 Fahrzeuge/pro Stunde/Entfernung 36 – 100 m
5	> 70	Wohnstraße 1000 – 3000 Fahrzeuge/pro Stunde/Entfernung weniger als 100 m

Bei den in Tabelle 4.1 dargestellten Werten handelt es sich jedoch nicht um Werte mit denen Nachweise geführt werden dürfen, da zusätzlich weitere Faktoren wie zum Beispiel die Art der Bebauung und die Längsneigung der Straße mit eingerechnet werden müssen.

Anhand des ermittelten maßgeblichen Außenlärmbereichs können die Anforderungen an die Gebäudehülle in Tabelle 2.1 ermittelt werden.

Bei zusammengesetzten Außenbauteilen mit unterschiedlichen Schalldämm-Maßen, beispielsweise Fenster und Außenwände, ergeben sich bei Räumen mit üblichen Raumhöhen von ca. 2,5 m und Raumtiefen von min. 4,5 m die Schalldämm-Maße nach Tabelle 4.2. Aus der Tabelle können geeignete Kombinationen für Fenster und Türen abgelesen werden.

Tabelle 4.2: Erforderliche Schalldämm-Maße bei Kombinationen Außenwand und Fenster

Fenster- flächenanteil [%]	Schalldämmmaß des Fensters und der Wand [dB]	erf. $R'_{w, res}$ [dB]				
		30	35	40	45	50
10 %	$R'_{w, Wand}$	30	35	40	45	55
	$R'_{w, Fenster}$	25	30	32	37	40
20 %	$R'_{w, Wand}$	30	35	40	45	55
	$R'_{w, Fenster}$	25	30	35	40	42
30 %	$R'_{w, Wand}$	35	35	45	50	55
	$R'_{w, Fenster}$	25	32	35	40	45
40 %	$R'_{w, Wand}$	35	40	45	50	55
	$R'_{w, Fenster}$	25	30	35	40	45
50 %	$R'_{w, Wand}$	50	40	40	50	60
	$R'_{w, Fenster}$	25	32	37	42	45
60 %	$R'_{w, Wand}$	30	45	40	60	-
	$R'_{w, Fenster}$	30	32	37	42	-

Diese Tabelle gilt nur für Wohngebäude mit üblicher Raumhöhe von etwa 2,5 m und Raumtiefe von etwa 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.

Die Tabelle 4.2 kann für Wohngebäude mit üblicher Raumhöhe (ca. 2,5 m) und Raumtiefe (ca. 4,5 m) angewendet werden. Bei Räumen mit abweichenden Abmessungen sind Korrekturen gemäß DIN 4109 [2] erforderlich.

Zur Einhaltung der ermittelten Anforderungen bieten Hersteller unterschiedliche Qualitäten von Fensterrahmen und Verglasungen an. Die jeweiligen Werte der Schalldämm-Maße der Fenster mit unterschiedlicher Glasqualität sind den jeweiligen Prüfzeugnissen oder DIN 14351-1 [9] zu entnehmen.

5 Beispielberechnungen

Büroraum zur befahrenden Straße mit einem maßgeblichen Außenlärmpegel in der Mitte der zu bewertenden Fassade von 73 dB(A). Dies entspricht dem Lärmpegelbereich V.

Fläche des Fensters $s_F = 1,48 \text{ m}^2$

Fläche der Außenwand $s_W = 5,3 \text{ m}^2$

Grundfläche des Raumes $s_g = 4,24 \text{ m}^2$

Die Außenwand weist ein Schalldämmmaß $R_{w,R}$ von 57 dB auf.

Die Anforderung an die Luftschalldämmung der Außenbauteile ergibt sich aus der Lage des Büorroumes zur befahrenen Straße hin. In Abhängigkeit vom Verkehrsaufkommen, dem Abstand zur Emissionsquelle, Neigung der Straße etc. ergibt sich hier die Anforderung an die Luftschalldämmung von 40 dB (vorgegeben). Die entspricht einem Lärmpegelbereich von V für Büroräume gemäß Tabelle 2.1.

Gesucht ist nun das notwendige $R_{w,R}$ für das vorhandene Fenster definierter Größe um die Anforderung

$$\text{vorh. } R'_{w,R} \geq \text{zul. } R'_{w,R}$$

zu erfüllen.

Ermittlung des Korrekturwertes:

$$\sum A_i = A_{\text{Wand}} + A_{\text{Fenster}} = 5,3 \text{ m}^2 + 1,48 \text{ m}^2 = 6,78 \text{ m}^2$$

$$\frac{s_{(W+F)}}{s_g} = \frac{6,78 \text{ m}^2}{4,24 \text{ m}^2} = 1,6$$

Spalte/Zeile	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	$s_{(W+F)}/s_g$	2,5	2,0	1,6	1,3	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4
2	Korrektur	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3

$s_{(W+F)}$: Gesamtfläche des Außenbauteils eines Aufenthaltsraumes in m^2
 $s_{(G)}$: Grundfläche eines Aufenthaltsraumes in m^2 .

Die Anforderung an die Luftschalldämmung ergibt sich mit dem Korrekturwert zu:

$$\text{zul. } R'_{w,R} = 45 \text{ dB} + 3 = 48 \text{ dB}$$

Durch die Beziehung

$$\text{vorh. } R'_{w,R} \geq \text{zul. } R'_{w,R}$$

ergibt sich

$$\text{zul. } R'_{w,R} = R'_{w,R, \text{res}} = -10 \lg \left(\frac{\sum A_i \cdot 10^{-R_{w,R,i}/10}}{A_{\text{gesamt}}} \right)$$

Um die Anforderungen von 48 dB zu erfüllen werden alle bekannten Werte eingesetzt und nach dem gesuchten Schalldämm-Maß $R_{w,R,\text{Fenster}}$ aufgelöst:

$$48 = -10 \lg \left(\frac{5,3 \cdot 10^{-57/10} + 1,48 \cdot 10^{-R_{w,R,\text{Fenster}}/10}}{6,78} \right)$$

$$10^{-4,8} = \frac{5,3 \cdot 10^{-57/10} + 1,48 \cdot 10^{-R_{w,R,\text{Fenster}}/10}}{6,78}$$

$$10^{-4,8} \cdot 6,78 = 5,3 \cdot 10^{-57/10} + 1,48 \cdot 10^{-R_{w,R,\text{Fenster}}/10}$$

$$10^{-4,8} \cdot 6,78 - 5,3 \cdot 10^{-57/10} = 1,48 \cdot 10^{-R_{w,R,\text{Fenster}}/10}$$

$$\frac{10^{-4,8} \cdot 6,78 - 5,3 \cdot 10^{-57/10}}{1,48} = 10^{-R_{w,R,\text{Fenster}}/10}$$

$$-10 \lg \left(\frac{10^{-4,8} \cdot 6,78 - 5,3 \cdot 10^{-57/10}}{1,48} \right) = R_{w,R,\text{Fenster}}$$

$$R_{w,R,\text{Fenster}} = 41,8$$

Mit einem Schalldämm-Maß des Fensters von 42 dB sind die Anforderungen erfüllt!

6 Literatur

- [1] ift-Rosenheim Bildarchiv: http://www.ift-rosenheim.de/presse_bildarchiv.php
- [2] DIN 4109:1989-11, Schallschutz im Hochbau.
- [3] VDI 4100:2007-08, Schallschutz von Wohnungen- Kriterium für Planung und Beurteilung.
- [4] DIN 4109 Beiblatt 2:1989-11, Schallschutz im Hochbau; Hinweise für Planung und Ausführung; Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz; Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- oder Arbeitsbereich.
- [5] Technische Richtlinie Bundesverband Rollläden und Sonnenschutz e.V., Blatt 1.2: Rollläden – Schallschutz, Ausgabe Mai 1999, Bonn.
- [6] VDI 2719:1987-08, Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen.
- [7] DIN EN ISO 10140-2:2010-12, Akustik – Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand - Teil 2: Messung der Luftschalldämmung.
- [8] DIN EN ISO 717-1:2006-11, Akustik – Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 1: Luftschalldämmung.
- [9] DIN 14351-1:2010-08, Fenster und Türen – Produktnorm, Leistungseigenschaften – Teil 1: Fenster und Außentüren ohne Eigenschaften bezüglich Feuerschutz.