

Bestimmung der Schalldämmung einer Außenwand mit Fenster und Lüfter

Bestimmung des resultierenden Schalldämm-Maßes $R_{w,res}$

Vorwort

Für den Nachweis der Schalldämmung von Außenbauteilen nach DIN 4109 muss das resultierende Schalldämm-Maß $R'_{w,res}$ als Kombination aus allen in der Außenwand integrierten Bauelementen und Bauteilen, wie Wand, Fenster, Lüfter und Rollladenkasten, ermittelt werden. In diesem Merkblatt wird die Berechnung des resultierenden Schalldämm-Maßes $R_{w,res}$ aus den Eigenschaften der Einzelelemente Wand, Fenster und Lüfter beschrieben.

Schalldämmung von Wänden und Fensterelementen

Bei der Prüfung eines Wand- oder Fensterelements nach EN ISO 10140-2 im Labor wird als kennzeichnende Größe das bewertete Labor-Schalldämm-Maß mit Spektrum-Anpassungswerten $R_w(C;C_{tr})$ ermittelt. Zur Anwendung nach DIN 4109:2016 wird (in Deutschland) mit dem bewerteten Schalldämm-Maß R_w in $1/10$ dB Angabe gerechnet.

Diese Prüfung erfolgt beim Fenster in aller Regel im geschlossenen Zustand. Für Grundkonstruktionen können die Schalldämm-Maße von Wänden und Fenstern auch einer Beispielsammlung (DIN 4109 Teile 32, 33 und 35) entnommen werden.

Schalldämmung von Lüftern

Die Prüfung der Schalldämmung erfolgt nach EN ISO 10140-2, als kennzeichnende Größe wird die Normschallpegeldifferenz kleiner Bauteile $D_{n,e}$ bestimmt. Ergänzend kann bei Aufsatzlüftern, die auf den Blendrahmen aufgesetzt werden (siehe z.B. ift Richtlinie LU-01/1), das auf die Fläche des Lüfters bezogene Schalldämm-Maß R bestimmt werden. Bei der Laborprüfung wird ein Lüfterelement in einem hochschalldämmenden Element in den Fensterprüfstand nach EN ISO 10140-5 eingebaut. Der Lüfter wird entsprechend seiner Bauweise möglichst praxisgerecht eingebaut, z.B. auf einem Rahmenprofil aufgesetzt oder in ein Rahmenprofil eingearbeitet. Bei Fensterfalzlüftern wird nach ift Richtlinie LU-01/1 die Schalldämmung eines Fensters mit Lüfter bestimmt, bezogen auf die Fensterfläche.

Der Lüfter wird in seinen Betriebszuständen geprüft (z.B. Lüfterklappe offen und Lüfterklappe geschlossen). Die Auswertung der Messergebnisse erfolgt je nach Bauart als bewertetes Schalldämm-Maß mit Spektrum-Anpassungswerten $R_w(C;C_{tr})$, bezogen auf die Stirnfläche S in m^2 und / oder als bewertete Normschallpegeldifferenz mit Spektrum-Anpassungswerten $D_{n,e,w}(C;C_{tr})$, bezogen auf eine Fläche $A_0 = 10 m^2$.

Beide Kenngrößen beschreiben die gleiche Eigenschaft; aufgrund der häufig sehr kleinen Fläche von Lüftern kann der Unterschied in der Zahlenangabe 15 bis 20 dB betragen, wobei die Kenngröße $D_{n,e}$ die

höheren Zahlenwerte aufweist. Da die Normschallpegeldifferenz mit einer festen Bezugsabsorptionsfläche ausgewertet wird darf sie bei der Kombination von Schalldämm-Maßen nicht direkt mit dem bewerteten Schalldämm-Maß R_w z. B. eines Fensters verknüpft werden, sondern muss vorher auf die Bausituation umgerechnet werden nach der Beziehung

$$R_{w,Lü} = D_{n,e,w} - 10 \cdot \log\left(\frac{A_0}{S_{Lü}}\right) \text{ dB}$$

Berechnung der resultierenden Schalldämmung

Die resultierende Schalldämmung des Außenbauteils wird in zwei Schritten ermittelt. Zunächst wird das Schalldämm-Maß der Kombination von Fenster und Lüfter $R_{w,Lü+F}$ ermittelt. Aus dieser Bauteileigenschaft und der Schalldämmung der Wand kann dann in einem zweiten Schritt das resultierende Schalldämm-Maß des gesamten Außenbauteils $R'_{w,res}$ ermittelt werden.

Vorsicht: Die Größen $R_{w,Lü+F}$ von Fenster und Lüfter sowie $R'_{w,res}$ des gesamten Außenbauteils dürfen nicht miteinander verwechselt werden. $R_{w,Lü+F}$ repräsentiert eine Bauteileigenschaft während $R'_{w,res}$ den Schallschutz einer Bausituation darstellt.

Berechnung der resultierenden Schalldämmung von Fenster und Lüfter

Wird der Lüfter mit einem Fenster bestimmter Fläche zu einem Gesamtelement zusammengesetzt, so ergibt sich die **Gesamtschalldämmung** (das resultierende bewertete Schalldämm-Maß von Fenster und Lüfter) aus den einzelnen Schalldämm-Maßen von Fenster (Kürzel F) und Lüfter (Kürzel Lü) wie folgt:

$$R_{w,Lü+F} = -10 \cdot \lg\left(\frac{S_F}{S_{ges}} \cdot 10^{-0,1 \cdot R_{w,F}} + \frac{S_{Lü}}{S_{ges}} \cdot 10^{-0,1 \cdot R_{w,Lü}}\right)$$

Bei sehr kleinen Lüfterelementen oder bei schlitzförmigen Lüfterelementen kann es vorkommen, dass keine Angabe des Schalldämm-Maßes des Lüfters möglich ist. In diesen Fällen kann die Fläche des Lüfters gleich der Bezugsfläche A_0 (10 m^2) gesetzt und die Kenngröße $D_{n,e}$ direkt verwendet werden wie folgt:

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

Mit dem umgerechneten Schalldämm-Maß des Lüfters lassen sich verschiedene Schalldämm-Maße unterschiedlicher Fenster kombinieren und daraus das resultierende Gesamtschalldämm-Maß gemäß der nachfolgenden Tabelle bestimmen, je nach Fläche $S_{Lü}$ und S_F . Die in der Tabelle angegebenen Werte sind die rechnerisch zu erwartenden Einzahlangaben; die Ergebnisse stellen in guter Näherung die (frequenzabhängige) Gesamtschalldämmung dar.

Berechnung der resultierenden Schalldämmung des gesamten Außenbauteils

Für die resultierende Schalldämmung des gesamten Außenbauteils müssen die Bauteileigenschaften von Fenster mit Lüfter $R_{w,Lü+F}$ mit der Schalldämmung der Außenwand $R'_{w,Wand}$ kombiniert werden. Neben der Schalldämmung müssen hier die Flächenanteile von Fenster und Wand berücksichtigt werden:

$$R'_{w,res} = -10 \cdot \lg \left(\frac{S_F + S_{Lü}}{S_{ges}} \cdot 10^{-0,1 \cdot R_{w,Lü+F}} + \frac{S_{Wand}}{S_{ges}} \cdot 10^{-0,1 \cdot R'_{w,Wand}} \right)$$

Falls ein Fensterelement ohne Lüfter hier eingesetzt wird so ändert sich die Gleichung wie folgt:

$$R'_{w,res} = -10 \cdot \lg \left(\frac{S_F}{S_{ges}} \cdot 10^{-0,1 \cdot R_{w,F}} + \frac{S_{Wand}}{S_{ges}} \cdot 10^{-0,1 \cdot R'_{w,Wand}} \right)$$

LEGENDE:

A_0	Bezugs-Absorptionsfläche = 10 m ²
$D_{n,e,w,Lü+F}$	bewertete Normschallpegeldifferenz des Lüfters in dB
$R_{w,F}$	bewertetes Schalldämm-Maß des Fensters in dB
$R_{w,Lü}$	bewertetes Schalldämm-Maß des Lüfters in dB
$R'_{w,Wand}$	bewertetes Schalldämm-Maß der Außenwand in dB
$R_{w,Lü+F}$	bewertetes Schalldämm-Maß von Fenster + Lüfter in dB
$R'_{w,res}$	bewertetes Schalldämm-Maß des gesamten Außenbauteils bestehend aus Wand, Fenster und Lüfter in dB
S_F	Fläche des Fensters in m ²
$S_{Lü}$	Fläche des Lüfters in m ²
S_{Wand}	Fläche der Wand in m ²
S_{ges}	Gesamtfläche des betrachteten Elements in m ²

Einbausituation

Bei der Berechnung der resultierenden Schalldämmung unterscheidet die DIN 4109-2 in unkritische und kritische Einbausituationen hinsichtlich der Einbaulage und Ausführung der Einbaufuge. Die hier vorgestellte Berechnung erfasst die unkritischen Einbausituationen. Bei kritischen Situationen ist zusätzlich das Fugenschalldämm-Maß des Bauanschlusses in einem eigenen Rechenschritt zu berücksichtigen.

Beispielrechnung

Die nachfolgende Tabelle enthält das Ergebnis für eine beispielhaft durchgeführte Berechnung für einen Lüfter mit einer Fläche von $0,1 \text{ m}^2$. Da sich die Lüfterflächen erheblich unterscheiden können ist im Einzelfall die tatsächliche Lüfterfläche maßgeblich (im Beispiel $S_{Lü} = 0,1 \text{ m}^2$ und $S_F = 1,72 \text{ m}^2$).

Für die Berechnung der Schalldämmung des gesamten Außenbauteils (Wand + Fenster + Lüfter) wurden die errechneten Schalldämm-Maße von Fenster und Lüfter hergenommen und beispielhaft mit einer Außenwand mit einem bewerteten Schalldämm-Maß von $R'_{w,Wand} = 50 \text{ dB}$ kombiniert. Die Gesamtfläche des Außenbauteils wurde mit $S_{ges} = 10 \text{ m}^2$ angesetzt. Zum Vergleich sind in der rechten Ergebnisspalte in Klammern die Ergebnisse für das jeweilige Fenster ohne Lüfter angegeben.

Lüfter		Fenster ohne Lüfter $R_{w,F}$ in dB	Fenster mit Lüfter* $R_{w,Lü+F}$ in dB	Gesamtes Außenbauteil (Wand und Fenster) $R'_{w,res}$ in dB	
$D_{n,e,w,Lü}$ in dB	$R_{w,Lü}$ in dB			Mit Lüfter*	Ohne Lüfter**
35	15	25	23	30	32
		30	26	33	37
		35	27	34	42
45	25	30	30	37	37
		35	33	40	42
		40	36	43	46
55	35	35	35	42	42
		40	40	46	46
		45	43	49	48
65	45	40	40	46	46
		45	45	49	49
		50	50	50	50

*Die Einbaubedingungen von Lüfter und Fenster zu einem gemeinsamen Element sind durch die rechnerisch ermittelten Werte nicht erfasst; sie sind nur durch die Schallmessung des Gesamtelementes zu bestimmen.

**Resultierende Schalldämmung von Fenster und Wand ohne Lüfter.

Sicherheitskonzept

Im Unterschied zur Vorgängernorm DIN 4109:1989-11 erfolgt kein Abzug eines Vorhaltemaßes an den Bauteilkenngrößen. Unsicherheiten werden über ein Einrechnen eines sogenannten Sicherheitsbeiwertes u_{prog} beim Endergebnis der Berechnung nach DIN 4109-2 berücksichtigt. Bei Außenbauteilen mit Fenster und Lüfter beträgt der Sicherheitsbeiwert $u_{prog} = 2 \text{ dB}$.

Literatur / Normung

- [1] DIN 4109-1: 2016-07, „Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen“
- [2] DIN 4109-2: 2016-07, „Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen“

- [3] DIN 4109-32: 2016-07, „Schallschutz im Hochbau – Teil 32: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Massivbau“
- [4] DIN 4109-33: 2016-07, „Schallschutz im Hochbau – Teil 33: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Holz-, Leicht- und Trockenbau“
- [5] DIN 4109-35: 2016-07, „Schallschutz im Hochbau – Teil 35: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden“
- [6] EN 12354-3:2000, „Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Teil 3: Luftschalldämmung gegen Außenlärm“
- [7] EN ISO 10140-1:2016, "Acoustics; Laboratory measurement of sound insulation of building elements - Part 1: Application rules for specific products (ISO 10140-1:2016)"
- [8] EN ISO 10140-2:2010, "Acoustics; Laboratory measurement of sound insulation of building elements - Part 2: Measurement of airborne sound insulation (ISO 10140-2:2010)"
- [9] EN ISO 10140-5:2010+A1:2014, "Acoustics; Laboratory measurement of sound insulation of building elements - Part 5: Requirements for test facilities and equipment (ISO 10140-5:2010+Amd.1:2014)"
- [10] ift Richtlinie LU-01/1 "Fensterlüfter – Teil 1: Leistungseigenschaften"