



Schallschutz bei Fenstern

oder

Die Schalldämmung kommt nicht vom Glas allein

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Wasthuber, M.Eng.
PfB Prüfzentrum für Bauelemente

1. Theorie
2. Praxis

Schall





1. Theorie

Antwort: Ein logarithmisches Zahlenverhältnis

Beispiel 1: Die Einheit der Schalldämmung eines Bauteils (das Schalldämm-Maß R):

$$R = 10 \cdot \log \frac{W_S}{W_E}$$

W_S = Schalleistung im Senderaum

W_E = Schalleistung im Empfangsraum

Beispiel 2: Die Einheit des Schalldruckpegels (kurz: Schallpegels), definiert nach folgender Vereinbarung:

$$L = 10 \cdot \log \frac{p^2}{p_0^2}$$

p = Schalldruck im Pa (Pascal)

p_0 = Bezugsschalldruck (20 mPa) =
Hörschwelle des Menschen bei 1000 Hz

⇒ Problem:

Unter diesen Definitionen kann sich kaum jemand was vorstellen



Signalgenerator

Schallpegel:	Weißes Rauschen
x dB	Ton mit x dB
x - 1 dB	Ein dB Unterschied ist nur im direkten Vergleich wahrnehmbar
x - 3 dB	Zwei gleichartige Schallquellen sind 3 dB lauter als 1 Schallquelle (stereo - mono)
x - 5 dB	Bei Streitfällen sollte eine Verbesserung um mindestens 5 dB angestrebt werden, damit der Bewohner es als Verbesserung empfindet
x - 10 dB	Der Mensch empfindet 10 dB (laut Literatur) in etwa als Halbierung bzw. Verdoppelung der Lautstärke

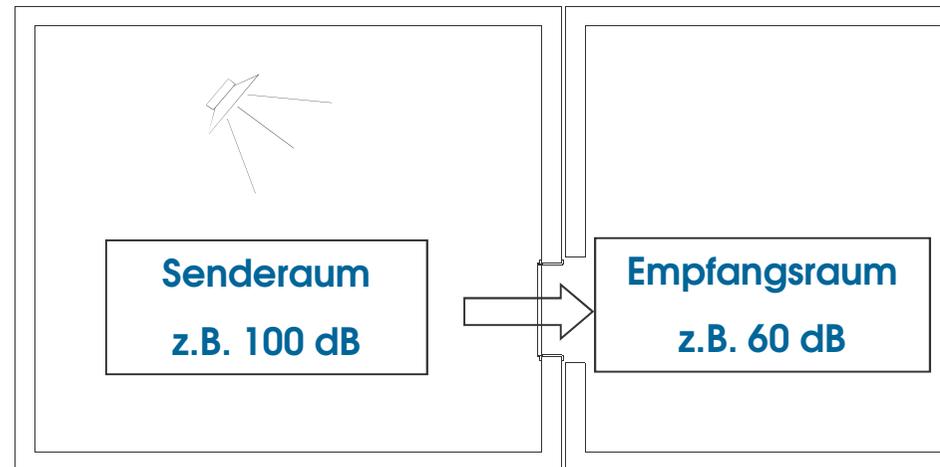


Prüfeinrichtung:

- ★ Lautsprecher mit Rauschsignal & Schallpegel-Messgerät
- ★ Schallfluss ausschließlich über Bauteil

Beispiel (vereinfacht):

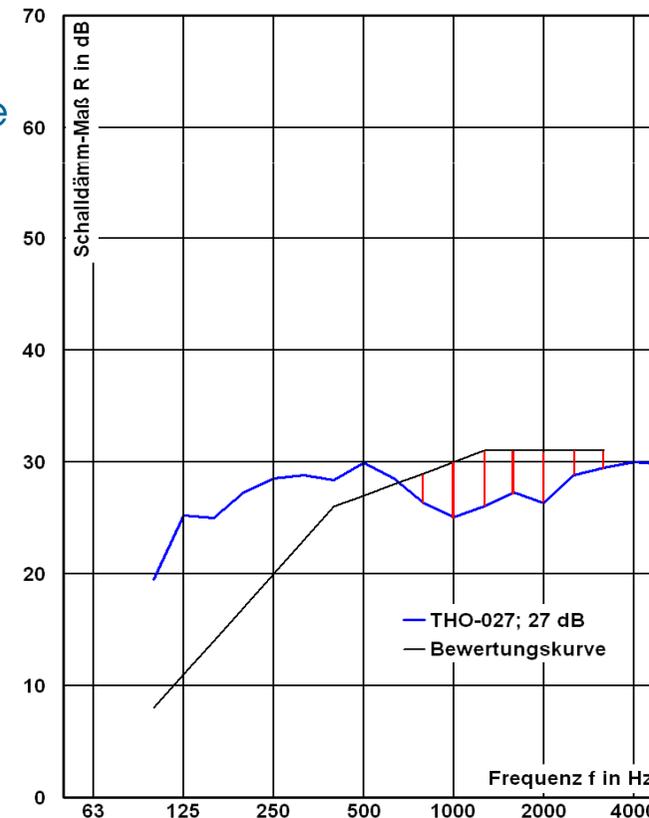
- ★ Differenz:
 $100 \text{ dB} - 60 \text{ dB} = 40 \text{ dB}$
- ★ Je größer die Differenz,
desto besser ist das Bauteil



Bewertungskurve

- ★ Bestimmt den Einzahlwert (100-3150 Hz)
- ★ Steigung genormt
- ★ Wird in Ganzen dB-Schritten verschoben, bis die Summe der Unterschreitungen ≤ 32 dB ist
- ★ Beim Schnittpunkt der Bewertungskurve mit der 500 Hz-Linie wird der Einzahlwert abgelesen (hier: R_w : 27 dB)

☞ Ausschließlich die Unterschreitungen der Bewertungskurve bestimmen den Einzahlwert



★ Ermittlung definiert in DIN EN ISO 717-1 (1997)

- Additive Werte zum R_w um bestimmte Schallspektren zu berücksichtigen:
- C: Für Schallspektren aus mittel- & hochfrequentem Lärm
- C_{tr}: Für Schallspektren aus tief- & mittelfrequentem Lärm

Tabelle A.1: Entsprechende Spektrum-Anpassungswerte für verschiedene Geräuschquellen

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 Propellerflugzeug Düsenflugzeug in großem Abstand Discomusik Betriebe, die überwiegend tief- und mittelfrequenten Lärm abstrahlen	C _{tr} (Spektrum Nr 2)



★ Der Spektrum-Anpassungswert ist nur als Summand zum R_w aussagekräftig:

z.B.: Angaben im Prüfbericht:

Fenster A: R_w (C;C_{tr}) = 35 (-2,-4) dB

R_w + C = 33 dB

R_w + C_{tr} = 31 dB

Fenster B: R_w (C;C_{tr}) = 33 (-2,-2) dB

R_w + C = 31 dB

R_w + C_{tr} = 31 dB

★ Fazit: Bei z.B. städtischem Straßenverkehr sind Fenster A und Fenster B ebenbürtig

- ★ DIN 4109: Keine direkten Anforderungen an die Schalldämmung von Fenstern
- ★ Anforderungen an die Gesamtschalldämmung des Außenbauteiles von Aufenthaltsräumen
(= Wand + Fenster + Türen + sonstiges)
- ★ Explizit ausgenommen, d.h. keine Anforderungen an Außenbauteile von Küchen, Bädern und Hausarbeitsräumen
- ★ Flure werden nicht explizit aufgeführt, sind aber nach dem gesunden Menschenverstand nicht als Aufenthaltsräume zu werten

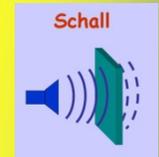


DIN 4109, Tabelle 8: Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen

- ★ Maßgeblich:
Außenlärmpegel
Definiert:
7 Lärmpegelbereiche
- ★ Der maßgebliche
Außenlärmpegel wird
bestimmt über
Lärmbelastigungen von
Straßen-, Schienen-, Wasser-
und Luftverkehr & Gewerbe-
und Industrieanlagen
- ★ Bei Kfz-Verkehr: z.B.
Verkehrszählungen

Spalte	1	2	3	4	5
Zeile	Lärm- pegel bereich	„Maßgeb- licher Außenlärm- pegel“	Raumarten		
		dB(A)	Bettenräume in Krankenanstalten und Santorien	Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungs- räume in Beher- bergungsstätten, Unterrichtsräume und ähnliches	Bürräume ¹⁾ und ähnliches
			erf. $R'_{w,res}$ des Außenbauteils 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	2)	50	45
7	VII	> 80	2)	2)	50

1) 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.
2) Die Anforderungen sind hier aufgrund der örtlichen Gegebenheiten festzulegen.



→ Die erforderliche Schalldämmung der Fenster kann unter Berücksichtigung der Flächen und der Schalldämmungen von Wand und Zusatz-Bauteilen berechnet werden.

- ★ Schalldämmung Wand: 50 dB
Fläche Wand: 15 m²
- ★ Schalldämmung Tür: 32 dB
Fläche Tür: 2 m²
- ★ Schalldämmung Gesamt (gefordert): 40 dB
Fläche Gesamt: 20 m²
- ★ Fläche Fenster: 3 m²
- ★ Schalldämmung Fenster (erforderlich): **37 dB**



- ★ Schalldämmung Wand: 50 dB
Fläche Wand: 10 m²
- ★ Schalldämmung Fenster: 32 dB
Fläche Tür: 2 m²
- ★ Schalldämmung Gesamt (gefordert): 40 dB
Fläche Gesamt: 15 m²
- ★ Fläche Fenster: 3 m²
- ★ Schalldämmung Fenster (erforderlich): **43** dB





2. „Praxis“



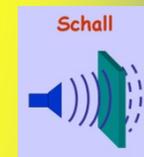
Die Bandbreite von Isolierglas reicht von der „Standard 4 – 16 – 4“ bis hin zur hoch schalldämmenden Isolierglasscheibe mit bis ca. 54 dB.

Die Schalldämmung von Isolierglas ist stark von Größe und Geometrie abhängig.

ALLE Isolierglasscheiben werden im Format 1,23 m x 1,48 m geprüft.

Auch Fenster werden standardmäßig im Format 1,23 m x 1,48 m geprüft.

ACHTUNG: Größe der Isolierglasscheibe entspricht dann nicht mehr der geprüften Größe!



Beispiele Isolierglas:

1,23 x 1,48	0,49 x 1,27 für 2flg. in 1,23 x 1,48	1,05 x 1,27 für 1flg. in 1,23 x 1,48
32 dB	34 dB	32 dB
42 dB	41 dB	42 dB
52 dB	48 dB	50 dB

Genanntes Isolierglas in Holzfenster IV68 Meranti:

	2flg. breiter Stulp	2flg. schmaler Stulp
32 dB	36 dB	35 dB
42 dB	39 dB	39 dB



Unterschiedliche Dichtungssituationen an einem einflügeligen Kunststofffenstersystem, 1,23 x 1,48



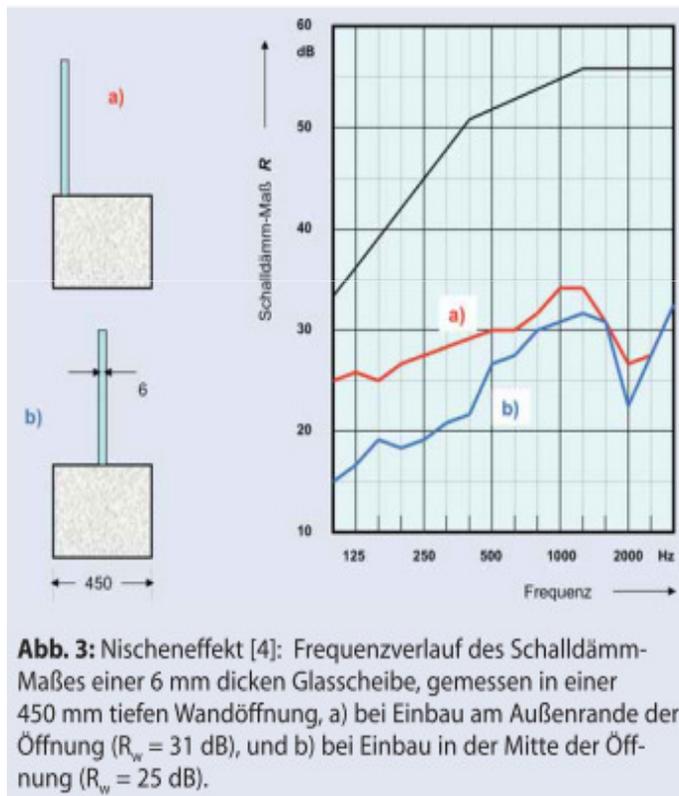
Verglasung	AD	AD mit Lüftung	MD mit 2 Dichtungen	MD mit 3 Dichtungen	MD mit Lüftung
4-16-4 (ca. 32dB-34dB)	35 dB	34 dB	35 dB	35 dB	34 dB
6-16-4 (ca. 36dB)	39 dB	37 dB	39 dB	39 dB	37 dB
VSG44.1 SI -16- VSG44.1 SI (ca. 45dB)	44 dB	39 dB	44 dB	45 dB	40 dB

Unterschiedliche Folien im VSG

Verglasung	Schalldämmung
VSG 88.2 SI	37 dB
6 – 16 – 8 VSG (44.2)	38 dB
6 – 16 – 8 VSG SI (44.2)	41 dB



Laibung – „Nischeneffekt“



Schallwellen erfahren beim Auftreffen auf ein Bauteil an dessen Kanten eine Richtungsänderung. Betrachtet man die üblichen Kantenlängen bei Fenstern (1,0 bis 1,6 m) stellt sich heraus, dass vor dem Fenster ein erhöhter Schallpegel in den Frequenzen 200 – 350 Hz vorliegt, was mit einer geringeren Schalldämmung in diesem Bereich gleich zu setzen ist.



Bauanschlussfuge – Fugenschalldämmung $R_{ST,w}$

$$R_{w,res} = -10 \lg \left(10^{-R_w / 10} + \frac{l \cdot 1m}{S} \cdot 10^{-R_{ST,w} / 10} \right)$$

Entspricht die Fugenschalldämmung der Schalldämmung des Fensters, so wird die Gesamtschalldämmung um ca. 4-6dB herabgesetzt.

Als Faustregel gilt: Die Fugenschalldämmung sollte möglichst um 15dB höher sein als die Schalldämmung des Bauteils, damit die Fuge keinen schalltechnischen Einfluß mehr auf das Bauteil hat.



Merkmal der Fuge	Fugenbreite in mm	R _{ST,w} in dB
Leere Fuge	10	15
	20	10
	30	5
Fuge, gefüllt mit Mineralfaser- dämmstoff	10	35 bis 45
	20	30 bis 40
	30	25 bis 35
Fuge, gefüllt mit Montageschaum	10	≥ 50
	20	≥ 47
	30	≥ 45
Fuge, beidseitig abgedichtet mit Hinterfüllschnur und elastischem Dichtstoff	10	≥ 55
	20	≥ 54
	30	≥ 53
Fuge, beidseitig abgedichtet mit Bauanschlussfolie ≥ 1 mm	10	≥ 50
	20	≥ 45
	30	≥ 40

Fenster R_w = 40 dB

— R_{w,res} = 10 dB

— R_{w,res} = 34 dB

— R_{w,res} = 40 dB





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fragen?