

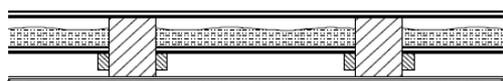
Dr.-Ing. Andreas Rabold, Dipl.-Ing. (FH) Stefan Bacher – Schallschutzzentrum ift Rosenheim
Prof. Ullrich Schanda, Andreas Mayr, Fabian Schöpfer – Hochschule Rosenheim

Schallschutz von Holzbalkendecken – Planungshilfen für die Altbausanierung

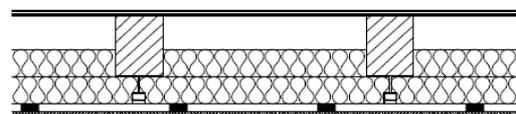
Beispiel für eine Prognose der Luft- und Trittschalldämmung nach [1]

Die Berechnung erfolgte mit den Gleichungen aus [1] und den Tabellenwerten für die Berücksichtigung der Flankenübertragungen.

Berechnungsbeispiel



$L_{n,w} = 65$ (0) dB, $R_w = 50$ (-1;-10) dB



$L_{n,w} = 53$ (3) dB, $R_w = 60$ (-5;-17) dB

Mit 50 mm Zementestrich und 40 mm Trittschalldämmung ergibt sich eine Verbesserung auf

$L_{n,w} = 39$ (7) dB, $R_w = 80$ (-14;-29) dB

Aufbau Holzdecke im Bestand

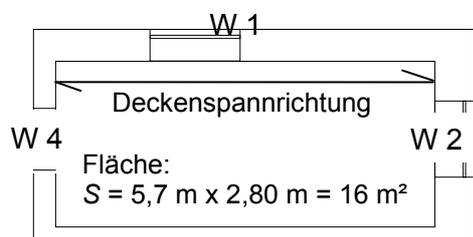
24 mm Dielung
220 mm Balken
Einschub $m' = 80 \text{ kg/m}^2$
Rohrputz $m' = 26 \text{ kg/m}^2$

Aufbau optimierte Sanierung

24 mm Dielung
220 mm Balken
Abhänger, 100 mm Dämmung
2 x 12,5 mm GF



Grundriss Wand



- Wand 1: $m' = 1.228 \text{ kg/m}^2$, $l_{Bau} = 5,70 \text{ m}$, nicht tragend
 $D_{n,f,w} = 65 \text{ dB}$, $L_{n,DFf,w} = 30,5 \text{ dB}$
- Wand 2: $m' = 1.228 \text{ kg/m}^2$, $l_{Bau} = 2,80 \text{ m}$, tragend
 $D_{n,f,w} = 65 \text{ dB}$, $L_{n,DFf,w} = 30,5 \text{ dB}$
- Wand 3: $m' = 300 \text{ kg/m}^2$, $l_{Bau} = 5,70 \text{ m}$, nicht tragend
 $D_{n,f,w} = 60 \text{ dB}$, $L_{n,DFf,w} = 34,5 \text{ dB}$
- Wand 4: $m' = 540 \text{ kg/m}^2$, $l_{Bau} = 2,80 \text{ m}$, tragend
 $D_{n,f,w} = 65 \text{ dB}$, $L_{n,DFf,w} = 30,5 \text{ dB}$

Bild 1: Prognosebeispiel für eine sanierte Altbaudecke.

Berechnung der Luftschalldämmung

1. Eingangswert für R_w aus der Ergebnismatrix für gewählte Konstruktion.

$R_w = 80 \text{ dB}$

		ZEMENT- und FLIESESTRICHE auf HOLZBALKEDECKEN									
		HAF		KNAUF		XELLA		SSB / GETZNER		EFFIDUR	
		Rohdecken	50 ZE 40-1.647	35 FE 40-1.647	20 Power SE 40-1.647	53 ZE - Lewis 12-3.647	28 FE - WP 1000 28-1.647	28 FE - WP 1000 28-1.647	28 FE - WP 1000 16-3.647	28 FE - WP 1000 4 Vlies	
1		$L_{n,w} (C_{1,50-2500})$ $R_w (C_{50-5000}; C_{tr,50-5000})$									
2	Variation	$L_{n,w} (C_{1,50-2500})$ $R_w (C_{50-5000}; C_{tr,50-5000})$				HAF					
3	Aufbau	24 mm Dielung 220 mm Balken Einschub $m' = 80 \text{ kg/m}^2$ Rohrputz $m' = 26 \text{ kg/m}^2$				Rohdecken		50 ZE 40 MW			
4	Int-Zust.	220 mm Balken 100 mm Hohlraumdämmung Rohrputz $m' = 26 \text{ kg/m}^2$				Variation		24 mm Dielung 220 mm Balken Einschub $m' = 80 \text{ kg/m}^2$ Rohrputz $m' = 26 \text{ kg/m}^2$			
5	Sanierung von oben	22 mm HWST 220 mm Balken, Verstärkung Einschub $m' = 120 \text{ kg/m}^2$ Rohrputz $m' = 26 \text{ kg/m}^2$				X11/12 $L_{n,w} = 65 (0) \text{ dB}$ $R_w = 50 (-1;-10) \text{ dB}$		X25/26 $L_{n,w} = 45 (4) \text{ dB}$ $R_w = 75 (-14;-29) \text{ dB}$			
6	Sanierung von oben + unten	220 mm Balken, Verstärkung zus. Auffüllung gebunden Einschub $m' = 120 \text{ kg/m}^2$ Rohrputz $m' = 26 \text{ kg/m}^2$				Daten der Ausgangsdecke und mit Optimierung durch Zementestrich und Trittschalldämmung (Hersteller neutral)					
7	Sanierung von oben + unten	22 mm HWST 200 mm Stiegräger 220 mm Balken 100 mm Hohlraumdämmung Rohrputz $m' = 26 \text{ kg/m}^2$				X107/108 $L_{n,w} = 56 (2) \text{ dB}$ $R_w = 61 (-6;-20) \text{ dB}$		X113/114 $L_{n,w} = 40 (5) \text{ dB}$ $R_w = 79 (-18;-33) \text{ dB}$		A8192 (KNAUF) $L_{n,w} = 42 (7) \text{ dB}$ $R_w = 77 (-16;-32) \text{ dB}$	
8	Sanierung von oben + unten	22 mm HWST 220 mm Balken, Verstärkung zus. Träger und Beplankung 100 mm Hohlraumdämmung Rohrputz $m' = 26 \text{ kg/m}^2$				$L_{n,w} = 55 (2) \text{ dB}$ $\sigma = 2 \text{ dB}$		$L_{n,w} = 58 (1) \text{ dB}$ $\sigma = 2 \text{ dB}$		$L_{n,w} = 62 (0) \text{ dB}$ $\sigma = 2 \text{ dB}$	
9	Sanierung von oben + unten	24 mm Dielung 220 mm Balken 100 mm Hohlraumdämmung 30 mm Lattung 12,5 mm GKB				$L_{n,w} = 55 (2) \text{ dB}$ $\sigma = 2 \text{ dB}$		$L_{n,w} = 58 (0) \text{ dB}$ $\sigma = 2 \text{ dB}$		$L_{n,w} = 59 (1) \text{ dB}$ $\sigma = 2 \text{ dB}$	
10	Sanierung von oben + unten	24 mm Dielung 220 mm Balken 100 mm Hohlraumdämmung Abhänger, 100 mm Dämmung				X183/184 $L_{n,w} = 50 (1) \text{ dB}$ $R_w = 65 (-6;-21) \text{ dB}$		$L_{n,w} = 32 (6) \text{ dB}$ $\sigma = 2 \text{ dB}$		X185/186 $L_{n,w} = 37 (5) \text{ dB}$ $R_w = 78 (-15;-31) \text{ dB}$	
11	Sanierung von oben + unten	abgehängte Unterdecke F90 24 mm Dielung 220 mm Balken 100 mm Hohlraumdämmung Abhänger, 100 mm Dämmung 2 x 12,5 mm GF				$L_{n,w} = 53 (3) \text{ dB}$ $R_w = 60 (-5;-17) \text{ dB}$		$L_{n,w} = 39 (7) \text{ dB}$ $R_w = 80 (-14;-29) \text{ dB}$			
12	Sanierung von oben + unten	220 mm Balken Einschub $m' = 80 \text{ kg/m}^2$ 27 mm Federschiene 2 x 12,5 mm GF				$L_{n,w} = 60 (0) \text{ dB}$ $\sigma = 2 \text{ dB}$		$L_{n,w} = 44 (4) \text{ dB}$ $\sigma = 2 \text{ dB}$		$L_{n,w} = 48 (5) \text{ dB}$ $\sigma = 2 \text{ dB}$	
13	Sanierung von oben + unten	22 mm HWST im Balken, Verstärkung zus. m' = 120 kg/m ² im Federschiene im GF				X205/206 $L_{n,w} = 61 (1) \text{ dB}$ $R_w = 57 (-3;-14) \text{ dB}$		X201/202 $L_{n,w} = 42 (5) \text{ dB}$ $R_w = 79 (-17;-33) \text{ dB}$		X199/200 $L_{n,w} = 46 (6) \text{ dB}$ $R_w = 71 (-11;-26) \text{ dB}$	
14	Auswahl einer Sanierungsvariante	22 mm HWST im Dielung im Balken Träger / Dämmung 12,5 mm GF				X209/210 $L_{n,w} = 60 (4) \text{ dB}$ $R_w = 66 (-7;-19) \text{ dB}$		X211/212 $L_{n,w} = 33 (10) \text{ dB}$ $R_w = 81 (-16;-31) \text{ dB}$		Werte ohne Zementestrich und Trittschalldämmung	
15	Auswahl einer Sanierungsvariante	24 mm Dielung 220 mm Balken Träger / Dämmung 12,5 mm GKB				$L_{n,w} = 67 (2) \text{ dB}$ $R_w = 48 (-4;-15) \text{ dB}$		$L_{n,w} = 51 (3) \text{ dB}$ $\sigma = 2 \text{ dB}$		Werte mit Zementestrich und Trittschalldämmung	
16	Sanierung von oben + unten	24 mm Dielung 220 mm Balken Träger / Dämmung 12,5 mm GKB				$L_{n,w} = 67 (2) \text{ dB}$ $R_w = 48 (-4;-15) \text{ dB}$		$L_{n,w} = 51 (3) \text{ dB}$ $\sigma = 2 \text{ dB}$		$L_{n,w} = 52 (5) \text{ dB}$ $\sigma = 2 \text{ dB}$	

Bild 2: Matrix „Zementestrich auf Holzbalkendecken“ mit Sanierungsvarianten, Kennwerten und Ablesebeispiel für eine Sanierungsvariante. In [1] sind weitere Matrizen für Holzbeton und Verbunddecken sowie Trockenstriche enthalten.

2. Ablesen der Norm-Flankenpegeldifferenz aus Tabelle für jedes Flankenbauteil in Abhängigkeit der flächenbezogenen Masse:

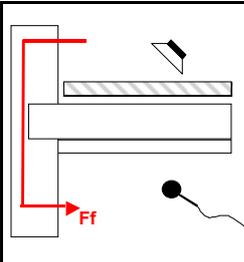
Wand 1: $m^i = 1228 \text{ kg/m}^2 \rightarrow D_{n,f,w} = 65 \text{ dB}$

Wand 2: $m^i = 1228 \text{ kg/m}^2 \rightarrow D_{n,f,w} = 65 \text{ dB}$

Wand 3: $m^i = 300 \text{ kg/m}^2 \rightarrow D_{n,f,w} = 60 \text{ dB}$

Wand 4: $m^i = 540 \text{ kg/m}^2 \rightarrow D_{n,f,w} = 65 \text{ dB}$

Tabelle 1 Norm-Flankenpegeldifferenzen $D_{n,f,w}$ in Abhängigkeit der flächenbezogenen Masse der flankierenden Wand. Ergebnisse bezogen auf $l_0 = 2,80 \text{ m}$, $S_0 = 10 \text{ m}^2$ und $T_{s,situ}$ nach [7]

	Flächenbezogene Masse der flankierenden Wände in kg/m^2								
	100	150	200	250	300	350	400	450	≥ 500
$D_{n,f,w}$ in dB	49	53	56	58	60	61	63	64	65

3. Berechnung von $R_{Ff,w}$ für jede Flanke

Wand 1: $l_{Ff} = 5,7 \text{ m} \rightarrow 10 \log (5,7 \text{ m} / 2,8 \text{ m}) = 3,1 \text{ dB}$

Wand 2: $l_{Ff} = 2,8 \text{ m} \rightarrow 10 \log (2,8 \text{ m} / 2,8 \text{ m}) = 0 \text{ dB}$

Wand 3: $l_{Ff} = 5,7 \text{ m} \rightarrow 10 \log (5,7 \text{ m} / 2,8 \text{ m}) = 3,1 \text{ dB}$

Wand 4: $l_{Ff} = 2,8 \text{ m} \rightarrow 10 \log (2,8 \text{ m} / 2,8 \text{ m}) = 0 \text{ dB}$

$10 \log (S_{Tr}/S_0) = 10 \log (16 \text{ m}^2 / 10 \text{ m}^2) = 2,0 \text{ dB}$

$R_{Ff,w,1} = 65 \text{ dB} + 2,0 \text{ dB} - 3,1 \text{ dB} = \mathbf{63,9 \text{ dB}}$

$R_{Ff,w,2} = 65 \text{ dB} + 2,0 \text{ dB} - 0 \text{ dB} = \mathbf{67,0 \text{ dB}}$

$R_{Ff,w,3} = 60 \text{ dB} + 2,0 \text{ dB} - 3,1 \text{ dB} = \mathbf{58,9 \text{ dB}}$

$R_{Ff,w,4} = 65 \text{ dB} + 2,0 \text{ dB} - 0 \text{ dB} = \mathbf{67,0 \text{ dB}}$

4. Berechnung von R'_w nach Gleichung

$$R'_w = -10 \log \left(10^{-0,1 R_{Dd,w}} + \sum_{i=1}^n 10^{-0,1 R_{Ff,w}} \right) \quad \text{dB}$$

$$R'_w = -10 \log (10^{-8,0} + 10^{-6,39} + 10^{-6,70} + 10^{-5,89} + 10^{-6,7}) \quad \text{dB}$$

$R'_w = 57 \text{ dB}$

Berechnung der Trittschalldämmung

1. Eingangswert für $L_{n,w}$ aus der Ergebnismatrix (Bild 2) für gewählte Konstruktion.

$L_{n,w} = 39 \text{ dB}$

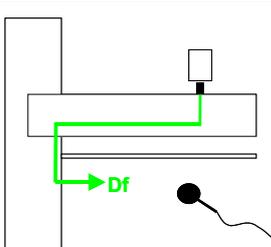
2. Ablesen des Korrektursummanden K aus Tabelle 2 in Abhängigkeit der Deckenkonstruktion und der mittleren flächenbezogenen Masse der Wände mit Balkeneinbindung:

$m'_{\text{mittel}} = 884 \text{ kg/m}^2 \rightarrow K = 1 \text{ dB}$

3. Bestimmung von $L'_{n,w}$ mittels Korrektursummand K

$L'_{n,w} = 39 + 1 = 40 \text{ dB}$

Tabelle 2: Korrektursummanden K , in Abhängigkeit von der mittleren flächenbezogenen Masse der flankierenden Wände mit Balkenaufleger und für verschiedene Rohdeckenkonstruktionen. K wird bezogen auf eine mittlere Raumgröße ($l_0 = 2,80 \text{ m}$, $S_0 = 10 \text{ m}^2$) und $T_{s,situ}$ nach [7]

		Rohdeckenaufbau				
		Balken teilweise sichtbar oder Unterdecke direkt montiert		Decke mit entkoppeltem Sekundärträger	Unterdecke abgehängt	
		Bestandsdecke vor Sanierung	mit Sanierungsmaßnahmen	Eigenfrequenz Auflager $f_0 \leq 80 \text{ Hz}$	Unterdecke zusätzlich zum Bestand	Bestandsunterdecke entfernt
		1	2	3	4	5
Flächenbezogene Masse der flankierenden Wände	100 kg/m ²	0	1	3	8	13
	150 kg/m ²	0	1	3	7	12
	200 kg/m ²	0	1	2	6	10
	250 kg/m ²	0	1	2	5	9
	300 kg/m ²	0	1	2	4	8
	350 kg/m ²	0	1	1	3	6
	400 kg/m ²	0	1	1	2	5
	450 kg/m ²	0	1	1	2	4
≥ 500 kg/m ²	0	1	1	1	3	

4. Ablesen des Wertes für $L_{n,DFf,w}$ für jede Flanke aus Tabelle 3 in Abhängigkeit der flächenbezogenen Masse:

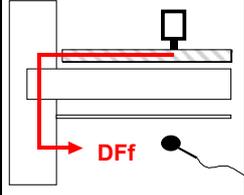
Wand 1: $m' = 1228 \text{ kg/m}^2 \rightarrow L_{n,DFf,w} = 31 \text{ dB}$

Wand 2: $m' = 1228 \text{ kg/m}^2 \rightarrow L_{n,DFf,w} = 31 \text{ dB}$

Wand 3: $m' = 300 \text{ kg/m}^2 \rightarrow L_{n,DFf,w} = 35 \text{ dB}$

Wand 4: $m' = 540 \text{ kg/m}^2 \rightarrow L_{n,DFf,w} = 31 \text{ dB}$

Tabelle 3: Norm- Trittschallpegel $L_{n,DFf,w}$ für den Übertragungsweg DFf in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse der flankierenden Wand. Ergebnisse bezogen auf $l_0 = 4,50 \text{ m}$, $S_0 = 10 \text{ m}^2$ und $T_{s,situ}$ nach Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.

	Flächenbezogene Masse der flankierenden Wände in kg/m^2								
	100	150	200	250	300	350	400	450	≥ 500
$L_{n,DFf,w}$ in dB	43	40	38	36	35	33	32	31	31

5. Berechnung der geometrischen Korrekturen für jede Flanke:

Wand 1: $l_{Ff} = 5,7 \text{ m} \rightarrow 10 \log (5,7 \text{ m} / 4,5 \text{ m}) = 1,0 \text{ dB}$

Wand 2: $l_{Ff} = 2,8 \text{ m} \rightarrow 10 \log (2,8 \text{ m} / 4,5 \text{ m}) = -2,1 \text{ dB}$

Wand 3: $l_{Ff} = 5,7 \text{ m} \rightarrow 10 \log (5,7 \text{ m} / 4,5 \text{ m}) = 1,0 \text{ dB}$

Wand 4: $l_{Ff} = 2,8 \text{ m} \rightarrow 10 \log (2,8 \text{ m} / 4,5 \text{ m}) = -2,1 \text{ dB}$

$10 \log (S_0/S_{Tr}) = 10 \log (10 \text{ m}^2 / 16 \text{ m}^2) = -2,0 \text{ dB}$

6. Berechnung von $L'_{n,w}$ unter detaillierter Berücksichtigung aller Flankenwege

$$L'_{n,w} = 10 \log \left(10^{0,1(L_{n,w}+K)} + \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \left(L_{n,DFf,w,i} + 10 \log \left(\frac{l_{Bau,i} \cdot S_0}{l_0 \cdot S_{Tr}} \right) \right)} \right) \quad \text{dB}$$

$$L'_{n,w} = 10 \log (10^{4,0} + 10^{3,0} + 10^{2,69} + 10^{3,4} + 10^{2,69}) \quad \text{dB}$$

$L'_{n,w} = 42 \text{ dB}$

Das Beispiel zeigt den starken Einfluss der Flankenübertragung bei der Berechnung des Bau-Schalldämm-Maßes R'_w ($R'_w = 57 \text{ dB}$ gegenüber $R_w = 80 \text{ dB}$). Den größten Einfluss hat hierbei die flankierende Innenwand mit $m' = 300 \text{ kg/m}^2$. Wird eine höhere Schalldämmung angestrebt, so ist diese Wand mit einer schalltechnisch wirksamen Vorsatzschale zu versehen. Für die Berechnung des Norm-Trittschallpegels am Bau $L'_{n,w}$ spielte die Flankenübertragung bei diesem Beispiel eine geringere Rolle ($L'_{n,w} = 40 \text{ dB}$ gegenüber $L_{n,w} = 39 \text{ dB}$, bzw. $L'_{n,w} = 42 \text{ dB}$ gegenüber $L_{n,w} = 39 \text{ dB}$ bei Berücksichtigung von $L_{n,DFf,w}$).

Literatur

- [1] ift Fachinformation FI SC 09/1 „Holzdecken in der Altbausanierung – Schalltechnische Planung und Optimierung“, ift Rosenheim, Juli 2016, ISBN: 978-3-86791-395-9
- [2] Mayr, A.; Schöpfer, F.; Schanda, U.; Rabold, A.; Hessinger, J.; Bacher, S.; Schramm, M.: Holz balkendecken in der Altbausanierung – Teil 2: Flankenschalldämmung. Forschungsbericht ift Rosenheim, Hochschule Rosenheim, 2012, ISBN: 978-3-86791-326-3
- [3] Rabold, A.; Bacher, S.; Hessinger, J.: Holz balkendecken in der Altbausanierung – Teil 1: Direktschalldämmung. Forschungsbericht ift Rosenheim, 2008
- [4] EN ISO 140-6:1998, Bauakustik; Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen; Teil 3: Messung der Trittschalldämmung von Decken in Prüfständen
- [5] DIN 4109, Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise November 1989 und Beiblatt 1 zur DIN 4109 Schallschutz im Hochbau, Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren, 11/1989
- [6] EN 12354:2000-12, Bauakustik; Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften
- [7] Fischer, H.M., Schneider, M., Blessing, S., Einheitliches Konzept zur Berücksichtigung des Verlustfaktors bei Messung und Berechnung der Schalldämmung massiver Wände, Tagungsband DAGA 2001

Danksagung

Der Dank der Projektbearbeiter gilt der finanziellen Förderung durch die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und den beteiligten Industriefirmen (Fibo Exclay Deutschland GmbH, Getzner-Werkstoffe-GmbH, Gutex Holzfaserverplattenwerk, Knauf Gips KG, Lignatur AG, Pavatex SA, SFS intec AG, Saint-Gobain Rigips Austria GesmbH, Spillner Spezialbaustoffe GmbH, Steico Aktiengesellschaft, Xella Trockenbausysteme GmbH).