

Inst

Veit Dennert KG Veit-Dennert-Straße 7

Fraunhofer IBP | Postfach 80 04 69 | 70504 Stuttgart

96132 Schlüsselfeld

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Institutsleiter Prof. Dr. Philip Leistner Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer

Nobelstr. 12 70569 Stuttgart

Dr. rer. nat. Lutz Weber Gruppenleiter Bauakustik Abteilung Akustik Telefon +49 711 970-3378 | Fax -970-3406 lutz.weber@ibp.fraunhofer.de www.ibp.fraunhofer.de

Ihr Zeichen

Ihre Nachricht vom

Unser Zeichen

Wb

Stuttgart, 30. August 2017

Technische Stellungnahme zur Luft- und Trittschalldämmung der DX-Decke der Veit Dennert KG beim Einsatz im Holz- und Leichtbau

1 Auftraggeber

Veit Dennert KG Veit-Dennert-Straße 7 96132 Schlüsselfeld

2 Gegenstand der Stellungnahme

Bei der DX-Decke der Firma Dennert handelt es sich um eine Stahlbeton-Hohldecke in Fertigbauweise, die auch im Holz- und Leichtbau zum Einsatz kommt. Über die Luft- und Trittschalldämmung in diesem baulichen Umfeld liegen bislang keine Angaben vor. Wegen der gemischten Bauweise (massive Decke und leichte Flankenbauteile) sind auch keine genormten Prognoseverfahren verfügbar. Die Firma Dennert hat deshalb das Fraunhofer-Institut für Bauphysik beauftragt, die Schallschutzwirkung der Decke in Gebäuden in Holz- und Leichtbauweise im Rahmen einer technischen Stellungnahme zu beurteilen.

3 Geltungsbereich der Stellungnahme

Die Stellungnahme bezieht sich auf die in Abb. 1 dargestellte DX-Decke mit einer Dicke von 200 mm und einer flächenbezogenen Masse von ca. 330 kg/m². Gemäß den Produktunterlagen des Herstellers ist die Decke auch in anderen Dicken sowie als Vollplatte verfügbar. Die nachfolgenden Ausführungen gelten sinngemäß auch für diese Varianten, sofern die flächenbezogene Masse mindestens 330 kg/m² beträgt. Die im folgenden aufgeführten Angaben zur Luft- und Trittschalldämmung der Decke sind in diesem Fall als Mindestangaben anzusehen.

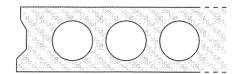


Abb. 1: Aufbau der DX-Decke (schematisch). Es handelt sich um eine Stahlbeton-Hohldecke mit einer Dicke von 200 mm und einer flächenbezogenen Masse von ca. 330 kg/m². Die röhrenförmigen Hohlräume haben einen Durchmesser von 125 mm und einen Achsabstand von 165 mm.

4 Luft- und Trittschalldämmung ohne Flankenübertragung

Als Ausgangswerte für den rechnerischen Schallschutznachweis nach DIN 4109 dienen die Schalldämmwerte, die sich ergeben, wenn die Schallübertragung ausschließlich über die Decke selbst erfolgt (dies entspricht den Messwerten aus einem normgerechten bauakustischen Prüfstand ohne Flankenübertragung). Die entsprechenden Angaben für die DX-Decke lassen sich nach DIN 4109-32, Abschnitte 4.1.4.2.2 und 4.8.4.4 [1] aus der flächenbezogenen Masse der Decke berechnen. Für die Rohdecke ohne Auflage ergeben sich dabei folgende Werte:

bewertetes Schalldämm-Maß: $R_w \cong 56 \text{ dB},$ äquivalenter bewerteter Norm-Trittschallpegel: $L_{n,eq,0,w} \cong 76 \text{ dB}.$

Die obigen Werte stimmen recht gut mit früheren Ergebnissen bauakustischer Messungen in den Prüfständen der IBMB Braunschweig überein [2].

5 Akustische Wirkung von Deckenauflagen

Die in Abschnitt 4 aufgeführten Werte gelten wie schon erwähnt für die Rohdecke ohne Auflage. In der Praxis befindet sich auf der Decke jedoch fast immer eine Auflage (meist schon deshalb, weil die Einhaltung der Schallschutzanforderungen ohne Deckenauflage normalerweise nicht möglich ist). Während sich Bodenbeläge, wie z. B. Laminat- oder Teppichböden, im Wesentlichen nur auf die Trittschalldämmung auswirken, verbessern schwimmende Estriche sowohl die Luft- als auch die Trittschalldämmung. Austauschbare Bodenbeläge sind zudem beim baulichen Schallschutznachweis nach DIN 4109 nicht anrechnungsfähig. Im Folgenden wird deshalb die häufigste Bauweise – schwimmende Estriche mit einer Bodenplatte in mineralischer Bauweise, also z. B. Zement- oder Anhydritestriche – genauer betrachtet:

Der bewertete Norm-Trittschallpegel einer Decke mit schwimmendem Estrich ergibt sich nach der Beziehung

$$L_{n,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_{w} \tag{1}$$

aus dem äquivalenten bewerteten Norm-Trittschallpegel der Rohdecke $L_{n,eq,0,w}$ und der bewerteten Trittschallminderung des Estrichs ΔL_w . Der äquivalente bewertete Norm-Trittschallpegel der DX-Decke ist Abschnitt 4 angegeben ($L_{n,eq,0,w} = 76$ dB). Die bewertete Trittschallminderung des Estrichs lässt sich nach DIN 4109-34, Abschnitt 4.5.4.2.1 [3] folgendermaßen berechnen:

$$\Delta L_{w} = 13 \lg(m'') - 14.2 \lg(s') + 20.8$$
, (2)

mit ΔL_w = bewertete Trittschallminderung in dB,

m'' = flächenbezogene Masse der Estrichplatte in kg/m², s' = dynamische Steifigkeit der Dämmschicht in MN/m³.

Für übliche schwimmende Estriche mit 60 kg/m² \leq m'' \leq 160 kg/m² und 6 MN/m³ \leq s' \leq 50 MN/m³ liegt die bewertete Trittschallminderung etwa im Bereich von 20 dB \leq $\Delta L_w \leq$ 38 dB. Die in Gl. (2) angegebene Beziehung ist in Abb. 2 grafisch veranschaulicht:

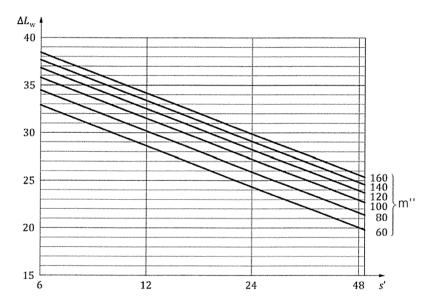


Abb. 2: Bewertete Trittschallminderung ΔL_w in dB in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse der Estrichplatte m'' in kg/m² (Beschriftung der Kurvenschar) und der dynamischen Steifigkeit der Dämmschicht s' in MN/m³ (X-Achse). Diagramm aus DIN 4109-34, Abschnitt 4.5.4.2.1.

Neben der Verbesserung der Trittschalldämmung erhöhen schwimmende Estriche selbstverständlich auch die Luftschalldämmung der Decke. Dies erfolgt nach folgender Beziehung:

$$R_{\mathbf{w}} = R_{\mathbf{w}, RD} + \Delta R_{\mathbf{w}}, \tag{3}$$

mit R_w = bewertetes Schalldämm-Maß der Decke mit Estrich in dB,

R_{w,RD} = bewertetes Schalldämm-Maß der Rohdecke ohne Estrich in dB,

 ΔR_w = Verbesserung der Schalldämmung der Decke durch den Estrich in dB.

Die Verbesserung der Schalldämmung durch den schwimmenden Estrich lässt sich rechnerisch bestimmen, wenn die flächenbezogene Masse der Estrichplatte m'' und die dynamische Steifigkeit der Dämmschicht s'

bekannt sind. Maßgebende Größe hierbei ist die Resonanzfrequenz des Estrichs, die sich näherungsweise aus der nachfolgenden Beziehung ergibt:

$$f_0 = 160\sqrt{\frac{s'}{m''}}$$
, (4)

mit f_0 = Resonanzfrequenz des schwimmenden Estrichs in Hz, s' = dynamische Steifigkeit der Dämmschicht in MN/m³, m'' = flächenbezogene Masse der Estrichplatte in kg/m².

Für bauübliche schwimmende Estrich (Wertebereich für s' und m'' siehe oben) liegt die Resonanzfrequenz etwa im Bereich von 30 Hz \leq f₀ \leq 150 Hz.

Kennt man die Resonanzfrequenz des schwimmenden Estrichs und ist auch das bewertete Schalldämm-Maß der Decke ohne Estrich bekannt (für die DX-Decke beträgt es gemäß Abschnitt 4 $R_{w,RD}$ = 56 dB), so lässt sich daraus gemäß DIN 4109-34, Abschnitt 4.1.4 die resultierende Verbesserung der Schalldämmung berechnen:

$$\Delta R_{w} = 74.4 - 20 \lg(f_{0}) - 0.5 R_{wRD} \ge 0. \tag{5}$$

mit $\Delta R_w = \text{Verbesserung des bewerteten Schalldämm-Maßes der Decke durch den Estrich in dR}$

f₀ = Resonanzfrequenz des schwimmenden Estrichs in Hz,

R_{w RD} = bewertetes Schalldämm-Maß der Rohdecke ohne Estrich in dB.

Sollte sich bei Anwendung der obigen Gleichung ein negativer Wert ergeben, so ist das Ergebnis gleich Null zu setzen.

Für die DX-Decke mit $R_{w,RD}$ = 56 dB ergeben sich für bauübliche schwimmende Estriche mit 30 Hz \leq $f_0 \leq$ 150 Hz nach obiger Gleichung Verbesserungen im Bereich von 3 dB \leq $\Delta R_w \leq$ 17 dB. Das bewertete Schalldämm-Maß der DX-Decke mit schwimmendem Estrich liegt somit je nach Ausführung des Estrichs bei 59 dB \leq $R_w \leq$ 73 dB.

6 Bau-Schalldämmung und Schallschutzanforderungen

Während die Messung im Prüfstand ohne Flankenübertragung erfolgt (die Schallübertragung vom Sende- in den Empfangsraum findet ausschließlich über die Decke statt), sind am Bau zusätzliche Flankenwege vorhanden (siehe Abb. 3). Um diese Situation zu kennzeichnen, werden die Symbole für die Luft- und Trittschalldämmung am Bau zur Unterscheidung zusätzlich mit einem Apostroph versehen (also R'w und L'n,w). Da am Bau im Gegensatz zum Prüfstand mehrerer Schallübertragungswege vorhanden sind, ist die Schalldämmung dort stets geringer als im Prüfstand, d. h. es gilt

 $R'_{w} \le R_{w}$ sowie $L'_{n,w} \ge L_{n,w}$.

Die geltenden bauaufsichtlichen Schallschutzanforderungen beziehen sich auf die reale Situation am Bau, also auf also R'_w und L'_{n,w}. Für Wohnungstrenndecken ergeben sich nach DIN 4109-1, Tab. 2 [4] zwischen fremden Wohn- und Arbeitsbereichen beispielsweise folgende Mindestanforderungen an den baulichen Schallschutz:

Luftschalldämmung: $R'_w \ge 54 \text{ dB}$, Trittschalldämmung: $L'_{n,w} \le 50 \text{ dB}$.

Sieht man einmal vom Einfluss der Flankenübertragung ab, so würde die DX-Decke mit $R_w = 56$ dB die Mindestanforderungen an die Luftschalldämmung also bereits im Rohzustand erfüllen. Um die Anforderungen an die Trittschalldämmung einzuhalten, ist hingegen in jedem Fall eine geeignete Deckenauflage, wie z. B. ein schwimmender Estrich, mit einer bewerteten Trittschallminderung von mindestens $\Delta L_w = 26$ dB erforderlich (der Norm-Trittschallpegel der DX-Decke im Rohzustand beträgt $L_{n,w} = 76$ dB).

Die am Beispiel der DX-Decke dargestellte Beziehung zwischen der Luft- und Trittschalldämmung von Decken gilt am Bau erfahrungsgemäß fast immer (d. h. für alle Arten von Decken sowohl im Leicht- als auch im Massivbau): weist die Decke eine ausreichend hohe Trittschalldämmung auf, so erfüllt auch die Luftschalldämmung die geltenden Schallschutzanforderungen.

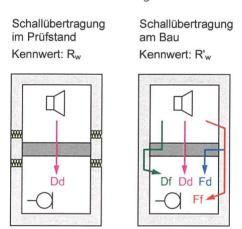


Abb. 3: Luftschalldämmung einer Decke im Prüfstand (links, Kennwert R_w) und am Bau (rechts, Kennwert R'_w). Während die Schallübertragung im Prüfstand ausschließlich auf dem direkten Weg Dd über die Decke selbst erfolgt, sind am Bau zusätzlich noch zwölf Flankenwege (je vier Wege Ff, Fd und Df) über die flankierenden Wände vorhanden.

Wie sich aus der obigen Abbildung entnehmen lässt, erfolgt die Luftschallübertragung vom Sende- in den Empfangsraum am Bau neben der Decke selbst zusätzlich über zwölf Flankenwege, die daher beim Schallschutznachweis rechnerisch berücksichtigt werden müssen. Im einfachsten Fall sind alle flankierenden Wände gleich aufgebaut. Sie können jedoch auch eine unterschiedliche Konstruktion aufweisen oder sich ober- und unterhalb der Decke voneinander unterscheiden. In diesem Fall erhöht sich der Berechnungsaufwand beträchtlich. Im Holz- und Leichtbau sind für die Flankenübertragung glücklicherweise vor allem die vier

Wege Ff maßgebend, so dass die übrigen Wege näherungsweise vernachlässigt werden können. Verfügt die Decke über einen schwimmenden Estrich, so treten die vier Wege Df ohnehin nicht in Erscheinung.

Für die Trittschalldämmung von Decken gelten analoge Überlegungen wie bei der Luftschalldämmung, auch wenn dort nur eine geringere Anzahl von Flankenwegen vorhanden ist (s. Abb. 4):

Schallübertragung im Prüfstand Kennwert: L_{n,w}

Schallübertragung am Bau Kennwert: L'_{n,w}

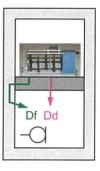


Abb. 4: Trittschalldämmung einer Decke im Prüfstand (links, Kennwert L_{n,w}) und am Bau (rechts, Kennwert L'_{n,w}). Zur Geräuschanregung bei der Messung dient das dargestellte Norm-Trittschallhammerwerk nach DIN EN ISO 10140-5, Anhang E [5]. Im Gegensatz zur Situation im Prüfstand erfolgt die Trittschallübertragung am Bau zusätzlich über die vier Flankenwege Df.

7 Resultierende Luft- und Trittschalldämmung der Decke im Leichtbau

Die Hauptaufgabe bei einem baulichen Schallschutznachweis besteht darin, das resultierende Schalldämm-Maß und den resultierenden Norm-Trittschallpegel der Decke, R'w und L'n,w, unter Berücksichtigung der vorhandenen Flankenwege zu ermitteln, um das Ergebnis mit den geltenden Schallschutzanforderungen vergleichen zu können. Für den Massivbau gibt es hierzu genormte Berechnungsmodelle, die es ermöglichen, die Schalldämmung aus den Eigenschaften der an der Schallübertragung beteiligten Bauteile vorherzubestimmen (DIN 4109-2 [6] in Verbindung mit DIN 4109-31 bis -35). Auch für den Leichtbau ist eine Vorherberechnung der Schalldämmung – wenn auch mit erheblichen Einschränkungen – möglich. Für die in der vorliegenden Stellungnahme betrachtete gemischte Bauweise (Massivdecke mit leichten Flankenwänden) stehen hingegen keine genormten Berechnungsverfahren zu Verfügung und auch in der Fachliteratur sind hier nur wenige Informationen zu finden.

Zwar ist eine Berechnung der Luft- und Trittschalldämmung auch bei gemischter Bauweise nach DIN EN ISO 12354-1 und -2 [7, 8] im Prinzip möglich. Die Berechnung muss jedoch frequenzabhängig erfolgen, ist äußerst kompliziert und aufwändig und erfordert eine genaue Kenntnis der technischen Daten aller Bauteile und Bauteilverbindungen im Schallübertragungsweg. Für die praktische Anwendung bei gemischter Bauweise ist das Modell nach DIN EN ISO 12354-1 daher normalerweise nicht geeignet, und zwar schon deshalb, weil die erforderlichen Ausgangsdaten (wie z. B. Stoßstellendämmung der Verbindungsstellen zwischen leichten und schweren Bauteilen) meist nicht zur Verfügung stehen.

Im Folgenden werden zur Abschätzung der Schalldämmung deshalb vereinfachte Verfahren herangezogen, die teilweise auf den genormten Berechungsmodellen nach DIN 4109 und DIN EN ISO 12354 und teilweise auf Erfahrungswerten und Literaturangaben beruhen. Dabei ist zwischen zwei verschiedenen Fällen zu unterscheiden:

- Handelt es sich bei den Flankenwänden um Massivholzwände, so kann zumindest näherungsweise –
 das Berechnungsmodell für den Massivbau aus DIN 4109-2 herangezogen werden. Wegen der geringen
 Masse der Wände ist es dabei in erster Näherung ausreichend, sich bei der Betrachtung der Flankenübertragung auf die vier Wege Ff zu beschränken.
- Bei Flankenwänden in Ständerbauweise kann näherungsweise davon ausgegangen werden, dass die Luft- und Trittschallübertragung hauptsächlich über die Decke erfolgt und die Flankenübertragung nur eine untergeordnete Rolle spielt. Dies ergibt sich aus der hohen Stoßstellendämmung zwischen Decke und Wänden aufgrund des großen Masseunterschieds, sowie der Tatsache, dass die Decke im Randbereich normalerweise auf einer elastischen Unterlage gelagert ist, was die Stoßstellendämmung noch weiter erhöht. Außerdem weisen Ständerwände im Verhältnis zu ihrer Masse eine sehr hohe Schalldämmung auf, was die Flankenübertragung gleichfalls stark herabsetzt.

Im Folgenden werden die beiden oben beschriebenen Fälle daher jeweils – sowohl bei der Luft- als auch der Trittschalldämmung – getrennt betrachtet. Dabei wird im Sinne einer Maximalabschätzung von einer starren Verbindung zwischen Decke und Flankenwänden ausgegangen, da die Körperschallisolation elastischer Deckenauflager sehr unterschiedlich ausfallen kann und zu den am Bau verwendeten Auflagern keine ausreichenden akustischen Daten vorliegen.

7.1 Luftschalldämmung bei Flankenwänden in Massivholzbauweise

Bei vereinfachter Betrachtung (unter Beschränkung auf die vier Flankenwege Ff ergibt) sich für diese Bausituation nach DIN 4109-2, Abschnitt 4.2.1.1 für das resultierende Schalldämm-Maß der Decke folgender Ausdruck:

$$R'_{w} = -10 \lg \left(10^{-R_{w}/10} + \sum_{Ff=1}^{4} 10^{-R_{Ff,w}/10} \right), \tag{6}$$

mit R'_{w} = bewertetes Schalldämm-Maßes der Decke mit Flankenübertragung in dB, R_{w} = bewertetes Schalldämm-Maßes der Decke ohne Flankenübertragung in dB, $R_{ff,w}$ = bewertete Flankendämm-Maße für die vier Wege Ff in dB.

Die Flankendämm-Maße $R_{ff,w}$ in der obigen Gleichung lassen folgendermaßen ermitteln (DIN 4109-2, Abschnitt 4.2.2.2):

$$R_{Ff,w} = \frac{R_{1,w}}{2} + \frac{R_{2,w}}{2} + K_{ij} + 10 \lg \left(\frac{S_s}{I_f}\right)'$$
 (7)

mit R_{Ff,w} = bewertetes Flankendämm-Maß für den Übertragungsweg Ff in dB,

R_{1,w} = bewertetes Schalldämm-Maß der Flankenwand im Senderaum in dB, R_{2,w} = bewertetes Schalldämm-Maß der Flankenwand im Empfangsraum in dB, K_{ij} = Stoßstellendämm-Maß der Verbindungsstelle zwischen Wand und Decke für den Übertragungsweg Ff in dB,

 S_s = Deckenfläche in m^2 ,

l_f = Länge der Verbindungsstelle zwischen Decke und Wand in m.

Für das Stoßstellendämm-Maß in Gl. (7) gilt folgende Beziehung (DIN 4109-32, Abschnitt 5.2.4.1.5):

$$\begin{split} &K_{ij} = 8,7 + 17,1 \text{ M} + 5,7 \text{ M}^2 & \text{ für M} < 0,182 \\ &K_{ij} = 9,6 + 11,0 \text{ M} & \text{ für M} \ge 0,182 \\ &\text{mit M} = Ig\left(m''_D/m''_W\right) \end{split} \tag{8}$$

mit K_{ij} = Stoßstellendämm-Maß für den Übertragungsweg Ff in dB,

m''_D = flächenbezogene Masse der Decke in kg/m²,

m''w= flächenbezogene Masse der flankierenden Wand in kg/m².

Die obige Beziehung gilt für den Fall, dass Decke und Wand starr miteinander verbunden sind (Berechnungen für elastische Verbindungen sind ebenfalls möglich (DIN 4109-2, Abschnitt 5.3.2), setzen aber Kenntnisse über die Steifigkeit der Trennschicht voraus und werden deshalb hier nicht betrachtet). Außerdem wird vorausgesetzt, dass sich die Decke im angrenzenden Raum fortsetzt und dass die Flankenwände im Übertragungsweg (also die Wände ober- und unterhalb der Decke) die gleiche flächenbezogene Masse aufweisen. Die beschriebene Bausituation wird als Kreuzstoß bezeichnet und ist in Abb. 5 schematisch dargestellt:

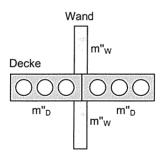


Abb. 5: Schematische Darstellung der Verbindungsstelle zwischen DX-Decke und Wand (Kreuzstoß) zur Berechnung der Stoßstellendämmung nach Gl. (8).

Zur Berechnung des resultierenden bewerteten Schalldämm-Maßes R'_w der Decke nach den Gleichungen (6) bis (8) werden das Schalldämm-Maß, die flächenbezogene Masse und die Abmessungen der Decke und der flankierenden Wände benötigt. Um den Einfluss der Flankenwände auf die Schalldämmung der Decke zu veranschaulichen, wurde eine Beispielrechung durchgeführt, bei der folgende typische Bausituation betrachtet wurde:

Decke: DX-Decke ($R_w = 56 \text{ dB}, \text{ m}'' = 330 \text{ kg/m}^2$) mit einem schwimmendem Estrich ($m'' = 70 \text{ kg/m}^2, \text{ s}' = 70 \text{ kg/m}^2$

10 MN/m³) mit $\Delta L_w \cong 30$ dB und $\Delta R_w \cong 10$ dB und den Abmessungen L x B = 4.0 m x 4.0 m,

Wände: 11,5 cm dicke Massivholzwände mit $\rho = 480 \text{ kg/m}^3$, m'' $\cong 55 \text{ kg/m}^2$ und $R_w = 38 \text{ dB}$, Wandlänge

4,0 m, alle Wände mit gleichem Aufbau.

Unter den beschriebenen baulichen Bedingungen ergibt die Berechnung für die DX-Decke mit schwimmendem Estrich ein Schalldämm-Maß von R'_w ≅ 56 dB. Da ohne Flankenübertragung eine Schalldämmung von R_w = 66 dB vorhanden wäre ($R_{w,RD}$ = 56 dB für die Rohdecke plus ΔR_w = 10 dB für den Estrich) bewirkt die Flankenübertragung in dem betrachteten Fall eine Verschlechterung der Schalldämmung um ca. 10 dB. In der Praxis dürfte die Verschlechterung allerdings zumeist etwas niedriger ausfallen, da die Körperschallisolation vorhandener elastischer Deckenauflager bei der Berechnung nicht berücksichtigt wurde. Die angegebenen Werte sind daher – abhängig von der Isolationswirkung des Auflagers – im Sinne einer Maximalabschätzung zu verstehen.

7.2 Luftschalldämmung bei Flankenwänden in Ständerbauweise

Bei Bauten mit Ständerwänden wird wegen der hohen Stoßstellendämmung zwischen Decke und Wand und der verhältnismäßig hohen Schalldämmung der Wände nur wenig Schall über die flankierenden Bauteile vom Sende- in den Empfangsraum übertragen. Da der Schall nicht von der Decke in die umgebenden Bauteile abfließen kann, verringert sich jedoch der Verlustfaktor der Decke, was zu einer erhöhten Schallabstrahlung und damit zu einer Verminderung der Schalldämmung der Decke in Durchgangsrichtung führt. Gemäß DIN 4109-32, Abschnitt 4.2.2 lässt sich dieser Effekt im Falle der DX-Decke durch die Subtraktion einer pauschalen Korrektur von 6 dB vom bewerteten Schalldämm-Maß berücksichtigen.

Für den in Abschnitt 7.1 beschriebenen Fall der DX-Decke mit schwimmendem Estrich würde sich demnach bei Flankenwänden in Ständerbauweise statt des Ausgangswertes von R_w = 66 dB (Prüfstandswert ohne Flankenübertragung) am Bau ein bewertetes Schalldämm-Maß von R'_w ≅ 60 dB ergeben. Der Einfluss der Flankenübertragung auf die Schalldämmung der Decke ist hier also geringer als bei Massivholzwänden. Diese Ergebnis deckt sich auch mit den vorhandenen Erfahrungswerten und Ergebnissen aus der Literatur [9, 10].

7.3 Trittschalldämmung bei Flankenwänden in Massivholzbauweise

Ähnlich wie bei der Luftschalldämmung kann auch hier zur Ermittlung des bewerteten Norm-Trittschallpegels der Decke näherungsweise das Berechnungsmodell für den Massivbau herangezogen werden. Nach DIN 4109-2, Abschnitt 4.3.2.1.1 wird die Flankenübertragung in diesem Fall global mittels eines Korrekturwertes K berücksichtigt:

$$\mathsf{L'}_{\mathsf{n}\mathsf{w}} = \mathsf{L}_{\mathsf{n}\mathsf{w}} + \mathsf{K}, \tag{9}$$

mit L'_{n,w} = bewerteter Norm-Trittschallpegel der Decke mit Flankenübertragung in dB, L_{n,w} = bewerteter Norm-Trittschallpegel der Decke ohne Flankenübertragung in dB,

K = Korrekturwert zur Berücksichtigung der Flankenübertragung in dB.

Der in Gl. (9) aufgeführte Korrekturwert lässt sich folgendermaßen berechnen:

$$K = 0.6 + 5.5 \lg \left(\frac{m''_{D}}{m''_{W}} \right)'$$
 (10)

mit $m''_D = flächenbezogene Masse der Decke in kg/m^2,$ $m''_W = mittlere flächenbezogene Masse der flankierenden Wände in kg/m^2.$

Für das in Abschnitt 7.1 beschriebene Beispiel (DX-Decke in Verbindung mit Massivholz-Flankenwänden mit einer flächenbezogenen Masse von m'' \cong 55 kg/m²) ergibt sich nach obiger Gleichung ein Korrekturwert von K \cong 5 dB. Bei Einbau eines schwimmenden Estrich mit einer bewerteten Trittschallminderung von $\Delta L_w \cong$ 30 dB erreicht die DX-Decke damit folgende Werte:

im Prüfstand (ohne Flankenübertragung): $L_{n,w} = 46 \text{ dB},$ am Bau (mit Flankenübertragung über Ständerwände): $L'_{n,w} = 51 \text{ dB}.$

Dieser Wert liegt knapp über den Mindestanforderungen an den Trittschallschutz nach DIN 4109 in Höhe von $L'_{n,w} \le 50$ dB. Eine Aussage über die Einhaltung der Schallschutzanforderungen lässt sich hieraus allerdings nicht ableiten, da das verwendete Prognoseverfahren für den betrachteten Anwendungsfall lediglich eine mit erheblicher Unsicherheit behaftete Näherung darstellt. Hinzu kommt, dass die Wirkung elastischer Deckenauflager in der verwendeten vereinfachten Betrachtungsweise nicht enthalten ist. Da ein normgerechtes Berechnungsverfahren nicht verfügbar ist, kann die Einhaltung der Anforderungen hier letztlich nur über eine Messung am Bau nachgewiesen werden.

7.4 Trittschalldämmung bei Flankenwänden in Ständerbauweise

Analog zu der in Abschnitt 7.2 für die Luftschallübertragung beschriebenen Situation erfolgt auch die Trittschallübertragung in Gebäuden mit Ständerwänden überwiegend über die Decke selbst. Andererseits ist auch hier wegen der verminderten Energieableitung an den Bauteilrändern eine Zunahme der in der Decke gespeicherten Körperschallenergie und infolge dessen eine erhöhte Trittschallabstrahlung der Decke zu verzeichnen. Wie beim Luftschall lässt sich dies auch hier näherungsweise durch eine pauschale Korrektur von 6 dB berücksichtigen, die jedoch im Gegensatz zum Luftschall zum bewerteten Norm-Trittschallpegel der Decke zu addieren ist.

Für den in Abschnitt 7.1 beschriebenen Deckenaufbau (DX-Decke mit schwimmendem Estrich mit $\Delta L_w \cong 30$ dB), der im Prüfstand ohne Flankenübertragung für den bewerteten Norm-Trittschallpegel einen Wert von $L_{n,w} = 46$ dB erreicht, ergibt sich somit am Bau in einem Gebäude mit Ständerwänden ein Wert von $L_{n,w} = 52$ dB. Dies entspricht nahezu dem in Abschnitt 7.3 für Flankenwände in Massivholzbauweise ermittelten Ergebnis. Der Unterschied zwischen Flankenwänden in Ständer- und Massivholzbauweise ist beim Trittschall also nur verhältnismäßig gering.

8 Zusammenfassung

Die DX-Decke der Firma Dennert ist eine Hohlkammer-Fertigdecke aus Stahlbeton mit einer Dicke von 200 mm und einer flächenbezogenen Masse von ca. 330 kg/m². Im Rohzustand ohne Deckenauflage erreicht sie im Prüfstand (d. h. ohne Flankenübertragung) folgende Schalldämmwerte:

bewertetes Schalldämm-Maß: $R_w \cong 56 \text{ dB}$, äquivalenter bewerteter Norm-Trittschallpegel: $L_{n,eq,0,w} \cong 76 \text{ dB}$.

Mit Deckenauflage verbessern sich diese Werte naturgemäß erheblich. Mit bauüblichen schwimmenden Estrichen in Nassbauweise ergeben sich – gleichfalls im Prüfstand – abhängig vom Aufbau des Estrichs Werte in folgendem Bereich:

bewertetes Schalldämm-Maß: 59 dB \leq R_w \leq 73 dB, äquivalenter bewerteter Norm-Trittschallpegel: 38 dB \leq L_{n,w} \leq 56 dB.

Am Bau tritt generell eine Verschlechterung der oben genannten Werte ein, da dort im Gegensatz zu einem bauakustischen Prüfstand zusätzlich eine Schallübertragung über die flankierenden Wände erfolgt. Dies gilt sowohl für den Massiv- als auch für den Leichtbau, wobei die Höhe der Verschlechterung in starkem Maße von der baulichen Ausführung der Flankenwände sowie der mechanischen Verbindung zwischen Decke und Wand abhängt. Für den Massivbau lassen sich die resultierenden Werte für die Luft- und Trittschalldämmung der Decke am Bau (bewertetes Schalldämm-Maß R'w und bewerteter Norm-Trittschallpegel L'nw) nach DIN 4109 vorherberechnen. Für gemischte Bauweisen (Massivdecke in Gebäude in Leichtbauweise) sind hingegen keine genormten Nachweisverfahren verfügbar, so dass man auf Abschätzungen und Erfahrungswerte angewiesen ist.

Den durchgeführten Untersuchungen zufolge ist für die DX-Decke in Gebäuden mit Leichtbauwänden unter üblichen baulichen Bedingungen gegenüber den oben angegebenen Prüfstandswerten mit folgenden Verschlechterungen der Schalldämmwerte zu rechnen:

Verminderung der Luftschalldämmung durch Flankenübertragung: maximal ca. 10 dB, Erhöhung des Norm-Trittschallpegels durch Flankenübertragung: maximal ca. 5 - 6 dB.

9 Literatur

- [1] DIN 4109-32: Schallschutz im Hochbau Teil 32: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) Massivbau (Juli 2016).
- [2] Prüfungszeugnis Nr. 2305/484 der Amtlichen Materialprüfanstalt für das Bauwesen (IBMB) der TU Braunschweig vom 14.04.1994.
- [3] DIN 4109-34: Schallschutz im Hochbau Teil 34: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) Vorsatzkonstruktionen vor massiven Bauteilen (Juli 2016).
- [4] DIN 4109-1: Schallschutz im Hochbau Teil 1: Mindestanforderungen (Juli 2016).

- [5] DIN EN ISO 10140-5: Akustik Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand Teil 5: Anforderungen an Prüfstände und Prüfeinrichtungen (Dez. 2010).
- [6] DIN 4109-2: Schallschutz im Hochbau . Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen (Juli 2016).
- [7] DIN EN ISO 12354-1: Bauakustik Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen (Dez. 2000 bzw. Entwurf vom März 2016).
- [8] DIN EN ISO 12354-2: Bauakustik Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften Teil 2: Trittschalldämmung zwischen Räumen (Sept. 2000 bzw. Entwurf vom März 2016).
- [9] Informationsdienst Holz, Holzbau Handbuch Reihe 3, Teil 3, Folge 1: Grundlagen des Schallschutzes in Holzbauten (Okt. 1998).
- [10] Informationsdienst Holz, Holzbau Handbuch Reihe 3, Teil 3, Folge 3: Schalldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken (Mai 1999).

Für Fragen zu der vorliegenden Stellungnahme stehen wir gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

72/2

Dr. Lutz Weber Gruppenleiter