



Schallschutz im Holzbau mit vibradyn



1. Holzbau



Der moderne Gebäudebau ist durch eine Vielzahl an Materialien geprägt, die Häusern ihren ganz besonderen Charakter geben. Stein, Beton, Glas, Stahl und Holz werden dabei oft neu erfunden. Holz, wenngleich sicherlich das älteste Baumaterial, hat längst nicht ausgedient, sondern erlebt ganz im Gegenteil aktuell geradezu eine Renaissance.

Holz als Baustoff für Häuser erfreut sich unter anderem immer größerer Beliebtheit, weil es sich hierbei um einen natürlichen Rohstoff handelt. Die physikalischen Eigenschaften von Holz, insbesondere dessen Schallleitfähigkeit, erfordern allerdings auch geeignete Maßnahmen um die Anforderungen an den Schallschutz zu erfüllen. Gerade an den Stoßstellen kann eine erhöhte Übertragung von Schall beobachtet werden.

Der Einsatz der Produkte PURASYS **vibra**foam und PURASYS **vibra**dyn im Holzbau bringt dabei signifikante Verbesserungen im Schallschutz.





2. Grundlagen

2.1. Schall

Beim Schall handelt es sich um longitudinale Wellen, bei denen die Schwingungen parallel zur Ausbreitungsrichtung der Wellen erfolgen. Schallwellen sind mechanische Wellen und erfordern somit immer das Vorhandensein eines materiellen Mediums.



2.2. Schallarten

Man unterscheidet zwischen Luft- und Körperschall. Luftschall sind die Schallwellen, die sich über die Luft ausbreiten. Körperschall sind die Schallwellen, die sich in einem Festkörper ausbreiten. Trittschall ist eine besondere Form von Körperschall, der durch das Aufeinandertreffen zwei fester Körper entsteht, z.B. durch das Begehen des Bodens.

2.3. Schallintensität I und Schallpegel β

Neben Frequenz, Wellenlänge und Geschwindigkeit hat Schall noch die Eigenschaft der Lautstärke. Allerdings wird der Begriff der Lautstärke als Fachbegriff uneinheitlich verwendet. Die Schallintensität und der Schallpegel sind dagegen klar definiert.

Die **Schallintensität** I einer Schallwelle an einer Fläche ist gleich der durchschnittlichen Übertragungsrate pro Fläche, mit der die Welle Energie durch oder auf die Fläche überträgt:

$$I = \frac{P}{A}$$

P die Zeitrate der Energieübertragung (die Leistung) der Welle

[W]

A die Fläche, auf die der Schall trifft

 $[m^2]$

Das menschliche Ohr kann Geräusche über einen riesigen Intensitätsbereich wahrnehmen. Das Verhältnis zu den Grenzen des menschlichen Hörsystem beträgt 10¹². Zur Vereinfachung des Umganges mit einem solch großen Wertebereich verwendet man Logarithmen.

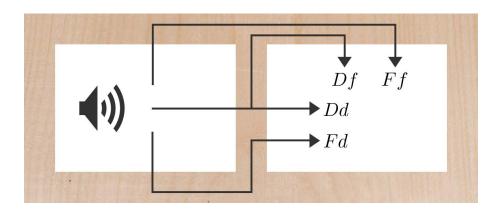
Schallpegel
$$\beta$$
:
$$\beta = (10\,dB)\lg\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

 I_0 standardisierter Referenzwert für die Intensität; $I_0=10^{-12}$

 $[W/m^2]$

Die Abkürzung dB steht für **Dezibel**, der Einheit des Schallpegels. Der Wert für I_0 liegt in der Nähe der unteren Wahrnehmungsgrenze für das menschliche Gehör.

3.1. Kenngrößen



3.1.1. Schallübertragungswege ij zwischen zwei Räumen

Die Schallübertragung zwischen zwei Räumen erfolgt sowohl direkt durch das trennende Bauteil als auch über die Flanken. Für die Gesamtbeurteilung der Luft- und Trittschallübertragung werden alle möglichen Wege ij berücksichtigt. i gibt das angeregte Bauteil an und wird mit D für direkte Anregung oder mit F für die Anregung der Flanke bezeichnet. j gibt das abgestrahlte Bauteil an und wird mit d für direkte Abstrahlung oder mit d für die Abstrahlung der Flanke bezeichnet. Somit hat man immer einen Übertragungswege d0 und mehrere Übertragungswege d1.

3.1.2. Bau-Schalldämm-Maß R^\prime

Das **Bau-Schalldämm-Maß** R' beschreibt das Vermögen eines Trennbauteils den Schall zu dämmen, d. h. es gibt die Pegeldifferenz zwischen zwei Räumen durch das trennende Bauteil an:

$$R' = L_1 - L_2 + 10\lg\left(\frac{S_s}{A}\right) dB$$

L_1	der mittlere Schalldruckpegel im Senderaum	[dB]
L_2	der mittlere Schalldruckpegel im Empfangsraum	[dB]
S_s	die Fläche des trennenden Bauteils	$[m^2]$
\overline{A}	die äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum	$[m^2]$

3.1.3. Norm-Schallpegeldifferenz \mathcal{D}_n

Die **Norm-Schallpegeldifferenz** D_n ist die Differenz aus dem mittleren Schalldruckpegel L_1 im Senderaum und dem mittleren Schalldruckpegel L_2 im Empfangsraum, korrigiert mit einem Term, der die Schallabsorption im Empfangsraum berücksichtigt:

$$D_n = L_1 - L_2 - 10\lg\left(\frac{A}{A_0}\right) dB$$

 A_0 die Bezugs-Absorptionsfläche; $A_0=10$ $\left[m^2\right]$

3.1.4. Norm-Trittschallpegel L_n^\prime

Der **Norm-Trittschallpegel** L_n' ist der von Trenndecken mit einem Norm-Hammerwerk ermittelte Trittschallpegel L_i bezogen auf einen Referenzwert der äquivalenten Absorptionsfläche im Empfangsraum:

$$L_n' = L_i + 10\lg\left(\frac{A}{A_0}\right) dB$$

 L_i der im Empfangsraum gemessene Trittschallpegel

[dB]

3.1.5. Stoßstellendämm-Maß K_{ij}

Das **Stoßstellendämm-Maß** K_{ij} ist die richtungsgemittelte Schnellepegeldifferenz zwischen zwei Bauteilen über eine Stoßstelle, welche auf die Stoßstellenlänge und auf die äquivalente Schallabsorptionslänge beider Bauteile normiert ist, d.h. das Stoßstellendämm-Maß beschreibt die Minderung der Körperschallübertragung an einer im Übertragungsweg ij liegenden Stoßstelle:

$$K_{ij} = rac{D_{v,ij} + D_{v,ji}}{2} + 10\lg\left(rac{l_{ij}}{\sqrt{a_i a_j}}
ight) dB$$

$D_{v,ij}$	die Schnellepegeldifferenz zwischen den Bauteilen i und j , wenn das Bauteil i angeregt wird	[dB]
$D_{v,ji}$	die Schnellepegeldifferenz zwischen den Bauteilen j und i , wenn das Bauteil j angeregt wird	[dB]
l_{ij}	die Stoßstellenlänge zwischen den Bauteilen $i\mathrm{und}j$	[m]
a_i, a_i	die äguivalenten Absorptionslängen der Bauteile i und i	[m]



3.2. Berechnungsverfahren

3.2.1. Luftschalldämmung nach DIN EN ISO 12354-1

Das bewertete **Bau-Schalldämm-Maß** R_w^\prime zwischen zwei Räumen:

$$\begin{split} R'_w &= -10 \lg \left(10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum_{F=1}^n 10^{-R_{Fd,w}/10} \right. \\ &+ \frac{A_0}{S_s} \sum_{j=1}^m 10^{-D_{n,j,w}/10} \right) dB \end{split}$$

mit

$$\begin{split} R_{Dd,w} &= R_{s,w} + \Delta R_{Dd,w} \\ R_{Ff,w} &= \frac{R_{F,w} + R_{f,w}}{2} + \Delta R_{Ff,w} + K_{Ff} + 10 \lg \left(\frac{S_s}{l_0 l_f}\right) dB \\ R_{Df,w} &= \frac{R_{s,w} + R_{f,w}}{2} + \Delta R_{Df,w} + K_{Df} + 10 \lg \left(\frac{S_s}{l_0 l_f}\right) dB \\ R_{Fd,w} &= \frac{R_{F,w} + R_{s,w}}{2} + \Delta R_{Fd,w} + K_{Fd} + 10 \lg \left(\frac{S_s}{l_0 l_f}\right) dB \end{split}$$

$R_{Dd,w}$	das bewertete Schalldämm-Maß für die direkte Luftschallübertragung	[dB]
$R_{Ff,w}$	das bewertete Flankendämm-Maß für den Übertragungsweg Ff	[dB]
$R_{Df,w}$	das bewertete Flankendämm-Maß für den Übertragungsweg Df	[dB]
$R_{Fd,w}$	das bewertete Flankendämm-Maß für den Übertragungsweg Fd	[dB]
$D_{n,j,w}$	die bewertete Norm-Schallpegeldifferenz für die Übertragung durch ein kleines technisches Bauteil $j\left(D_{n,e}\right)$ oder ein Luftschallübertragungssystem $j\left(D_{n,s}\right)$	[dB]
\overline{n}	die Anzahl der flankierenden Bauteile in einem Raum	[-]
\overline{m}	die Anzahl der Bauteile oder Systeme $\it j$ für die Luftschallübertragung	[-]
$R_{s,w}$	das bewertete Schalldämm-Maß des trennenden Bauteils	[dB]
$\Delta R_{Dd,w}$	die bewertete Verbesserung des Gesamt-Schalldämm-Maßes durch zusätzliche Vorsatzschalen auf der Sende- und/oder Empfangsseite des trennenden Bauteils	[dB]
$R_{F,w}$	das bewertete Schalldämm-Maß des flankierenden Bauteils ${\cal F}$ im Senderaum	[dB]
$R_{f,w}$	das bewertete Schalldämm-Maß des flankierenden Bauteils f im Empfangsraum	[dB]
$\Delta R_{Ff,w}$	das gesamte bewertete Luftschallverbesserungsmaß durch eine zusätzliche Vorsatzschale auf der Sende- und/oder Empfangsseite des flankierenden Bauteils	[dB]
$\Delta R_{Df,w}$	das gesamte bewertete Luftschallverbesserungsmaß durch eine zusätzliche Vorsatzschale am trennenden Bauteil auf der Sendeseite und/oder am flankierenden Bauteil auf der Empfangsseite	[dB]
$\Delta R_{Fd,w}$	das gesamte bewertete Luftschallverbesserungsmaß durch eine zusätzliche Vorsatzschale am flankierenden Bauteil auf der Sendeseite und/oder am trennenden Bauteil auf der Empfangsseite	[dB]
l_f	die gemeinsame Kopplungslänge der Stoßstelle zwischen dem trennenden Bauteil und den flankierenden Bauteilen ${\cal F}$ und ${\cal f}$	[m]
$\overline{l_0}$	die Bezugs-Kopplungslänge; $l_0=1$	[m]

3.2.2. Trittschalldämmung nach DIN EN ISO 12354-2

Für nebeneinanderliegende Räume ist der **Gesamt-Trittschallpegel** $L_{n,w}^{\prime}$ im Empfangsraum

$$L_{n,w}' = 10\lg\left(\sum_{j=1}^n 10^{L_{n,ij,w}/10}\right)\,dB$$

$$L_{n,ij,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_w + \frac{R_{i,w} - R_{j,w}}{2} - \Delta R_{j,w} - K_{ij} - 10 \lg \left(\frac{S_i}{l_0 l_{ij}}\right) dB$$

Für übereinanderliegende Räume ist der Gesamt-Trittschallpegel im Empfangsraum gegeben

$$L'_{n,w} = 10 \lg \left(10^{L_{n,d,w}/10} + \sum_{j=1}^n 10^{L_{n,ij,w}/10} \right) \, dB$$
 mit

$$L_{n,d,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_w - \Delta L_{d,w} dB$$

$L_{n,ij,w}$	Der bewertete Norm-Trittschallpegel flankierender Bauteile, der auf der Decke i erzeugt und durch das Bauteil j abgestrahlt wird	[dB]
n	die Anzahl der Bauteile	[-]
$L_{n,eq,0,w}$	der äquivalente bewertete Norm-Trittschallpegel der Rohdecke	[dB]
ΔL_w	die bewertete Trittschallminderung durch die Deckenauflage	[dB]
$R_{i,w}$	das bewertete Schalldämm-Maß der Decke i	[dB]
$R_{j,w}$	das bewertete Schalldämm-Maß des Bauteils \boldsymbol{j}	[dB]
$\Delta R_{j,w}$	das bewertete Luftschallverbesserungsmaß durch eine Vorsatzkonstruktion auf der Empfangsseite des flankierenden Bauteils \boldsymbol{j}	[dB]
S_i	die Fläche des Bauteils i	$[m^2]$
$L_{n,d,w}$	der bewertete Norm-Trittschallpegel für den direkten Übertragungsweg	[dB]
$\Delta L_{d,w}$	die bewertete Trittschallminderung durch eine Vorsatzkonstruktion auf der Empfangsseite des trennenden Bauteils	[dB]

4. PURASYS vibrafoam und vibradyn

4.1. Allgemeines

Mit den technisch hochwertigen PURASYS **vibra**foam und PURASYS **vibra**dyn Produkten aus gemischtzelligem bzw. geschlossenzelligem Polyurethan lassen sich anspruchsvolle Projekte aus dem Bereich der Schwingungsentkopplung und Schallisolierung umsetzen.

Durch das fein abgestufte Spektrum an Standardtypen ist es möglich für jeden Lastbereich die passende Type zu finden.

PURASYS **vibra**foam und PURASYS **vibra**dyn zeichnen sich durch ihre dauerhaft konstante Isolierwirkung aus und verfügen über hervorragende chemische Eigenschaften, die dem Material auch gegen Wasser, Beton, Öle und verdünnte Säuren bzw. Laugen eine hohe Beständigkeit verleihen.

Bei PURASYS Produkten handelt es sich um geprüfte und durch DIBt zugelassene Produkte.

4.2. Einsatz im Holzbau

PURASYS Produkte werden zur Schallentkopplung bei vertikaler Flankenübertragung eingesetzt. Durch die Anbringung der PURASYS **vibra**foam und PURASYS **vibra**dyn an den Stoßstellen, d.h. zwischen den Trenndecken und den Wänden, werden deutliche Verbesserungen in den Stoßstellendämm-Maßen erzielt.

4.3. Stoßstellendämm-Maß K_{ij}

Die Stoßstellendämm-Maße für PURASYS Produkte basieren auf Werten, die vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik in Stuttgart ermittelt wurden. Die Messungen wurden in Anlehnung an DIN EN ISO 10848-4 bei Anregung mit einem elektrodynamischen Schwingungserreger bei einer realitätsnahen Holzbau-Konstruktion durchgeführt.

Die Verbesserungen ΔK_{ij} gegenüber der starren Verbingung $K_{ij,starr}$ können als Richtwerte für die Berechnungen herangezogen werden:

$$K_{ij} = K_{ij,starr} + \Delta K_{ij}$$



	K_{Df} [dB]	K_{Ff} [dB]	$\Delta K_{Df} [dB]$	$\Delta K_{Ff} [dB]$
starr (ohne Lager)	10,8	13,5	0	0
PURASYS vibra foam 6mm (Lager oben und unten)	18,5	24,0	7,7	10,5
PURASYS vibra foam 12,5mm (Lager oben und unten)	20,1	24,2	9,3	10,7
PURASYS vibra dyn 6mm (Lager oben und unten)	19,4	24,0	8,6	10,5
PURASYS vibra dyn 12,5mm (Lager oben und unten)	20,7	24,4	9,9	10,9