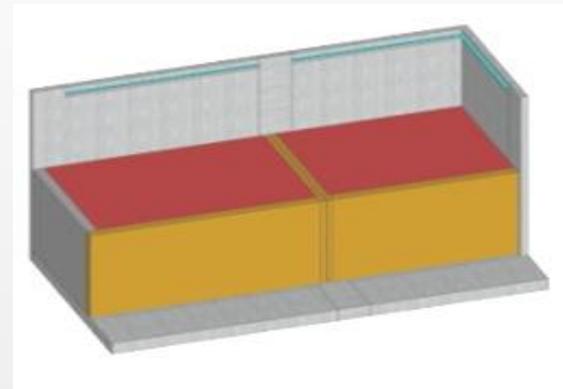
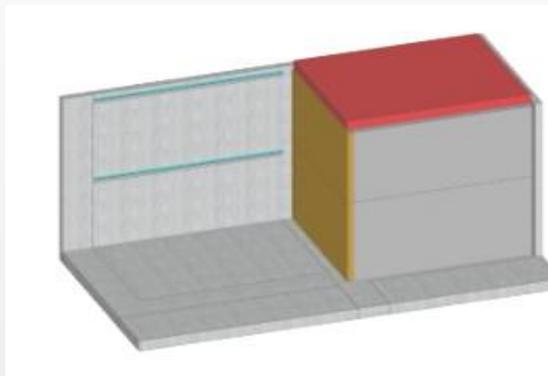


Leichtbauprüfstand

Ergebnisse für die Nebenwegübertragungen



Dr. Christoph Geyer

Prof. für Bauphysik

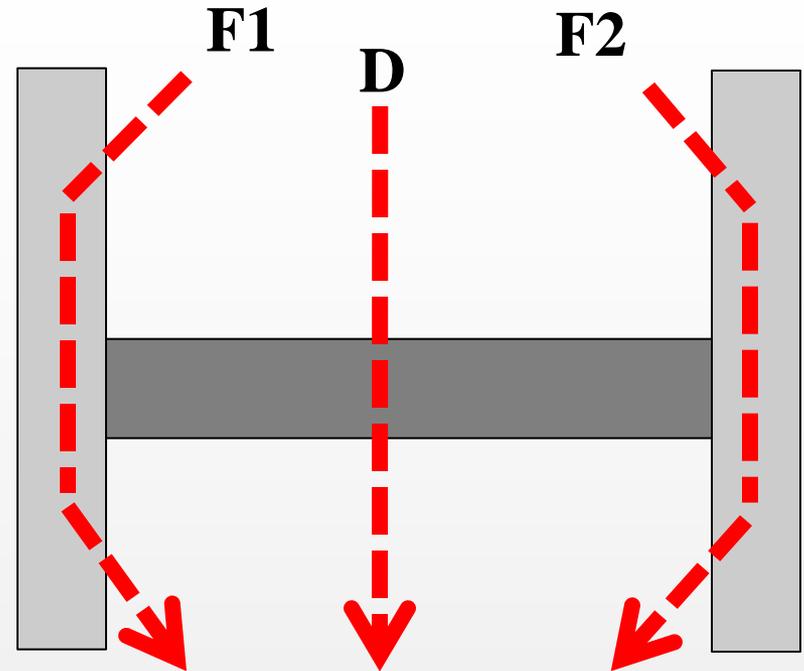
Der Leichtbauprüfstand in Dübendorf

- ➔ Leichtbauprüfstand wurde erstellt von
 - ▶ EMPA
 - ▶ Berner Fachhochschule
- ➔ Investitionen von 1.2 Mio. SFr
- ➔ Messungen sind Teil des Forschungsschwerpunkts Schallschutz im Holzbau
- ➔ vom BAFU im Rahmen des Aktionsplans Holz und von diversen Industriepartnern gefördert



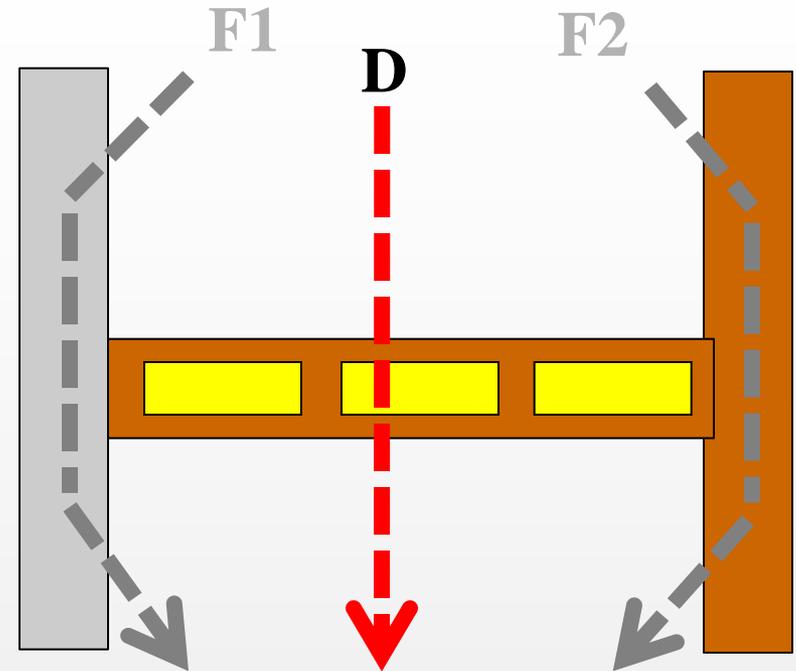
Schallübertragungswege

- ➔ Luft- und Trittschallübertragung erfolgt immer über
 - ▶ das trennende Bauteil
 - ▶ und die Flanken



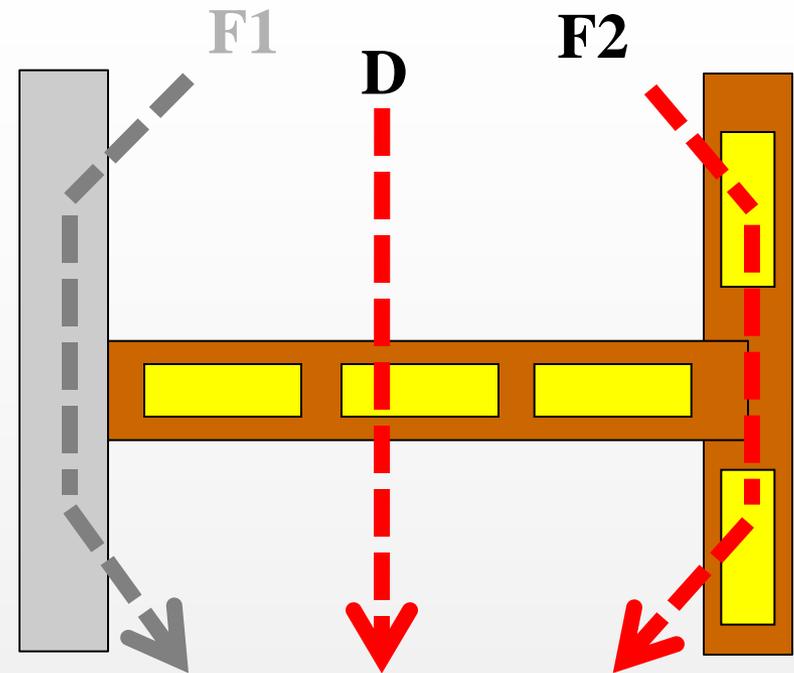
Grenzschalldämmung

- ➔ Zunächst wird die **Grenzschalldämmung** für **jede** Decke gemessen
- ➔ Hierfür werden **Massivholz-Wandelemente** mit **sehr geringer Flankenschallübertragung** eingebaut
- ➔ diese werden als **Defaultelemente** bezeichnet



Flankenschalldämmung

- ➔ Für eine **zweite Messung** wird die **Prüfwand** eingebaut
- ➔ Die **Messung** wird **wiederholt**, um die **Flankenübertragung über diese Wand** zu bestimmen



Messung Luftschallübertragung Raum zu Raum Leichtbauprüfstand

➔ Messung von 50 Hz bis 5000 Hz

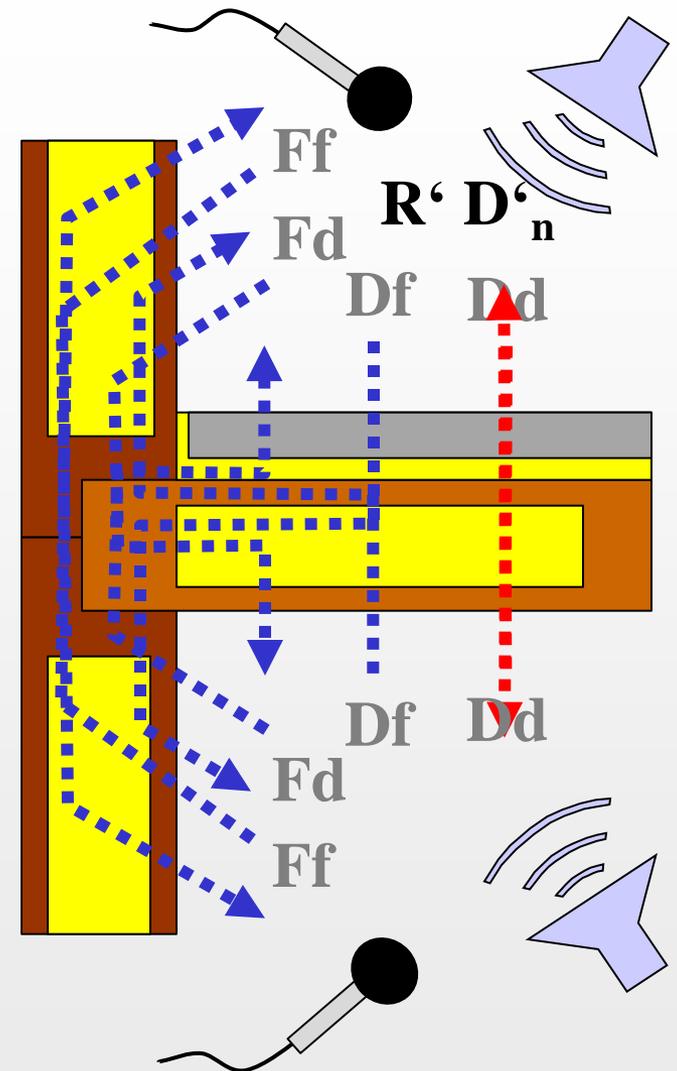
- ▶ mittlerer Schallpegel im Senderraum L_S
- ▶ mittlerer Schallpegel im Empfangsraum L_E

➔ Bestimmung Schalldämm-Maß von Raum zu Raum, R'

$$R' = L_S - L_E + 10 \cdot \lg\left(\frac{S}{A}\right)$$

➔ Bestimmung Norm-Schallpegeldifferenz von Raum zu Raum, D'_n

$$D'_n = L_S - L_E - 10 \cdot \lg\left(\frac{A}{10m^2}\right)$$

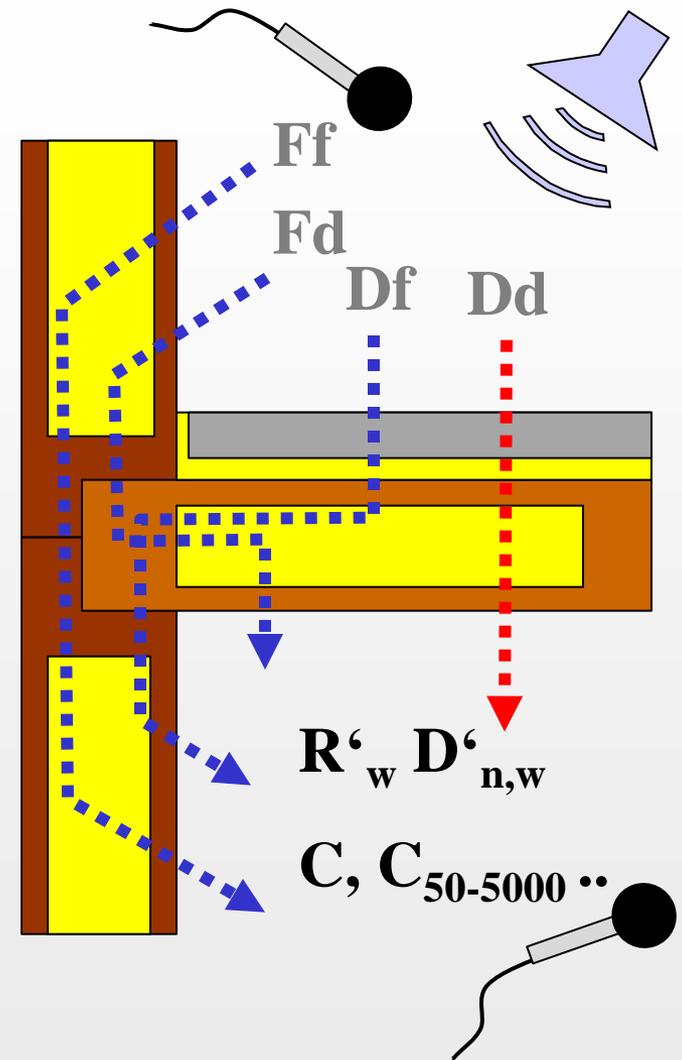


Messung Luftschallübertragung Raum zu Raum Leichtbauprüfstand

➔ frequenzabhängige Schalldämmwerte im Frequenzbereich 50 Hz bis 5000 Hz

=> Bestimmung

- ▶ der Einzahlwerte R'_w und $D'_{n,w}$
- ▶ Spektrum-Anpassungswerte C , $C_{50-5000}$, C_{tr} , $C_{tr,50-5000}$



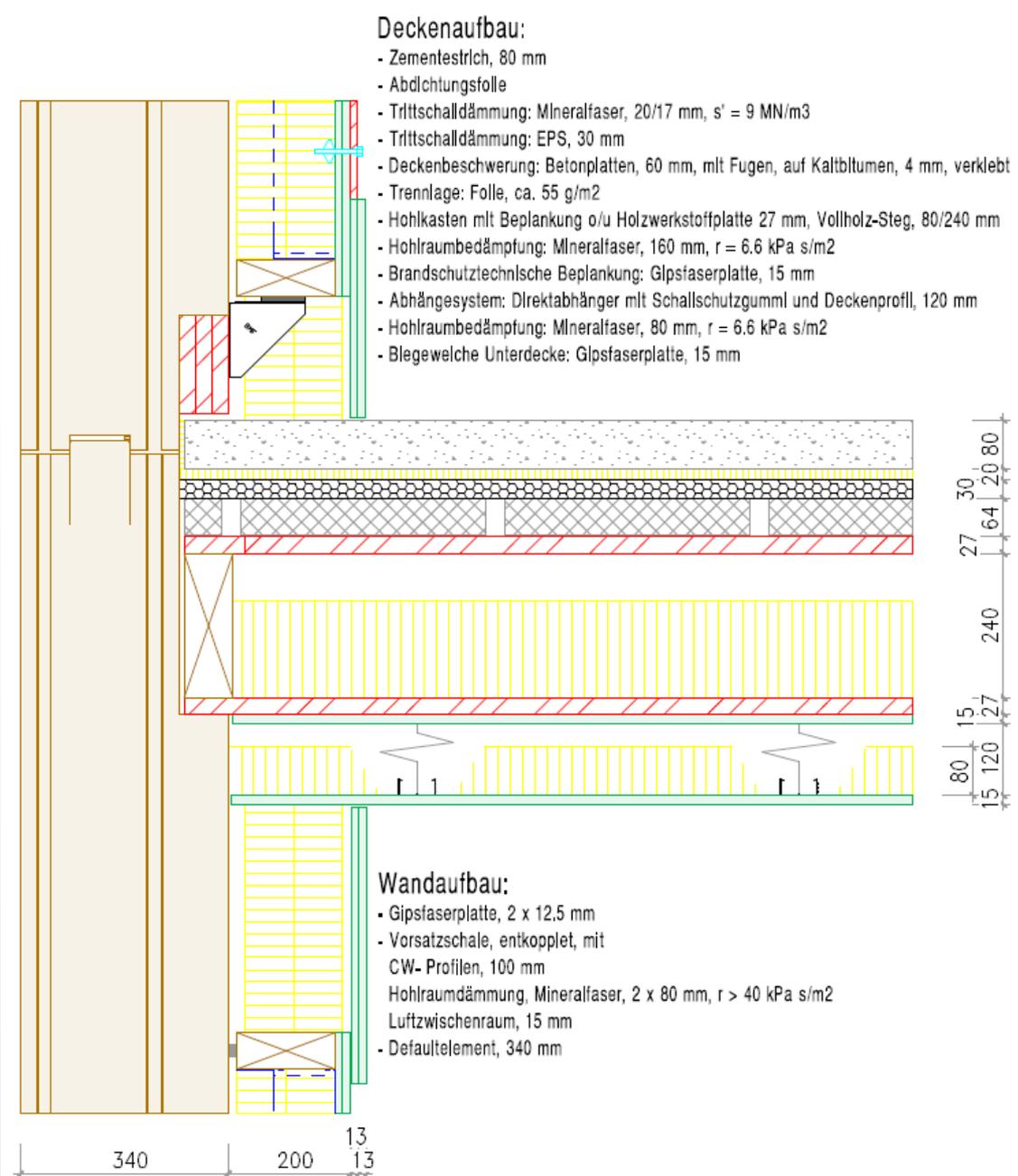
Messung der Grenzschalldämmung

➔ Messung mit Defaultelementen liefert die maximale Schalldämmung des Prüfstands R'_{max}

➔ Annahme: Flankenschallübertragung ist wesentlich kleiner als direkte Schallübertragung

➔ maximale Schalldämmung entspricht der Direktschalldämmung der Geschossdecke

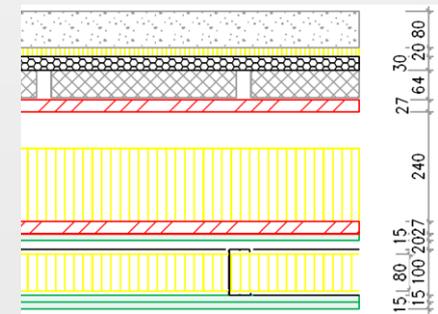
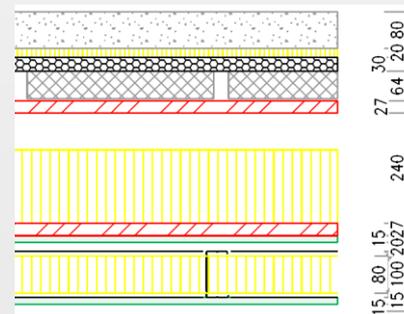
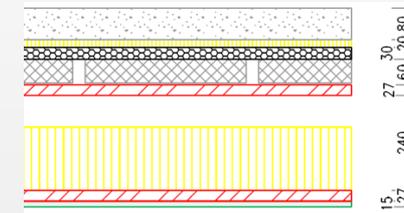
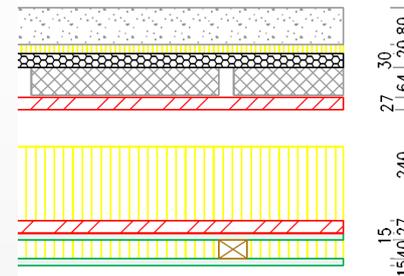
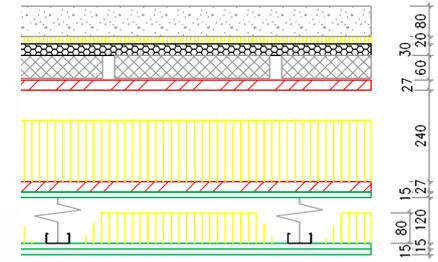
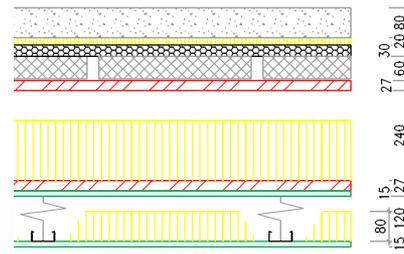
$$R'_{max} \approx R$$



Grenzschalldämmung

➔ 6 Hohlkastendecken mit Defaultelementen gemessen:

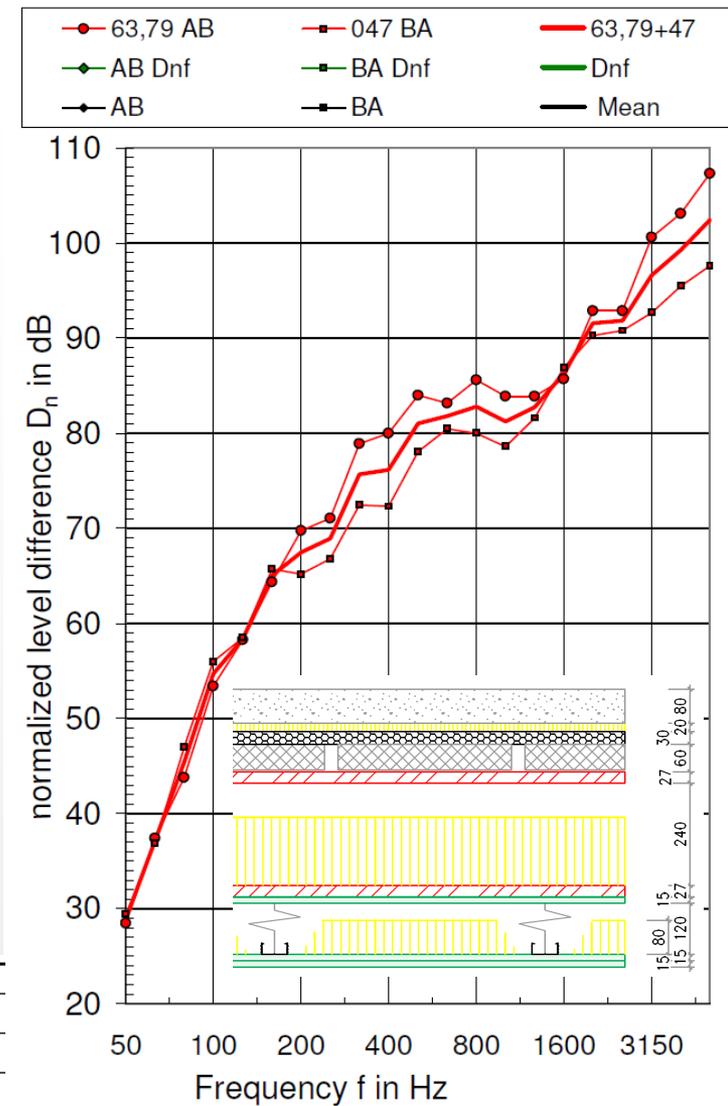
- ▶ **elastisch** abgehängte Decke
 - ➔ mit **doppelter** Beplankung
 - ➔ mit **einfacher** Beplankung
- ▶ **starr** abgehängte Decke
 - ➔ mit **einfacher** Beplankung
- ▶ **ohne** abgehängte Decke
- ▶ mit **freitragender** Unterdecke
 - ➔ mit **doppelter** Beplankung
 - ➔ mit **einfacher** Beplankung



Grenzschalldämmung Luftschallschutz

➔ Elastisch abg. Decke, **doppelt** beplankt

$$D_{n,w} \text{ (C; } C_{tr} \text{)} = 80(-3; -9) \text{ dB}$$



Bewertung nach ISO 717-1:							
$D_{n,w}(C, C_{tr}) = ($	82	-3,9	-11	) dB	63,79 AB	$C_{50-5000} = -14$ dB ;	$C_{tr,50-5000} = -30$ dB
$D_{n,w}(C, C_{tr}) = ($	79	-2,1	-7	) dB	047 BA	$C_{50-5000} = -11$ dB ;	$C_{tr,50-5000} = -26$ dB
$D_{n,w}(C, C_{tr}) = ($	80	-3	-9	) dB	63,79+47	$C_{50-5000} = -13$ dB ;	$C_{tr,50-5000} = -28$ dB

Grenzschalldämmung Luftschallschutz

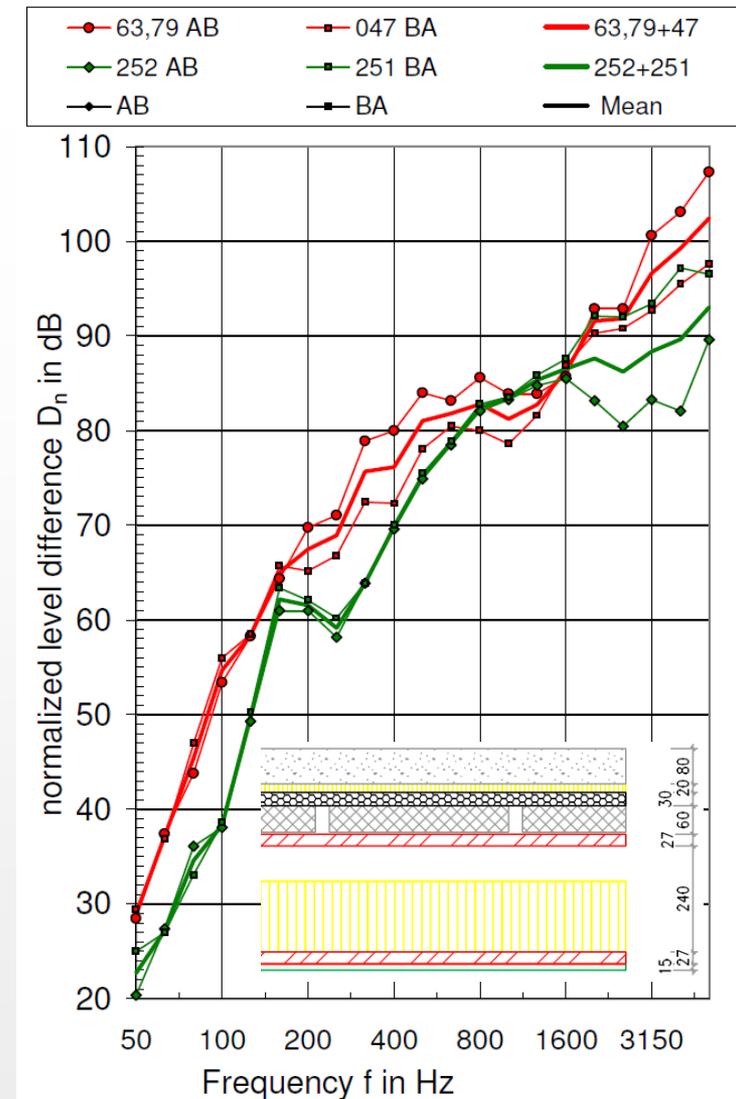
➔ Vergleich **elastisch abg. Decke**

▶ doppelt beplankt

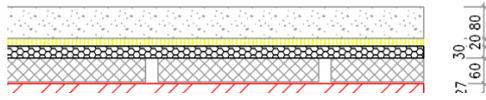
$$D_{n,w} \text{ (C; } C_{tr} \text{)} \hat{=} 80(-3; -9) \text{ dB}$$

▶ **ohne** abgehängte Decke

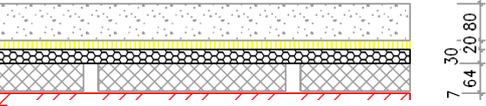
$$D_{n,w} \text{ (C; } C_{tr} \text{)} \hat{=} 72(-6; -14) \text{ dB}$$



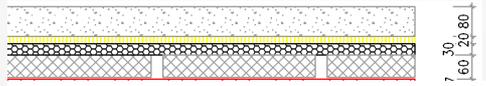
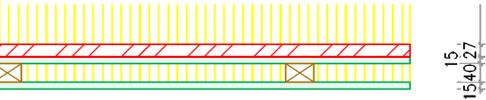
Grenzschalldämmung der Hohlkastendecken Luftschall



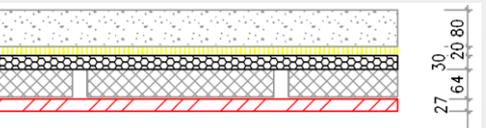
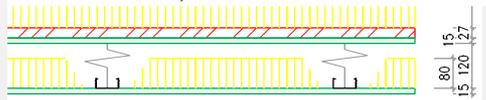
$$D_{n,w}(C; C_{tr}) = 72(-6; -14) \text{ dB}$$



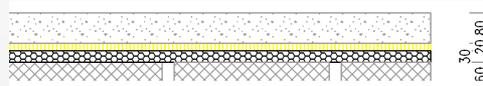
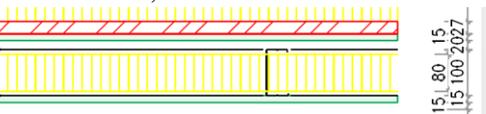
$$D_{n,w}(C; C_{tr}) = 74(-7; -15) \text{ dB}$$



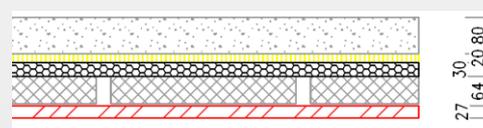
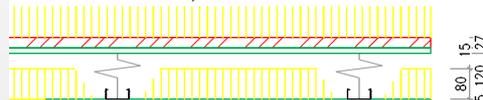
$$D_{n,w}(C; C_{tr}) = 81(-4; -10) \text{ dB}$$



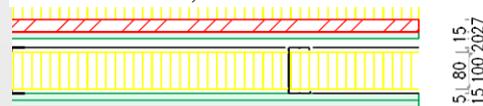
$$D_{n,w}(C; C_{tr}) = 81(-4; -10) \text{ dB}$$



$$D_{n,w}(C; C_{tr}) = 80(-3; -9) \text{ dB}$$



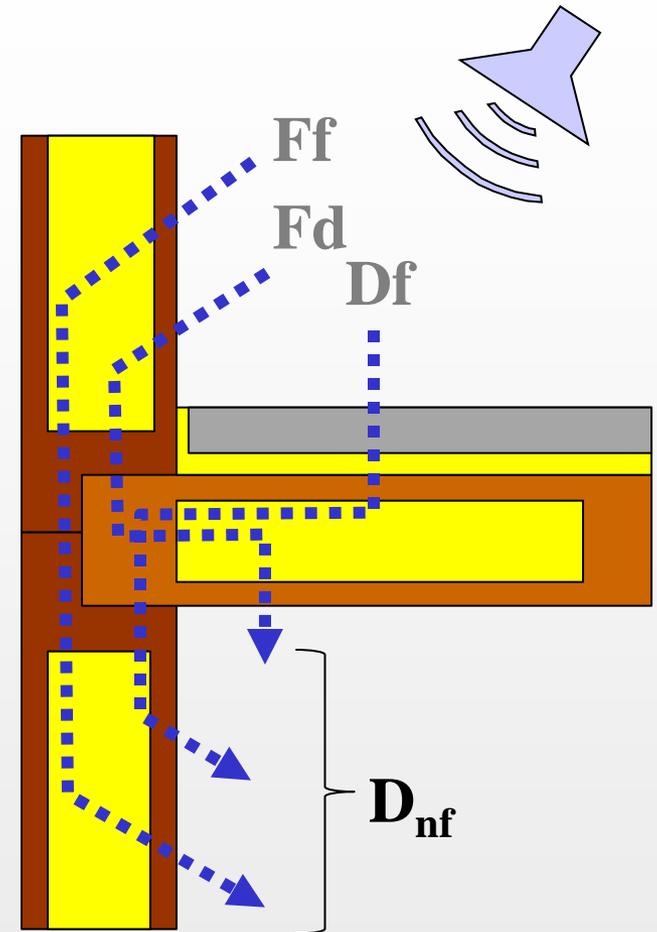
$$D_{n,w}(C; C_{tr}) = 80(-3; -9) \text{ dB}$$



Bestimmung Luftschallübertragung der Flanke

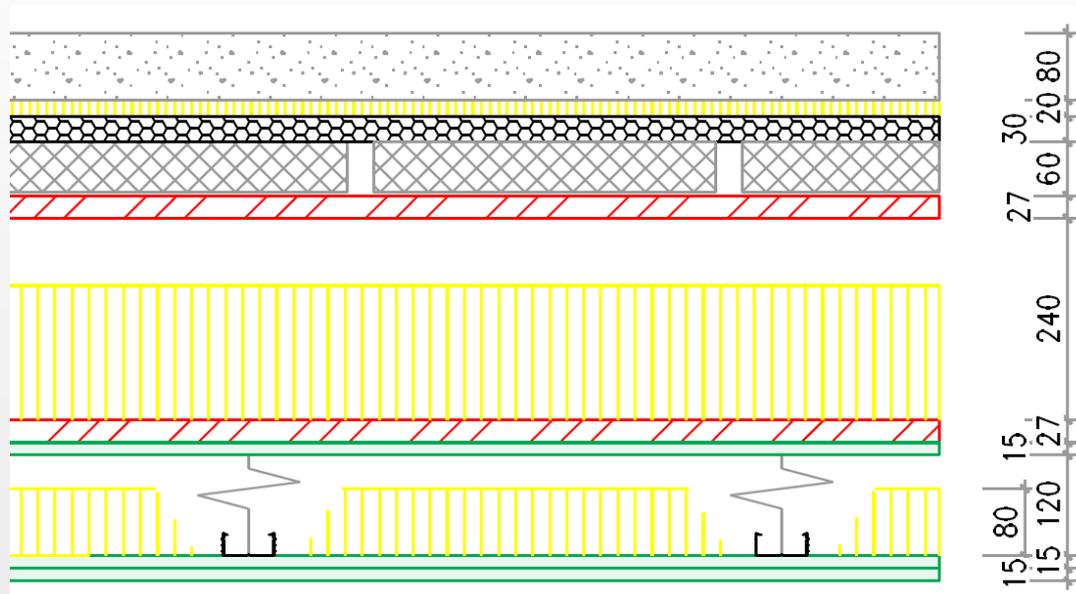
- ➔ Einbau der zu untersuchenden flankierenden Holzständerwand
- ➔ Messung der Norm-Schallpegeldifferenz D'_n
- ➔ Berechnung Norm-Flankenschallpegeldifferenz D_{nf}

$$D_{nf} = -10 \cdot \lg \left(10^{\frac{-D'_n}{10 \text{ dB}}} - 10^{\frac{-D'_{n,\max}}{10 \text{ dB}}} \right)$$

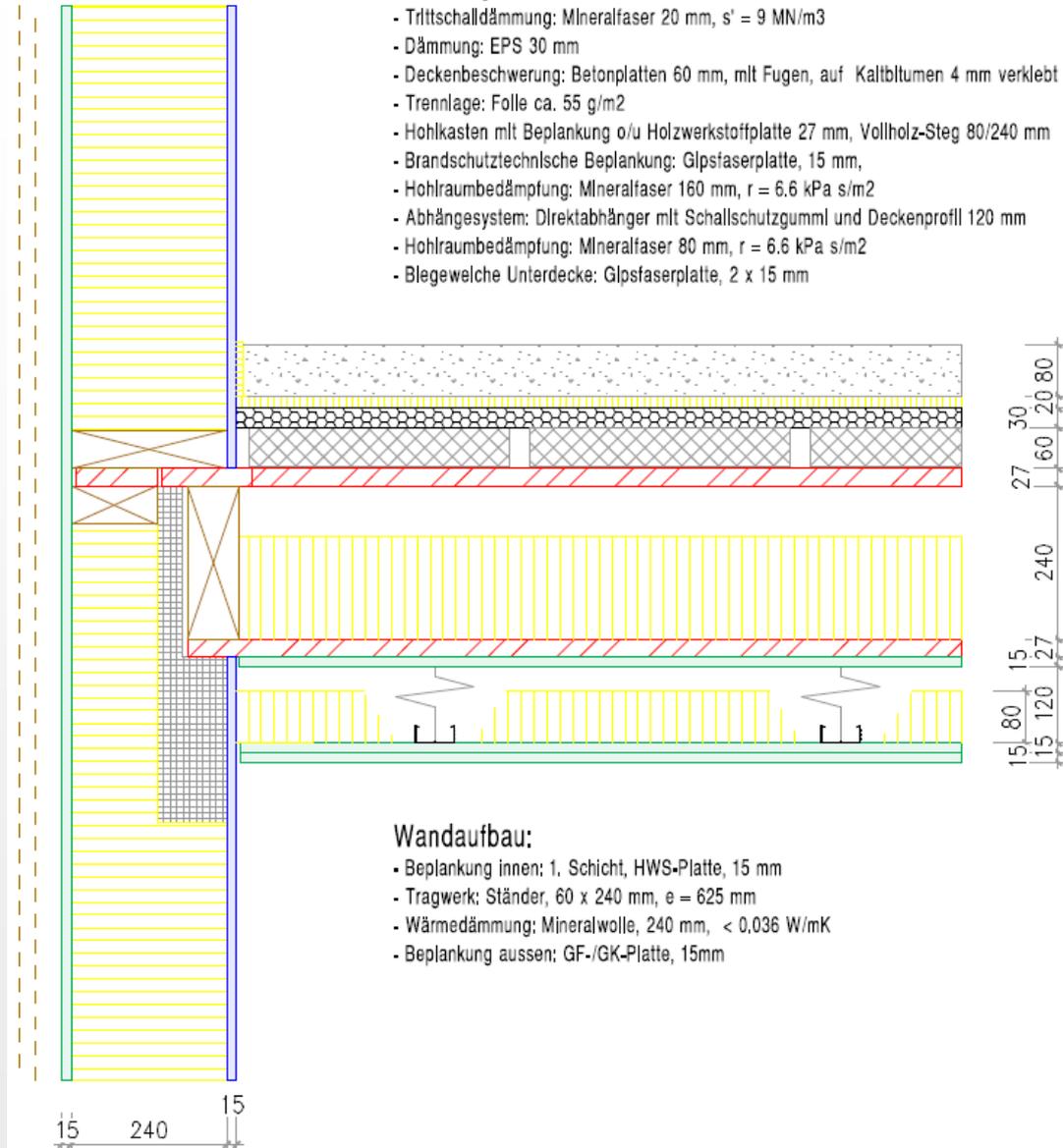


Flankenschallübertragung

Hohlkastendecke mit elastisch abgehängter, doppelt beplankter Decke



Holzständerwand einfach beplankt



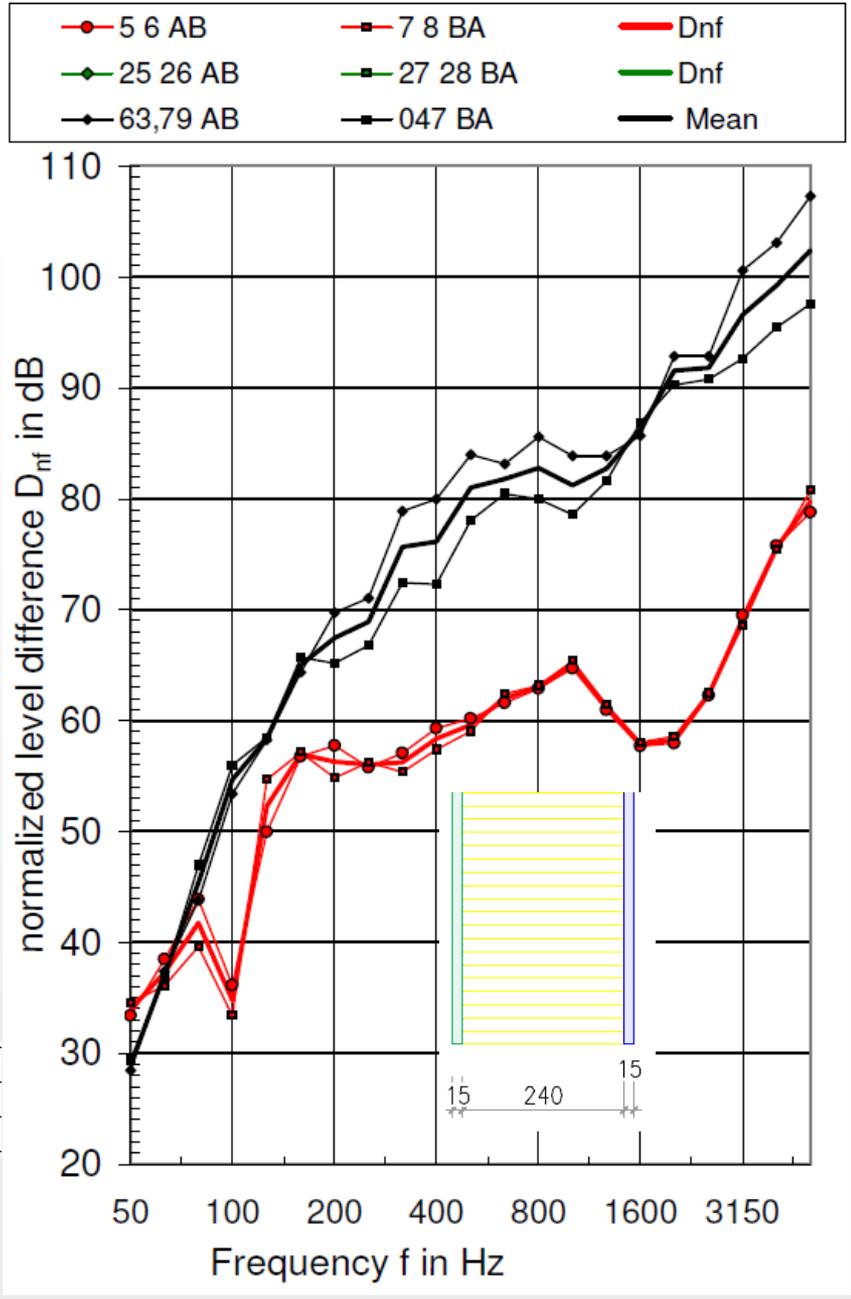
Flankenschallübertragung Luftschall

➔ Holzständerwand

▶ einfach beplankt

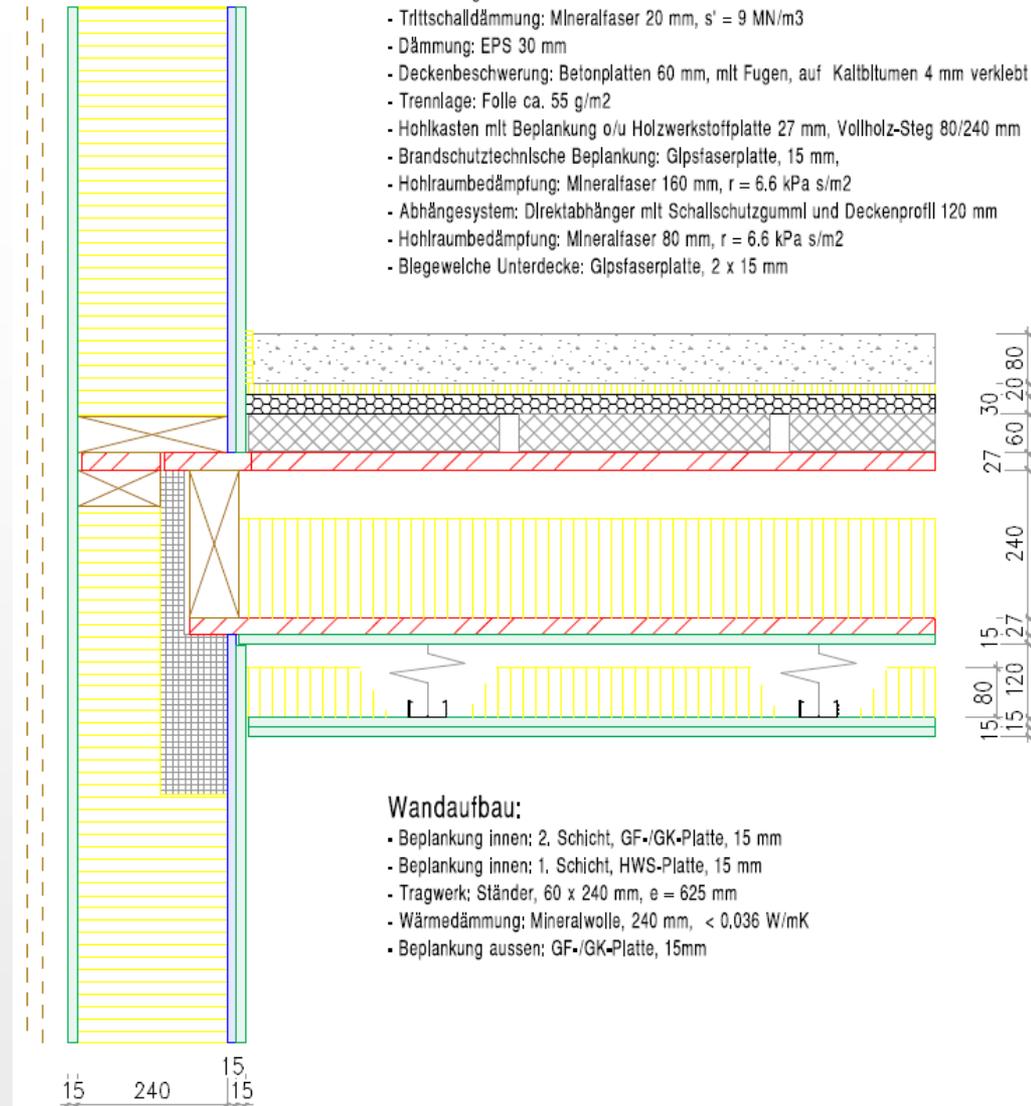
$$D_{nf,w} \text{ (C; } C_{tr} \text{)} = 61(-2; -7) \text{ dB}$$

$D_{nf,w}(C, C_{tr}) = ($	61	-2,2	-7	) dB	5 6 AB	$C_{50-5000} = -2$ dB ;	$C_{tr,50-5000} = -9$ dB
$D_{nf,w}(C, C_{tr}) = ($	61	-2,4	-8	) dB	7 8 BA	$C_{50-5000} = -2$ dB ;	$C_{tr,50-5000} = -10$ dB
$D_{nf,w}(C, C_{tr}) = ($	61	-2,3	-7	) dB	Dnf	$C_{50-5000} = -2$ dB ;	$C_{tr,50-5000} = -10$ dB



Holzständerwand doppelt beplankt

➔ Was bringt die 2. Beplankung?



Flankenschallübertragung Luftschall

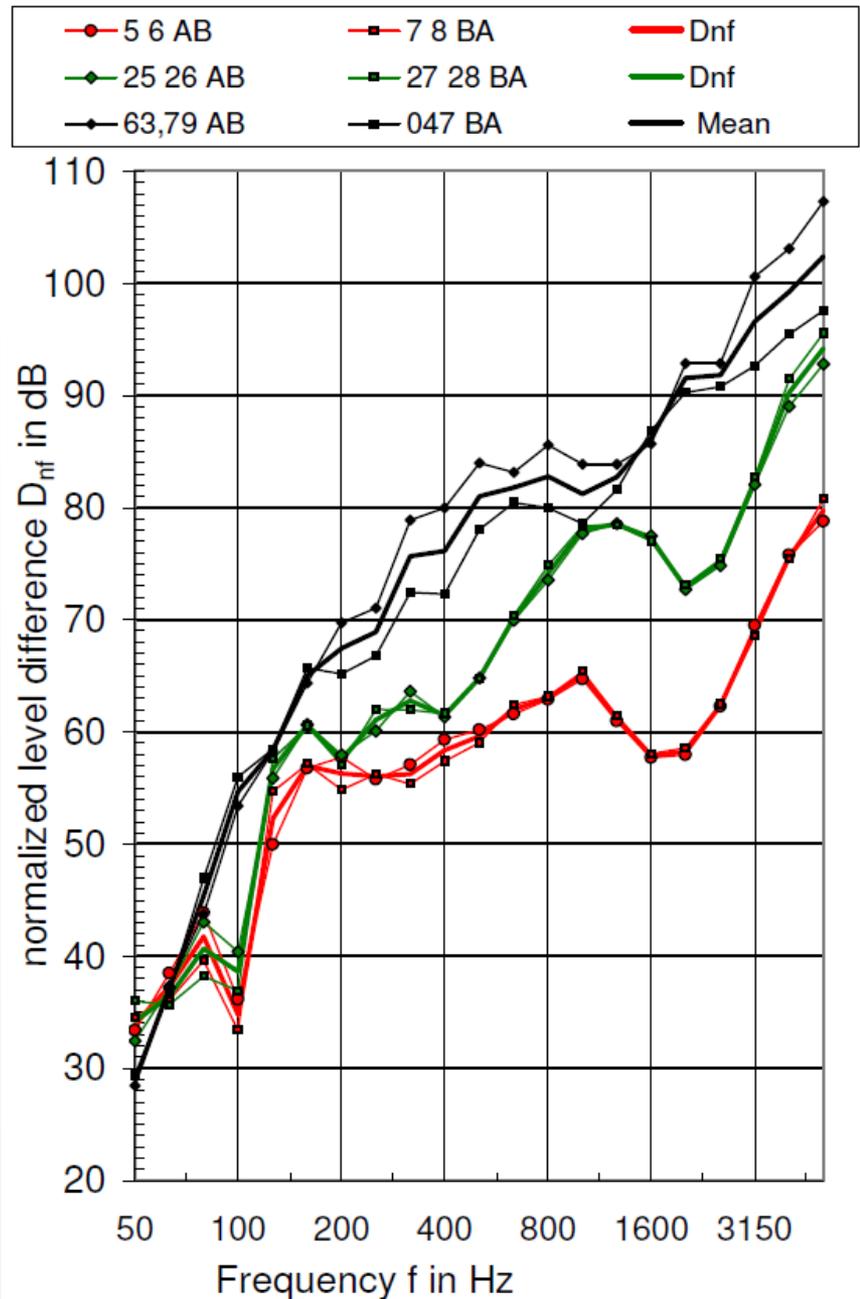
➔ Holzständerwand

- ▶ einfach beplankt

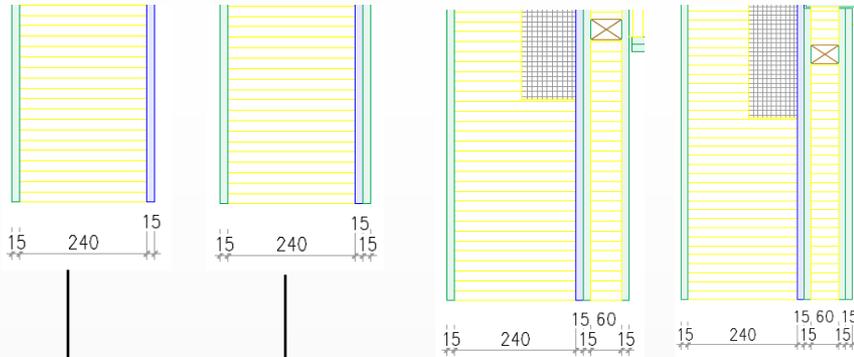
$$D_{nf,w} \text{ (C; } C_{tr} \text{)} = 61(-2; -7) \text{ dB}$$

- ▶ doppelt beplankt

$$D_{nf,w} \text{ (C; } C_{tr} \text{)} = 70(-4; -12) \text{ dB}$$



Flankenschalldämmung der Holzständerwand Luftschall elastisch abg. Decke doppelt beplankt



$$D_{nf,w}(C; C_{tr}) = 77(-3; -10) \text{ dB}$$

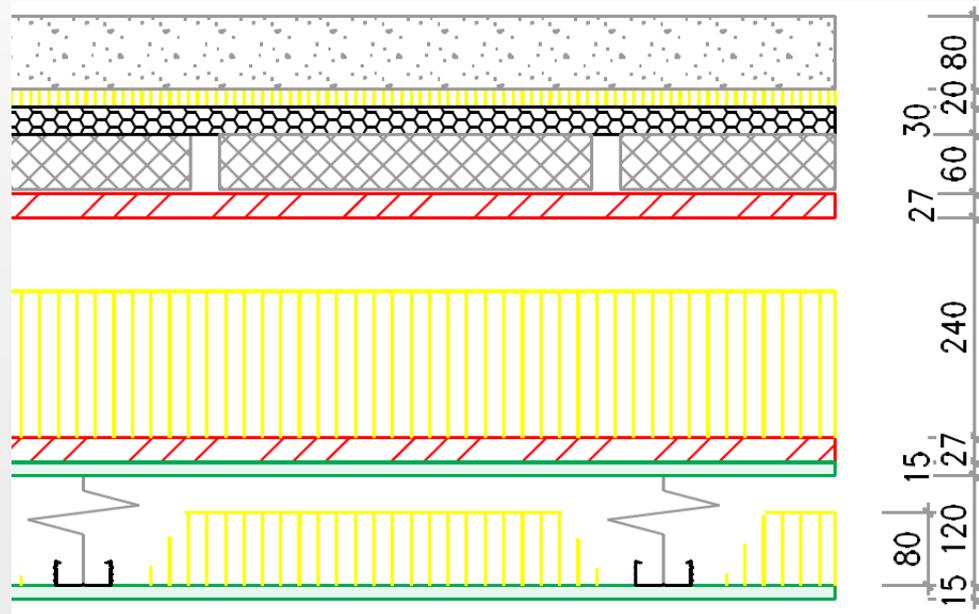
$$D_{nf,w}(C; C_{tr}) = 73(-3; -9) \text{ dB}$$

$$D_{nf,w}(C; C_{tr}) = 70(-4; -12) \text{ dB}$$

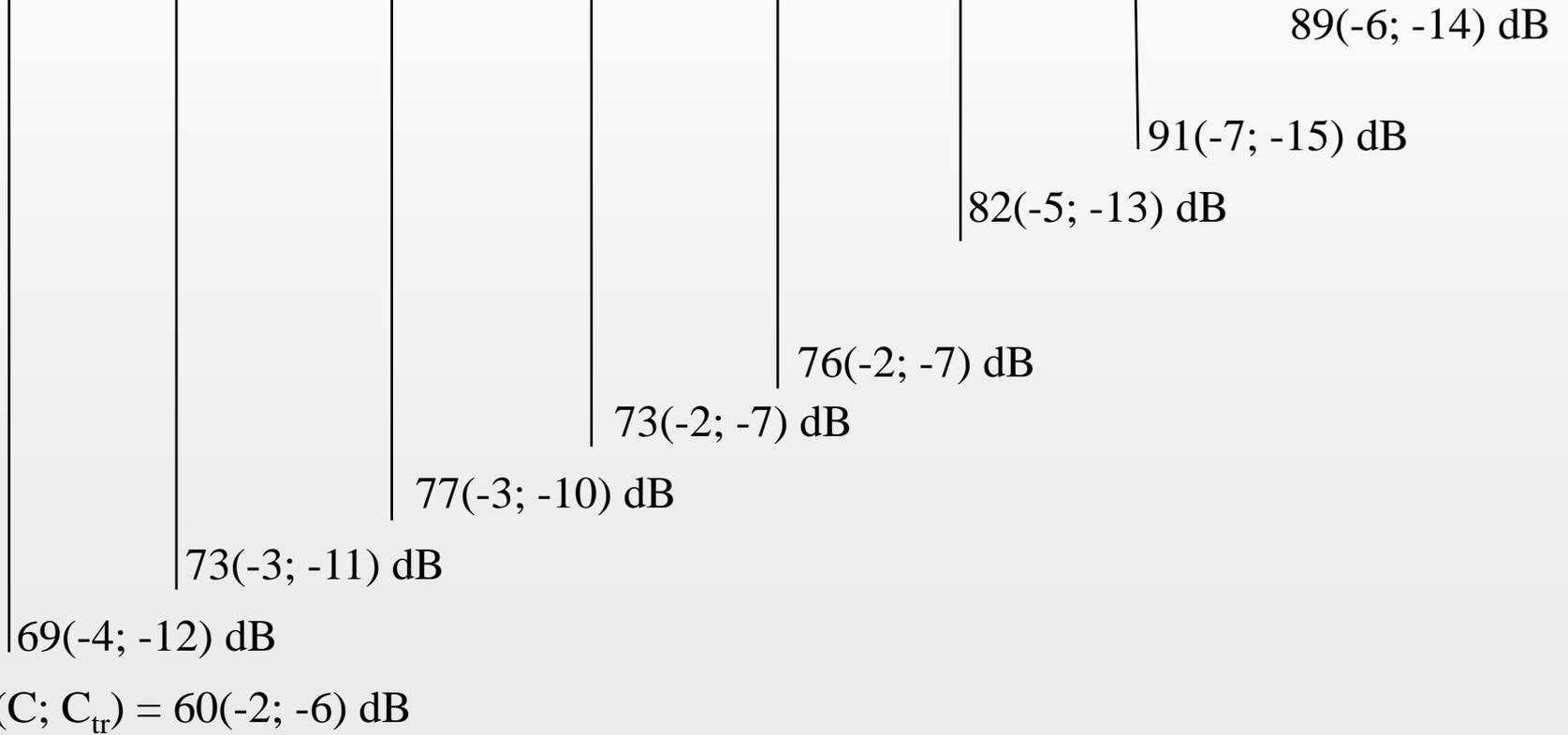
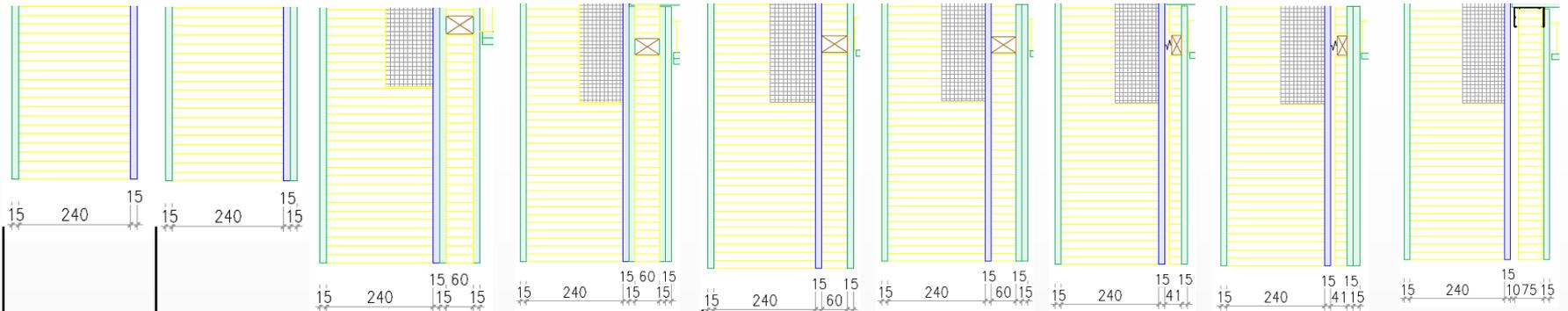
$$D_{nf,w}(C; C_{tr}) = 61(-2; -7) \text{ dB}$$

Flankenschallübertragung

Hohlkastendecke mit elastisch abgehängter, einfach beplankter Decke



Flankenschalldämmung der Holzständerwand Luftschall elastisch abg. Decke, einfach beplankt



$D_{nf,w}(C; C_{tr}) = 60(-2; -6)$ dB

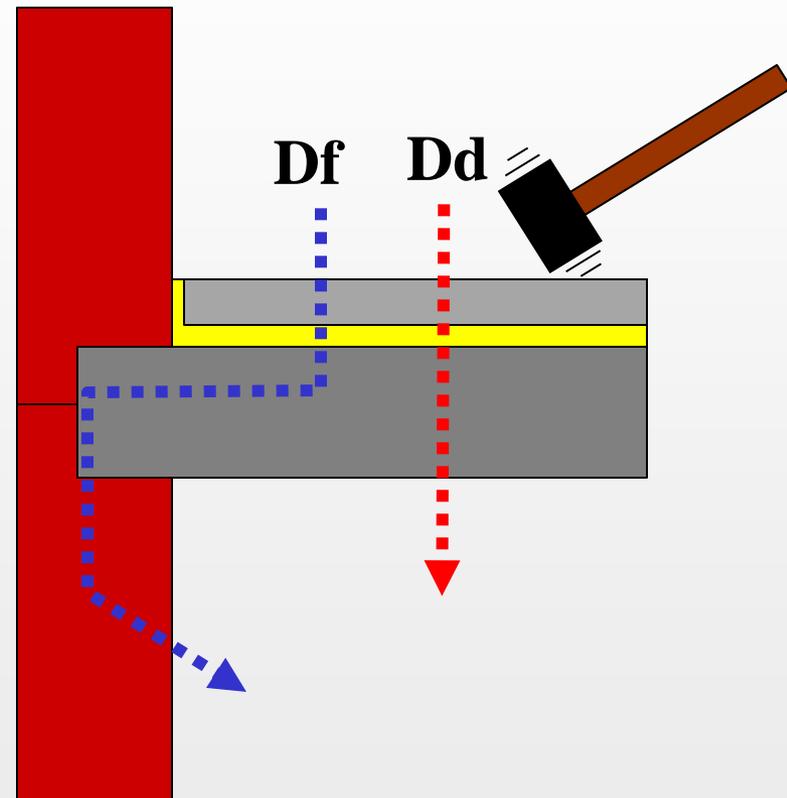
Trittschallschutz



Schallübertragungswege Trittschall EN 12354

➔ Übertragungswege

- ▶ Estrich – Trennendes Bauteil
- ▶ Estrich - untere Flanke



Messgrößen der Trittschallübertragungswege

- ➔ Norm-Trittschallpegel **trennendes Bauteil** L_n

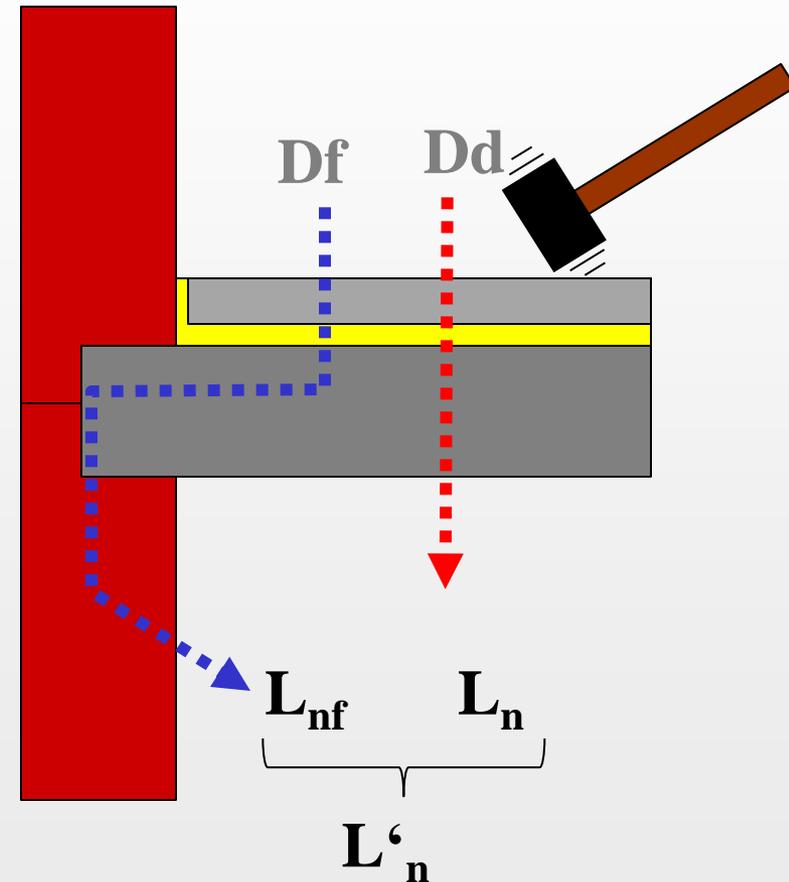
$$L_n = L_E + 10 \cdot \lg\left(\frac{A}{10m^2}\right)$$

- ➔ Norm-Flankentrittschallpegel L_{nf}

$$L_{nf} = L_E + 10 \cdot \lg\left(\frac{A}{10m^2}\right)$$

- ➔ Norm-Trittschallpegel **von Raum zu Raum** L'_n

$$L'_n = 10 \cdot \lg\left(10^{\frac{L_n}{10} dB} + \sum_{\text{alle Flanken}} 10^{\frac{L_{nf}}{10} dB}\right)$$



Grenzschalldämmung Trittschall

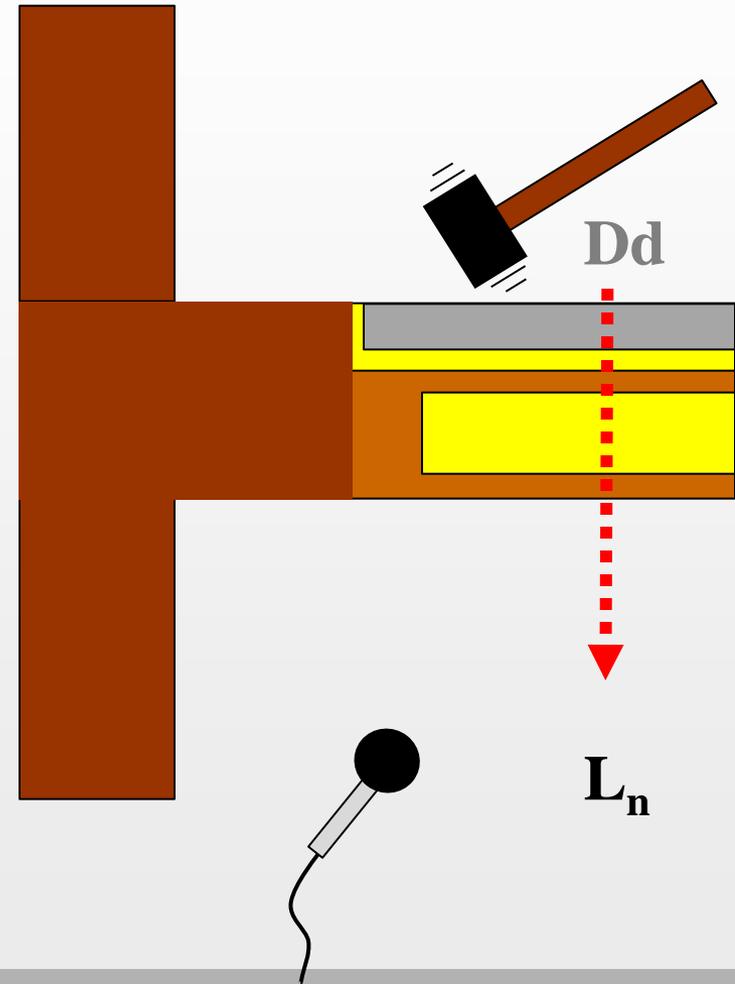
➔ **Messung** mit Defaultelementen

⇒ minimale Trittschallübertragung über die Flanken

⇒ Minimaler Norm- oder Standardtrittschallpegel

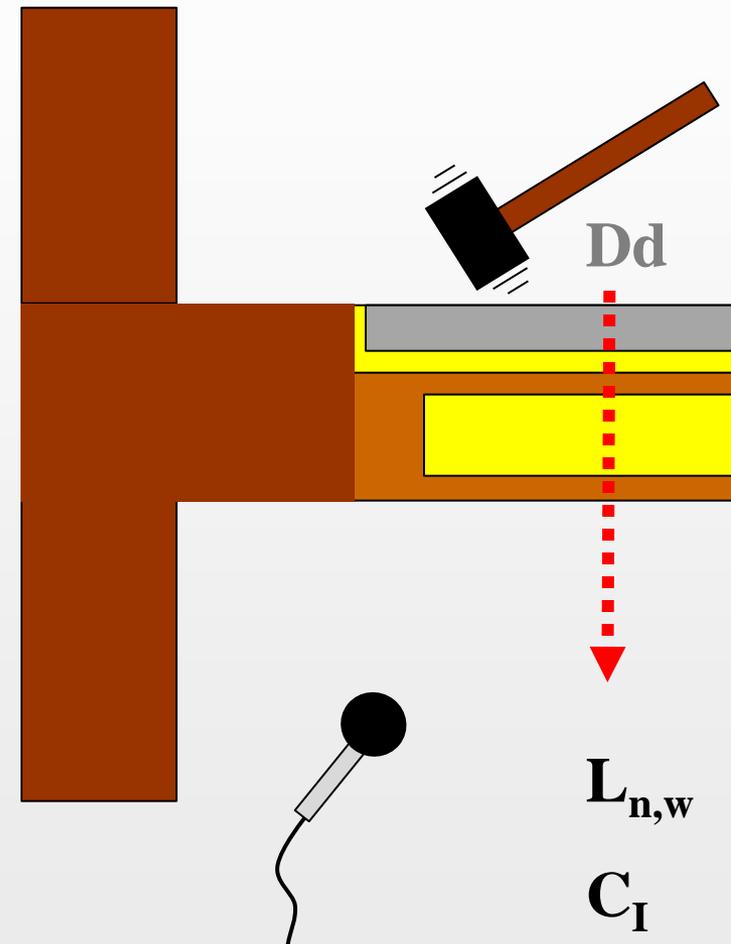
$L'_{n,min}$

$$L'_{n,min} = L_E + 10 \cdot \lg\left(\frac{A}{10m^2}\right)$$



Grenzschalldämmung Trittschall Deckenprüfstand

- ➔ Messung Trittschalldämmung im Frequenzbereich 50 Hz bis 5000 Hz
- ➔ Bestimmung
 - ▶ der Einzahlwerte $L_{n,w}$
 - ▶ Spektrum-Anpassungswerte C_I , $C_{I,50-2500}$ nach ISO 717-2



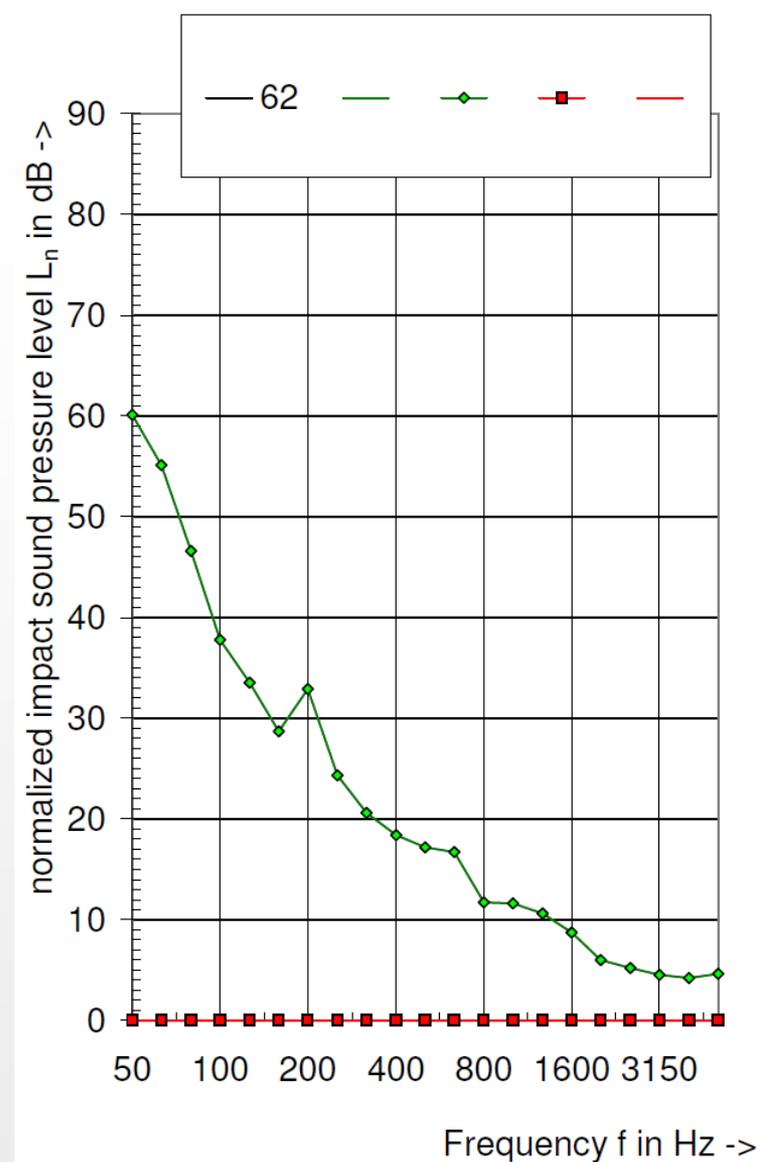
Trittschallschutz Decke mit doppelt beplankter abg. Decke

Grenzschalldämmung Trittschallschutz

➔ Elastische abg. Decke zweifach
beplankt

$$L_{n,w} = 23(3; 23) \text{ dB}$$

$$L'_{n,w}(C_I) = (\quad 23 \quad 2,6) \text{ dB} \quad C_{I,50-2500} = 23 \text{ dB}$$



Grenzschalldämmung Trittschallschutz

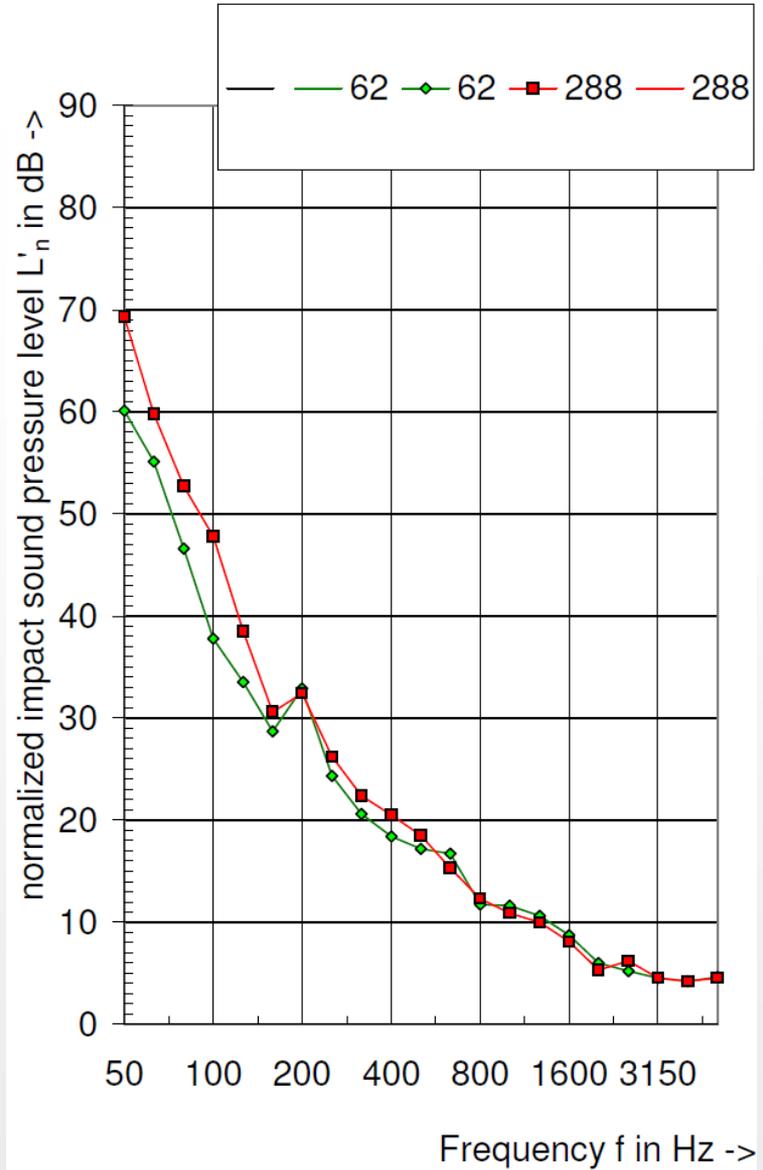
➔ Vergleich elastische abg. Decke

▶ zweifach beplankt

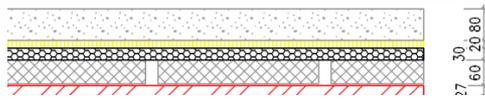
$$L_{n,w} = 23(3; 23) \text{ dB}$$

▶ einfach beplankt

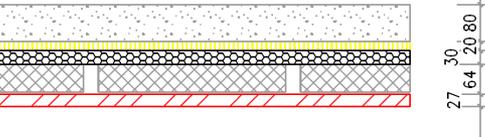
$$L_{n,w} = 28(6; 27) \text{ dB}$$



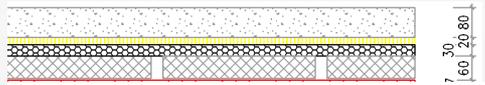
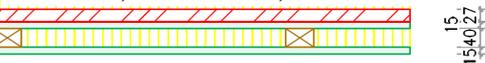
Ergebnis Grenzschalldämmung Trittschallschutz der Geschossdecken



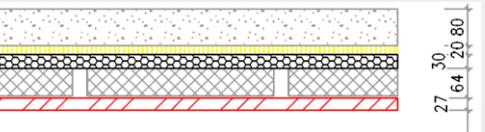
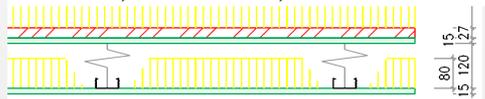
$$L_{n,w}(C_I; C_{I,50-2500}) = 47(0; 8) \text{ dB}$$



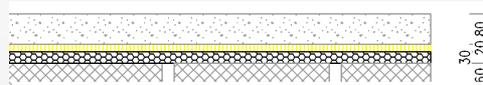
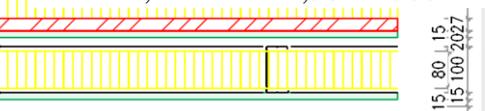
$$L_{n,w}(C_I; C_{I,50-2500}) = 43(3; 15) \text{ dB}$$



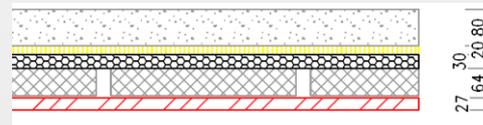
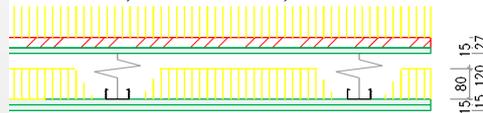
$$L_{n,w}(C_I; C_{I,50-2500}) = 28(6; 27) \text{ dB}$$



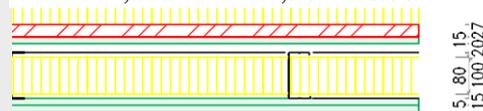
$$L_{n,w}(C_I; C_{I,50-2500}) = 29(4; 23) \text{ dB}$$



$$L_{n,w}(C_I; C_{I,50-2500}) = 23(3; 23) \text{ dB}$$



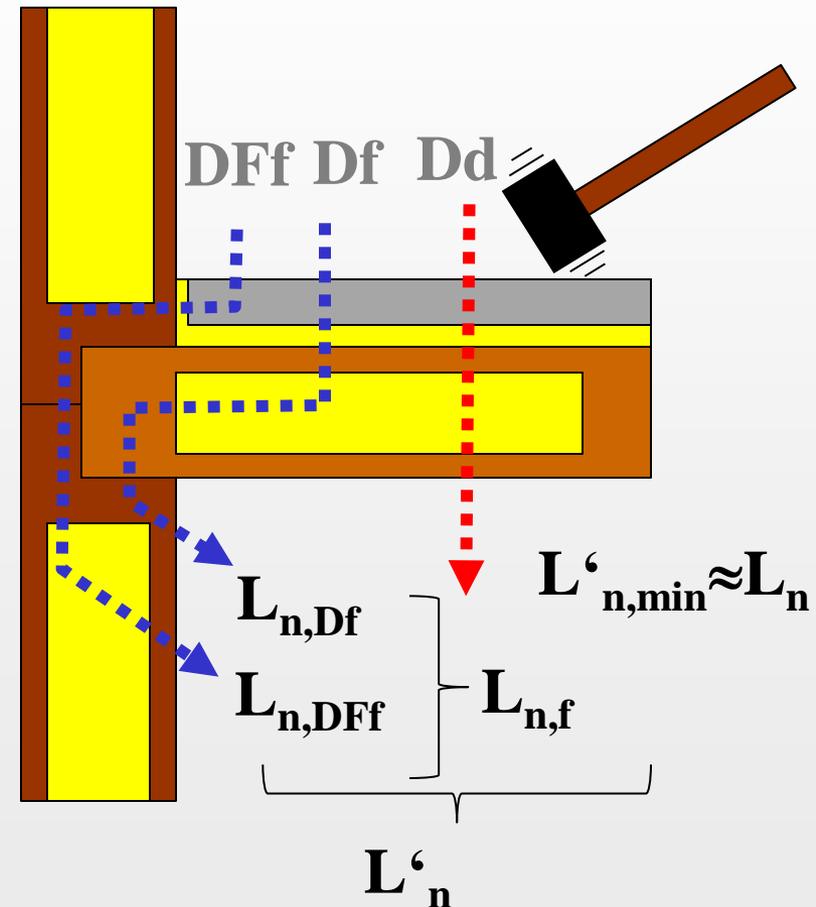
$$L_{n,w}(C_I; C_{I,50-2500}) = 27(3; 19) \text{ dB}$$



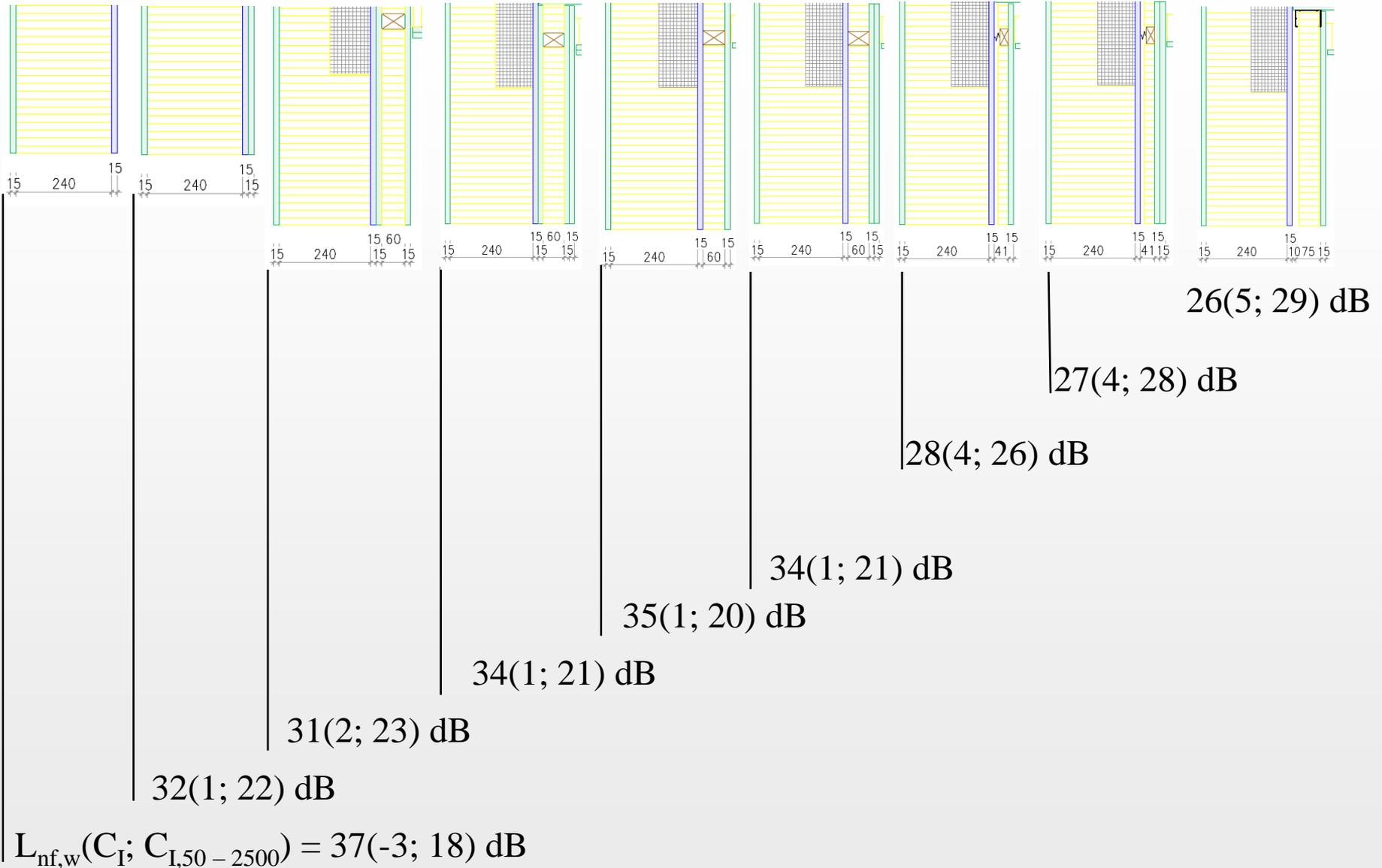
Standardmessung Trittschall

- ➔ Einbau der Holzständerwand
- ➔ 2. Messung Normtrittschallpegel von Raum zu Raum L'_n mit Prüfwand
- ⇒ Berechnung des Norm-Flankentrittschallpegels $L_{n,f}$ aus Vergleich der beiden Messungen

$$L_{n,f} = 10 \cdot \lg \left(10^{\frac{L'_n}{10 \text{ dB}}} - 10^{\frac{L'_{n,\min}}{10 \text{ dB}}} \right)$$

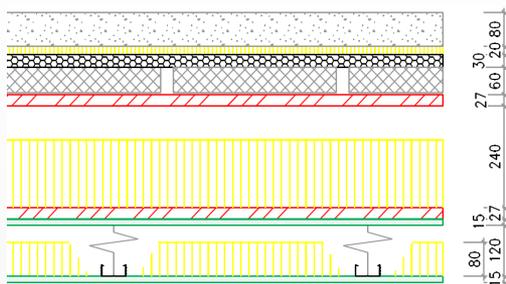


Ergebnis Flankenschalldämmung der Holzständerwand Trittschall elastisch abg. Decke einfach beplankt



Nachweis des Luft- und Trittschallschutzes einer Geschossdecke

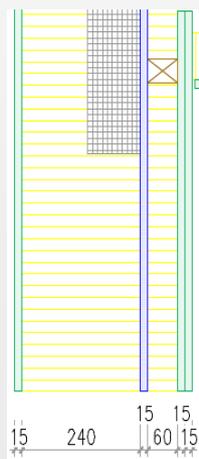
➔ Decke mit abg. Decke, einfach beplankt



$$D_{n,w}(C; C_{tr}) = 81(-4; -10) \text{ dB}$$

$$L_{n,w}(C_I; C_{I,50-2500}) = 28(6; 27) \text{ dB}$$

➔ Holzständerwand mit Vorsatzschale, doppelt beplankt



$$D_{nf,w}(C; C_{tr}) = 76(-2; -7) \text{ dB}$$

$$L_{nf,w}(C_I; C_{I,50-2500}) = 34(1; 21) \text{ dB}$$

Nachweis einer Geschossdecke nach SIA 181

➔ Raumgeometrie

- ▶ Grundriss 4 m x 5 m
- ▶ Raumhöhe 3 m

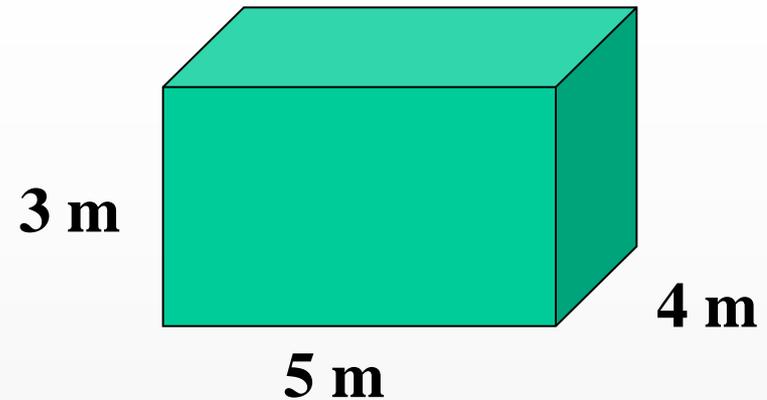
➔ Ergebnis:

- ▶ Luftschallschutz: $D'_{i,tot} = 68$ dB
- ▶ Trittschallschutz: $L'_{tot} = 45$ dB

➔ Erhöhte Schallschutzanforderungen für Mehrfamilienhäuser

- ▶ von $D'_i \geq 55$ dB (mittel,mässig)
- ▶ von $L' \leq 50$ dB (mittel,mässig)

problemlos nachzuweisen



Fazit

- ➔ Luft- und Trittschallschutz verschiedener Hohlkastendecken und flankierender Holzständerwände wurde im Leichtbauprüfstand bestimmt
- ➔ diese Holzbaukonstruktionen verfügen über einen hohen Luft- und Trittschallschutz
- ➔ mit diesen Konstruktionen lassen sich problemlos erhöhte Luft- und Trittschallanforderungen für Mehrfamilienhäuser nachweisen
- ➔ Messdaten ermöglichen eine optimale Abstimmung der Konstruktionen von Flanken und Geschossdecke und damit eine wirtschaftliche Ausführung

