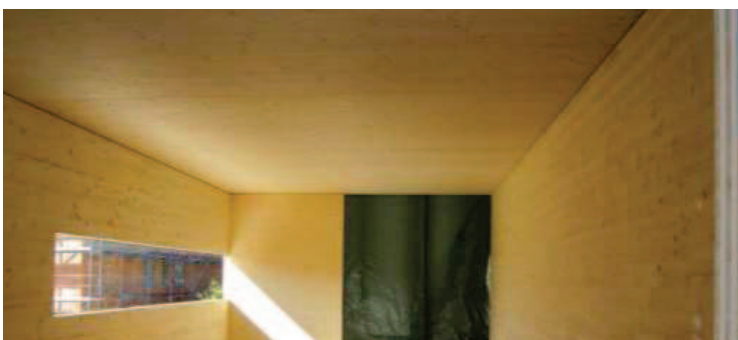


Schallschutz im Holzbau: Theorie und Praxis

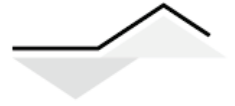
assoz. Prof. Dipl. Ing. Dr. Anton Kraler
AB Holzbau – Universität Innsbruck



Schallschutz

- Qualitätsanforderung
- Materialwahl



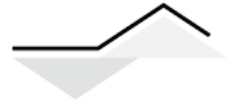


- **Physikalisch**
 - elastische Wellen
- **Ausbreitung**
 - in Festkörpern (Körperschall)
 - in Flüssigkeiten und Gasen (Luftschall)
- **Physiologisch**
 - eine Empfindung
 - Wahrnehmungsbereich von 16 Hz bis 20 kHz
- **Sammelbegriff für mechanische Schwingungen**



Schallfeld = Gemisch von vielen Wellen in einem bestimmten Raumgebiet

- Schallgeschwindigkeit c_L (m s^{-1})
- Frequenz oder Schwingungszahl f (s^{-1})
- Schalldruck oder Schallwechseldruck p (1Pa)
- Schallschnelle v (m s^{-1})
- Schallintensität I (W/m^2)
- Schalldruckpegel und Lautstärke



Schallgeschwindigkeit und Schallwiderstand

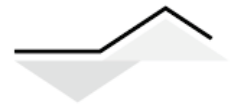
Stoff Einheit	c m/s	ρ kg/m ³	Z kg/m ² s
Holz (Eiche)	3380 (1000 – 5000)	700	2 366 000
Beton	4000	2100	8 400 000
Stahl	5100	7800	39 780 000
Glas	5300	2500	13 250 000
Wasser (0°C)	1485	1000	1 485 000
Luft (0°C)	331	1,3	430

c = Schallgeschwindigkeit, ρ = Rohdichte, Z = Schallwiderstand

$$c = \lambda \cdot f \quad Z = \rho \cdot c$$



Art der Wellen	Elastische Druckwellen
Frequenzen	16 Hz.....20 kHz
Wellenlängen	20 m 2 cm
Frequenzempfindung	Tonhöhe
Intensitätsempfindung	Lautstärke
Ausbreitungs- geschwindigkeit (20°C)	Luft 343 m/s



Zusammenhang: Wellenlänge und Frequenz

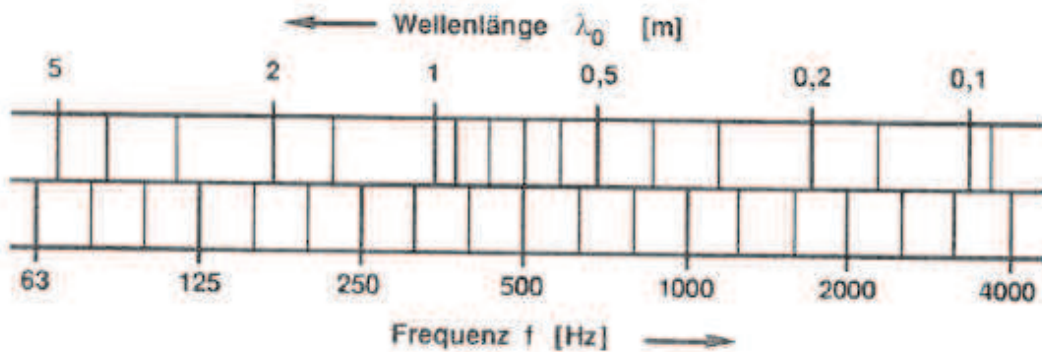


Bild 2.2 Zusammenhang zwischen Frequenz f und Wellenlänge λ_0 bei der Schallausbreitung in Luft



Differenz zwischen zwei Pegeln

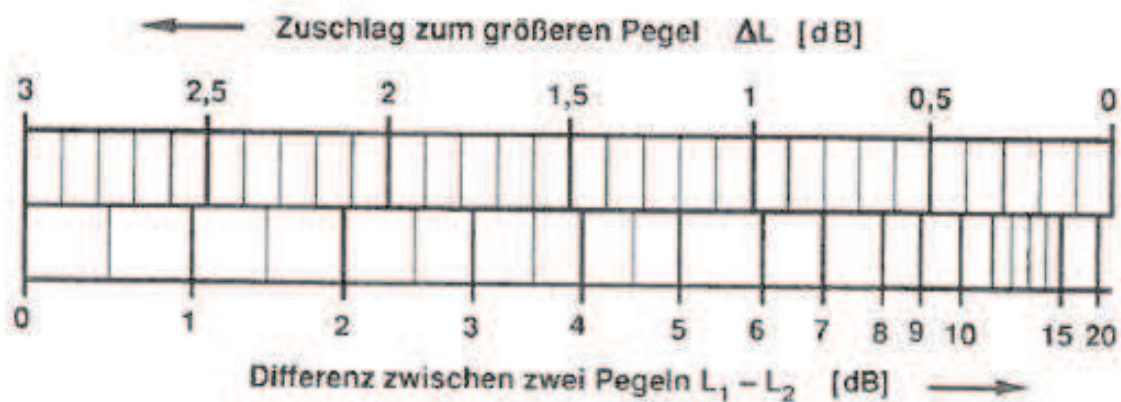
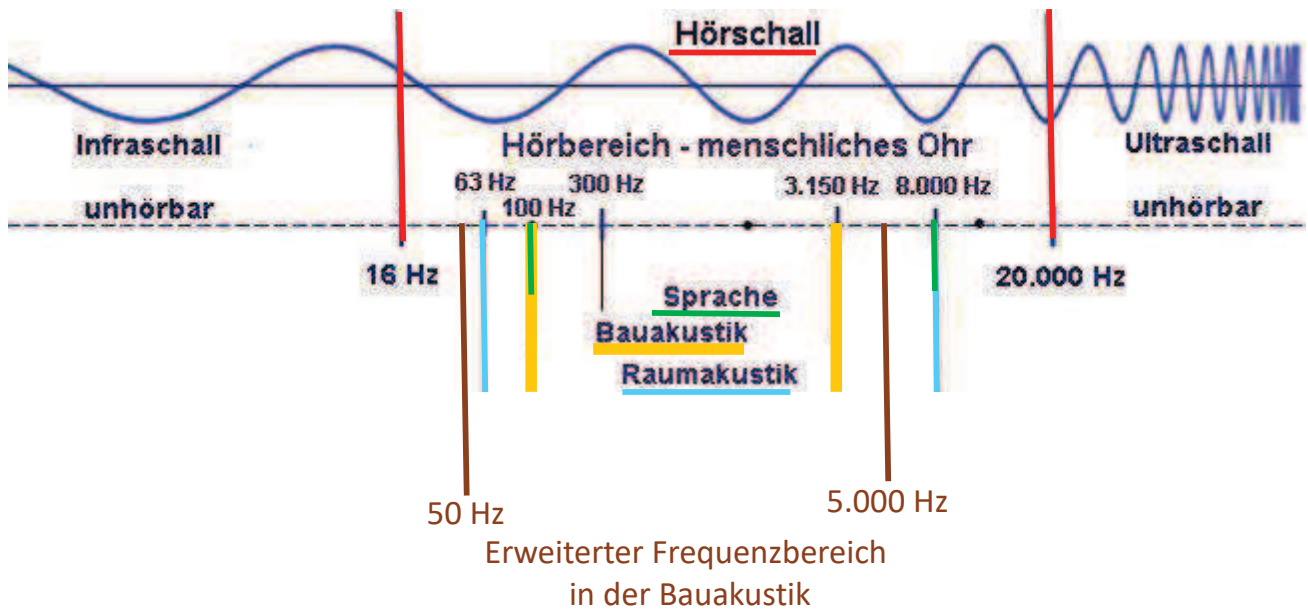
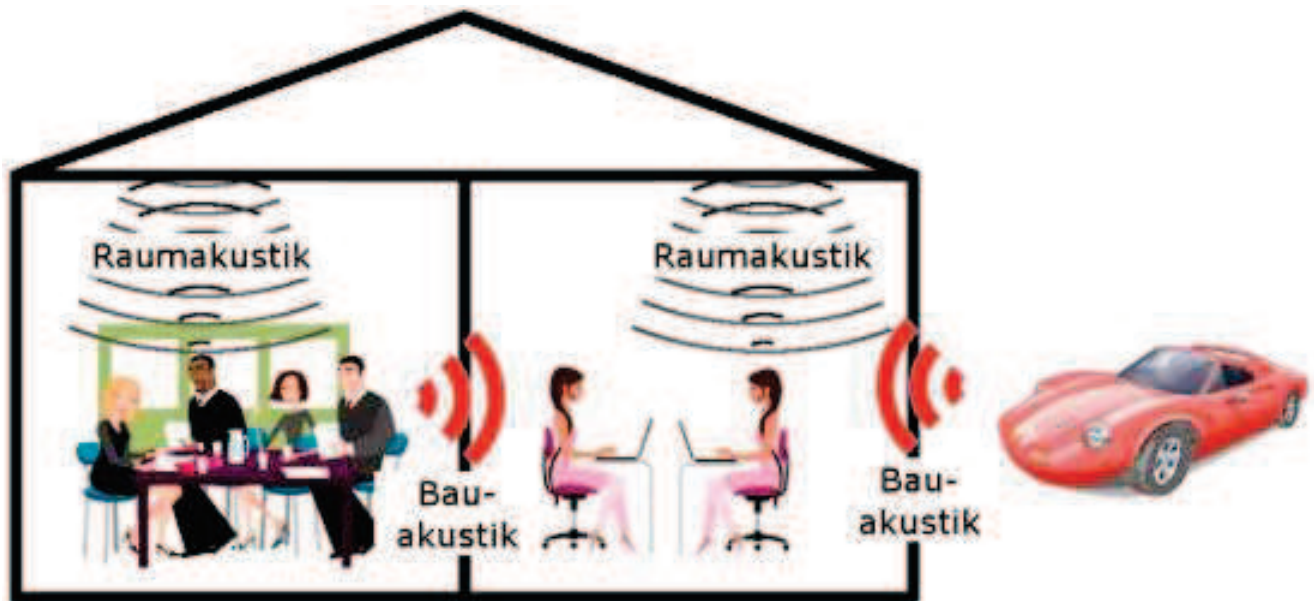


Bild 2.5 Nomogramm zur Addition von zwei Schallpegeln L_1 und L_2
 $L_1 > L_2$
 ΔL : Pegelzuschlag zu L_1



Schallschutz - Unterscheidung



Unterscheidung der Raumakustik zur Bauakustik

Wird häufig verwechselt, ist jedoch in den zu ergreifenden Maßnahmen völlig unterschiedlich.

Raumakustik beschreibt die akustischen Eigenschaften eines Raumes, wenn sich die Schallquelle innerhalb des Raumes befindet.

Bauakustik beschäftigt sich mit der Schallübertragung zwischen zwei Räumen bzw. eines Rauminnen und Außen.

	Bauakustik	Raumakustik
Grundsätzliche Unterscheidung:	Schallausbreitung zwischen zwei Räumen bzw. Rauminnen und Außen	Schallausbreitung innerhalb eines Raumes
Ort der Schallquelle:	Außerhalb des Raumes	Innerhalb eines Raumes
Anforderung an Bauteil:	Gute Schalldämmung	Richtige Schallabsorption
Maßeinheit Bauteil:	Dezibel (stark Frequenzabhängig)	Alpha-Werte (stark Frequenzabhängig)
Kennzahl für Räume:	Schalltransmissionsgrade bzw. entsprechende Schalldämm- Maße in dB	Wichtigste Kennzahl: Nachhallzeit



Luftschall



Übertragungsmedium:

Luft

Beispiele:

Sprechen, Musik, Maschinengeräusche
Fahrzeuge, Fluglärm

Körperschall



Übertragungsmedium:

feste oder flüssige Stoffe

Beispiele:

schließen von Türen, Bohren, Nageln,
Abwassergeräusche

Körperschall wird vom Menschen als Luftschall wahrgenommen

Trittschall



Der Trittschall ist eine besondere Form des Körperschalls

Übertragungsmedium:

feste oder flüssige Stoffe

Beispiele:

Stühle rücken, Klappern der
Schuhabsätze

Verwendete Größen im Schallschutz in Europa



Verwendete Größen für den Luftschallschutz in europäischen Ländern	
Größe	Land
R'_w	Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Norwegen, Slowakei, Slowenien, Tschechische Republik,
$R'_w + C$	Polen, Ungarn
$D_{nT,w}$	Schweden
$D_{nT,w} + C$	Österreich, Belgien
$D_{nT,w} + C_{100-5000}$	Frankreich, Niederlande, Schweiz
$D_{nT,w} + C_{tr}$	Spanien
$D_{n,w}$	UK, Portugal
Verwendete Größen für den Trittschallschutz in europäischen Ländern	
Größe	Land
$L'_{n,w}$	Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Norwegen, Slowakei, Slowenien, Tschechische Republik, Polen, Portugal
$L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$	Schweden
$L_{nT,w}$	Österreich, Belgien, Frankreich, Spanien, UK
$L_{nT,w} + C_I$	Niederlande, Schweiz

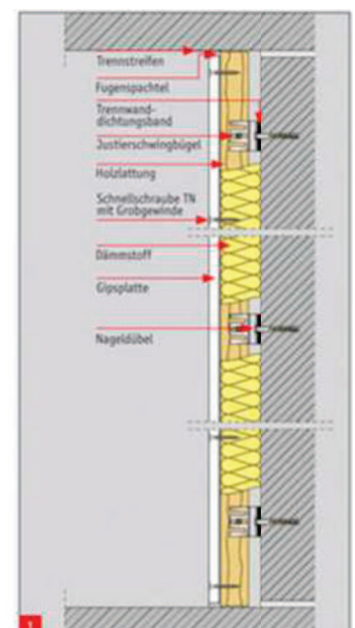
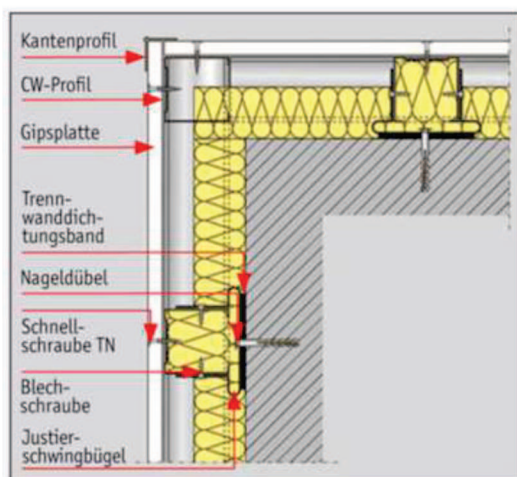
Anforderungen an den Schallschutz für Wohnungstrennwände und Wohnungstrenndecken

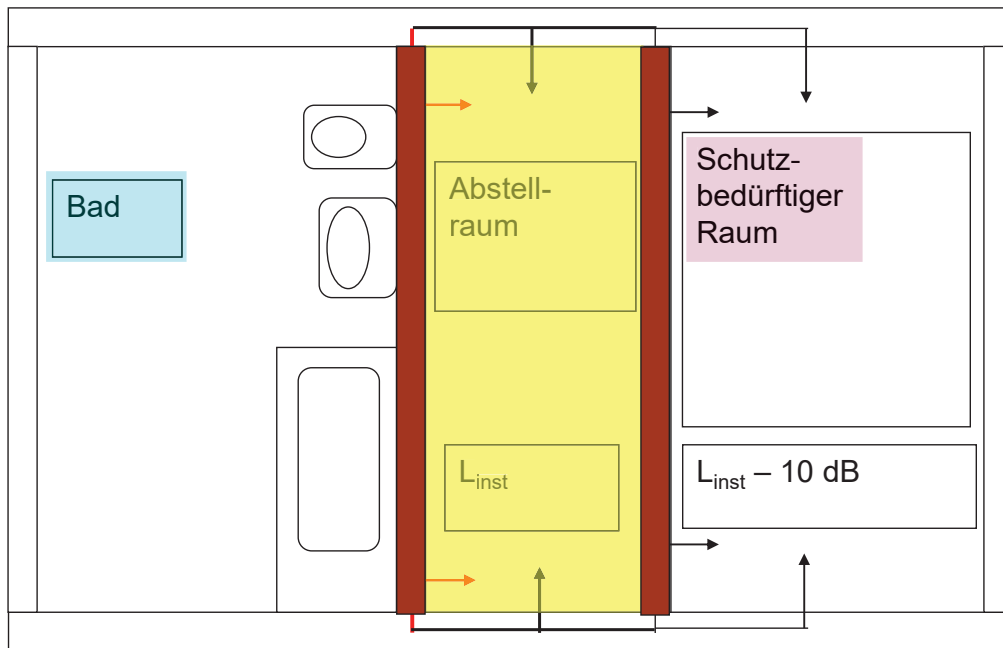
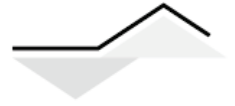
Österreich (ÖNORM):	Standardtrittschallpegel	$L_{nT,w}$	= 48 dB
	Standardschallpegeldifferenz	$D_{nT,w}$	= 55 dB
Deutschland (DIN):	Normtrittschallpegel	$L'_{n,w}$	= 53 dB
	Bauschalldämmmaß	R'_w	= 53 bzw. 54 dB
Schweiz (SIA)	Standardtrittschallpegel	$L_{nT,w} + C_l$	= 53 dB
	Standardschallpegeldifferenz	$D_{nT,w} + C$	= 52 dB
Italien (DPCM)	Normtrittschallpegel	$L'_{n,w}$	= 63 dB
	Bauschalldämmmaß	R'_w	= 50 dB

Schallschutz allgemein

Schallschutz fängt bei der Planung an

- Grundrissgestaltung
- Materialwahl
- Detailausbildung





- Verminderte Schallübertragung
 - durch einen dazwischen liegenden Raum (ca. 10 dB)

Luftschallschutz

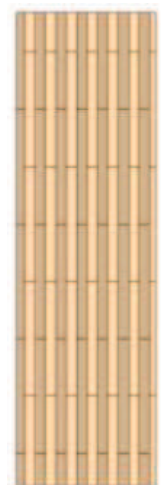


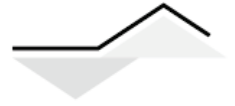
Einschalige Bauteile:

Kenngrößen: flächenbezogene Masse
Biegesteifigkeit

Flächenbezogene Masse: $m' = \rho \cdot d$ in kg/m²

Dichte des Baustoffes	ρ	in kg/m ³
Dicke des Bauteiles	d	in m





Biegesteifigkeit

Elastizitätsmodul des Baustoffes

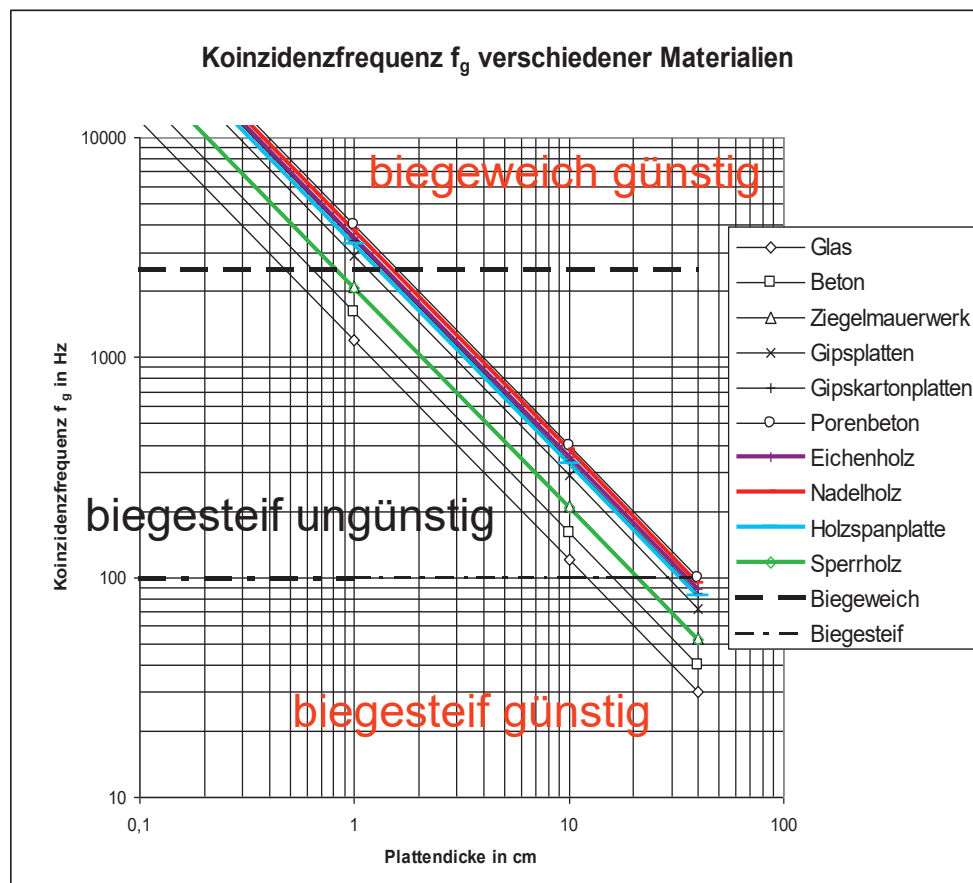
E in N/m^2

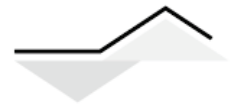
Flächenträgheitsmoment des Bauteiles

J' in m^3

$$B' = \frac{E \cdot J'}{(1 - \mu^2)} \quad \text{mit} \quad J' = \frac{d^3}{12}$$

Koinzidenzfrequenz

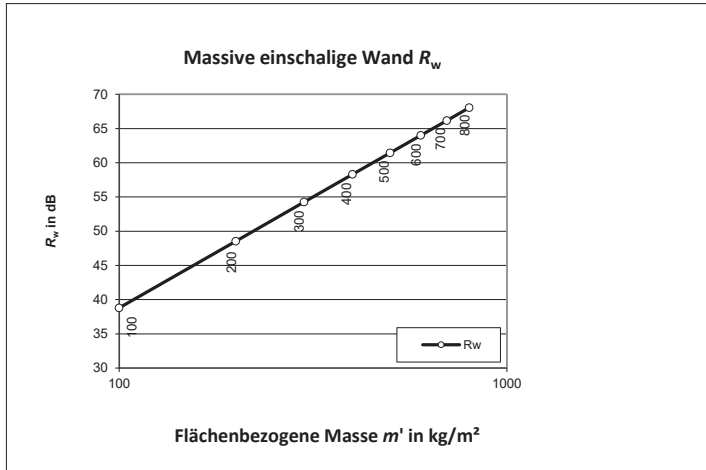




Empirische Formel für Schalldämm-Maß R_w

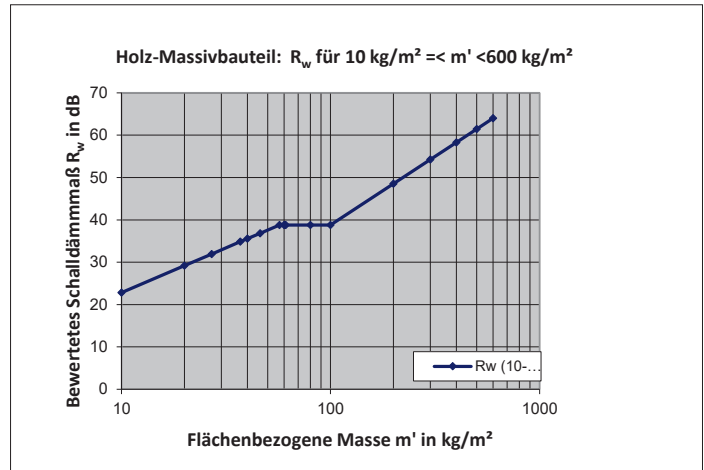
Stand der Technik für den Massivbau

Neu: Erweiterter Bereich für den Leichtbau



$$R_w = 32,4 * \lg m' - 26 \text{ in dB}$$

für m' von 100 kg/m^2 bis 800 kg/m^2

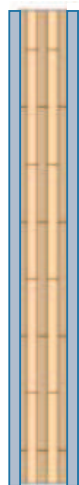


für m' von 10 kg/m^2 bis 600 kg/m^2

Quelle: ÖNORM B 8115 - 4



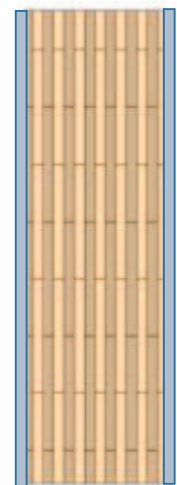
$d = 0,08 \text{ m}$
 $m' = 35 \text{ kg/m}^2$
 $R_w = 34 \text{ dB}$



$d = 0,12 \text{ m}$
 $m' = 54 \text{ kg/m}^2$
 $R_w = 38 \text{ dB}$



$d = 0,16 \text{ m}$
 $m' = 72 \text{ kg/m}^2$
 $R_w = 39 \text{ dB}$



$d = 0,08 \text{ m} + 0,025 \text{ m}$
 $m' = 59 \text{ kg/m}^2$
 $R_w = 39 \text{ dB}$

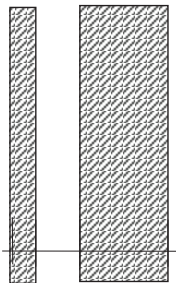
$d = 0,12 \text{ m} + 0,025 \text{ m}$
 $m' = 77 \text{ kg/m}^2$
 $R_w = 39 \text{ dB}$

$d = 0,16 \text{ m} + 0,025 \text{ m}$
 $m' = 95 \text{ kg/m}^2$
 $R_w = 39 \text{ dB}$

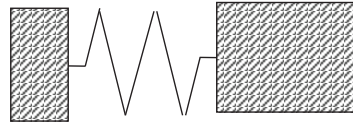


Der Wandaufbau besteht aus zwei Schalen, zwischen denen sich eine Luftschicht oder eine federnde Dämmschicht befindet.

Vereinfachtes Modell: Masse - Feder - Masse



d_1 a d_2



m'_1

s'

m'_2

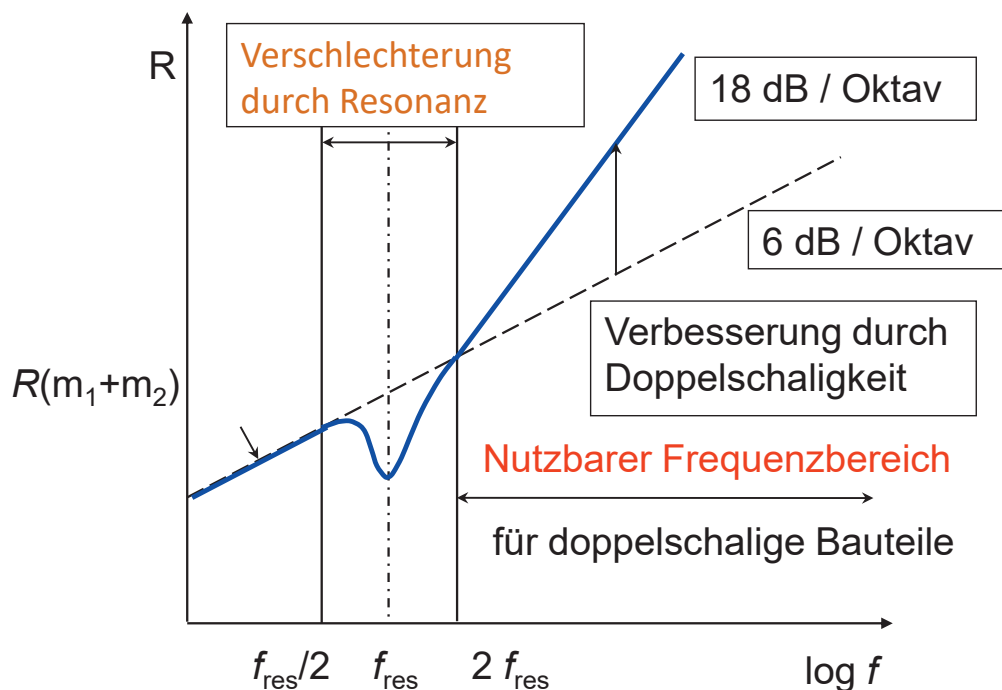
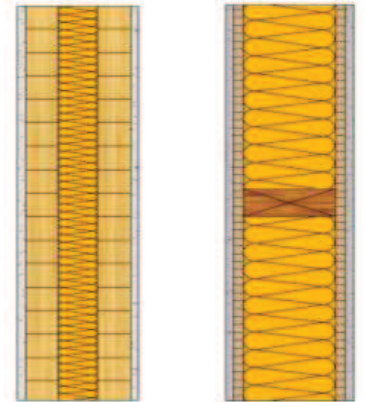
$$m'_1 = d_1 \rho_1 \quad m'_2 = d_2 \rho_2$$

für Dämmschicht (kraftschlüssig)

für Luft (mit eingehängter Matte)

$$s' = \frac{E_{\text{dyn}}}{a}$$

$$s' = \frac{c_L^2 \rho_L}{a}$$



Bauakustischer Frequenzbereich von 100 Hz bis 3150 Hz, die Resonanzfrequenz von mehrschaligen Bauteilen muss also unter 100 Hz, das sind maximal 80 Hz liegen.



Resonanzfrequenz f_0 der Vorsatzschale	Erhöhung ΔR_w des Schallschutzes der Wand mit R_w
≤ 80	$35 - R_w/2 \geq 0$
100	$32 - R_w/2 \geq 0$
125	$30 - R_w/2 \geq 0$
160	$28 - R_w/2 \geq 0$
200	-1
250	-3
315	-5
400	-7
500	-9
500 - 1600	-10
> 1600	-5

Masse der schweren Schale

100kg/m² bis 400kg/m²

⇒ 16 dB bis 6 dB

⇒ 13 dB bis 3 dB

⇒ 11 dB bis 1 dB

⇒ 9 dB bis 0 dB

Resonanzfrequenz

$$f_{\text{res}} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{s' \cdot \left(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)}$$

$$s' = \frac{E_{\text{dyn}}}{a} \quad \text{für Dämmschicht (kraftschlüssig)}$$

$$s' = \frac{c_L^2 \rho_L}{a} \quad \text{für Luft (mit eingehängter Matte)}$$

$c_L = 340 \text{ m/s}, \rho_L = 1,2 \text{ kg/m}^3$

Beispiel: Doppelschalige Bauteile



Massivholzelemente (z.B. Brettsperr- und Brettschichtholz)

- mit einer und zwei Vorsatzschalen auf Schwingbügeln mit eingehängter Matte

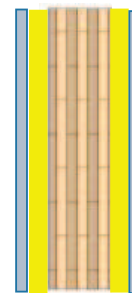


Brettsperrholz

$d = 0,12 \text{ m}$

$m' = 54 \text{ kg/m}^2$

$R_w = 38 \text{ dB}$



Vorsatzschalen: $m'_V = 11 \text{ kg/m}^2$, $d_L = 0,03 \text{ m}$, $s'_L = 4,7 \text{ MN/m}^3$, $s'_{L+M} = 3,8 \text{ MN/m}^3$

$$f_{\text{res}} = 101,3 \text{ Hz}$$

$$\Delta R_w = 12,7 \text{ dB}$$

$$R_w = 51 \text{ dB}$$

$$f_{\text{res}} = 101,3 \text{ Hz}$$

$$\Delta R_w = 12,7 + 6,4 \text{ dB}$$

$$R_w = 57 \text{ dB}$$

Vorsatzschalen: $m'_V = 11 \text{ kg/m}^2$, $d_L = 0,05 \text{ m}$, $s'_L = 2,8 \text{ MN/m}^3$, $s'_{L+M} = 2,22 \text{ MN/m}^3$

$$f_{\text{res}} = 78 \text{ Hz}$$

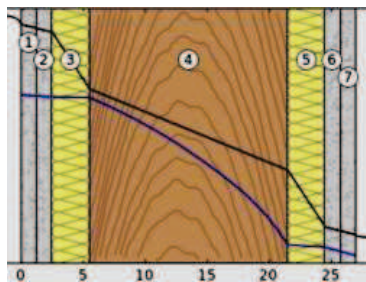
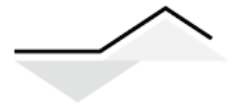
$$\Delta R_w = 15,8$$

$$R_w = 54 \text{ dB}$$

$$f_{\text{res}} = 78 \text{ Hz}$$

$$\Delta R_w = 15,8 + 7,9 \text{ dB}$$

$$R_w = 62 \text{ dB}$$



Gipskartonplatte 12,5 mm
 Gipskartonplatte 12,5 mm
 Mineralfaserplatte 30 mm SD30 SD10
 Massivholzwand 160 mm
 Mineralfaserplatte 30 mm SD30 SD10
 Gipskartonplatte 12,5 mm
 Gipskartonplatte 12,5 mm

Massivholzschaale:

$m'_{\text{Roh}} = 72 \text{ kg/m}^2$ $R_{\text{Roh,w}} = 39 \text{ dB}$

Verbundvorsatzschalen mit SD30

$f_{\text{res},1} = f_{\text{res},2} = 210 \text{ Hz}$

$\Delta R_{w,1} = -1,5 \text{ dB}$ $\Delta R_{w,2} = -1,5 \text{ dB}$ $\Delta R_{w,\text{ges}} = -3 \text{ dB}$ $R_{\text{ges,w}} = 36 \text{ dB}$

Vorsatzschalen mit Schwingbügeln und Matte SD10

$f_{\text{res},1} = f_{\text{res},2} = 74 \text{ Hz}$

$\Delta R_{w,1} = 15,6 \text{ dB}$ $\Delta R_{w,2} = 15,6/2 \text{ dB}$ $\Delta R_{w,\text{ges}} = 23,4 \text{ dB}$ $R_{\text{ges,w}} = 62 \text{ dB}$



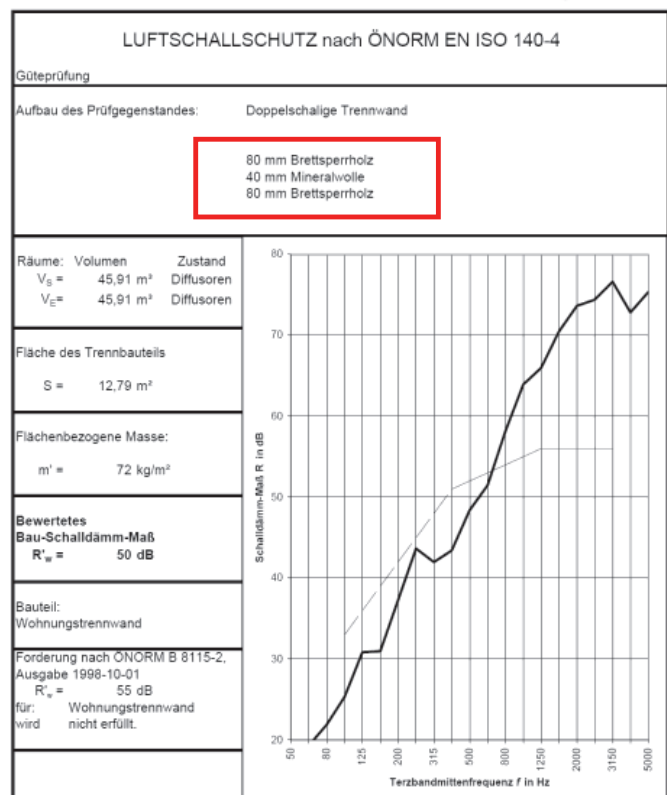
Zwei biegesteife
leichte Schalen

$R'_w = 50 \text{ dB}$

Beinhaltet auch die
Flankenübertragung



$C_{100-3150}$	$C_{tr,100-3150}$	$C_{tr,50-5000}$	$C_{50-3150}$	$C_{50-5000}$
-2	-8	-14	-4	-3

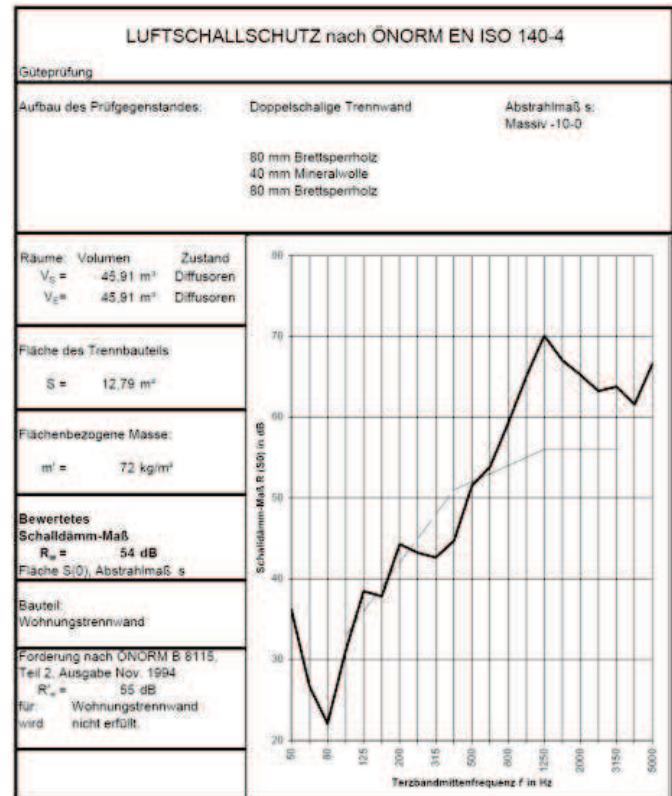




Zwei biegesteife
leichte Schalen

$$R_w = 54 \text{ dB S(0)}$$

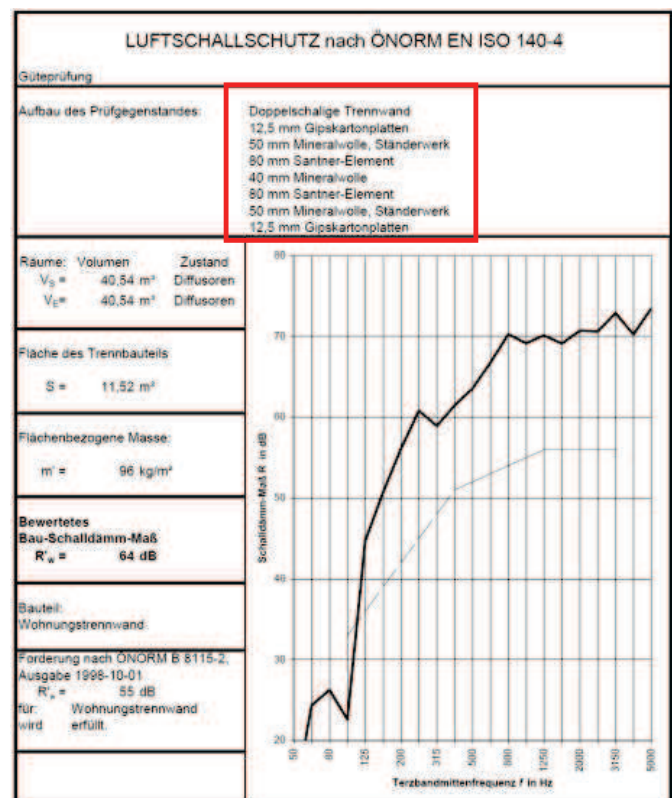
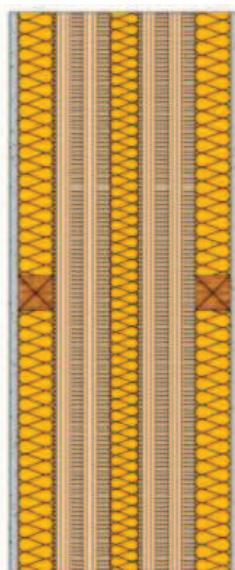
Beinhaltet nur die
Übertragung durch den
Trennbauteil ohne
Flankenbeitrag



Zwei biegesteife leichte
Schalen + beidseitig
Vorsatzschalen

$$R'_w = 64 \text{ dB}$$

Beinhaltet auch die
Flankenübertragung



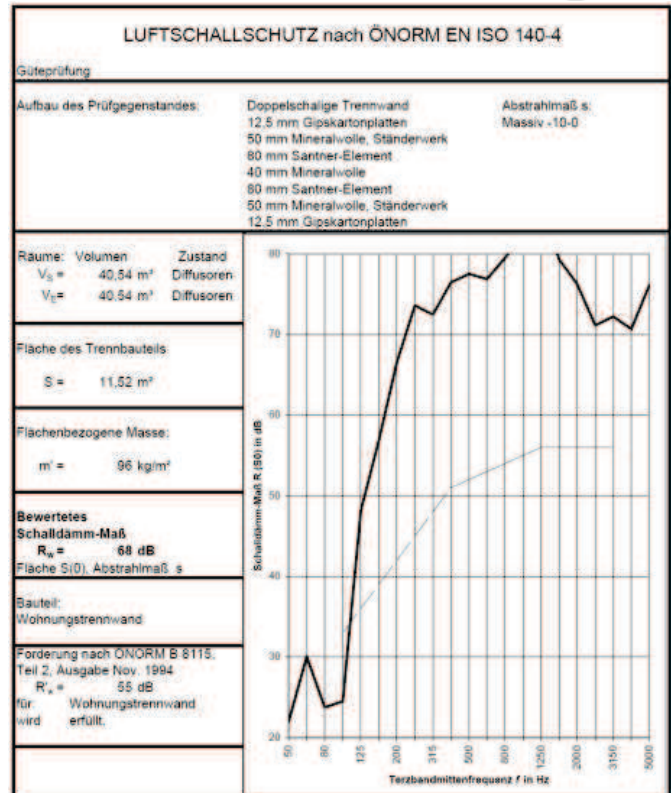
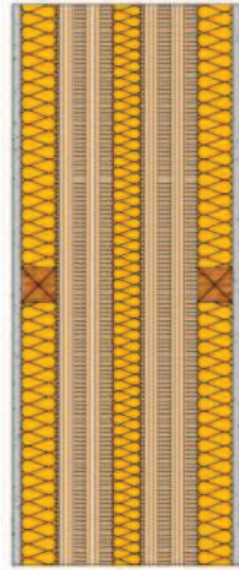
$C_{100-3150}$	$C_{tr,100-3150}$	$C_{tr,50-5000}$	$C_{50-3150}$	$C_{50-5000}$
-13	-22	-29	-16	-15



Zwei biegesteife leichte
Schalen + beidseitig
Vorsatzschalen

$$R_w = 68 \text{ dB } S(0)$$

Beinhaltet nur die
Übertragung durch den
Trennbauteil ohne
Flankenbeitrag



Elemente des Deckenaufbaus:

- Gehbelag
- Schwimmender Fußbodenaufbau
- Schüttung, Ausgleichsschicht
- Rohdecke
- Abgehängte Decke

Rohdeckentypen:

- Holzbalkendecke
- Brettstapel-, Brettschichtholzdecke
- Verbunddecke

Beton-Massivdecken - Einzahlangaben $L_{nT,w}$ und $L_{n,w}$

Der bewertete Standardtrittschallpegel $L_{nT,w}$ von Massivdecken lässt sich für einen unter einer Decke liegenden Raum mit dem Volumen V folgendermaßen berechnen:

$$L_{nT,w} = L_{n,eq,w} - \Delta L_w + K - 10 \lg V + 14,9$$

$L_{n,eq,w}$ äquivalenter bewerteter Normtrittschallpegel der Rohdecke

Bei massiven Rohdecken für Flächenmassen $m' \geq 200 \text{ kg/m}^2$:

$$L_{n,eq,w} = 164 - 35 \cdot \lg m' \quad \text{in dB}$$

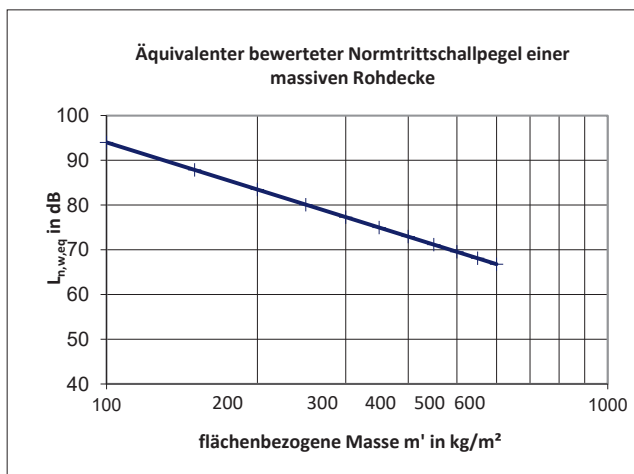
ΔL_w Trittschall-Verbesserungsmaß der Deckenauflage

K Korrektur für die Flankenübertragung

Rohdecken: Trittschallschutz

Empirische Formel für den Normtrittschallpegel $L_{n,w,eq}$

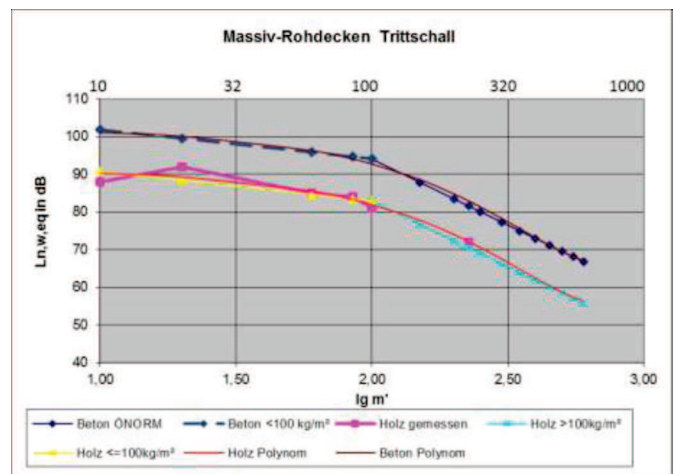
Stand der Technik für den Massivbau



$$L_{n,w,eq} = 164 - 35 \cdot \lg m' \quad \text{in dB}$$

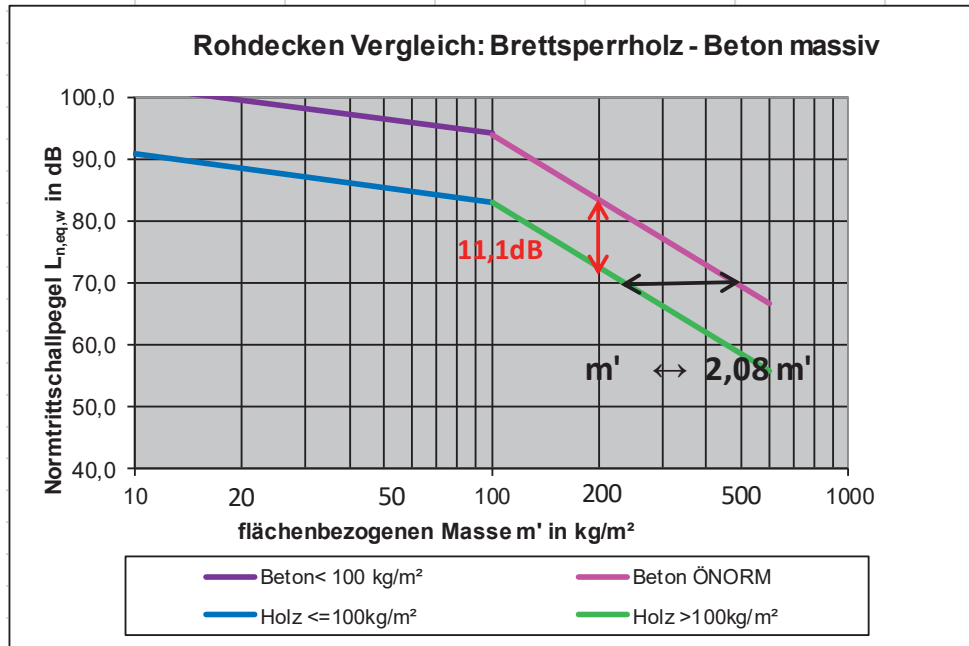
für m' von 100 kg/m^2 bis 600 kg/m^2

Neu: Vergleich – Brettsper Holz-/Betondecke



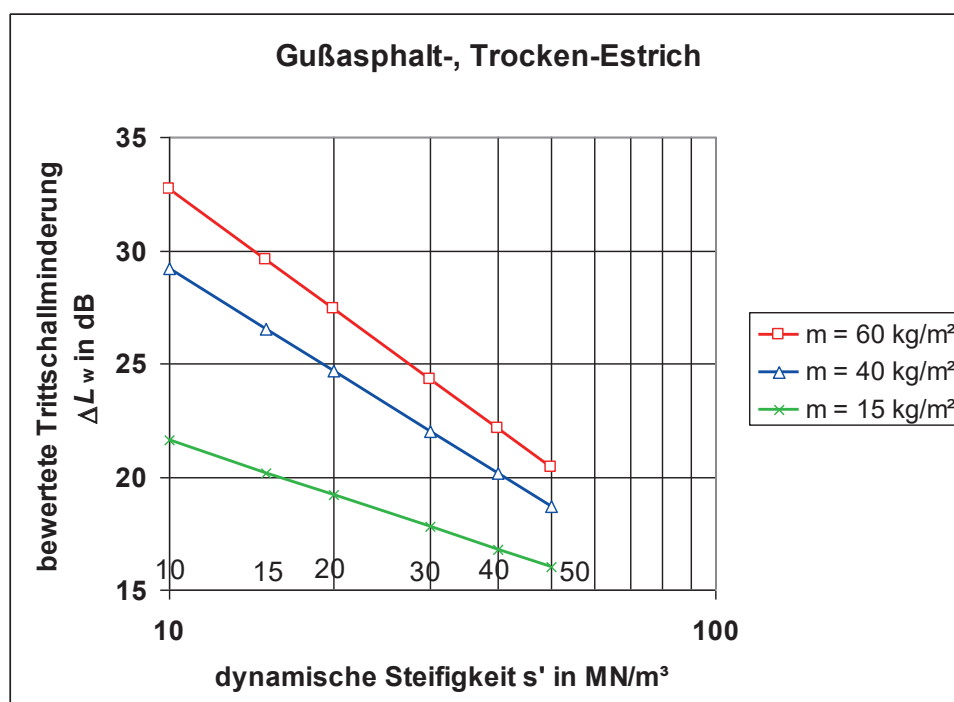
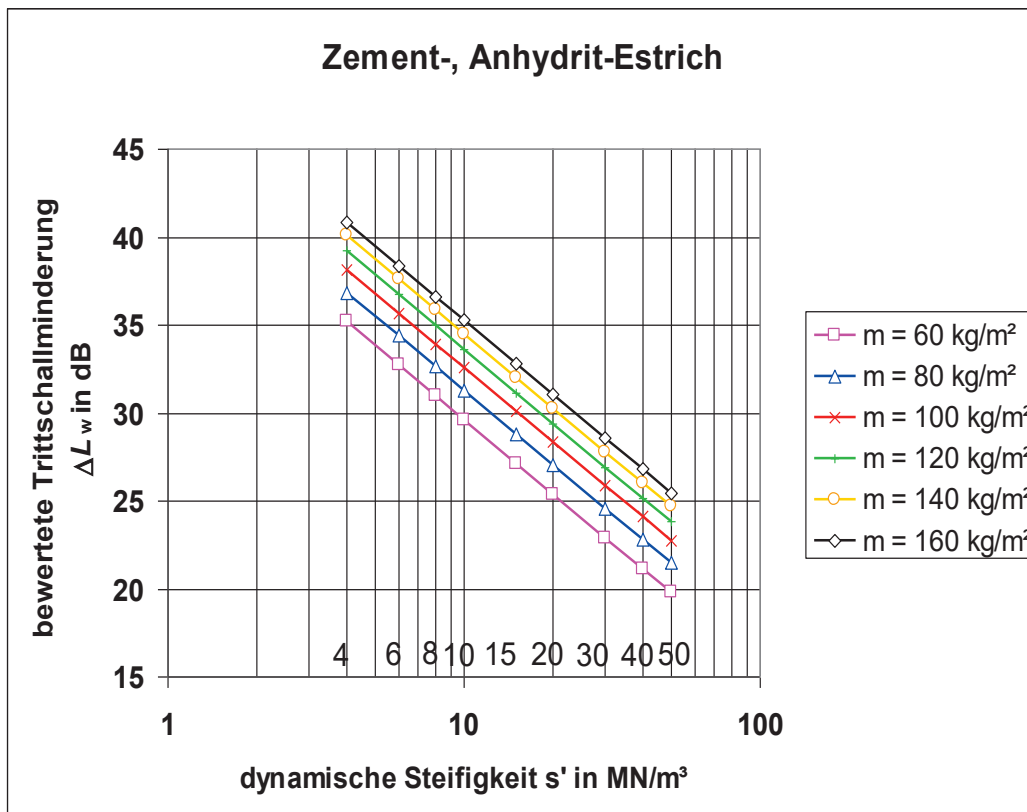
m' von 10 kg/m^2 bis 600 kg/m^2 , Massivholzdecken

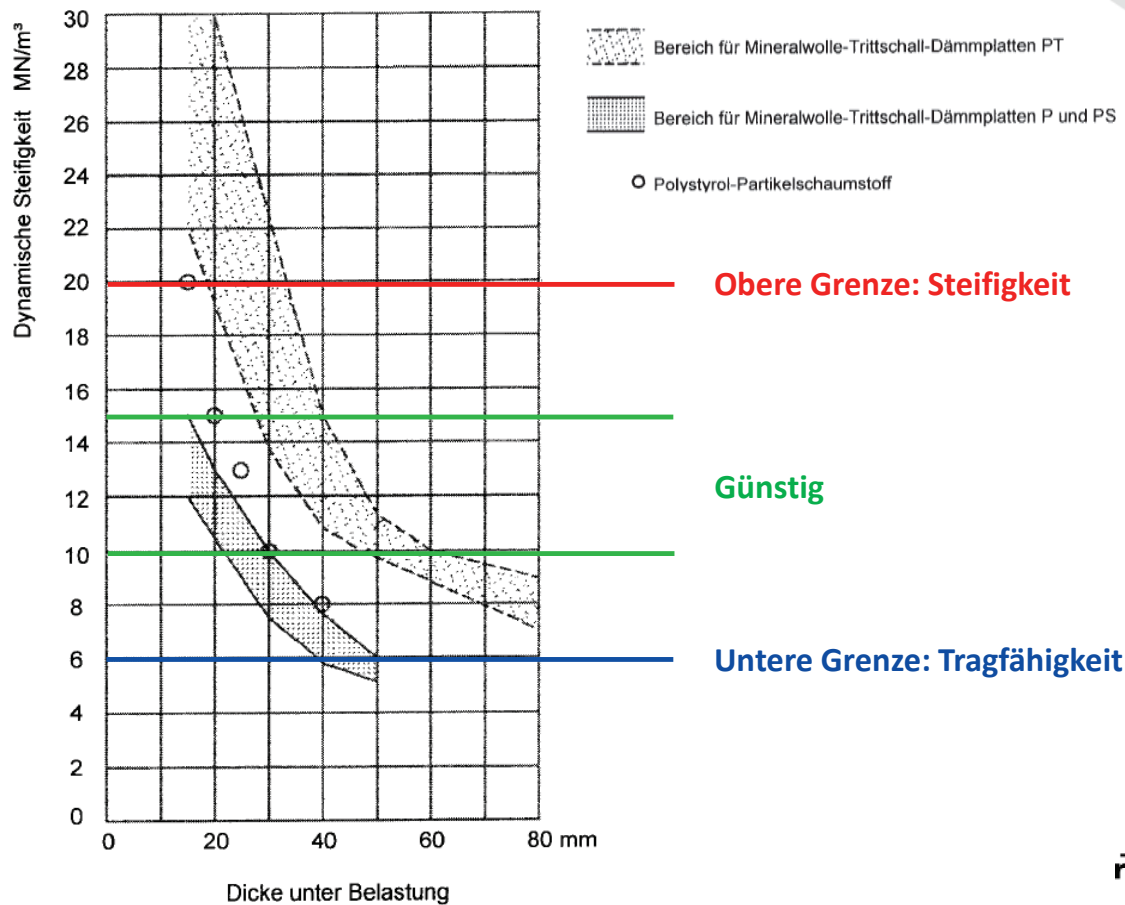
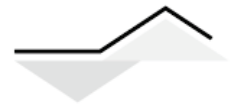
Trittschallschutz: Rohdecken



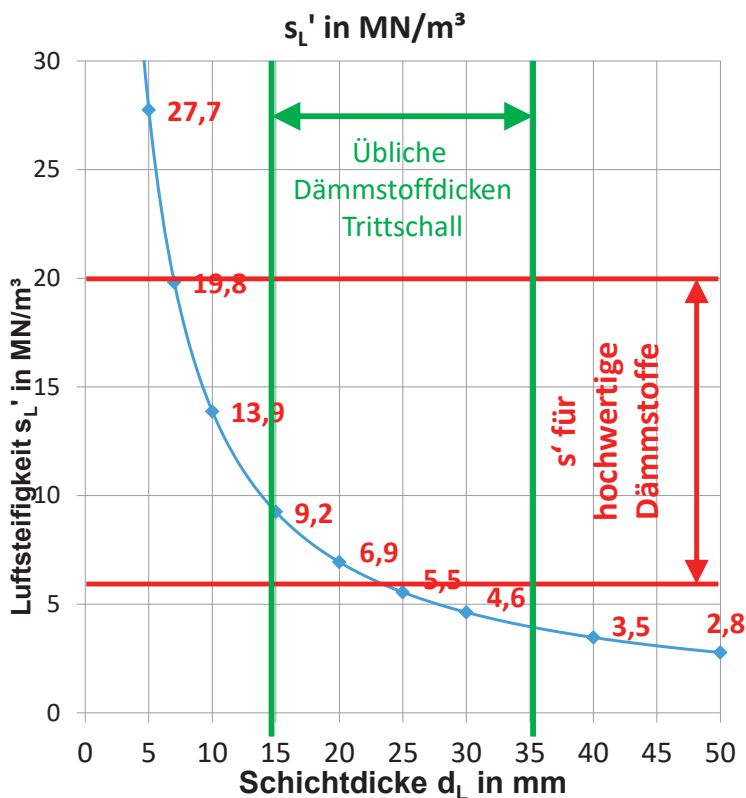
Trittschallschutz: Zusammenhang Rohdecken

Verschiedene Rohdecken:	+Estrich	d [m] =	0,06					
		m' [kg/m^2] =	120					
		s' [MN/m^3] =	12					
Rohdecken								
	Rohdecke	Rohd.+Estr.	Rohdecke	Rohd.+Estr.	Rohdecke	Rohd.+Estr.	Rohdecke	Rohd.+Estr.
Norm-Trittschallpegel	$L_{n,0,w}$ [dB]	$L_{n,w}$ [dB]	$L_{n,0,w}$ [dB]	$L_{n,w}$ [dB]	$L_{n,0,w}$ [dB]	$L_{n,w}$ [dB]	$L_{n,0,w}$ [dB]	$L_{n,w}$ [dB]
	73	41	83	61	78	47	75	44
Bew. Verbesserung	-	$\Delta L_{1,w}$ [dB]	-	$\Delta L_{1,w}$ [dB]	-	$\Delta L_{1,w}$ [dB]	-	$\Delta L_{1,w}$ [dB]
	-	32	-	22	-	31	-	31
Spektrum-Anpassungswert	C_i [dB]	C_i [dB]	C_i [dB]	C_i [dB]	C_i [dB]	C_i [dB]	C_i [dB]	C_i [dB]
	-11	2	-11	1	-10	2	-10	2
Rohdecke d [m]	0,18	0,27	0,18	0,27	0,125+0,08	0,295	0,08+0,08+0,012	0,37
fertige Decke m' [kg/m^2]	414	536	81	203	286	408	350	472





Steifigkeit von abgeschlossenen Luftschichten



d_L [mm]	s_L' [MN/m^3]
5	28
7	20
10	14
15	9
20	7
25	6
30	5
40	4
50	3

Die **Luftsteifigkeit s_L'** stellt die **untere Grenze** der dynamischen Steifigkeit dar. Dazu kommt die Gerüst-Steifigkeit des Dämmstoffes.

Produkt	Dicke	Dyn. Steif.	Steifigkeits-	Trittschallm.
MW-T	d [mm]	s` [MN/m ³]	Gruppe	ΔL_w [dB]*)
TDPS 55	55	6	SD6	35
TDPS 45	45	8	SD8	33
TDPS 35	35	9	SD9	32
TDPS 30	30	10	SD10	32
TDPS 25	25	12	SD12	30
TDPS 20	20	14	SD14	29

*) 50 mm Estrich, 100kg/m² auf Stahlbetondecke

Verkehrslasten nach DIN EN 1991: Wohnräume:
Büroräume:

1,5 - 2,0 kN/m²
2,0 - 3,0 kN/m²

Trittschalltechnisches Verhalten von Rohdecken in Kombination mit Fußbodenaufbauten

- Stahlbetonmassivdecke

bewertete Trittschallminderung ΔL_w



Referenzdecke

- Brettschicht-, Brettsperrholzdecke

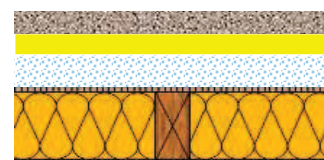
Trittschallminderung $\Delta L_{t,w}$ abgeschätzt



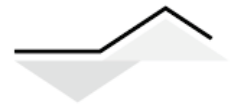
$$\Delta L_{t,w} = \Delta L_w - 7 \text{ [dB]}$$

- Holzbalkendecke/Hohlkastendecke

Trittschallminderung $\Delta L_{t,w}$ abgeschätzt



$$\Delta L_{t,w} = \Delta L_w - 14 \text{ [dB]}$$



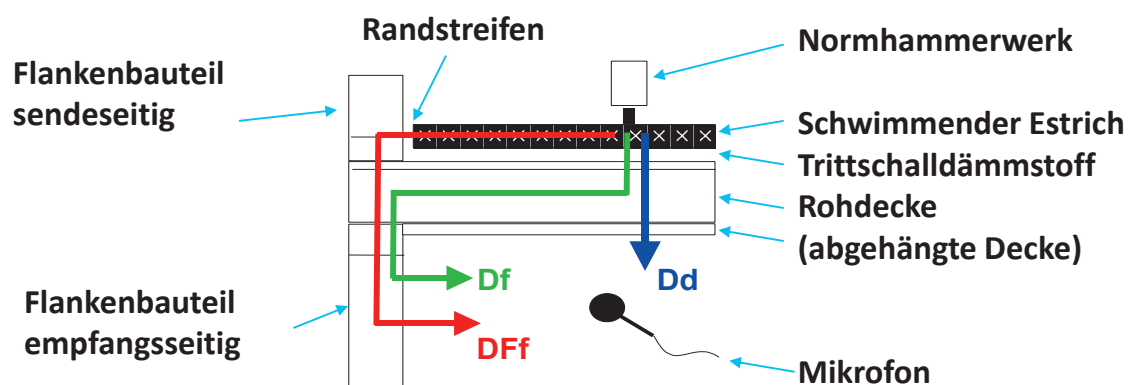
Pavapor

Trittschallverbesserungsmasse (Trittschall-Dämmplatten):

Stahlbetondecken 160 mm:	(d_F/d_B)	32/30 mm	$\Delta L_W = \geq 27 \text{ dB}$
	(d_F/d_B)	22/21 mm	$\Delta L_W = 24 \text{ dB}$
	(d_F/d_B)	17/16 mm	$\Delta L_W = 18 \text{ dB}$
Massivholzdecken:	Vollquerschnitt 120 mm oder Hohlkastenquerschnitt 140 mm		
	(d_F/d_B)	32/30 mm	$\Delta L_W = 16 \text{ dB}$
	(d_F/d_B)	22/21 mm	$\Delta L_W = 11 \text{ dB}$
	(d_F/d_B)	17/16 mm	$\Delta L_W = 8 \text{ dB}$
Holzbalkendecke:	mit Holzschalung 20 mm		
	(d_F/d_B)	32/30 mm	$\Delta L_W = 13 \text{ dB}$
	(d_F/d_B)	22/21 mm	$\Delta L_W = 8 \text{ dB}$
	(d_F/d_B)	17/16 mm	$\Delta L_W = 5 \text{ dB}$

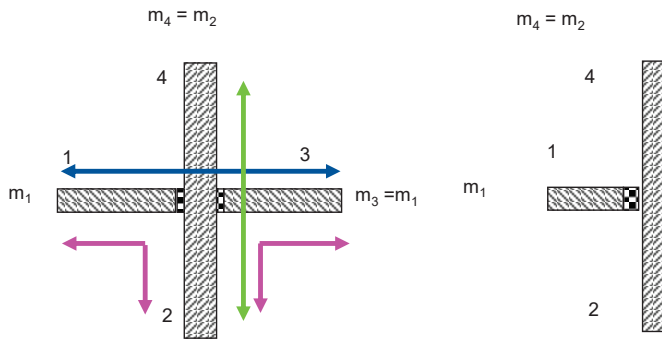
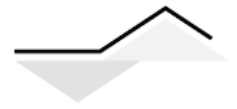


Modell der Flankenübertragung im Holzbau: DIN 4109

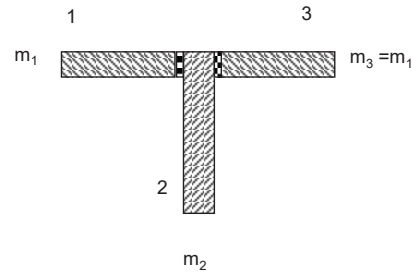


Übertragungswege:

- Dd** Direkter Weg (Estrich – Rohdecke)
- Df** Direkt – flankierend (Estrich – Rohdecke – empfangsseitige Flanke)
- DFf** Direkt – Flankierend – flankierend (Estrich – sendeseitige Flanke – empfangsseitige Flanke)



$$M = \lg \frac{m'_{\perp i}}{m'_i}$$



$$K_{13} = 5,7 + 14,1M + 5,7M^2 + 2\Delta_1$$

$$M_{13} = \lg \frac{m_2}{m_1}$$

$$K_{24} = 3,7 + 14,1M + 5,7M^2$$

$$0 \geq K_{24} \geq -4M_{24} = \lg \frac{m_1}{m_2}$$

$$K_{12} = 5,7 + 5,7M^2 + \Delta_1$$

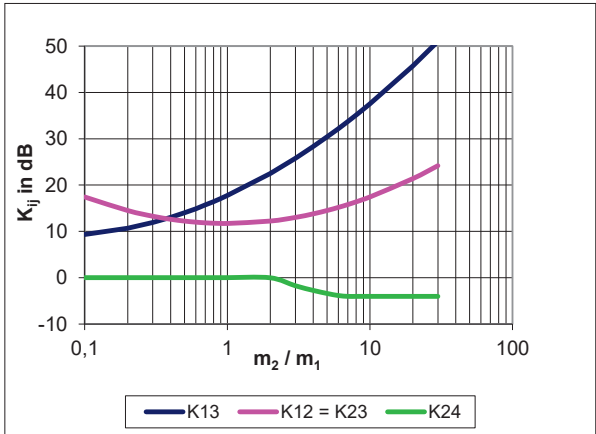
$$M_{12} = \lg \frac{m_2}{m_1}$$

$$K_{23} = 5,7 + 5,7M^2 + \Delta_1$$

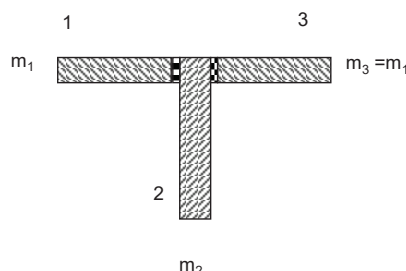
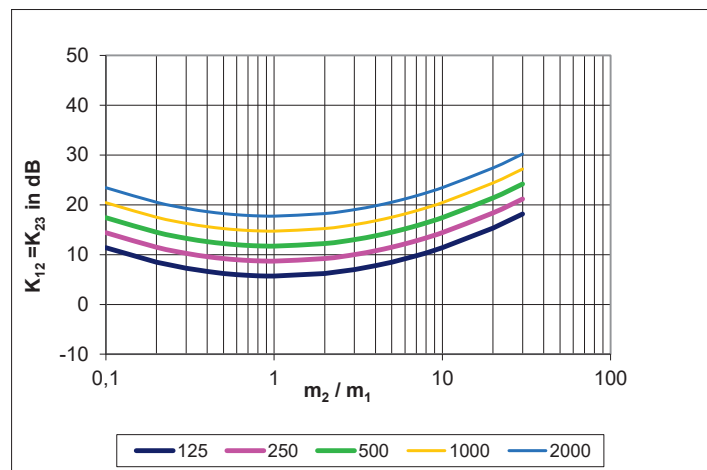
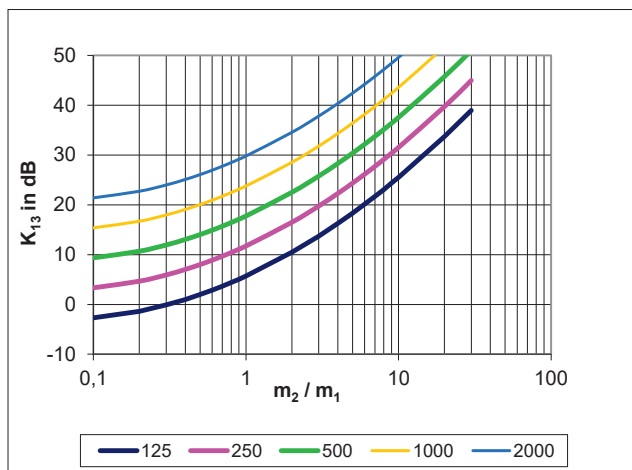
$$M_{23} = \lg \frac{m_1}{m_2}$$

$$\Delta_1 = 10 \cdot \lg \frac{f}{f_1} \text{ für } f > f_1 \quad \text{frequenzabhängig!}$$

$$f_1 = 125 \text{ Hz wenn } \frac{E_1}{t_1} \approx 100 \text{ MN} / \text{m}^3$$



Für Einzahlangaben R_w und L_{nw} wird $f = 500 \text{ Hz} \rightarrow \Delta_1 = 6 \text{ dB}$ (Siehe Diagramm)



Flankenübertragung: Luftschall – Decke / Außenwand

Vergleich Holzrahmenbau: keine elastischen Zwischenlager notwendig!

Elastische Zwischenlager bei Rahmenbauausführung nicht notwendig!

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + K_1 + K_2 \text{ in dB}$$

$K_1 = 1 \text{ bis } 6 \text{ dB}$

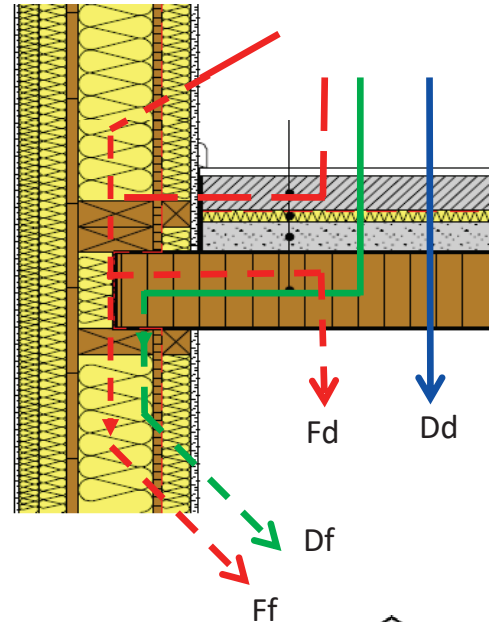
$K_2 = 0 \text{ bis } 7 \text{ dB}$

Entkopplungsprofil zur Schalldämmung

TRACK



ALADIN STRIPE

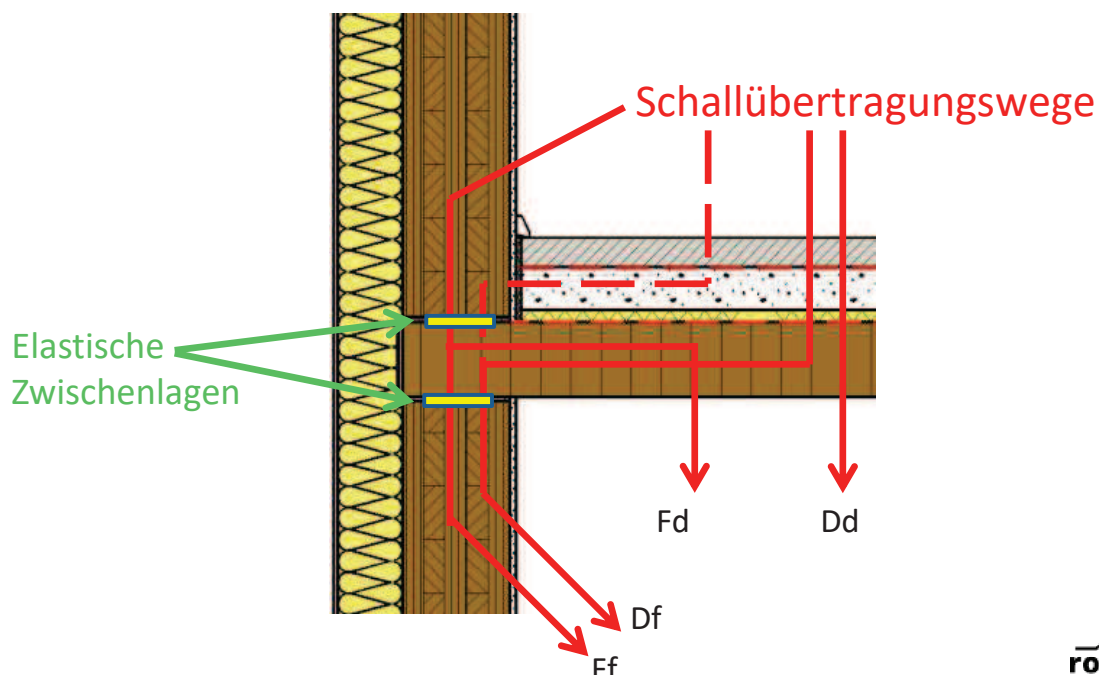


rothoschool

Flankenübertragung Luftschall – Decke / Außenwand

Massivholzbau: ohne und mit elastischen Zwischenlager, ohne und mit Vorsatzschale

- mögliche Maßnahme 1

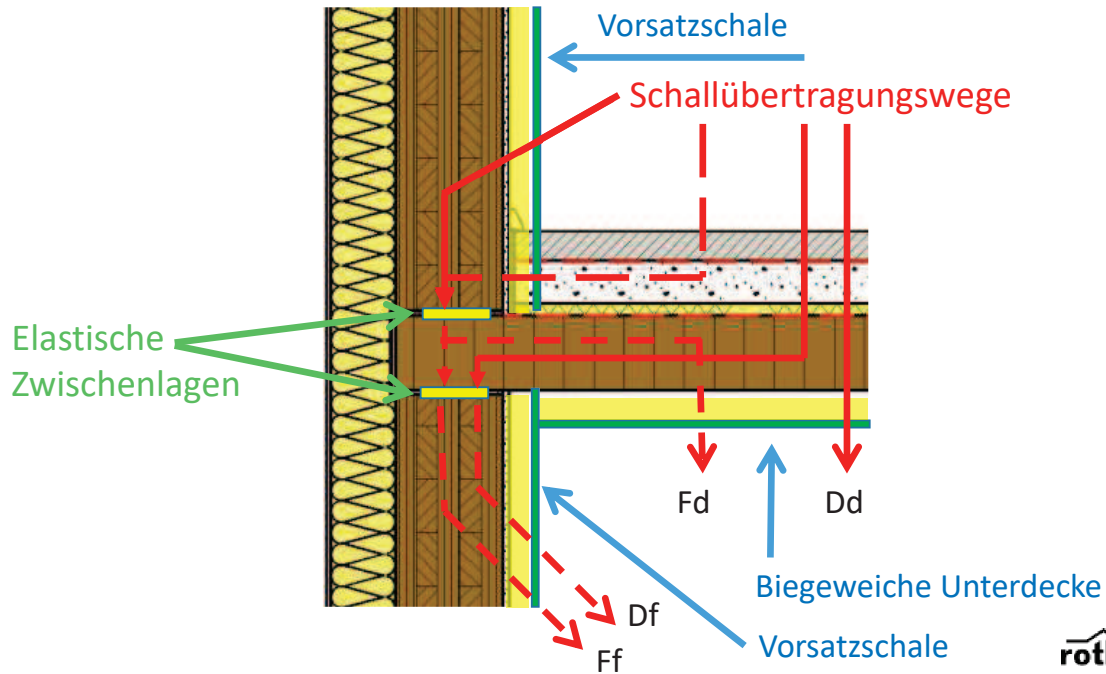


rothoschool

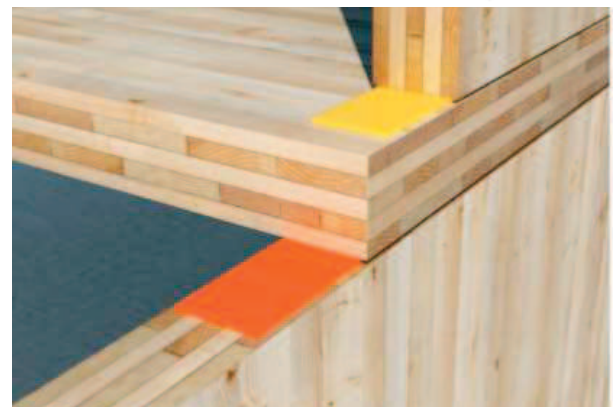
Flankenübertragung Luftschall – Decke / Außenwand

Massivholzbau: ohne und mit elastischen Zwischenlager, ohne und mit Vorsatzschale

- mögliche **Maßnahme 1** und / oder **Maßnahme 2**



XYLOFON – das flexible Zwischenlager



ART.-NR.	alte Art.-Nr.	Version	Länge	Breite (L)	Stärke (S)	Stk./Konf.
XYL35100	D82411	35	3,66 m	100 mm	6 mm	1
XYL50100	D82412	50	3,66 m	100 mm	6 mm	1
XYL70100	D82413	70	3,66 m	100 mm	6 mm	1
XYL80100	D82414	80	3,66 m	100 mm	6 mm	1
XYL90120	D82415	90	3,66 m	120 mm	6 mm	1

ART.-NR.	alte Art.-Nr.	Version	Länge	Breite (L)	Stärke (S)	Stk./Konf.
XYL351000	D82421	35	3,66 m	1000 mm	6 mm	1
XYL501000	D82422	50	3,66 m	1000 mm	6 mm	1
XYL701000	D82423	70	3,66 m	1000 mm	6 mm	1
XYL801000	D82424	80	3,66 m	1000 mm	6 mm	1
XYL901000	D82425	90	3,66 m	1000 mm	6 mm	1

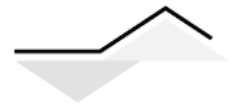
XYLOFON



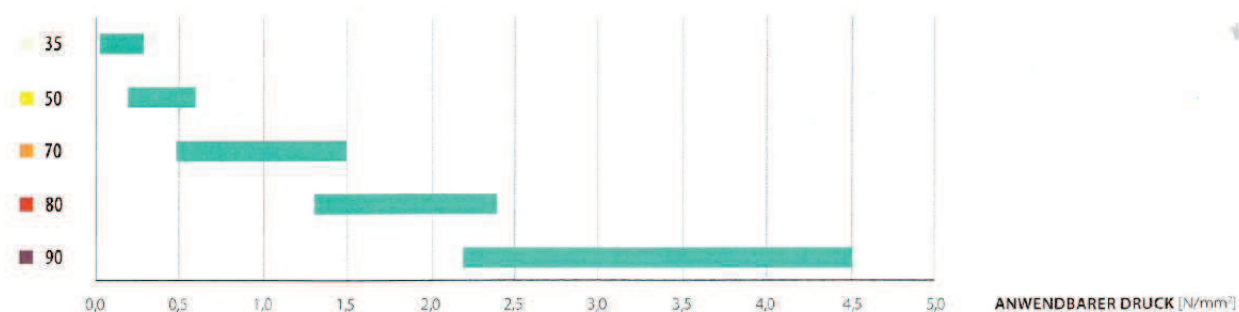
XYLOFON MEGA



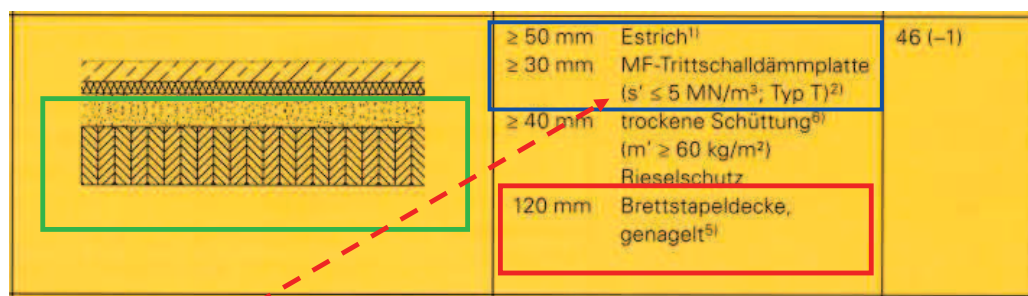
XYLOFON – das flexible Zwischenlager



VERSION	ANWENDBARER DRUCK [N/mm ²]		STAUCHUNG [mm]		CODE	ANWENDBARE LINEARE BELASTUNG [kN/m]	
	von	bis	min	max		von	bis
35	0,027	0,275	0,06	0,60	XYL35100 (100 mm)	2,7	27,5
50	0,180	0,605	0,16	0,62	XYL50100 (100 mm)	18,0	60,5
70	0,455	1,500	0,13	0,44	XYL70100 (100 mm)	45,5	150,0
80	1,300	2,400	0,32	0,59	XYL80100 (100 mm)	130,0	240,0
90	2,200	4,500	0,30	0,62	XYL90120 (120 mm)	264,0	540,0



Beispiel: Brettsper Holzdecke



Trittschalldämmstoff nur für geringe Belastung geeignet

$$L_{n,w} = 46 \text{ dB}$$

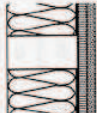
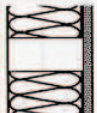
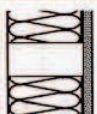
für $s' = 10 \text{ MN/m}^3$ $L_{n,w} = 50 \text{ dB}$

für $s' = 20 \text{ MN/m}^3$ $L_{n,w} = 54 \text{ dB}$

Flankenbauteile: **Massivholzwände**

Volumen Empfangsraum:

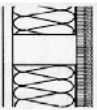
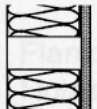
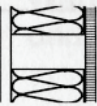
$$V_e = 50 \text{ m}^3$$

Holzdecken Trittschall vertikal		Deckenaufbau				
						
Korrektursummand K_1 für Weg D_f in dB		2 x GKP anFS	1 x GKP anFS	GKP Lattung oder direkt	offene HBD	Brettschichtholz Hohlkasten
Wandaufbau im Empfangsraum		6	3	1		
		7	4	1		
						
		9	5	4		

$L_{n,w} + K_1 = 46 + 4 = 50 \text{ dB}$

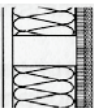
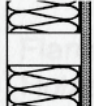
Beispiel 2:

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + K_1 + K_2 = 50 + 1 = 51 \text{ dB}$$

Holzdecken Trittschall vertikal				Trittschallübertragung auf dem Weg $D_d + D_f$																					
Korrektursummand K_2 für Weg D_{ff} in dB				$L_{n,w} + K_1$ in dB																					
				35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	>55
Wandaufbau im Send- und Empfangsraum		Estrichaufbau	a) ZE/HWF	10	9	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
			b) ZE/MF	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
			c) TE	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Estrichaufbau	a) ZE/HWF	11	10	10	9	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0
			b) ZE/MF	10	10	9	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	
			c) TE	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	
		Estrichaufbau	a) ZE/HWF	11	10	10	9	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0
			b) ZE/MF	10	10	9	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	
			c) TE	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0		
	Estrichaufbau	a) ZE/HWF	11	10	10	9	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	
		b) ZE/MF	10	10	9	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0		
		c) TE	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0			

$$L'_{nT,w} = L'_{n,w} - 10 \lg(V) + 14,9 = 51 - 17 + 15 = 49 \text{ dB}$$

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + K_1 + K_2 = 50 + 1 = 51 \text{ dB}$$

Holzdecken Trittschall vertikal			Trittschallübertragung auf dem Weg $D_d + D_f$																						
Korrektursummand K_2 für Weg D_{Ff} in dB			$L_{n,w} + K_1$ in dB																						
			35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	>55	
Wandaufbau im Send- und Empfangsraum	 GKP + HWS	Estrichaufbau	a) ZE/HWF	10	9	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	
			b) ZE/MF	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
			c) TE	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	 GF	Estrichaufbau	a) ZE/HWF	11	10	10	9	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	
			b) ZE/MF	10	10	9	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	
			c) TE	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	

$$L_{nT,w} = L'_{n,w} - 10 \lg(V) + 14,9 = 51 - 17 + 15 = 49 \text{ dB}$$

Abschätzung des Schallschutzes einer doppelschaligen Trennwand nach ÖNORM B 8115-4

$$m_1' = m_2' = 40 \text{ kg/m}^2 \text{ Brettsperholz}$$

Ohne durchgehende Trennfuge:

Wenn Masse der Flankenbauteile » $m_1' + m_2'$

R'_w aus dem Massegesetz für Gesamtmasse ermitteln:

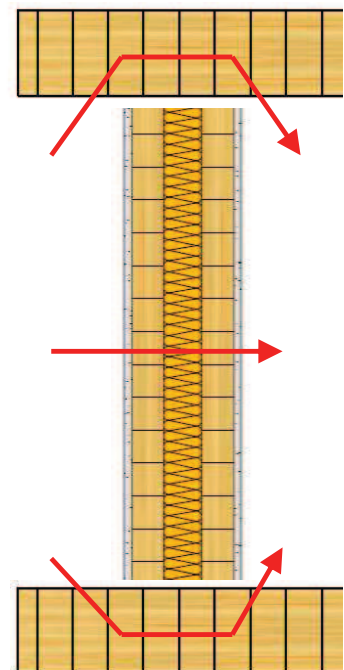
$$R'_w = 32,4 \cdot \lg(m_1' + m_2') - 26 \text{ für } m' > 100 \text{ kg/m}^2$$

$$R'_w = 39 \text{ dB für } 60 < m' < 100 \text{ kg/m}^2$$

$$\Rightarrow R'_w = 39 \text{ dB}$$

Nicht ausreichend wegen

der Flankenübertragung und Direktübertragung!



Abschätzung des Schallschutzes einer doppelschaligen Trennwand nach ÖNORM B 8115-4

$m_1' = m_2' = 40 \text{ kg/m}^2$ Brettsper Holz

Mit durchgehender Trennfuge:

Wenn Masse der Flankenbauteile » $m_1' + m_2'$

R_w aus dem Massegesetz für Gesamtmasse ermitteln:

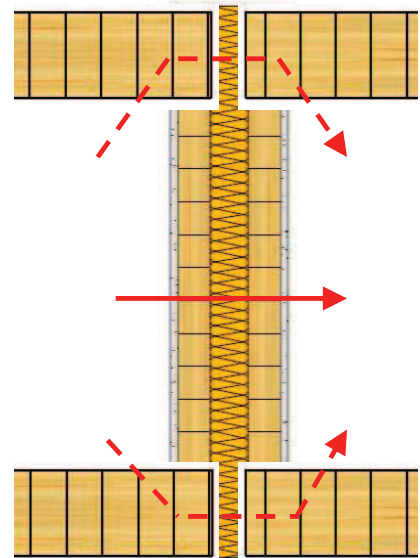
bei durchgehender Trennfuge $\Delta L = +12 \text{ dB}$

$R_w = 32,4 \cdot \lg(m_1' + m_2') - 26$ für $m' > 100 \text{ kg/m}^2$

$R_w = 39 \text{ dB}$ für $60 < m' < 100 \text{ kg/m}^2$

$\Rightarrow R'_w = 39 \text{ dB} + 12 \text{ dB} = \mathbf{51 \text{ dB}}$

Nicht ausreichend wegen der Direktübertragung!



Abschätzung des Schallschutzes einer doppelschaligen Trennwand mit beidseitigen Vorsatzschalen nach ÖNORM B 8115-4

$m_1' = m_2' = 40 \text{ kg/m}^2$ Brettsper Holz

Mit durchgehender Trennfuge:

Wenn Masse der Flankenbauteile » $m_1' + m_2'$

Vorhergehende Folie: $\Rightarrow R'_w = 39 \text{ dB} + 12 \text{ dB} = \mathbf{51 \text{ dB}}$

Vorsatzschale 1: $f_{\text{res}} < 85 \text{ Hz}$, $R_{w,Wand} = 39 \text{ dB}$

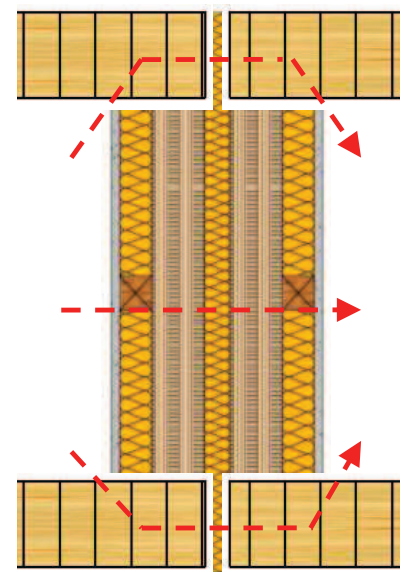
$\Delta R_w = 35 - R_w/2 = 35 - 20 = 15 \text{ dB}$

Vorsatzschale 2: $f_{\text{res}} < 85 \text{ Hz}$, $R_{w,Wand} = 39 \text{ dB}$

$\Delta R_w = (35 - R_w/2)/2 = (35 - 19,5)/2 = 7,5 \text{ dB}$

$\Rightarrow R'_w = 51 + 15 + 7,5 = \mathbf{73,5 \text{ dB}}$

Ausreichend, ist aber wegen der restlichen Flankenübertragung überschätzt!



$$\begin{aligned} m'_E &= 120 \text{ kg/m}^2 \\ s'_D &= 12 \text{ MN/m}^3 \\ m'_{Sch} &= 140 \text{ kg/m}^2 \\ m'_{Roh} &= 72 \text{ kg/m}^2 \\ m'_{R+S} &= 212 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

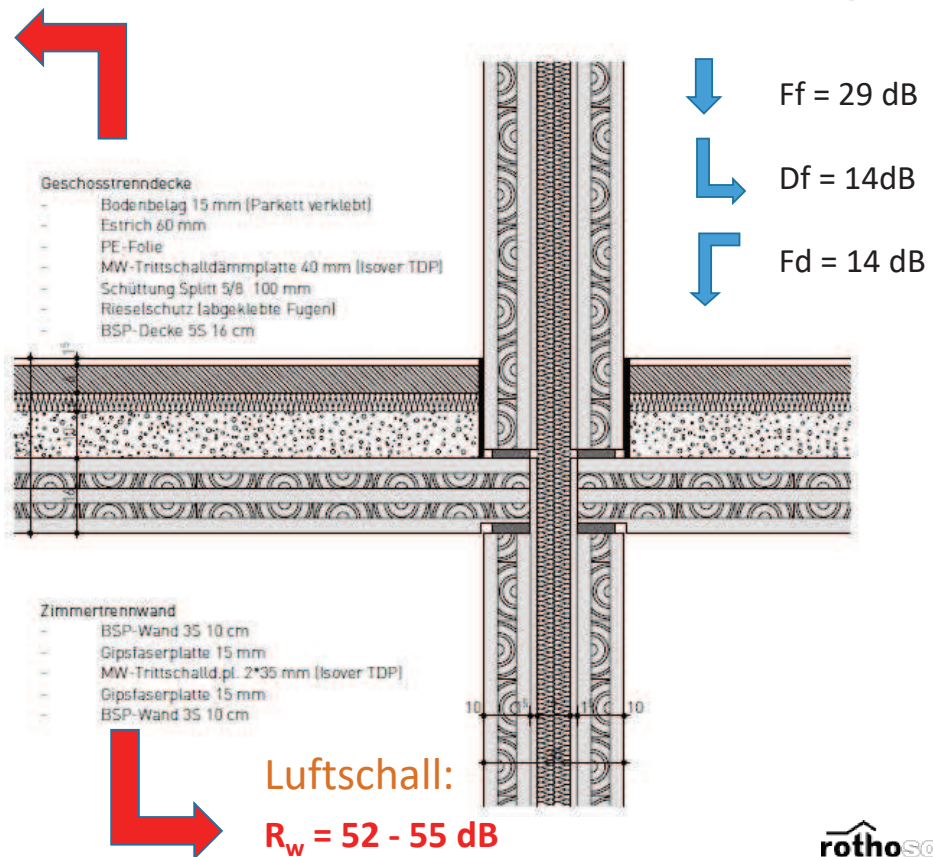
Trittschall:

$$\begin{aligned} \Delta L_w &= 25 \text{ dB} \\ L_{n,0,w} &= 71 \text{ dB} \\ L_{n,w} &= 46 \text{ dB} \\ L_{n,Df,w} &= 46 - 14 = 32 \text{ dB} \\ L'_{n,w} &= 47 \text{ dB} \end{aligned}$$

Luftschall:

$$\begin{aligned} R_{R+S} &= 49 \text{ dB} \\ \Delta R_w &= 11 \text{ dB} \\ R_w &= 60 \text{ dB} \\ R_{Ff} &= 37 + 29 = 66 \text{ dB} \\ R_{Df} &= 49 + 14 = 63 \text{ dB} \\ R_{Fd} &= 37 + 14 = 51 \text{ dB} \\ R'_w &= 48 \text{ dB} \end{aligned}$$

Wand – Decke: Beispiel 1



$$\begin{aligned} m'_E &= 120 \text{ kg/m}^2 \\ s'_D &= 12 \text{ MN/m}^3 \\ m'_{Sch} &= 140 \text{ kg/m}^2 \\ m'_{Roh} &= 72 \text{ kg/m}^2 \\ m'_{R+S} &= 212 \text{ kg/m}^2 \\ m'_{UD} &= 27 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

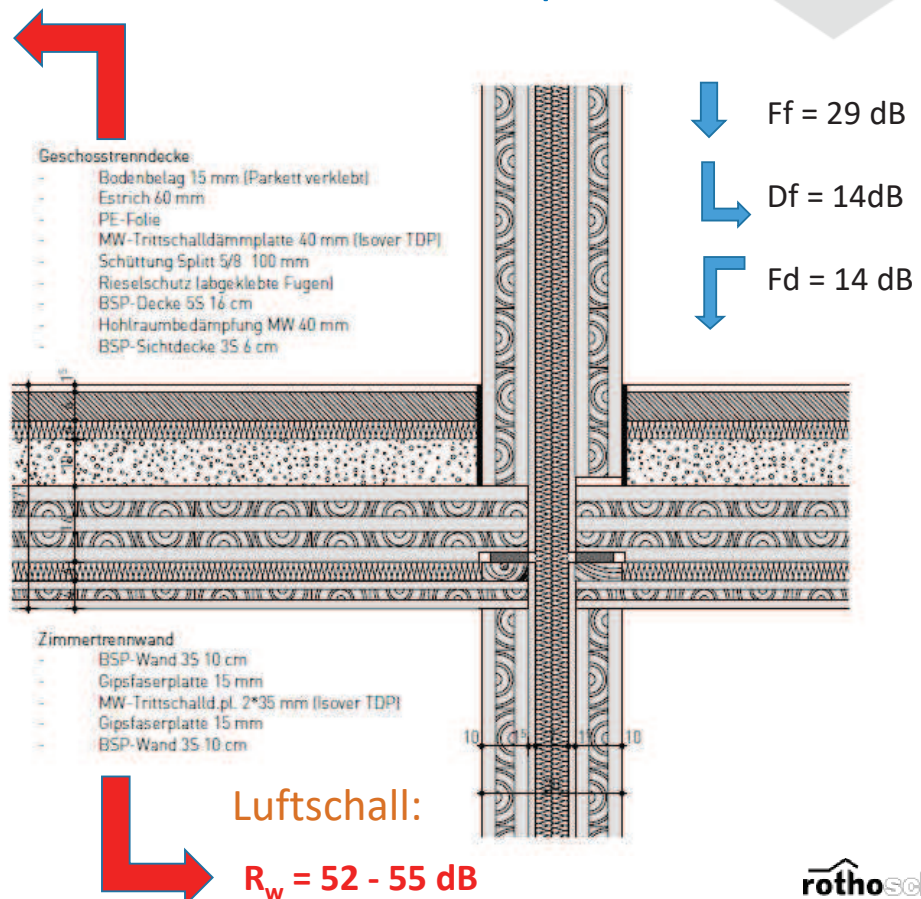
Trittschall:

$$\begin{aligned} \Delta L_{w,ges} &= 35 \text{ dB} \\ L_{n,0,w} &= 71 \text{ dB} \\ L_{n,w} &= 36 \text{ dB} \\ L_{n,Df,w} &= 36 - 14 = 22 \text{ dB} \\ L'_{n,w} &= 37 \text{ dB} \end{aligned}$$

Luftschall:

$$\begin{aligned} R_{R+S} &= 49 \text{ dB} \\ \Delta R_w &= 16 \text{ dB} \\ R_w &= 65 \text{ dB} \\ R_{Ff} &= 37 + 29 = 66 \text{ dB} \\ R_{Df} &= 49 + 14 = 63 \text{ dB} \\ R_{Fd} &= 37 + 25 = 62 \text{ dB} \\ R'_w &= 58 \text{ dB} \end{aligned}$$

Wand – Decke: Beispiel 2



$m'_E = 120 \text{ kg/m}^2$
 $s'_D = 12 \text{ MN/m}^3$
 $m'_{Sch} = 140 \text{ kg/m}^2$
 $m'_{Roh} = 72 \text{ kg/m}^2$
 $m'_{R+S} = 212 \text{ kg/m}^2$
 $m'_{UD} = 8,6 \text{ kg/m}^2$

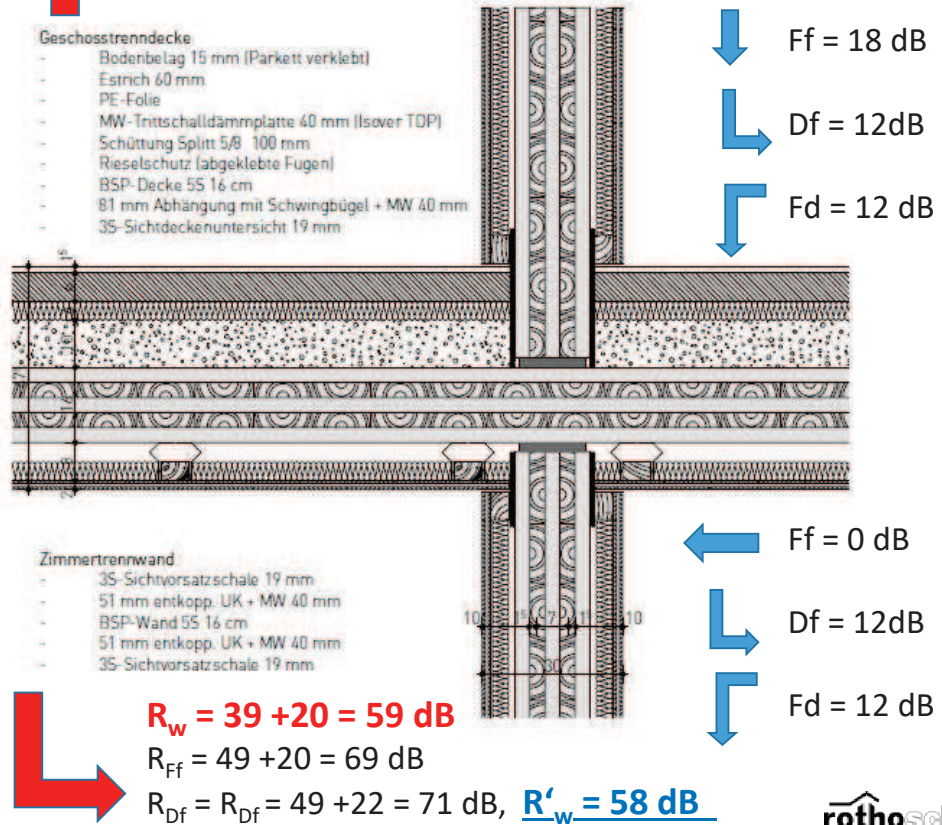
Trittschall:

$\Delta L_{w,ges} = 31 \text{ dB}$
 $L_{n,0,w} = 71 \text{ dB}$
 $L_{n,w} = 40 \text{ dB}$
 $L_{n,Df,w} = 40 - 12 = 28 \text{ dB}$
 $L'_{n,w} = 39 \text{ dB}$

Luftschall:

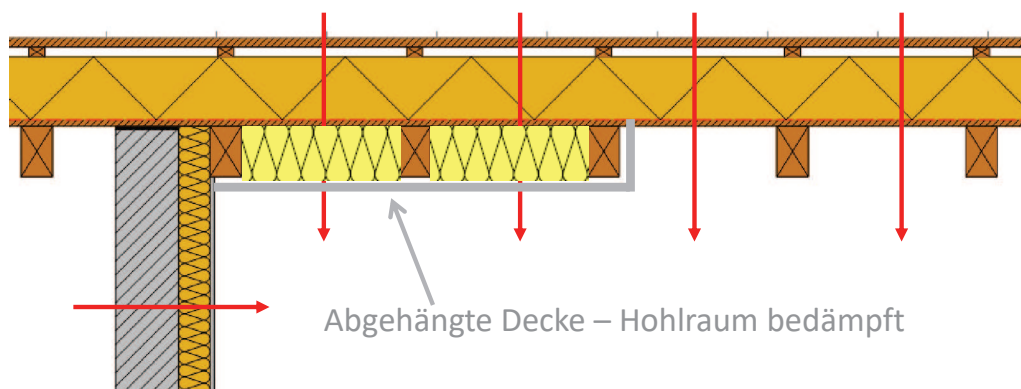
$R_{R+S} = 49 \text{ dB}$
 $\Delta R_w = 16 \text{ dB}$
 $R_w = 65 \text{ dB}$
 $R_{Ff} = 49 + 33 = 82 \text{ dB}$
 $R_{Df} = 49 + 22 = 71 \text{ dB}$
 $R_{Fd} = 49 + 22 = 71 \text{ dB}$
 $R'_w = 63 \text{ dB}$

Wand – Decke: Beispiel 3



Flankenübertragung – Wohnungstrennwand / Dach

Verbesserungsmöglichkeit - Variante 1

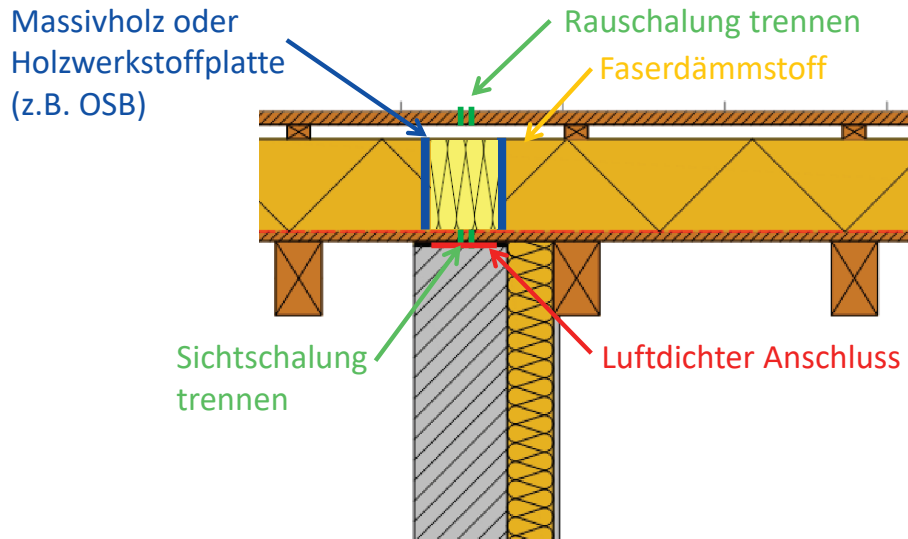


$R(S0)_w = 58 \text{ dB}$	$R(F1)_w = 52 \text{ dB}$	$R(F2)_w = 55 \text{ dB}$	$R(F3)_w = 59 \text{ dB}$	$R(F4)_w = 64 \text{ dB}$
Summe der Flanken			=	$R(\Sigma FN)_w = 50 \text{ dB}$
Summe der Flanken und des Trennbauteils			=	$R(S0 + \Sigma FN)_w = 48 \text{ dB}$
Gesamtmessung inklusive Flanken und Undichtheiten			=	$R'_w = 46 \text{ dB}$

Flankenübertragung – Wohnungstrennwand / Dach

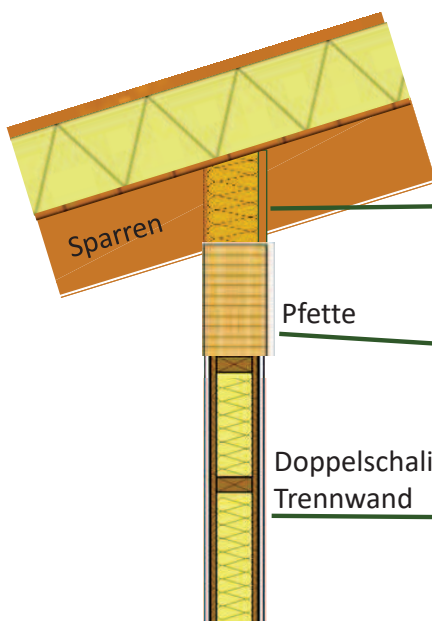
Luftschallschutz einer Wohnungstrennwand, Messergebnis einer Detailuntersuchung

Verbesserungsmöglichkeit - Variante 2



Ziegelwand mit Vorsatzschale

Zimmertrennwand – mehrteiliger Wandaufbau



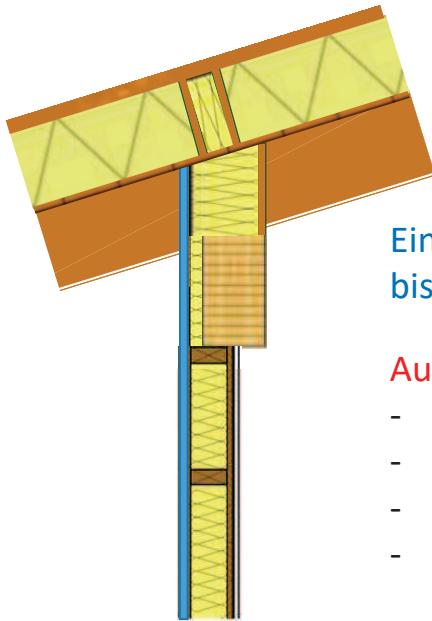
Messung vor Ort	Vorberechnung Bauteilgrößen
$R'_w = 43 \text{ dB}$	$R_w = 53 \text{ dB}$
$D_{nT,w} = 43 \text{ dB}$	
Summe der Teilflächen 1 bis 3:	
$R_w(\Sigma T) = 42 \text{ dB}$	$S(\Sigma T) = 17,14 \text{ m}^2$
$D_{nT,w}(\Sigma T) = 42 \text{ dB}$	

Teilfläche 3: Trennwand Staubbretter	
$R_w(T3) = 31 \text{ dB}$	$S(T3) = 1,106 \text{ m}^2$
$D_{nT,w}(T3) = 43 \text{ dB}$	

Teilfläche 2: Trennwand Pfette	
$R_w(T2) = 44 \text{ dB}$	$S(T2) = 2,405 \text{ m}^2$
$D_{nT,w}(T2) = 53 \text{ dB}$	

Teilfläche 1: Trennwand doppelschalig	
$R_w(T1) = 52 \text{ dB}$	$S(T1) = 13,63 \text{ m}^2$
$D_{nT,w}(T1) = 53 \text{ dB}$	

Zimmertrennwand – mehrteiliger Wandaufbau Verbesserungsvorschlag

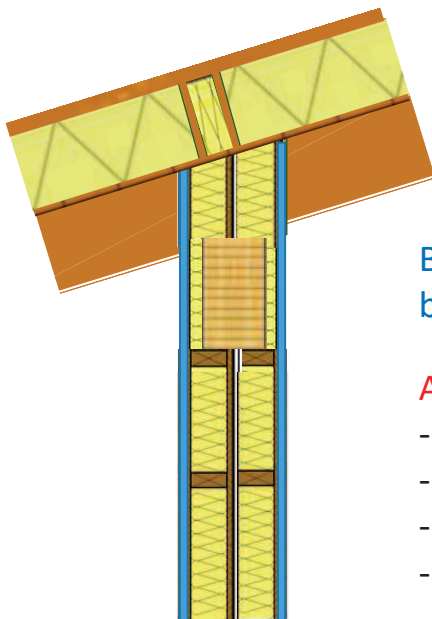


Eine biegeweiche Schale über die Pfette bis zur Sichtschalung gehen lassen.

Auf folgendes ist dabei besonders zu achten:

- Flankenübertragung – Anschluss Dach
- Abstand zwischen Pfette und Vorsatzschale
- Luftdichter Anschluss (Dach, Sparren)
- Bei der Verwendung als Wohnungstrennwand muss der Sparren getrennt werden!

Zimmertrennwand – mehrteiliger Wandaufbau Verbesserungsvorschlag: Ausführung als Wohnungstrennwand



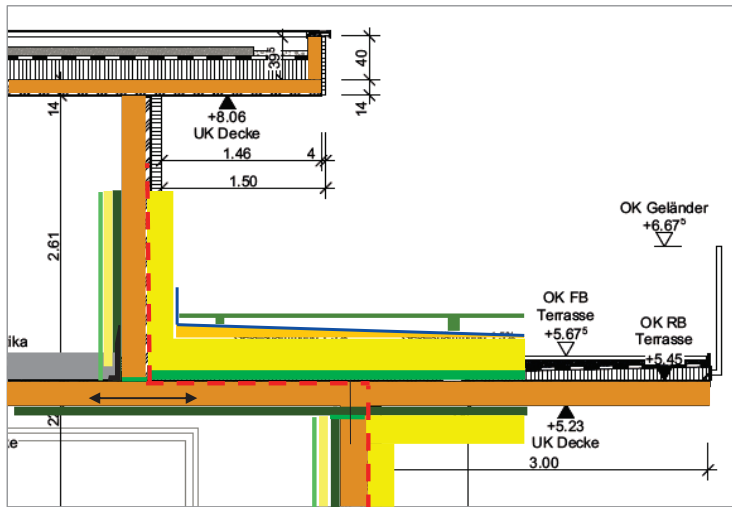
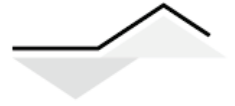
Beide biegeweichen Vorsatzschalen über die Pfette bis zur Sichtschalung gehen lassen.

Auf folgendes ist dabei besonders zu achten:

- Flankenübertragung – Anschluss Dach
- Abstand zwischen Pfette und Vorsatzschale
- Luftdichter Anschluss (Dach, Sparren)
- Sparren trennen, oder es ist zusätzlich eine Unterdecke notwendig!

Zusammenhang: Konstruktion und Bauphysik im Holzbau

am Beispiel: Terrasse mit auskragender Balkonplatte



-- LUFTDICHTHEIT
Materialwahl, Konstruktion, Plattenstöße

■ Anschluss: Decke/Terrasse - Wand
■ Anschluss: Wand – Decke/Terrasse

STATIK/HOLZSCHUTZ

Materialwahl, Dimension, Spannrichtung, Verbindungsmittel

BRANDSCHUTZ

Gebäudeklasse ?, Abbrandrate bzw. Kapselung

SCHALLSCHUTZ

Entkoppelungslager, schwere Masse, Vorsatzschale, Mehrschaligkeit, Verbindungsmittel,

WÄRMESCHUTZ

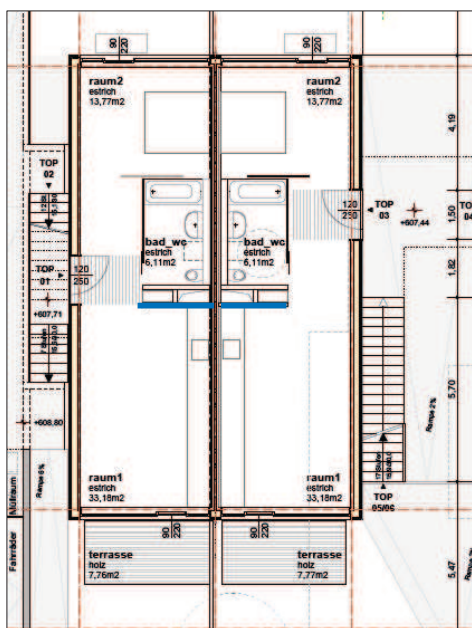
Dämmung, Wärmebrücken, Höhenunterschied, Anschluss Fenster, Türen

FEUCHTESCHUTZ

Abdichtung, Hochzug, Gefälle, Entwässerung, Dampfbremse, Diffusionsoffene Materialien

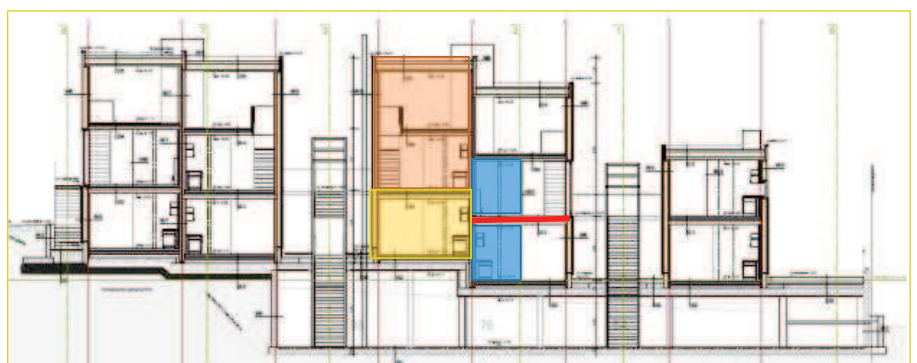
Zusammenhang: Konstruktion und Bauphysik im Holzbau

am Beispiel einer Wohneinheit (10 Wohnungen)



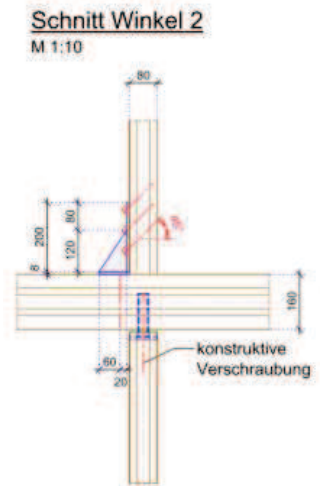
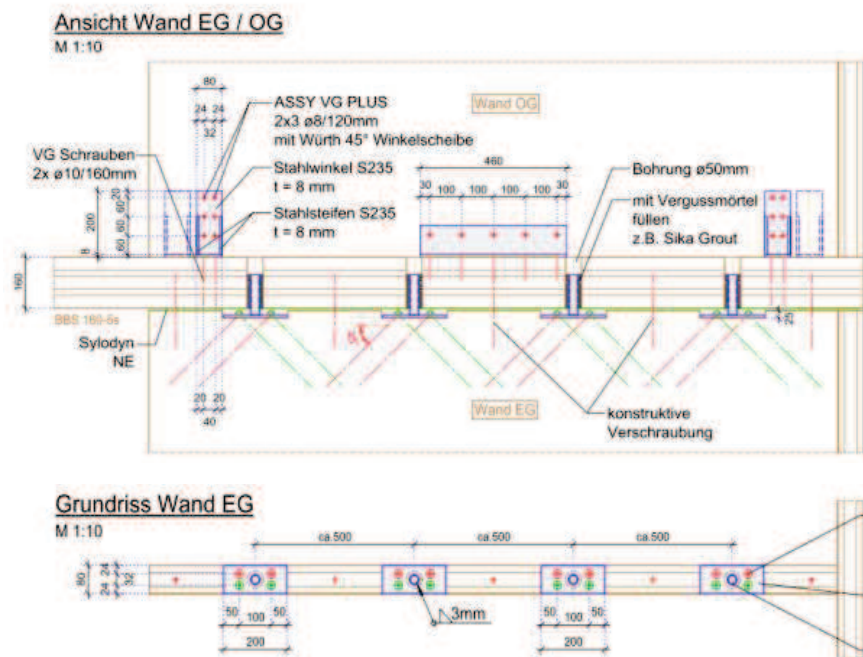
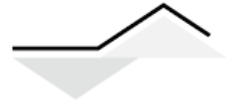
Grundriss

- Größe Wohneinheiten
- Wandscheibe
- Geschossdecke



Schnitt

Zusammenhang: Konstruktion und Bauphysik im Holzbau am Beispiel einer Wohneinheit (10 Wohnungen)



Zusammenhang: Statik und Bauphysik am Beispiel einer Wohnanlage (10 Wohnungen)



Schalltechnisch entkoppelter Anschluss
mittels Schubnocken

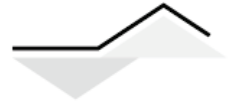


Qualitätssicherung!

- Schallbrücke durch Kastenblende



Blick auf Decke im Obergeschoss,
Bohrlöcher für Schubnocken



- **Im Holzbau** sind, für hohe Schallschutzanforderung, immer **doppelschalige Bauteile** mit mindestens einer biegeweichen Schale notwendig.
- **Massivholzelemente** müssen **mittels elastischen Zwischenlagern entkoppelt** werden, wenn keine oder nur teilweise Vorsatzschalen vorhanden sind.
- **Hohlräume** sollten immer **bedämpft** werden.
- Im Holzbau sollten nur **Schüttungen > 1300 kg/m³**, für Beschwerung und Bedämpfung, verwendet werden
- Die **dynamische Steifigkeit (s')** von **Trittschalldämmplatten** sollte bei Holzdecken im Bereich zwischen **6 MN/m³ und 15 MN/m³** liegen.
- Die **Resonanzfrequenz** von mehrschaligen Bauteilen muss **unter 100 Herz** liegen.
- **Luftdichtheit**, vor allem bei **hohen Schallschutzanforderungen** der Fenster und Wohnungseingangstüren wichtig