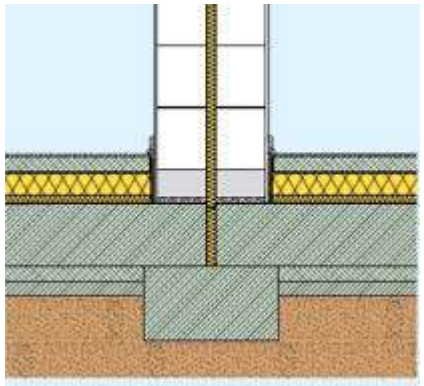
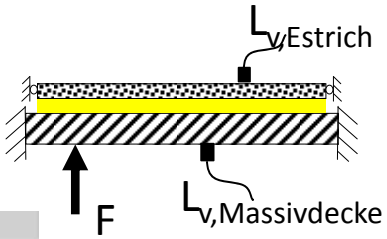
Schallbrücken Teil 1

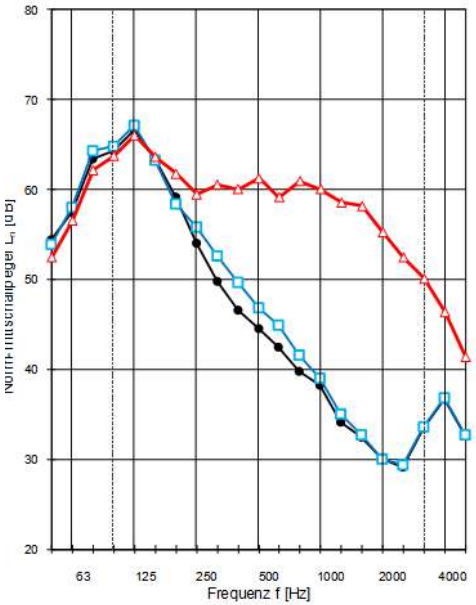
Martin Schneider

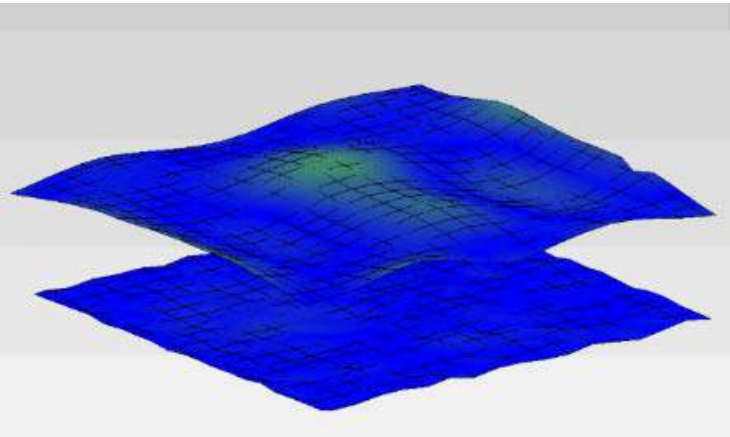
5. Österreichische Bauphysikertreffen

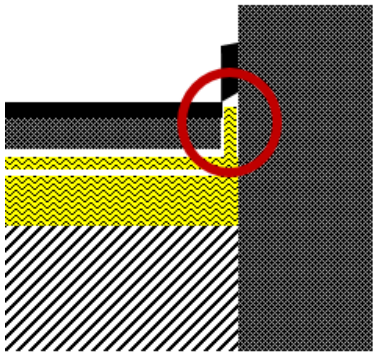
Wien 03.10.2019





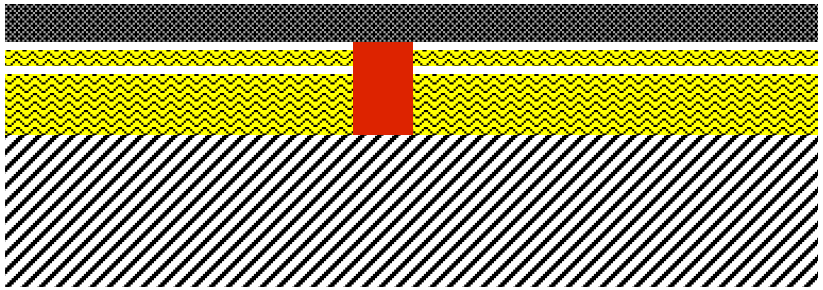




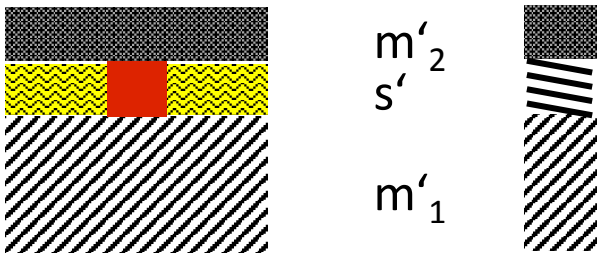


Schallbrücken

Zweischalige Konstruktion am Beispiel schwimmender Estrich



45	mm	Zementestrich ($f_c \approx 420$ Hz)
20	mm	Hartschaum s‘ = 15 MN/m³
60	mm	Hartschaum (Ausgleichsschicht)
140	mm	Betondecke ($f_c \approx 135$ Hz)



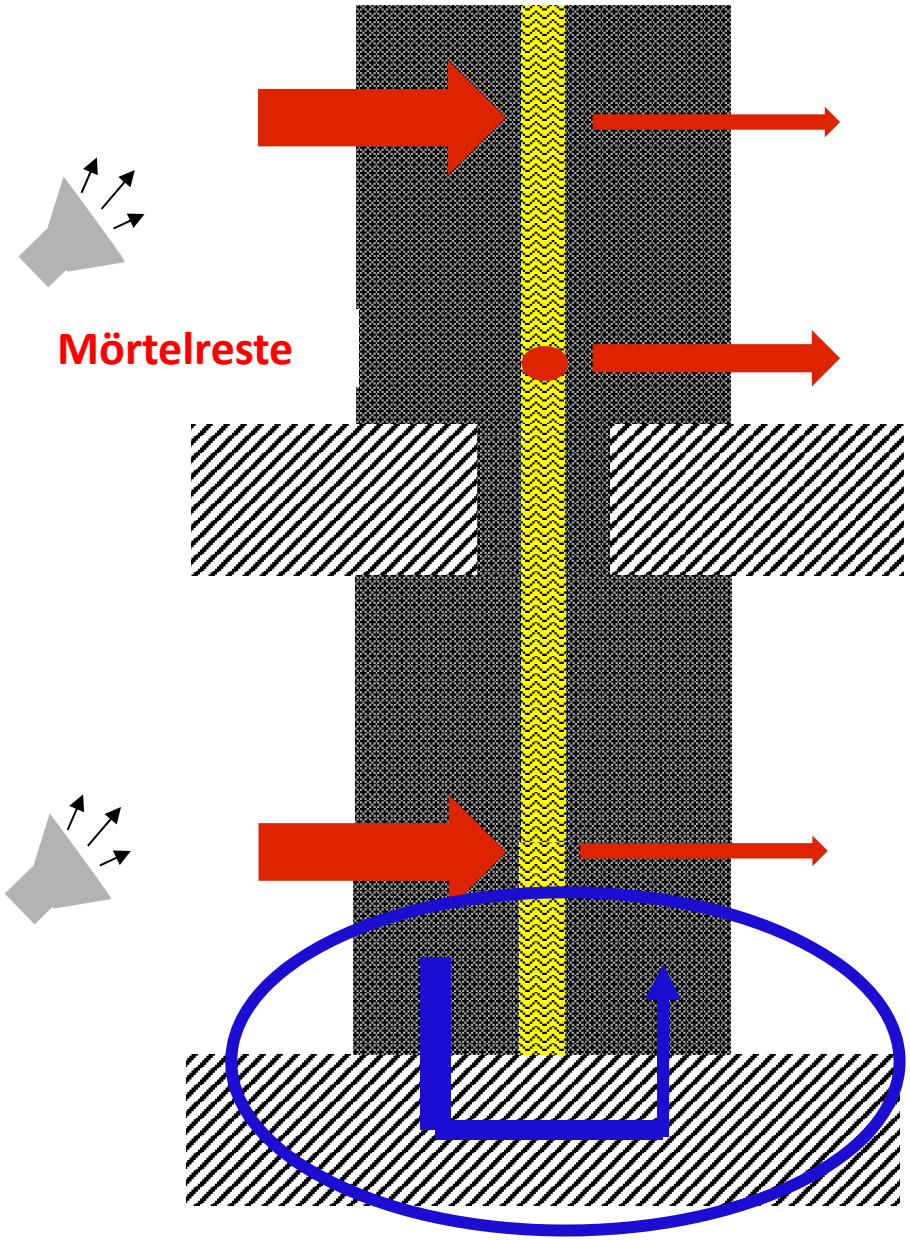
$$f_r = \frac{1}{2\pi}\sqrt{s'\left[\frac{1}{m'_1}+\frac{1}{m'_2}\right]}$$

$f_r \approx 66$ Hz

Schallbrücke = Verbindung von akustisch getrennten Bauteilen

Schallbrücke

Zweischalige Haustrennwand



Schallbrücke vermindert Schalldämmung

**Durchlaufende Bodenplatte:
konstruktive Schallbrücke
vermindert Schalldämmung**

Inhalt

1. **Einführung „Schallbrücke“**

2. **Schallbrücken im Massivbau**
   - **schwimmende Estrich**
   - **zweischalige massive Haustrennwand**
   - **zweischalige massive Außenwand**

3. **Sonstige Schallbrücken**
   - **Leichtbau**
   - **Flankierende Übertragung**

4. **Zusammenfassung**

Inhalt

1. Einführung „Schallbrücke“
2. Schallbrücken im Massivbau
   - **schwimmende Estrich**
   - zweischalige massive Haustrennwand
   - zweischalige massive Außenwand
3. Sonstige Schallbrücken
   - Leichtbau
   - Flankierende Übertragung
4. Zusammenfassung

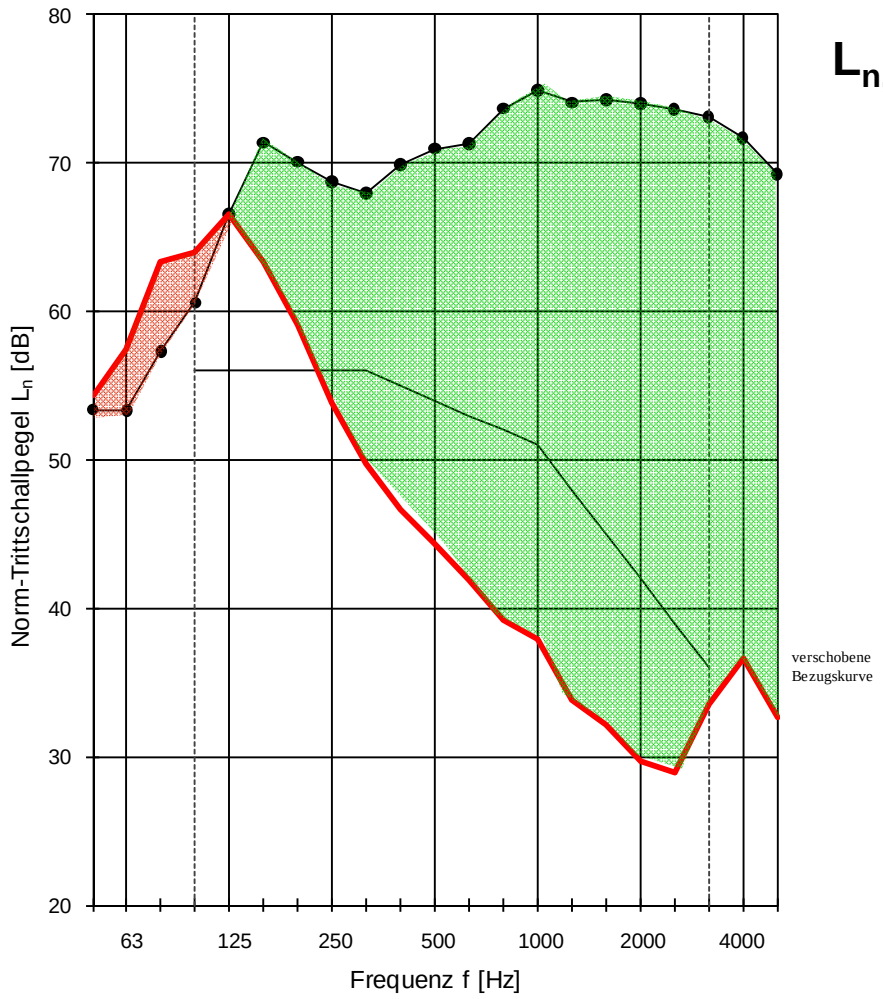
Schwimmender Estrich auf Massivdecke im Prüfstand

35 mm Anhydrit (ρ = 2000 kg/m³)
20 mm EPS (s‘ < 20 MN/m³)
140 mm Stahlbeton

Prüfstand:
3,78 m x 4,78 m
S = 18,1 m² V_S =72,6m³ V_E = 56,0 m³

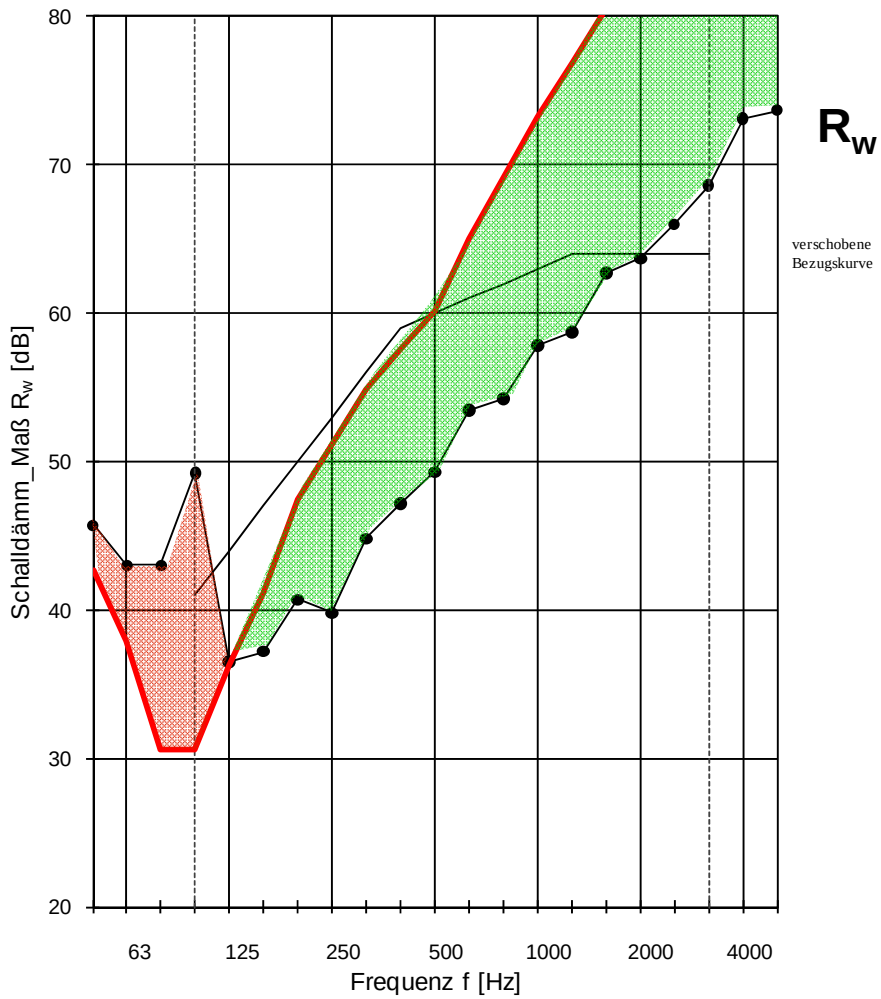
Flankenübertragung mittels Vorsatzschalen im Sende- und Empfangsraum unterdrückt

Trittschalldämmung: $L_{n,w}$ = 54 dB



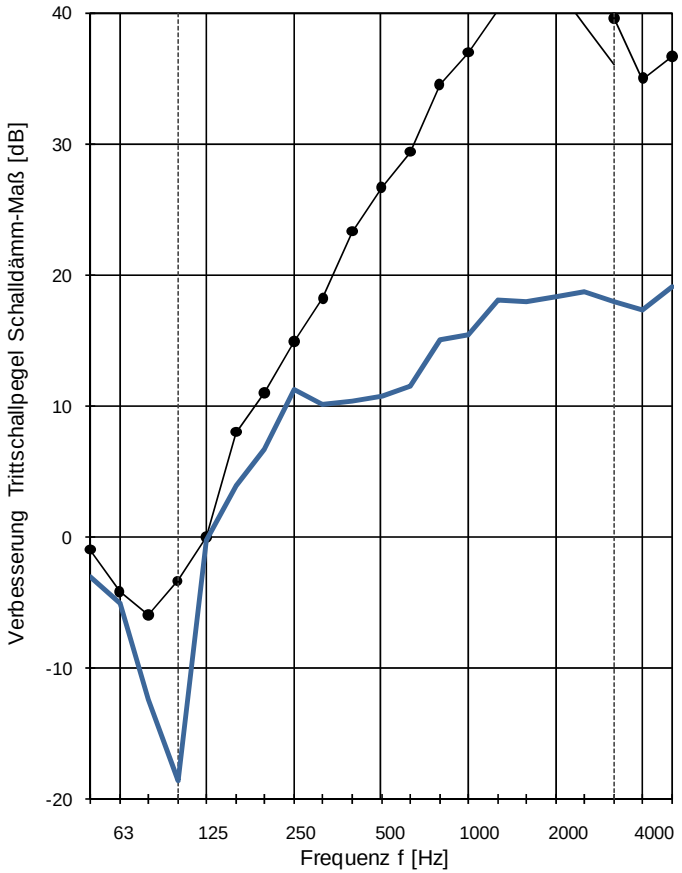
$L_{n,w}$ = 80 dB

Luftschalldämmung: R_w = 60 dB



R_w = 53.6 dB (Decke ohne Estrich)

Verbesserung Luft-Trittschalldämmung:



Trittschalldämmung: Verbesserung Estrich gegenüber Rohdecke

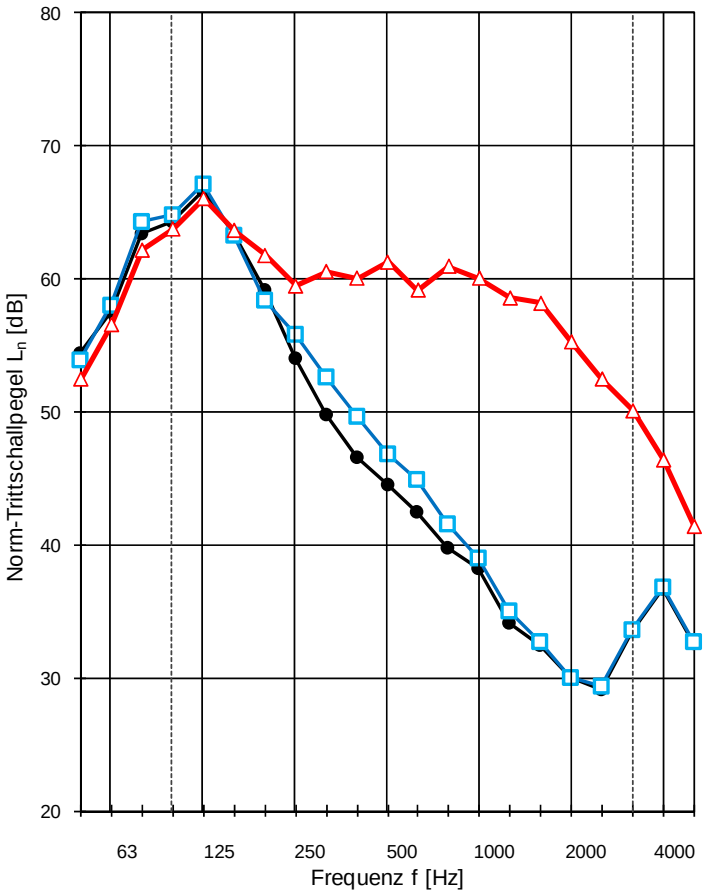
Verschlechterung:
Maximum bei 80 Hz
Berechnung: f_r = 94 Hz

$\Delta L = 40 \lg (f/fr)$
(Punktanregung;
lokal reagierender Estrich)

Luftschalldämmung: ΔR
Verbesserung Estrich gegenüber Rohdecke

Einbau einer Schallbrücke

Trittschalldämmung:



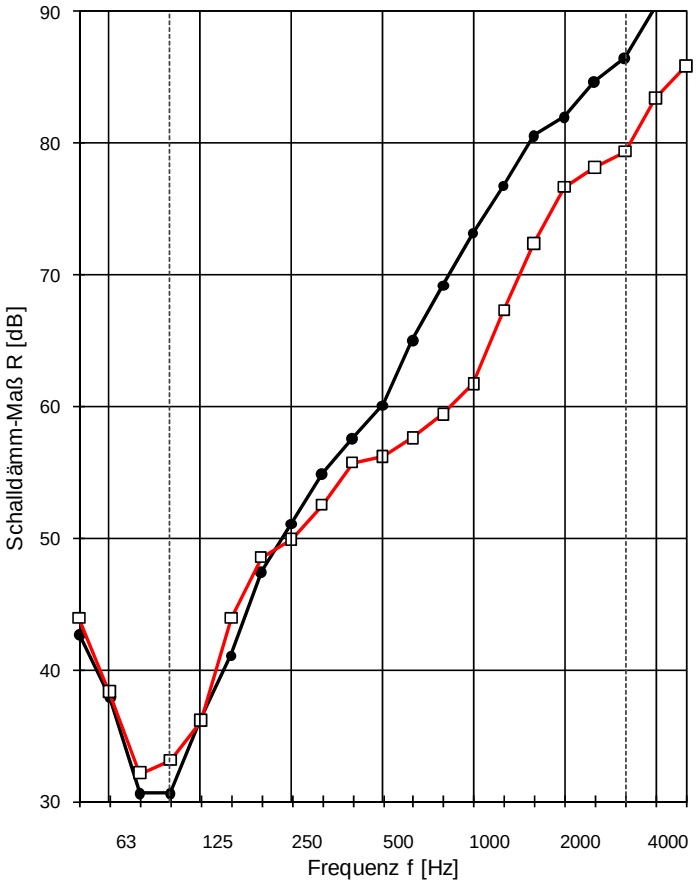
Aufbau:
35 mm Anhydrit r = 2000 kg/m³
20 mm EPS s‘ < 20 MN/m³
140 mm Stahlbeton

$L_{n,w}$ = 54 dB

Randdämmstreifen entfernt
(Direkte Anregung der Decke durch Luftschallfeld, Dämpfung?)
$L_{n,w}$ = 54 dB

Mit Schallbrücke
$L_{n,w}$ = 62 dB

Luftschalldämmung:

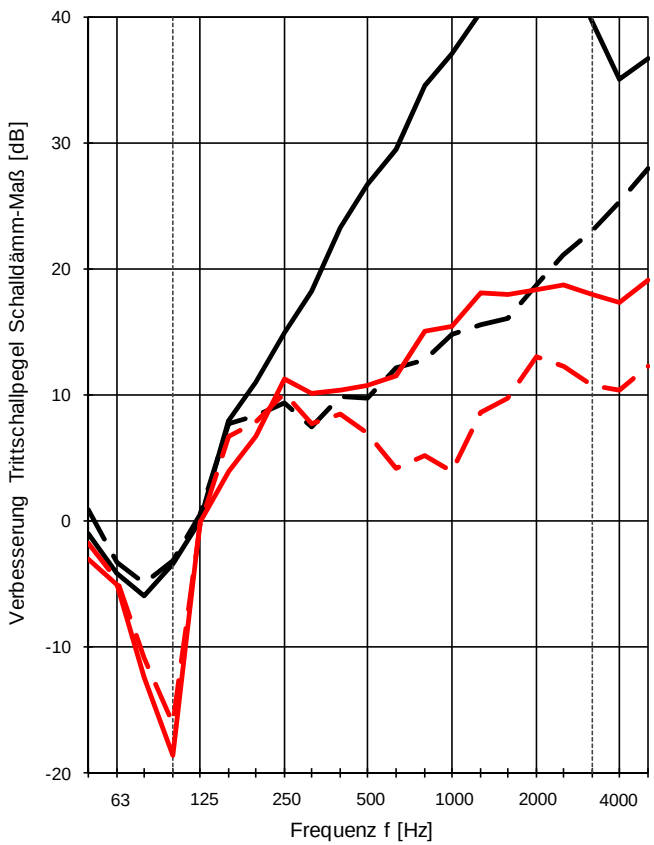


Aufbau:
35 mm Anhydrit r = 2000 kg/m³
20 mm EPS s‘ < 20 MN/m³
140 mm Stahlbeton

R_w = 60 dB

Mit Schallbrücke
R_w = 59 dB

Verbesserung der Tritt- und Luftschalldämmung:



Norm-Trittschallpegel
$\Delta L_{n,w}$ = 26 dB

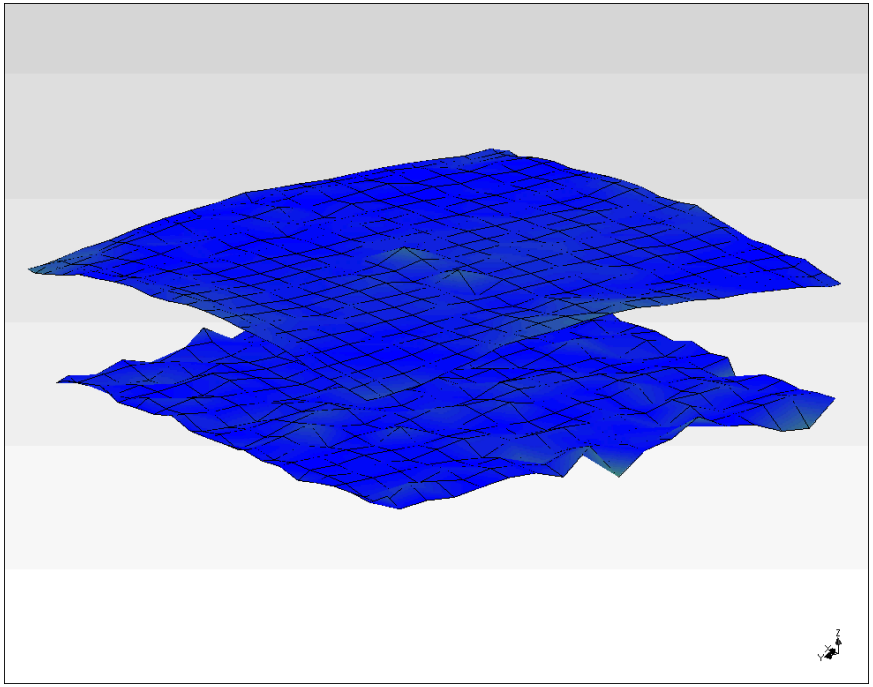
Mit Schallbrücke
$\Delta L_{n,w}$ = 18 dB

Schalldämm-Maß
ΔR_w = 6 dB

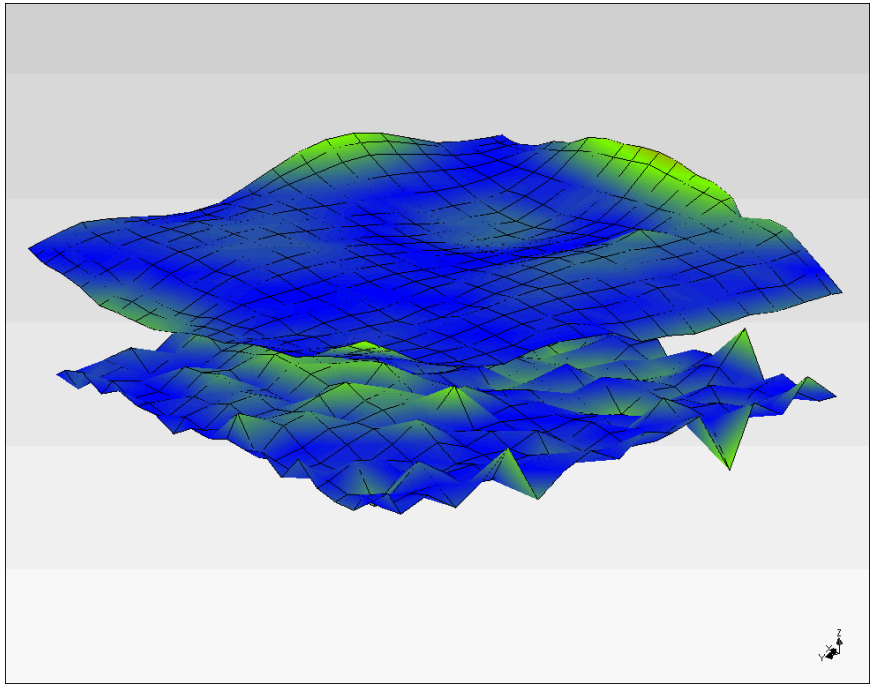
Mit Schallbrücke
ΔR_w = 5 dB

Modalanalyse: Massivdecke mit Estrich

Schwingungsamplituden der Massivdecke und des Estrichs bei Anregung der Massivdecke (von unten).



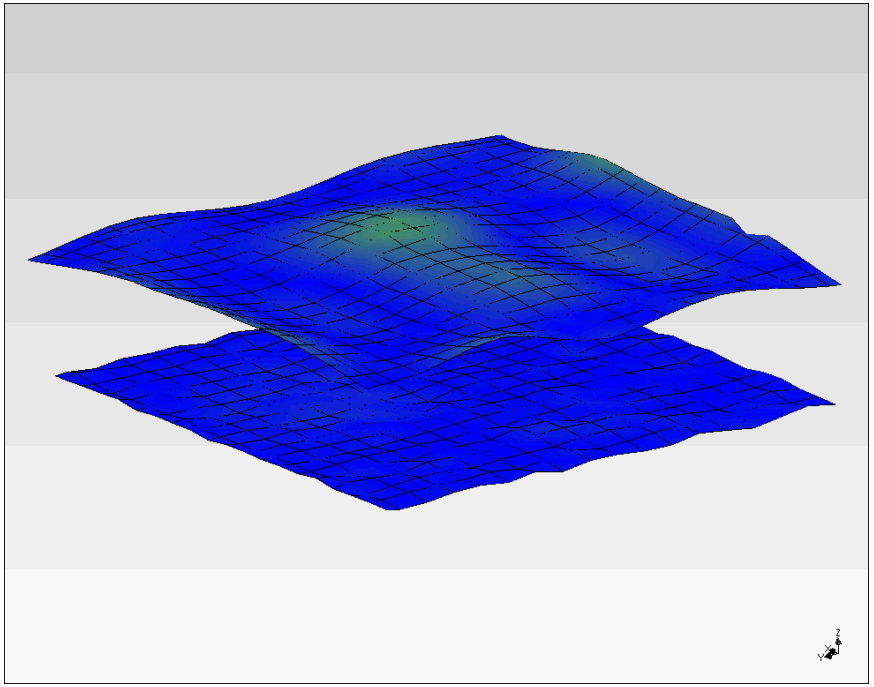
22 Hz



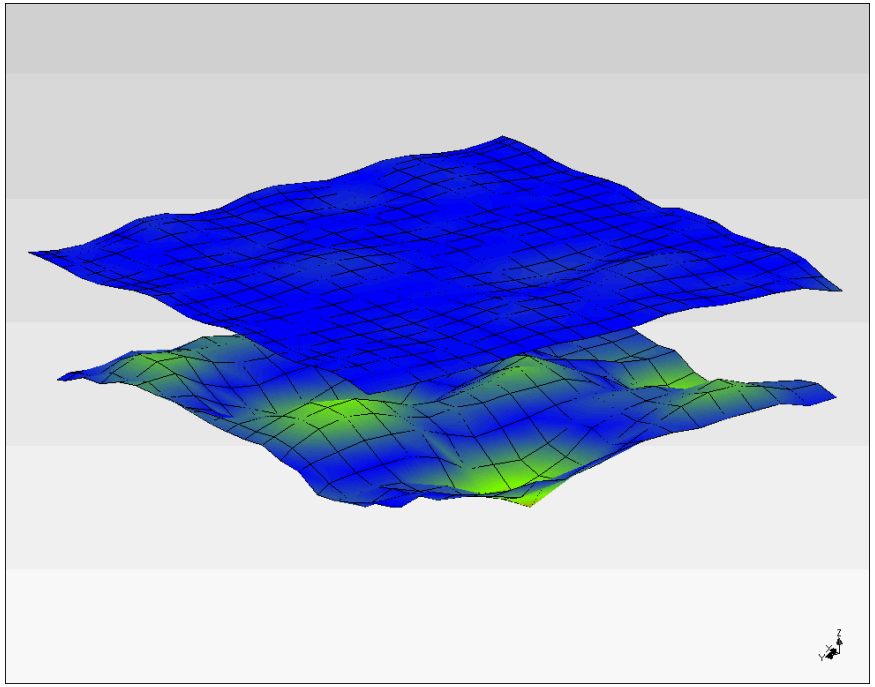
52 Hz

Modalanalyse: Massivdecke mit Estrich

Schwingungsamplituden der Massivdecke und des Estrichs bei Anregung der Massivdecke (von unten).

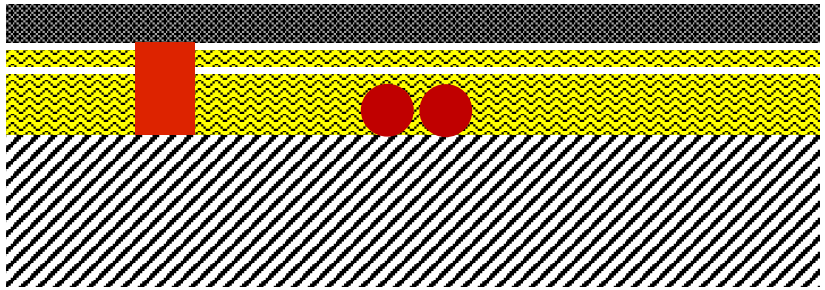


77Hz



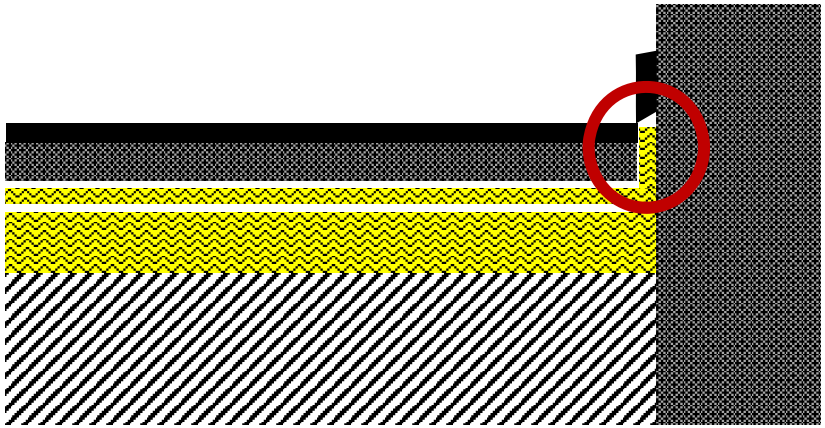
186 Hz

Schw. Estrich



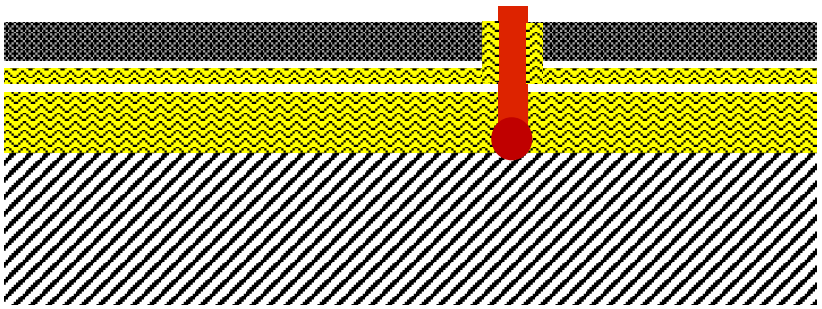
Schallbrücken in der Fläche:

1. Fließestrich durchdringt Dämmschicht
2. Sich kreuzende Elektro-, Heiz- und / oder Wasserleitungen



Schallbrücken am Rand:

1. Aus Spachtel/Kleber Bodenbelag
2. Aus Fliesenkleber Sockelfliesen



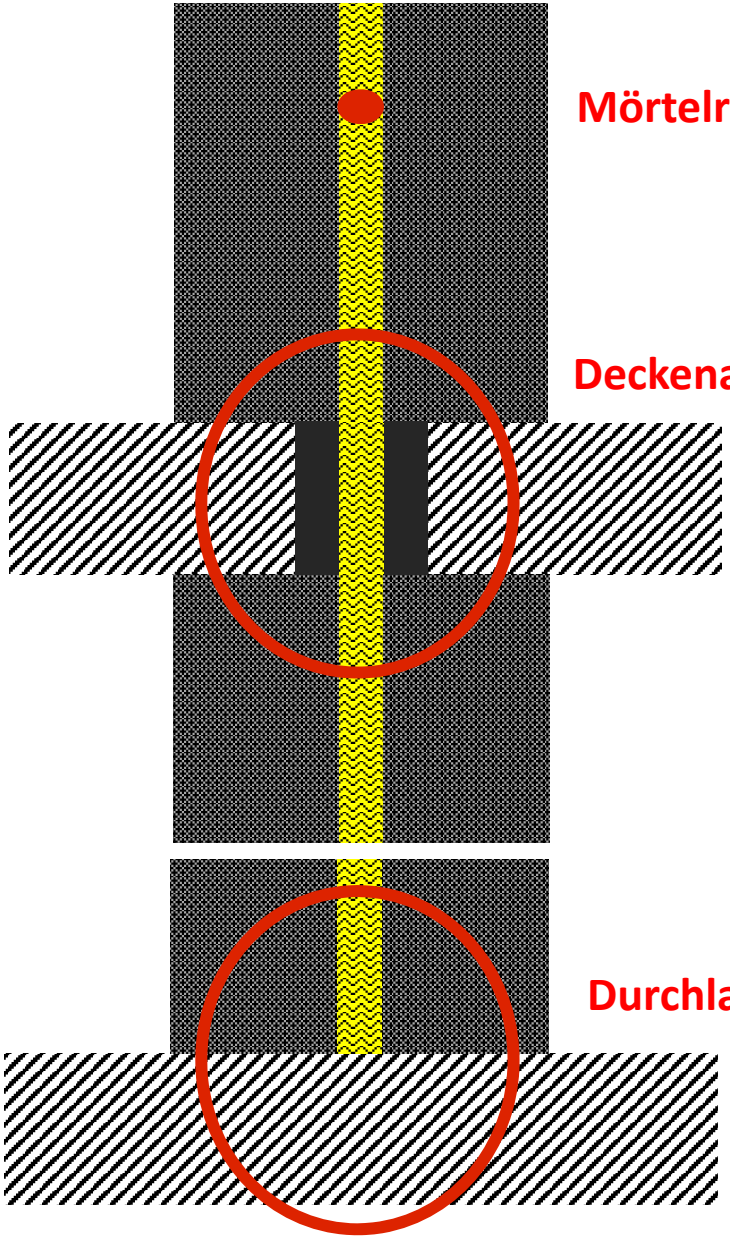
Schallbrücken an aufgehenden Bauteilen:

1. Heiz/Wasserleitungen,
2. Bodenabläufe,
3. ...

Inhalt

1. Einführung „Schallbrücke“
2. Schallbrücken im Massivbau
   - schwimmende Estrich
   - **zweischalige massive Haustrennwand**
   - zweischalige massive Außenwand
3. Sonstige Schallbrücken
   - Leichtbau
   - Flankierende Übertragung
4. Zusammenfassung

Zweischaligen Haustrennwände



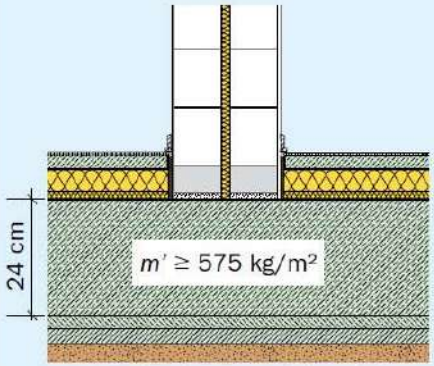
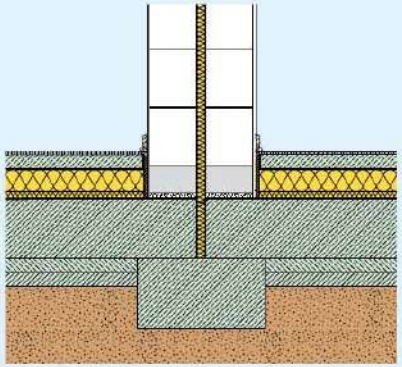
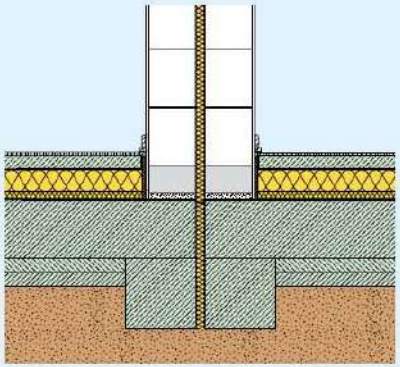
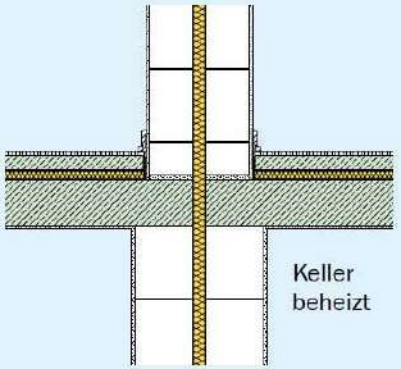
Bsp. Reihenhaustrennwand

150 mm	Kalksandsteinmauerwerk
≥ 30 mm	Trennwandplatte !!
150 mm	Kalksandsteinmauerwerk

DIN 4109 – 2: Zweischaligkeitszuschlag $\Delta R_{w,Tr}$

$$R'_{w,2} = R'_{w,1} + \Delta R_{w,Tr}$$

Zweischaligen Haustrennwände

Fall 1: gemeinsame Bodenplatte	Fall 2: getrennte Bodenplatten, gemeinsames Fundament	Fall 3: getrennte Bodenplatten, getrennte Fundamente	Fall 4: durchgehende Trennfuge bis zum Fundament
Räume direkt über der Bodenplatte	Räume direkt über den Bodenplatten	Räume direkt über den Bodenplatten	Räume mindestens 1 Etage über dem Fundament
$\Delta R_{w,Tr} = +6$ dB Bei durchgehenden Außenwänden ($m' \geq 575$ kg/m²) im Keller: $\Delta R_{w,Tr} = +3$ dB	$\Delta R_{w,Tr} = +6$ dB Es konnten deutlich höhere Werte gemessen werden [51], jedoch wurde wegen der noch geringen Datenmenge eine Erhöhung des Zuschlags um 3 dB noch nicht vorgenommen.	$\Delta R_{w,Tr} = +9$ dB [1)]	$\Delta R_{w,Tr} = +12$ dB [1)] Bei durchgehenden Außenwänden ($m' \geq 575$ kg/m²) im Keller: $\Delta R_{w,Tr} = +9$ dB [1)]
			

[1)] Bei einem Schalenabstand ≥ 50 mm und Ausfüllung des Schalenzwischenraumes mit Mineralwolledämmplatten (Typ WTH gemäß 4108-10) darf der Zuschlagswert $\Delta R_{w,Tr}$ um 2 dB erhöht werden.

Bildquelle: KS- Planungshandbuch

Zweischaligen Haustrennwände

$$R'_{w,2} = R'_{w,1} + \Delta R_{w,Tr}$$

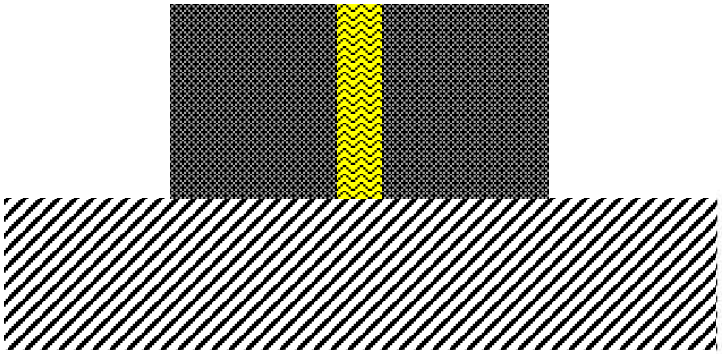
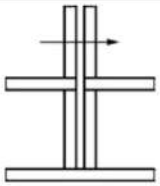
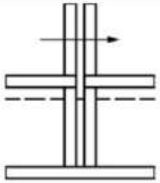
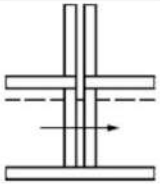
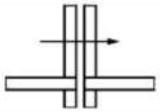
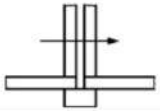
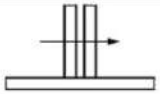


Tabelle 1 — Zuschlagswerte $\Delta R_{w,Tr}$ unterschiedlicher Übertragungssituationen (gekennzeichnet durch „Pfeil") für zweischalige Haustrennwände[a, b, c]

Spalte	1	2	3
Zeile	Situation (Vertikalschnitt)	Beschreibung	$\Delta R_{w,Tr}$ dB
1		vollständige Trennung der Schalen und der flankierenden Bauteile ab Oberkante Bodenplatte, auch gültig für alle darüber liegenden Geschosse, unabhängig von der Ausbildung der Bodenplatte und der Fundamente	12
2		Außenwände durchgehend mit $m' \geq 575$ kg/m² (z. B. Kelleraußenwände als „weiße Wanne")	9
3		Außenwände durchgehend mit $m' \geq 575$ kg/m² (z. B. Kelleraußenwände als „weiße Wanne") Bodenplatte durchgehend mit $m' \geq 575$ kg/m²	3
4		Außenwände getrennt Bodenplatte und Fundamente getrennt	9
5		Außenwände getrennt Bodenplatte getrennt auf gemeinsamen Fundament	6[d]
6		Außenwände getrennt Bodenplatte durchgehend mit $m' \geq 575$ kg/m²	6[d]

[a] Falls die einzelnen Schalen nicht schwerer als 200 kg/m² sind, können die Zuschlagswerte $\Delta R_{w,Tr}$ für zweischalige Haustrennwände aus Porenbeton für die Zeilen 1, 2, 3, und 4 um 3 dB und für die Zeilen 5 und 6 um 6 dB erhöht werden.

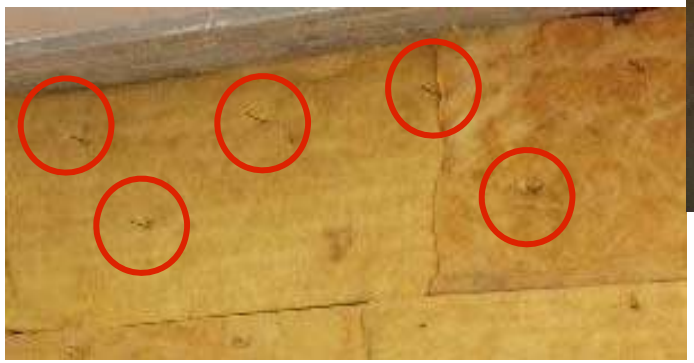
[b] Falls die einzelnen Schalen nicht schwerer als 250 kg/m² sind, können die Zuschlagswerte $\Delta R_{w,Tr}$ für zweischalige Haustrennwände aus Leichtbeton um 2 dB erhöht werden, wenn die Steinrohdichte ≤ 800 kg/m³ ist.

Inhalt

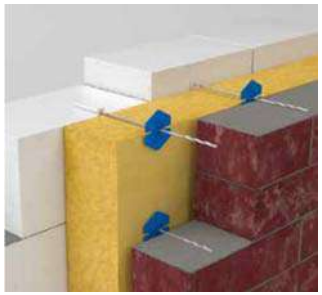
1. Einführung „Schallbrücke“
2. Schallbrücken im Massivbau
   - schwimmende Estrich
   - zweischalige massive Haustrennwand
   - **zweischalige massive Außenwand**
3. Sonstige Schallbrücken
   - Leichtbau
   - Flankierende Übertragung
4. Zusammenfassung

Zweischaligen Außenwände

Hintermauerung
KS-R(P) 6DF 17,5 20/**2,0** 248/**175**/248
10 mm Gipsputz
m‘ = 342 kg/m² (f_g ≈ 150 Hz)

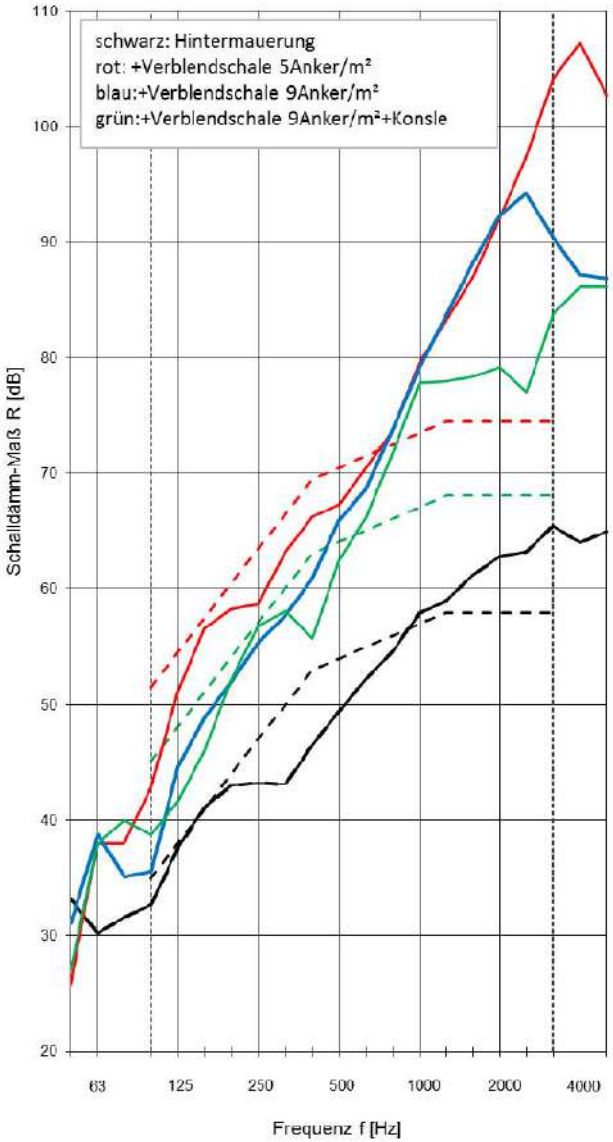


Dämmung
200 mm Mineralwolle
ISOVER Kontur KP 1-032
5 Dübelanker/m²



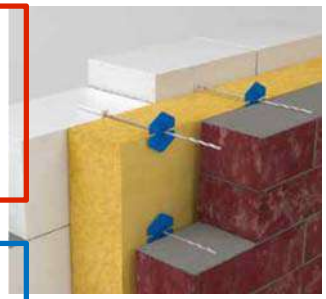
Verblendschale
KS Vb 2 DF
12/**1,8** 240/**115**/113
m‘ = 198 kg/m²(f_g ≈ 230 Hz)

Zweischaligen Außenwände



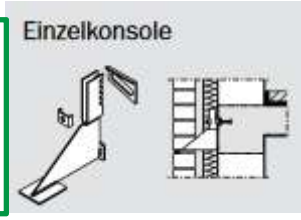
Nur Hintermauerung
$R_w(C;C_{tr})$ = 54(-2;-6) dB

Vor + Hintermauerung
(5 Anker/m²)
$R_w(C;C_{tr})$ = 70(-2;-9) dB



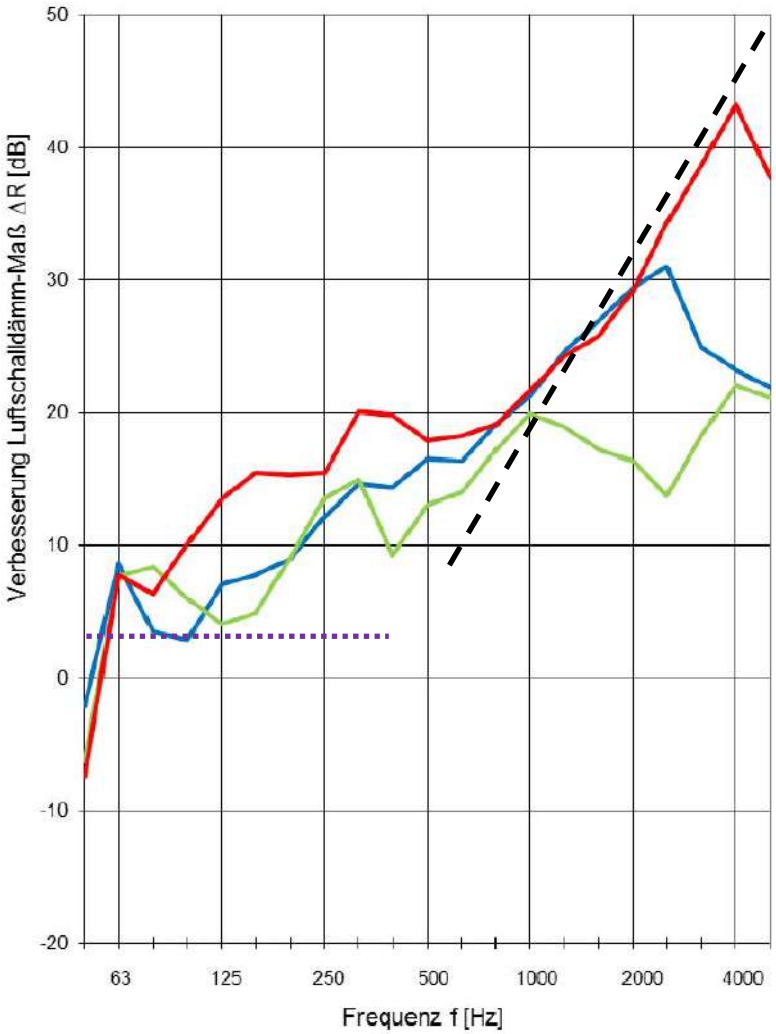
Vor + Hintermauerung
(9 Anker/m²)
$R_w(C;C_{tr})$ = 65(-3;-11) dB

Vor + Hintermauerung
(9 Anker/m² + Konsole)
$R_w(C;C_{tr})$ = 64(-3;-9) dB



Zweischaligen Außenwände

Verbesserung des Schalldämm-Maßes durch die Verblendschale:

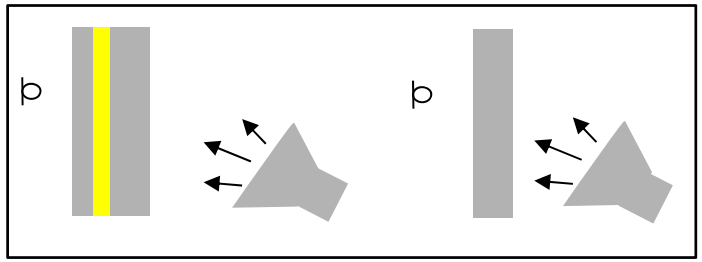


verbunden über 5 Anker/m² ΔR_w = 16 dB
verbunden über 9 Anker/m² ΔR_w = 11 dB
verbunden über 9 Anker/m²+Konsole ΔR_w = 10 dB

---- 40 lg (f/f_0)

..... 20 lg $((m_{2+}m_1)/m_1)$ = 4 dB

Differenz Luftschalldämmung zwischen Hintermauerung mit Verblendschale und nur Hintermauerung



Inhalt

1. Einführung „Schallbrücke“

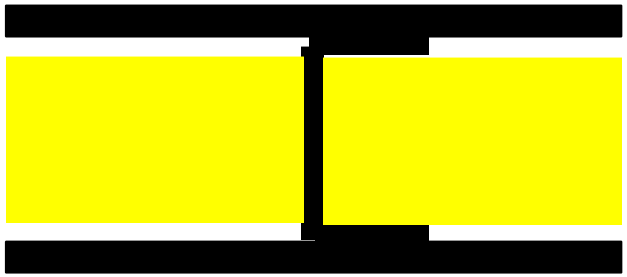
2. Schallbrücken im Massivbau
   - schwimmende Estrich
   - zweischalige massive Haustrennwand
   - zweischalige massive Außenwand

3. **Sonstige Schallbrücken**
   - **Leichtbau**
   - **Flankierende Übertragung**

4. Zusammenfassung

Gipskartonständerwände

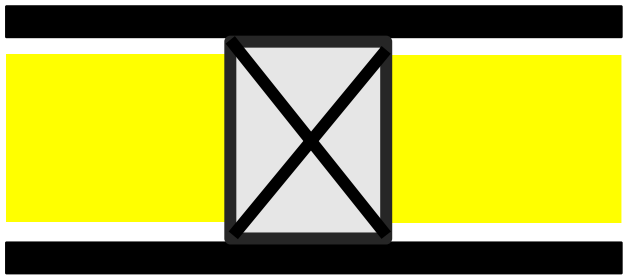
Metallständer



Geringe Kopplung über Ständer

DIN 4109-33:
CW50 12.5mm GK: R_w = 41 dB

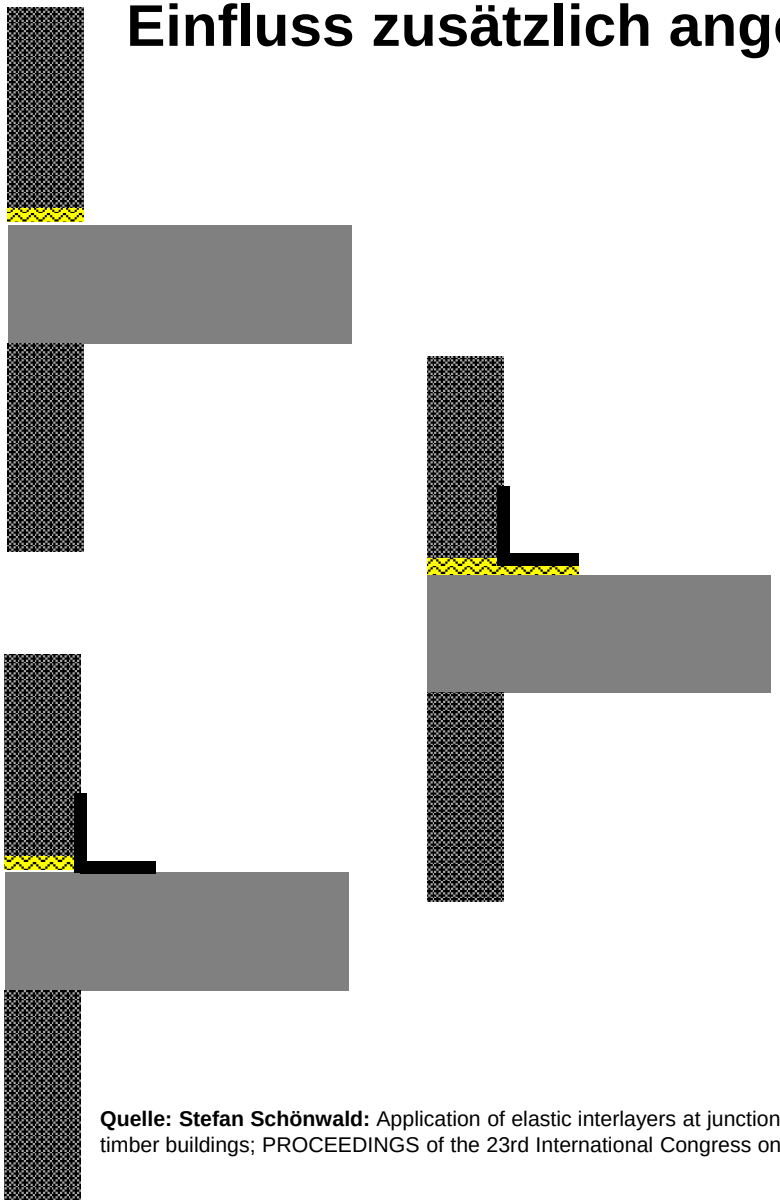
Holzständer



Starke Kopplung über Ständer

DIN 4109-33:
Holzständer 60/60 12.5 mm GK R_w = 38 dB

Elastische Zwischenlager im Holzbau (Brettschichtholz): Einfluss zusätzlich angebrachter Stahlwinkel



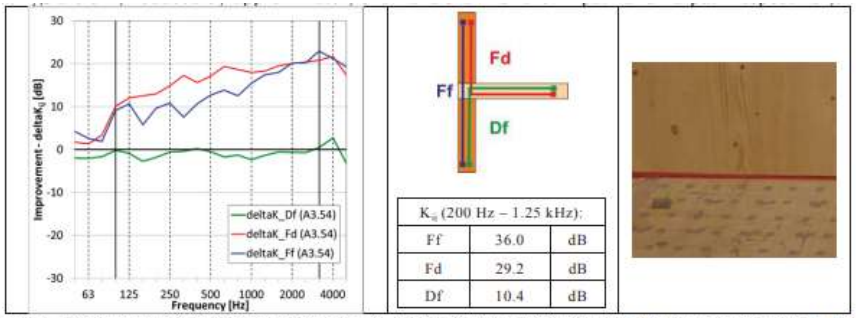


Figure 3 – Improvement of vibration reduction index ΔK_{ij} of path Ff, Fd and Df for elastic interlayer without connectors - Left: ΔK_{ij} -spectrum, middle: Single number K_{ij}, left: Connection details

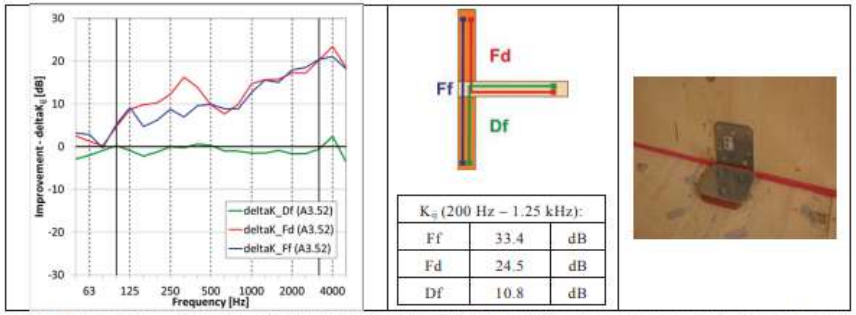


Figure 4 – Improvement of vibration reduction index ΔK_{ij} of path Ff, Fd and Df for elastic interlayer with 3 decoupled angles - Left: ΔK_{ij}-Spectrum, middle: Single number K_{ij}, left: Connection details

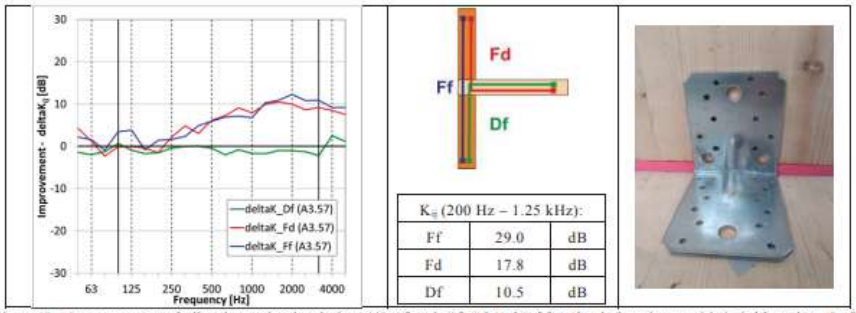
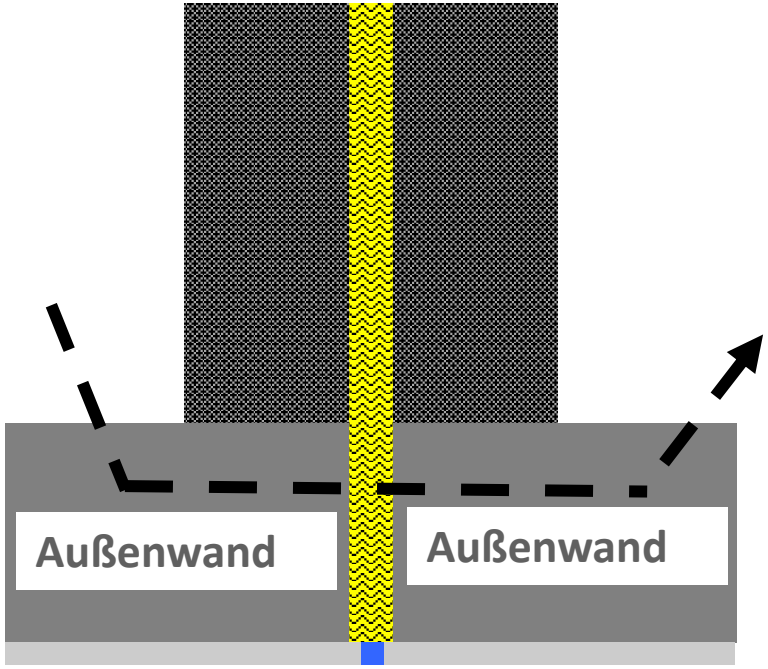


Figure 5 – Improvement of vibration reduction index ΔK_{ij} of path Ff, Fd and Df for elastic interlayer with 3 rigid angles - Left: ΔK_{ij} -spectrum, middle: Single number K_{ij}, left: Connection detail

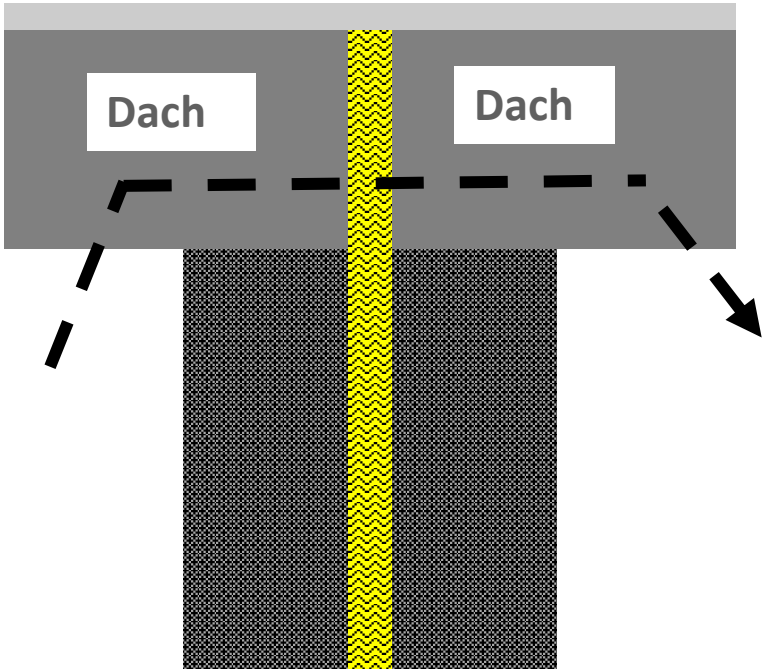
Quelle: Stefan Schönwald: Application of elastic interlayers at junctions in massive timber buildings; PROCEEDINGS of the 23rd International Congress on Acoustics

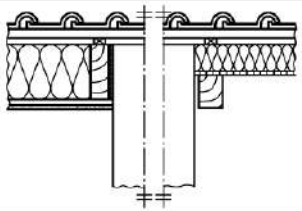
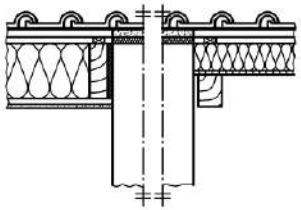
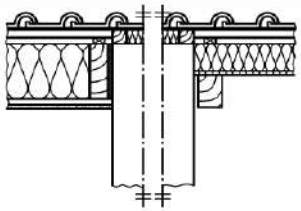
Flankierende Übertragung



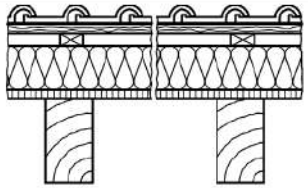
Außenputz mit entspr. Putzschiene

Flankierende Übertragung



Zeile	Beschreibung	Skizze
A	Dachkonstruktion wird durch Trennwand **unterbrochen**: Lattung und Wärmedämmung sind getrennt.	
B	Dachkonstruktion wird durch Trennwand **unterbrochen** und im Bereich des Wandkopfes **bedämpft**: Zusätzliche Maßnahmen zur Bedämpfung des Hohlraumes zwischen Dachdeckung und Trennwandkopf. Lattung und Wärmedämmung sind getrennt.	
C	Dachkonstruktion wird durch Trennwand **unterbrochen**, im Bereich des Wandkopfes **bedämpft** und **abgeschottet**: Hohlraum zwischen Dachdeckung und Trennwandkopf abgeschottet (z. B. Aufmauerung mit wärmedämmenden Steinen; Dachsteine eingemörtelt; absorbierende Wärmedämmung zwischen der zweischaligen Aufmauerung; Dachlattung getrennt).	

Durchlaufende Pfetten können als Schallbrücken interpretiert werden. Einfluss auf die Flankenübertragung bislang nicht normativ geregelt.

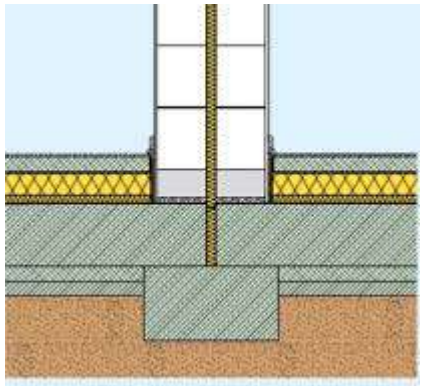
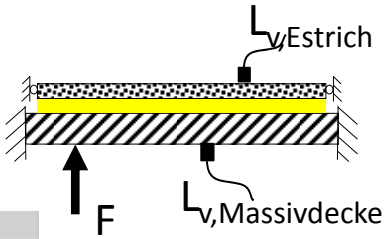
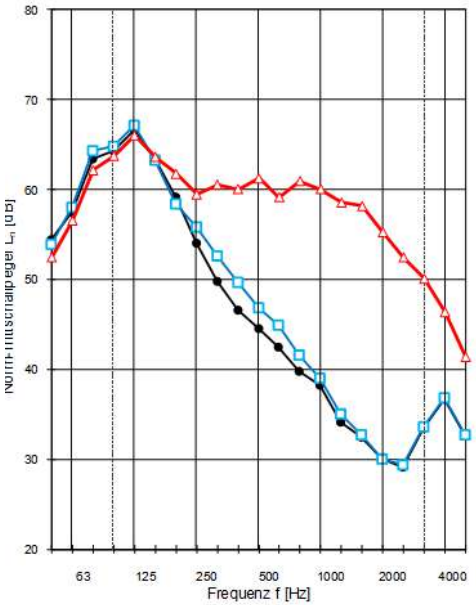
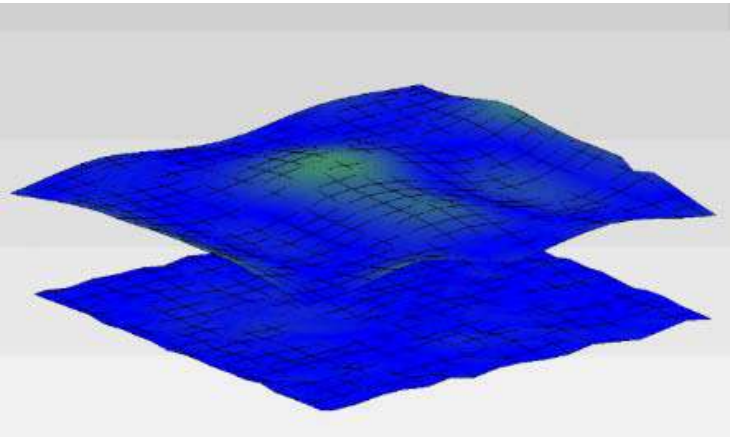
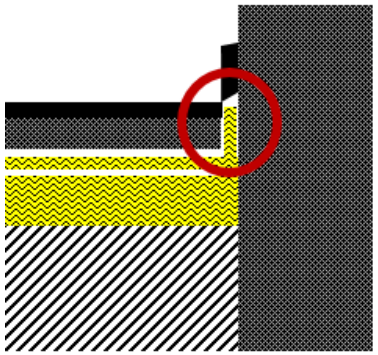
Spalte	1		2	3	4
Zeile	**Schnitt, vertikal**		**Deckenanschluss nach Tabelle 30**		
			A	**B**	**C**
			$D_{n,f,w}$ dB		
Grundkonstruktion					
1		nach Tabelle 9, Zeile 1	**53**[a]	**58**[a]	**65**

Zusammenfassung

- **Schallbrücken können**
  als Ausführungsfehler auftreten oder
  konstruktiv notwendig sein
- **Schallbrücken vermindern Schalldämmung abhängig von**
  Form (punkt-, linienförmig oder flächig)
  Größe, Anzahl
  Steifigkeit
- **Schallbrücken können die direkte- und die flankierende**
  Übertragung vermindern
- **Schwimmende Estrich: Randschallbrücken**
  2-schalige Haustrennwand: Mauerwerk Deckenstirnseiten
- **Konstruktive Schallbrücken sind bei der Berechnung des**
  Schallschutzes zu Berücksichtigen

Schallbrücken Teil 1

Martin Schneider

5. Österreichische Bauphysikertreffen

Wien 03.10.2019