

## Schallschutz verständlich

### Beispielhafte Fragestellungen bei Zubau und Sanierung

Dipl.-Ing. Dr. techn. Martin Teibinger

24.09.2020

© Martin Teibinger

proHolz Austria | zt:akademie

## Ausgangslage

- Bestandsgebäude der 50-Jahre
  - Aufstockung 2 Geschoße in Holzbauweise
  - Thermische Sanierung der Außenwände



Quelle: Borsch-Laaks, Robert; Schopbach, Holger; Teibinger, Martin; Wagner, Gerhard: Einfach eins oben drauf. Wohnraum statt Trockenboden - Aufstockung eines Mehrfamilienhauses. In: Holzbau-die neue quadriga 6/2018. S. 32 -44.

24.09.2020

© Martin Teibinger

2

# 1. Aufgabenstellung

## Trittschallschutz der Bestandsdecke bei Aufstockung

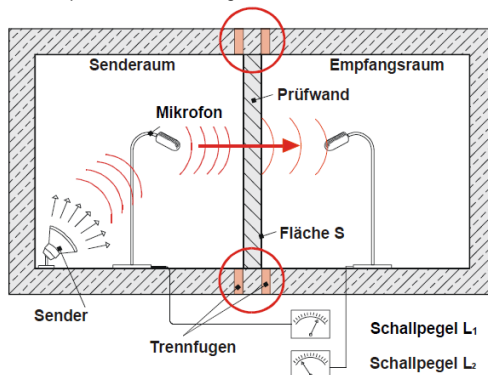
Martin Teibinger

## Anforderungen an Trenndecken

- Luftschall
  - $D_{nT,w} \geq 55$  dB
  - i.d.R. bei Decken kein Problem, wenn Trittschallschutz erfüllt
- Trittschall
  - $L'_{nT,w} \leq 48$  dB
  - herausfordernder

## Kurze Wiederholung: Luftschall

- Schalldämm-Maß R
  - Bauteilmessungen im Prüfstand (ohne Flanken)
  - R (Resistance) Widerstand **je höher desto besser**



$$R = L_{\text{Senderraum}} - L_{\text{Empfangsraum}} + 10 \cdot \log \frac{S}{A} = D + 10 \cdot \log \frac{S}{A} [\text{dB}]$$

## Kurze Wiederholung: Luftschall

- Standard-Schallpegeldifferenz  $D_{nT}$ 
  - beschreibt Luftschallschutz zwischen 2 Räume
  - **alle** Übertragungswege können **vorliegen**
  - raumakustische Eigenschaften Empfangsraum mittels **Nachhallzeit** berücksichtigt

$$D_{nT} = L_{\text{Senderraum}} - L_{\text{Empfangsraum}} + 10 \cdot \log \frac{T}{T_0} = D + 10 \cdot \log \frac{T}{T_0} [\text{dB}]$$

$D_{nT}$  Standard-Schallpegeldifferenz [dB]

$L_1$  Schallpegel im Senderraum [dB]

$L_2$  Schallpegel im Empfangsraum [dB]

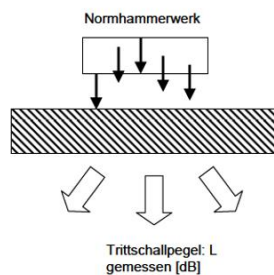
$T$  Nachhallzeit im Empfangsraum [s]

$T_0$  Bezugsnachhallzeit [s]: 0,5 s

bewertete Standardschallpegeldifferenz $D_{nT,w}$	Unterhaltungssprache	lauter Streit	laute Stereoanlage
35 dB	verständlich	gut <u>verständlich</u>	<u>laut</u> hörbar
45 dB	teilweise verständlich	<u>verständlich</u>	<u>sehr gut</u> hörbar
55 dB (gesetzliche Anforderung für Wohnungstrennwände)	unverständlich und somit vertraulich schwach hörbar	<u>teilweise</u> verständlich, wenig vertraulich hörbar	<u>gut</u> hörbar
65 dB	unhörbar	<u>unverständlich</u>	<u>hörbar</u>

## Kurze Wiederholung: Trittschall

- Norm-Trittschallpegel  $L_n$ 
  - Bauteilmessungen im Prüfstand (**ohne** Flanken)
  - L (Level) Pegel **je geringer desto besser**



## Kurze Wiederholung: Trittschall

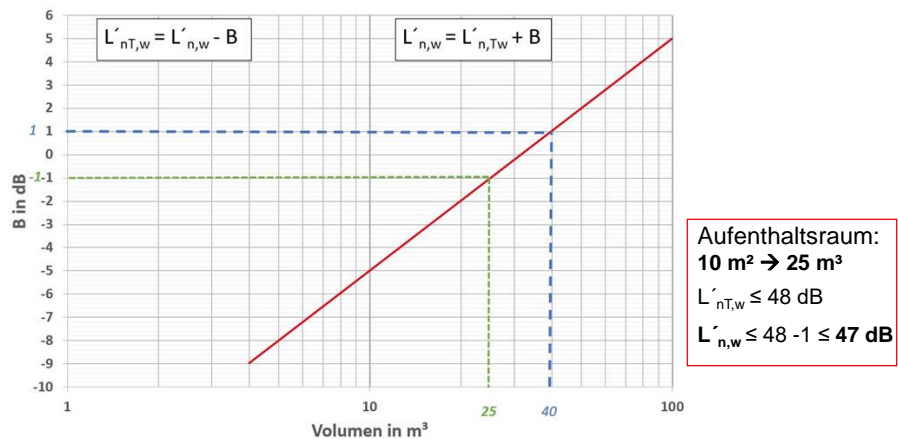
- Standard-Trittschallpegel  $L'_{nT}$ 
  - Messungen (mit Flankenübertragung)
  - raumakustische Eigenschaften Empfangsraum mittels **Nachhallzeit** berücksichtigt
  - $L'_{nT}$  = **volumenabhängig** (kleinere Empfangsräume höhere Pegel)

## Kurze Wiederholung: Trittschall

- Umrechnung  $L'_{n,w}$   $L'_{nT,w}$

$$L'_{nT,w} = L'_{n,w} - 10 \cdot \log(V) + 15$$

$$L'_{n,w} = L'_{nT,w} + 10 \cdot \log(V) - 15$$



## Berechnung $L'_{nT,w}$

der: **TEIBINGER**  
holzbau im detail

- Umrechnung  $L'_{nT,w}$  auf  $L'_{n,w}$ 
  - $L'_{n,w} \leq 47$  dB (Aufenthaltsraum > 10 m<sup>2</sup>)
- Decke  $L'_{n,w}$  (Berechnung nach ÖNORM B 8115-4)

$$L'_{n,w} = L_{n,w,eq} - \Delta L_w + K$$

$L_{n,w,eq}$ : äquivalenter bewerteter Norm-Trittschallpegel **Rohdecke** in dB

$$L_{n,w,eq} = 164 - 35 \cdot \log m' \quad \text{für: } 100 \text{ kg/m}^2 < m' < 600 \text{ kg/m}^2$$

$\Delta L_w$ : bewertete **Trittschallminderung** durch die Deckenauflage

K: Korrekturwert für Trittschallübertragung über **mineralische Bauteile**

Flächenbezogene Masse des trennenden Bauteils (Decke) in kg/m <sup>2</sup>	Mittlere flächenbezogene Masse der homogenen flankierenden Bauteile, die nicht mit Vorsatzkonstruktionen belegt sind, in kg/m <sup>2</sup>									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
450	4	3	2	2	1	1	1	1	1	
500	4	3	2	2	1	1	1	1	1	

Quelle: ÖNORM B 8115-4 (Auszug)

24.09.2020

© Martin Teibinger

11

## Berechnung $L'_{nT,w}$

der: **TEIBINGER**  
holzbau im detail

- Bestandsdecke: 18 cm Stahlbeton
  - Flächengewicht  $m' \sim 400$  kg/m<sup>2</sup>
  - $L_{n,w,eq} = 164 - 35 \cdot \log(m') = 73$  dB
- Anforderung an Trittschallminderung  $\Delta L_w$ 

$$\Delta L_w \geq L_{n,w,eq} - L'_{n,w} + K$$

$$\Delta L_w = 73 - 47 + 4 = \mathbf{30 \text{ dB}}$$
- Rohdecke mit 6 cm Schüttung (Leitungsführung)
  - Flächengewicht  $m' \sim 485$  kg/m<sup>2</sup>
  - $L_{n,w,eq} = 164 - 35 \cdot \log(m') = 70$  dB
- Anforderung an Trittschallminderung  $\Delta L_w$ 

$$\Delta L_w \geq L_{n,w,eq} - L'_{n,w} + K$$

$$\Delta L_w = 70 - 47 + 4 = \mathbf{27 \text{ dB}}$$

24.09.2020

© Martin Teibinger


12

# Estrich


- Trockenestrich

**Schallschutz**  
Trittschalldämmung Verbesserung  
 $\Delta L_w$  in dB

Massivdecke



Massivdecke +  
60 mm gebundene  
Schüttung



Rigidur EE 20/ 25	16	
Rigidur EE 30/ 35 MW	22	26
→ Rigidur EE 45 MW	23	29
Rigidur EE 65 MW	26	32
Rigidur EE 30 HF	19	
Rigidur EE 40/ 50 PS	16	

24.09.2020

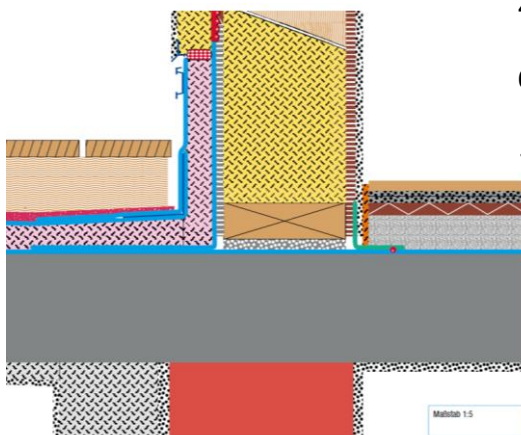
© Martin Teibinger

13

# Deckenaufbau

## Deckenaufbau:

- 10 Belag
- 45 Trockenestrich  
(2x12,5 GF & 20 MW)
- 60 Schüttung ( $\rho > 1300 \text{ kg/m}^3$ )  
Baustellenabdichtung
- 180 Bestandsdecke



Quelle: Borsch-Laaks, Robert; Schopbach, Holger; Teibinger, Martin; Wagner, Gerhard: Einfach eins oben drauf. Wohnraum statt Trockenboden – Aufstockung eines Mehrfamilienhauses. In: Holzbau die neue quadriga 6/2018. S. 32 -44.

24.09.2020

© Martin Teibinger

14

## Doppelbaumdecke

der:TEIBINGER  
holzbau im detail

- HBV-Decke zur Sanierung
- Nachweisführung gleich
- Achtung:
  - Rohdecke  $m' \sim 360 \text{ kg/m}^2$
  - **80 mm Schüttung**

### Deckenaufbau:

- 10 Belag
- 45 Trockenestrich**  
(2x12,5 GF & 20 MW)
- 80 Schüttung** ( $\rho > 1300 \text{ kg/m}^3$ )  
Baustellenabdichtung
- 120 STB-Verbunddecke
- 160 Doppelbaumdecke
- 10 Schilfrohrmatte/Putzträger
- 15 Putz

24.09.2020

© Martin Teibinger

15

## Doppelbaumdecke

der:TEIBINGER  
holzbau im detail

- HBV-Decke zur Sanierung
- Nachweisführung gleich
- Achtung:
  - Rohdecke  $m' \sim 360 \text{ kg/m}^2$
  - **60 mm Schüttung**

### Deckenaufbau:

- 10 Belag
- 65 Trockenestrich**  
(2x12,5 GF & 40 MW)
- 60 Schüttung** ( $\rho > 1300 \text{ kg/m}^3$ )  
Baustellenabdichtung
- 120 STB-Verbunddecke
- 160 Doppelbaumdecke
- 10 Schilfrohrmatte/Putzträger
- 15 Putz

24.09.2020

© Martin Teibinger

16



## Doppelbaumdecke

der:TEIBINGER  
holzbau im detail

- HBV-Decke zur Sanierung
  - Nachweisführung gleich
  - Achtung:
    - Rohdecke  $m' \sim 360 \text{ kg/m}^2$
  - **Alternative:**
    - Zementestrich (60 mm)
    - MW-T  $s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$
    - $L'_{nTW} \leq 42 \text{ dB}$  (10 m<sup>2</sup> Raum)
- Deckenaufbau:**
- 10 Belag
  - 60 Zementestrich
  - 30 Trittschalldämmung ( $s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$ )
  - 60 leichte Ausgleichsschüttung (135 kg/m<sup>3</sup>)  
Baustellenabdichtung
  - 120 STB-Verbunddecke
  - 160 Doppelbaumdecke
  - 10 Schilfrohrmatte/Putzträger
  - 15 Putz

24.09.2020

© Martin Teibinger

17

## Exkurs: Holzdecken

der:TEIBINGER  
holzbau im detail

- $L_{n,w}$  aus:
  - Prüfberichten
  - Datenbanken ([www.dataholz.eu](http://www.dataholz.eu), [www.lignumdata.ch](http://www.lignumdata.ch), ...)
- Flankenübertragung nicht nach ÖNORM rechenbar
- Erfahrungswerte
- Vordimensionierung nach Informationsdienstholz

Online: <https://informationsdienst-holz.de/publikationen/2-informationsdienst-holz-holzbau-handbuch/reihe-3-bauphysik/schallschutz-im-holzbau/>



24.09.2020

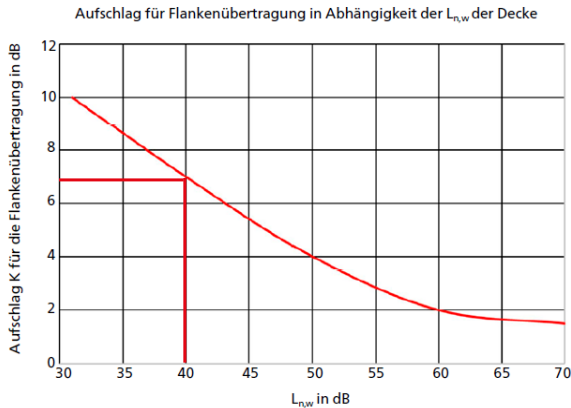
© Martin Teibinger

18

## Exkurs: Flankenübertragung

der: **TEIBINGER**  
holzbau im detail

- **Grobe** Abhängigkeit der Flankenübertragung von  $L_{n,w}$
- je  $< L_{n,w}$  desto  $>$  Einfluss der Flanke!



**Empfehlung:**  
 $L'_{n,w} \leq 47 \text{ dB} \rightarrow L_{n,w} \leq 40 \text{ dB}$   
( $40 + 7 = 47 \text{ dB}$ )

oder  
detaillierte Berechnung

**Achtung:**  
Zusammenhang gilt nicht  
wenn Decke mit hohen Pegeln  
„nur“ durch **Abhängung**  
verbessert wird!

Quelle: Schallschutz im Holzbau – Grundlagen und Vorbemessung. holzbau handbuch Reihe 3, Teil 3, Folge 1. Informationsdienst Holz 2019.

24.09.2020

© Martin Teibinger

19

## Empfehlungen: konstruktiv

der: **TEIBINGER**  
holzbau im detail

- konsequent Masse-Feder-Masse System umsetzen

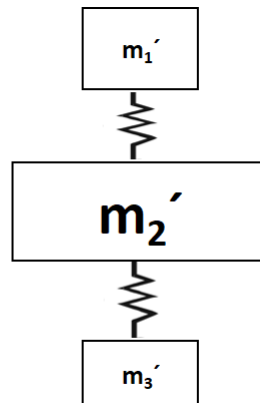
**Estrich**  
( $>$  Masse)

**Trittschalldämmung**  
(weich,  $< s'$ )

**Rohdecke mit Schüttung** ( $>$  Masse)

**Abhängung**  
(entkoppelt)

**Bekleidung**  
(biegeweich,  $>$  Masse)



24.09.2020

© Martin Teibinger

20

- Estrich
  - > Masse
  - schwimmend verlegt, keine Koppelung (Rohdecke – Estrich)
- Trittschalldämmung ( $s'$  möglichst klein)
  - bei Zementestrich:  $s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$
  - bei Trockenestrichen: größere Werte erforderlich
  - keine Beschädigung
- Schüttung
  - schwer ( $\rho \geq 1.300 \text{ kg/m}^3$ )
  - Ungebunden oder elastisch gebunden
- abgehängte Unterdecken
  - biegeweich (GKF  $\leq 15 \text{ mm}$ )
  - schwer

- Resonanzfrequenz  $f_0$  des Estrichsystems
  - $f_0 < 100 \text{ Hz}$  (Empfehlung:  $< 50 \text{ Hz}$ )

- schwere Decken (STB, HBV)

$$f_0 = 160 \cdot \sqrt{\frac{s'}{m_1}}$$

- Holzbau (Holzrahmen, Massivholz):  $f_0 = 160 \cdot \sqrt{s' \cdot \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}\right)}$

$f_0$ : Resonanzfrequenz des Estrichs in Hz

$s'$ : dynamische Steifigkeit der Trittschalldämmung in  $\text{MN/m}^3$

$m'_1$ : Flächengewicht des Estrichs in  $\text{kg/m}^2$

$m'_2$ : Flächengewicht der Rohdecke und Schüttung in  $\text{kg/m}^2$

## 2. Aufgabenstellung

### Schalldämm-Maß der Außenwand nach thermische Sanierung

Martin Teibinger

### Anforderungen an Außenwände

- Anforderung abhängig vom Außenlärmpegel

Maßgeblicher Außenlärmpegel in dB		Außenbauteile gesamt	Außenbauteile opak	Fenster und Außentüren	
Tag	Nacht	$R_{fbs,w}$ in dB	$R_w$ in dB	$R_w$ in dB	$R_w+C_{tr}$ in dB
≤ 50 dB	≤ 40 dB	33	43	28	23
51-60 dB	41-50 dB	38	43	33	28
61-70 dB	51-60 dB	38,5 + 0,5 dB	43,5 + 0,5 dB	33,5 + 0,5 dB	28,5 + 0,5 dB
je Erhöhung des maßgeblichen Außenlärmpegels um 1 dB					
71-80 dB	61-70 dB	43 + 1 dB	48 + 1 dB	38 + 1dB	33 + 1dB
je Erhöhung des maßgeblichen Außenlärmpegels um 1 dB					

## Ablauf für Nachweisführung

1. Bestimmung des Außenlärmpegels
  - Lärmkataster ([www.laerminfo.at](http://www.laerminfo.at))
  - Normtabelle
  - Individuelle Messung
2. Bestimmung der Anforderungen nach OIB Richtlinie 5
3. Bestimmung der Flächen S
  - Innenseitige Gesamtfläche der Außenwände eines Raumes
  - Fensterfläche
  - Wandfläche
4. Wahl der Schalldämmmaße  $R_w$  der Bauteile
5. Berechnung von  $R_{res,w}$

## Berechnung $R_{res,w}$

$$R_{res} = -10 \cdot \log \left[ \frac{1}{S_g} \cdot \sum_i S_i \cdot 10^{\frac{-R_i}{10}} \right] [dB]$$

$R_{res}$  resultierendes Schalldämm-Maß des zusammengesetzten Bauteile [dB]

$S_g$  raumseitige Bauteilfläche [m<sup>2</sup>]

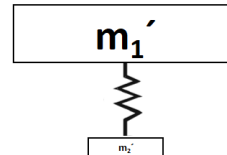
$S_i$  Fläche der einzelnen Bauteile [m<sup>2</sup>]

$R_i$  bewertetes Schalldämm-Maß der einzelnen Bauteile [dB]

## Status quo

- WDVS i.d.R. mit EPS-F

	Dicke in m	$\rho$ in kg/m <sup>3</sup>	$m'$ in kg/m <sup>2</sup>	$E_{dyn}$ in MN/m <sup>2</sup>	$s'$ in MN/m <sup>3</sup>
Ziegel					
Dämmung					
Putz					



## Status quo

- WDVS i.d.R. mit EPS-F

	Dicke in m	$\rho$ in kg/m <sup>3</sup>	$m'$ in kg/m <sup>2</sup>	$E_{dyn}$ in MN/m <sup>2</sup>	$s'$ in MN/m <sup>3</sup>
Ziegel	0,24	1000	240		
EPS	0,16			3	18,75
Putz	0,004	2000	8		

$$s' = \frac{E_{dyn}}{d}$$

- EPS

- > dynamische Steifigkeit
- > Schwankungsbreite

Material	dyn. Elastizitätsmodul $E_{dyn}$ [MN/m <sup>2</sup> ]		
	Mittelwert	Standardabweich.	Wertebereich
EPS	3,0	1,7	1,2 - 6,0
elastifiziertes EPS	0,7	0,2	0,5 - 1,0
Mineralfaser-Putzträgerplatten	0,5	0,1	0,4 - 0,8
Mineralfaser-Lamellenplatten	6,3	2,9	1,1 - 14,0

Quelle: Weber, Lutz; Müller, Simon (2015): Schallschutz bei Wärmedämm-Verbundsystemen. F 2949. IRB Verlag, Stuttgart (Forschungsinitiative Zukunft Bau)

## Status quo

der:TEIBINGER  
holzbau im detail

- WDVS i.d.R. mit EPS-F

	Dicke in m	$\rho$ in kg/m <sup>3</sup>	$m'$ in kg/m <sup>2</sup>	$E_{dyn}$ in MN/m <sup>2</sup>	$s'$ in MN/m <sup>3</sup>
Ziegel	0,24	1000	240		
EPS	0,16			3	1,5
Putz	0,004	2000	8		

<b>Rohwand</b>	$R_w$ [ÖNORM EN 1254]	47	dB
<b>Resonanzfrequenz</b>	$f_0$	253	Hz
<b>WDVS</b>	$\Delta R_w$	-3	dB
<b>Gesamtwand</b>	$R_w$	44	dB

Verschlechterung um 3 dB!

Mindestanforderung: 43 dB!

24.09.2020

© Martin Teibinger

29

## Optimum

der:TEIBINGER  
holzbau im detail

- WDVS mit Mineralwolle

	Dicke in m	$\rho$ in kg/m <sup>3</sup>	$m'$ in kg/m <sup>2</sup>	$E_{dyn}$ in MN/m <sup>2</sup>	$s'$ in MN/m <sup>3</sup>
Ziegel	0,24	1000	240		
Mineralwolle	0,16			0,5	1,5
Putz	0,004	2000	8		

<b>Rohwand</b>	$R_w$ [ÖNORM EN 1254]	47	dB
<b>Resonanzfrequenz</b>	$f_0$	100	Hz
<b>WDVS</b>	$\Delta R_w$	8,4	dB
<b>Gesamtwand</b>	$R_w$	55	dB

Verbesserung um 8 dB!

$R_w$ : 55 dB!

24.09.2020

© Martin Teibinger

30

• Holzelement

	Dicke in m	$\rho$ in kg/m <sup>3</sup>	$m'$ in kg/m <sup>2</sup>	$s'$ in MN/m <sup>3</sup>
Ziegel	0,24	1000	240	
Dämmung	0,3			0,37
Putz	0,006	1800	10,8	

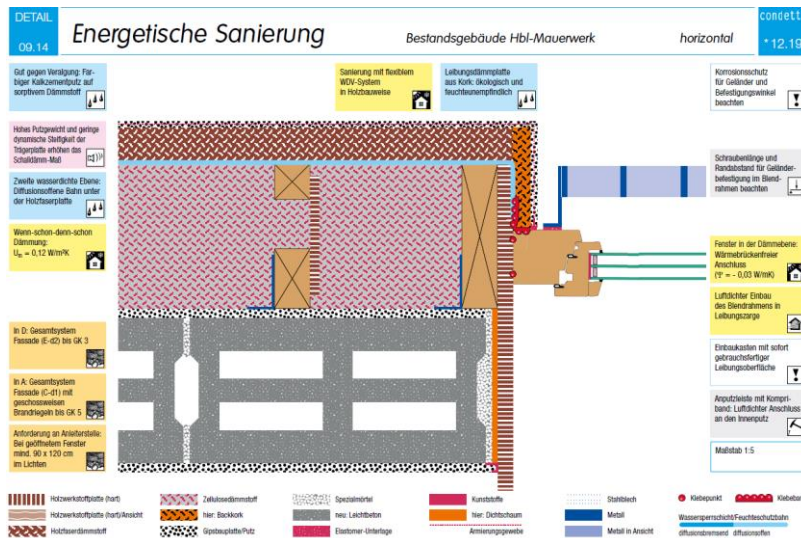
Rohwand	$R_w$ [ÖNORM EN 1354]	47	dB
Resonanz- frequenz	$f_0$	30	Hz
$\Delta R_w$	$\Delta R_w$	11,4	dB
Gesamtwand	$R_w$	58	dB

Verbesserung um 11 dB!

Verbesserung um 11 dB!

$R_w$ : 58 dB!

Holzelement für Sanierung





- Bestandsdecke
  - 18 cm STB, 6 cm Schüttung und Trockenestrich
  - Holz-Beton-Verbund (16 cm Holz, 12 cm Beton); 8 cm Schüttung & Trockenestrich
  - Holzdecke (Zementestrich &  $s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$ )
  - Achtung:  $\Delta L_w$  bei Holzdecken geringere Werte als bei mineralischen Decken!
- Außenwand thermische Sanierung
  - EPS kann  $R_w$  verschlechtern! (tiefe Frequenzen)
  - MW  $s'$  Verbesserung
  - Holzelemente größere Verbesserung

# Information

Dipl.-Ing. Dr.

**Martin TEIBINGER**

Allgemein beeideter und gerichtlich  
zertifizierter Sachverständiger



Homepage: [www.derteibinger.at](http://www.derteibinger.at)

Mail: [office@derteibinger.at](mailto:office@derteibinger.at)