Planung von Holzdecken nach DIN 4109
- Möglichkeiten und Grenzen -

Holzbau Summer School 2019, Hamburg

Andreas Rabold

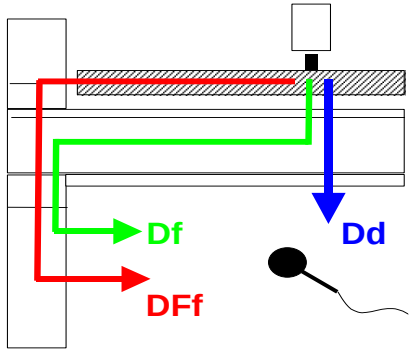
Motivation

- DIN 4109:2018-01, Möglichkeiten und Grenzen
- Neue Trittschallanforderungen für Mehrgeschosser
- Ergänzungswünsche für die Prognose:

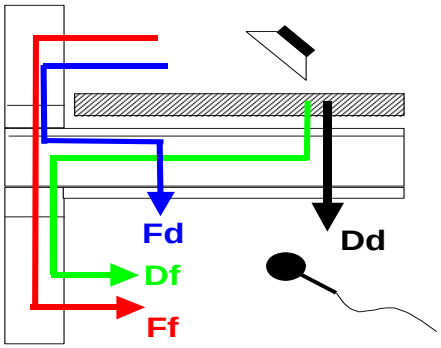
  - Kosten-Nutzen-Optimierte Decken
  - Planungsdaten Massivholzflanken
  - Verbesserungen durch Elastomere
  - Verbesserungen durch Vorsatzschalen
  - Differenzierte Trittschallberechnung

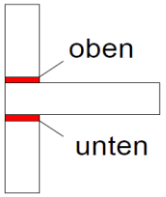
Inhalte

- DIN 4109, Möglichkeiten und Grenzen
- Ergänzungsdaten für Holzdecken
- Erweiterung Berechnungsmodell
- Ausführungsbeispiele

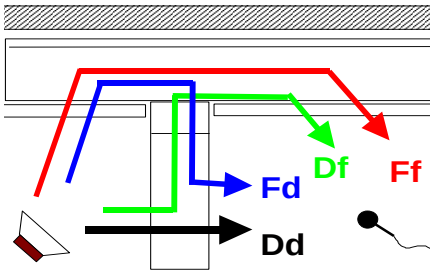


Stoßstellentyp	Übertragungsrichtung	Stoßstellendämm-Maß
	„vertikale Übertragung“ Weg Ff Wand durch Decke unterbrochen	K_{Ff} = 21 dB
	„horizontale Übertragung“ Weg Ff Decke durchlaufend	K_{Ff} = 3 dB
	„horizontale Übertragung“ Weg Ff Decke getrennt	$K_{Ff} = 12+10\log(m_2/m_1)$
	„gemischte Übertragung“ Weg Df und Fd	K_{Fd} = 14 dB K_{Df} = 14 dB



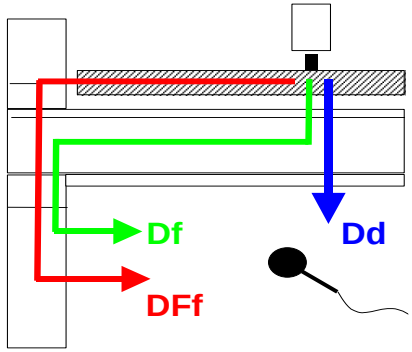


Anordnung	Verbesserung ΔK_{ij}		
	Befestigungsmittel		
	ohne	mit	optimiert
oben o. unten	10-12 dB	2-4 dB	7-10 dB
oben + unten	18-22 dB	5-10 dB	8-19 dB

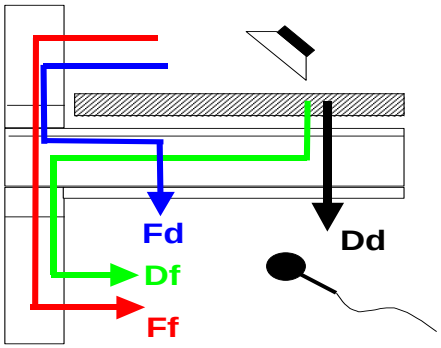


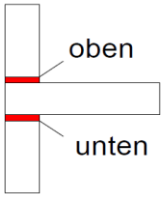
Inhalte

- **DIN 4109, Möglichkeiten und Grenzen**
- Ergänzungsdaten für Holzdecken
- Erweiterung Berechnungsmodell
- Ausführungsbeispiele

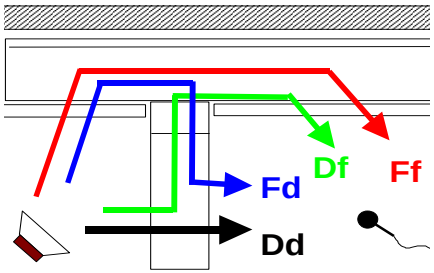


Stoßstellentyp	Übertragungsrichtung	Stoßstellendämm-Maß
	„vertikale Übertragung" Weg Ff Wand durch Decke unterbrochen	K_{Ff} = 21 dB
	„horizontale Übertragung" Weg Ff Decke durchlaufend	K_{Ff} = 3 dB
	„horizontale Übertragung" Weg Ff Decke getrennt	$K_{Ff} = 12+10\log(m_2/m_1)$
	„gemischte Übertragung" Weg Df und Fd	K_{Fd} = 14 dB K_{Df} = 14 dB

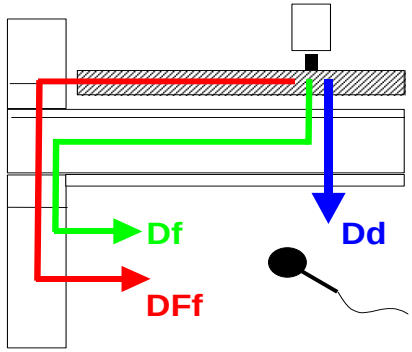




Anordnung	Verbesserung ΔK_{ij}		
	Befestigungsmittel		
	ohne	mit	optimiert
oben o. unten	10-12 dB	2-4 dB	7-10 dB
oben + unten	18-22 dB	5-10 dB	8-19 dB



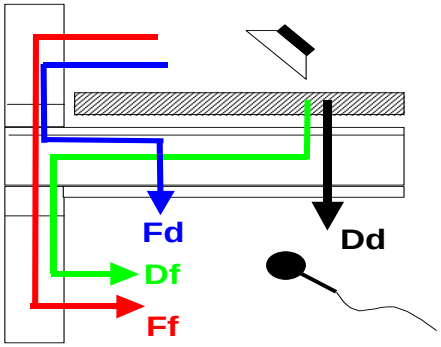
Inhalte

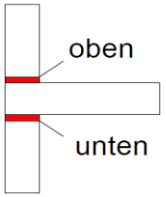


DIN 4109, Möglichkeiten und Grenzen

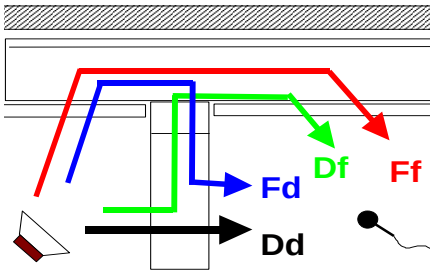
- Mindestanforderungen und sinnvolle Zielwerte
- Möglichkeiten und Grenzen im Nachweisverfahren

Stoßstellentyp	Übertragungsrichtung	Stoßstellendämm-Maß
	„vertikale Übertragung" Weg Ff Wand durch Decke unterbrochen	K_{Ff} = 21 dB
	„horizontale Übertragung" Weg Ff Decke durchlaufend	K_{Ff} = 3 dB
	„horizontale Übertragung" Weg Ff Decke getrennt	$K_{Ff} = 12+10\log(m_2/m_1)$
	„gemischte Übertragung" Weg Df und Fd	K_{Fd} = 14 dB K_{Df} = 14 dB



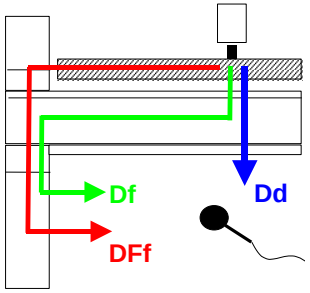


Anordnung	Verbesserung ΔK_{ij}		
	Befestigungsmittel		
	ohne	mit	optimiert
oben o. unten	10-12 dB	2-4 dB	7-10 dB
oben + unten	18-22 dB	5-10 dB	8-19 dB



Mindestanforderungen nach DIN 4109:2018-01

Loggien / Dachterrassen

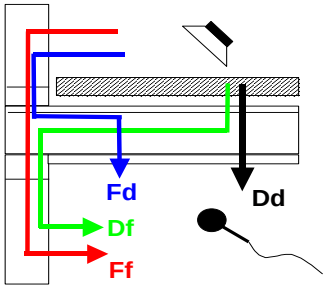


zul. $L'_{n,w} \leq 50$ dB

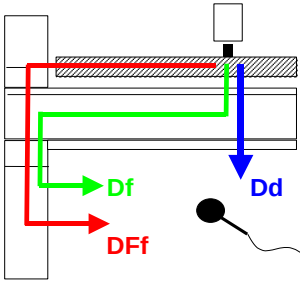
Balkone

zul. $L'_{n,w} \leq 58$ dB

Wohnungstrenndecke



erf. $R'_w \geq 54$ dB



zul. $L'_{n,w} \leq 50$ dB

Warum Zielwerte für einen erhöhten Schallschutz ?

- Verbale Beschreibung des zu erwartenden Schallschutzes für den Bewohner:

☹ → ☺

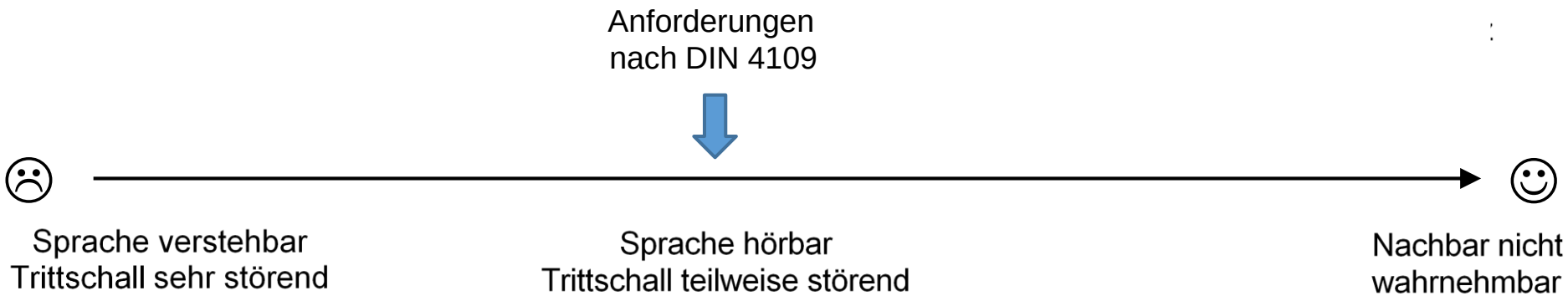
Sprache verstehbar
Trittschall sehr störend

Sprache hörbar
Trittschall teilweise störend

Nachbar nicht
wahrnehmbar

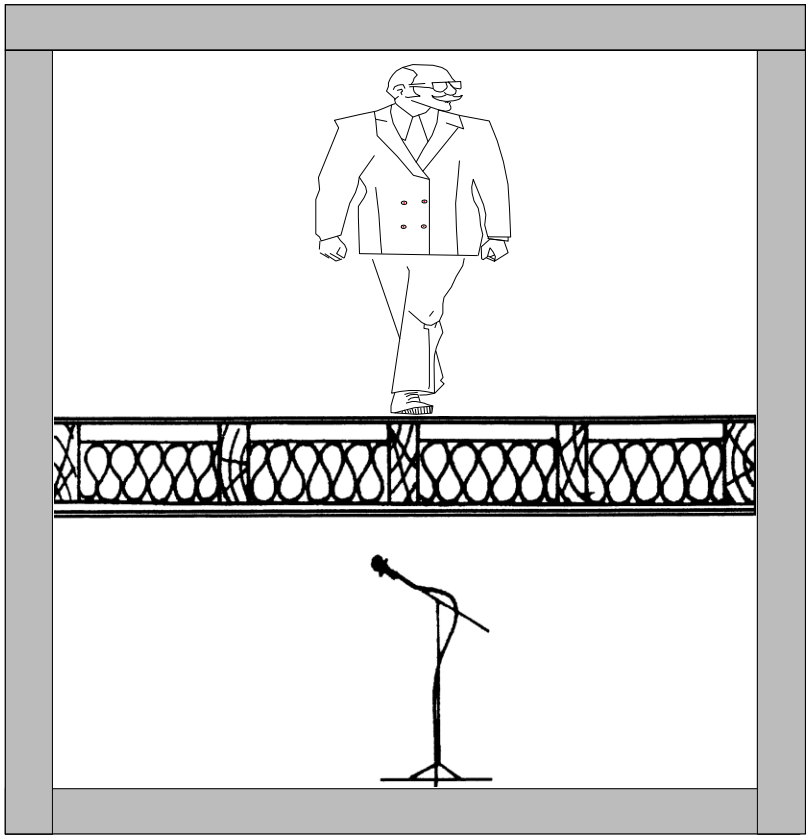
Warum Zielwerte für einen erhöhten Schallschutz ?

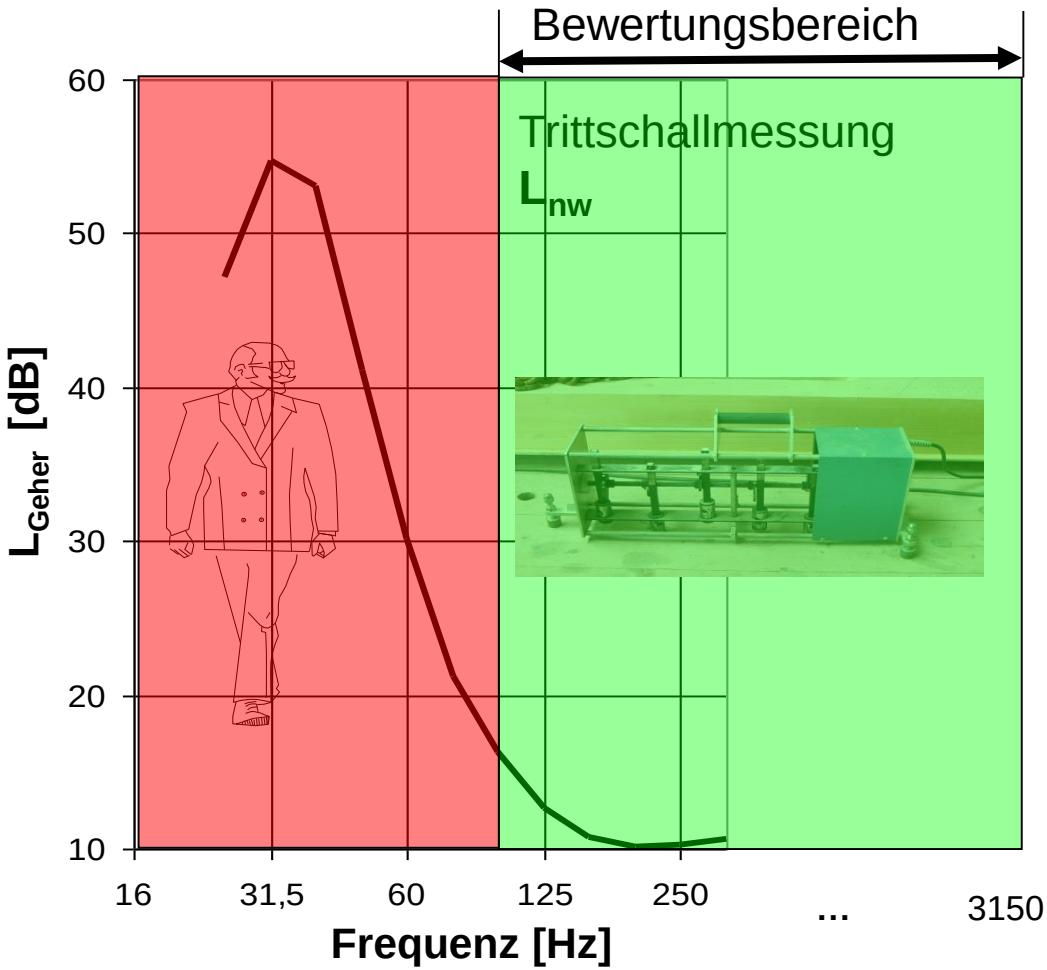
- Verbale Beschreibung des zu erwartenden Schallschutzes für den Bewohner:



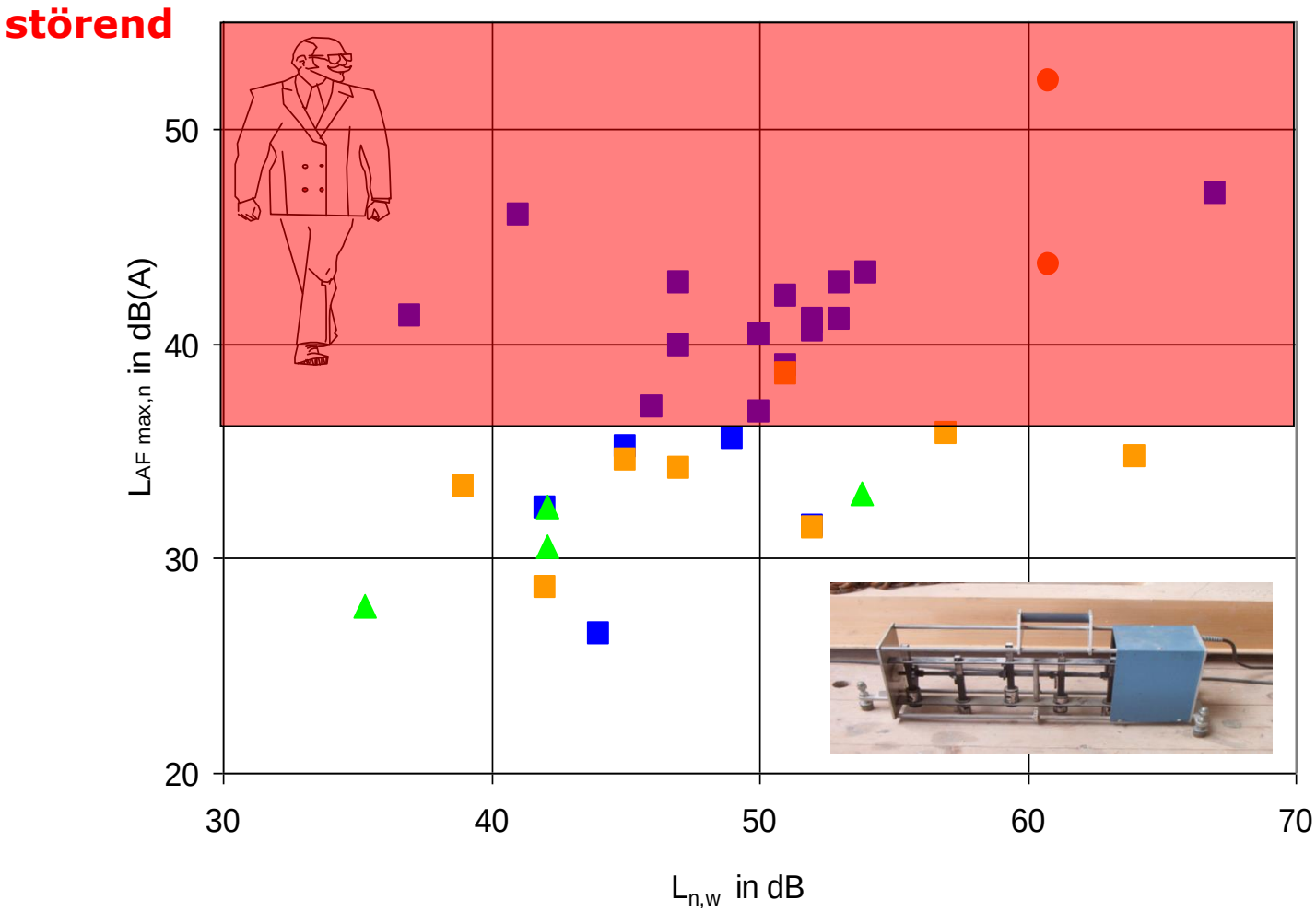
- Mindestanforderungen nach DIN 4109 schützen vor unzumutbaren Belästigungen
- Erhöhter Schallschutz z.B. nach DIN 4109:1989, Beiblatt 2 alternativ VDI 4100 oder individuelle Vereinbarungen
- Achtung: Alleiniges Erhöhen der Anforderungen ist nicht zielführend!

Trittschall richtig bewerten

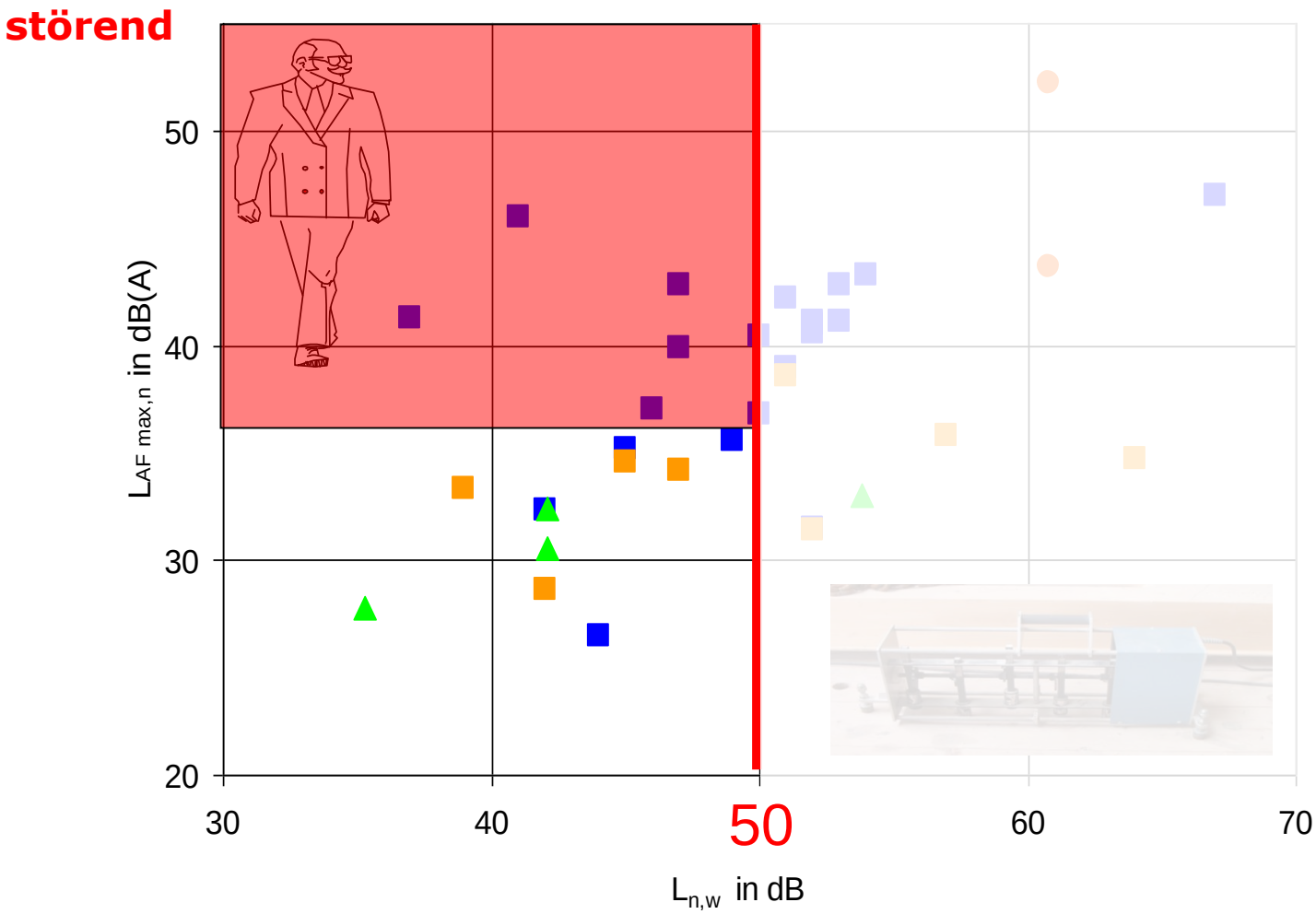




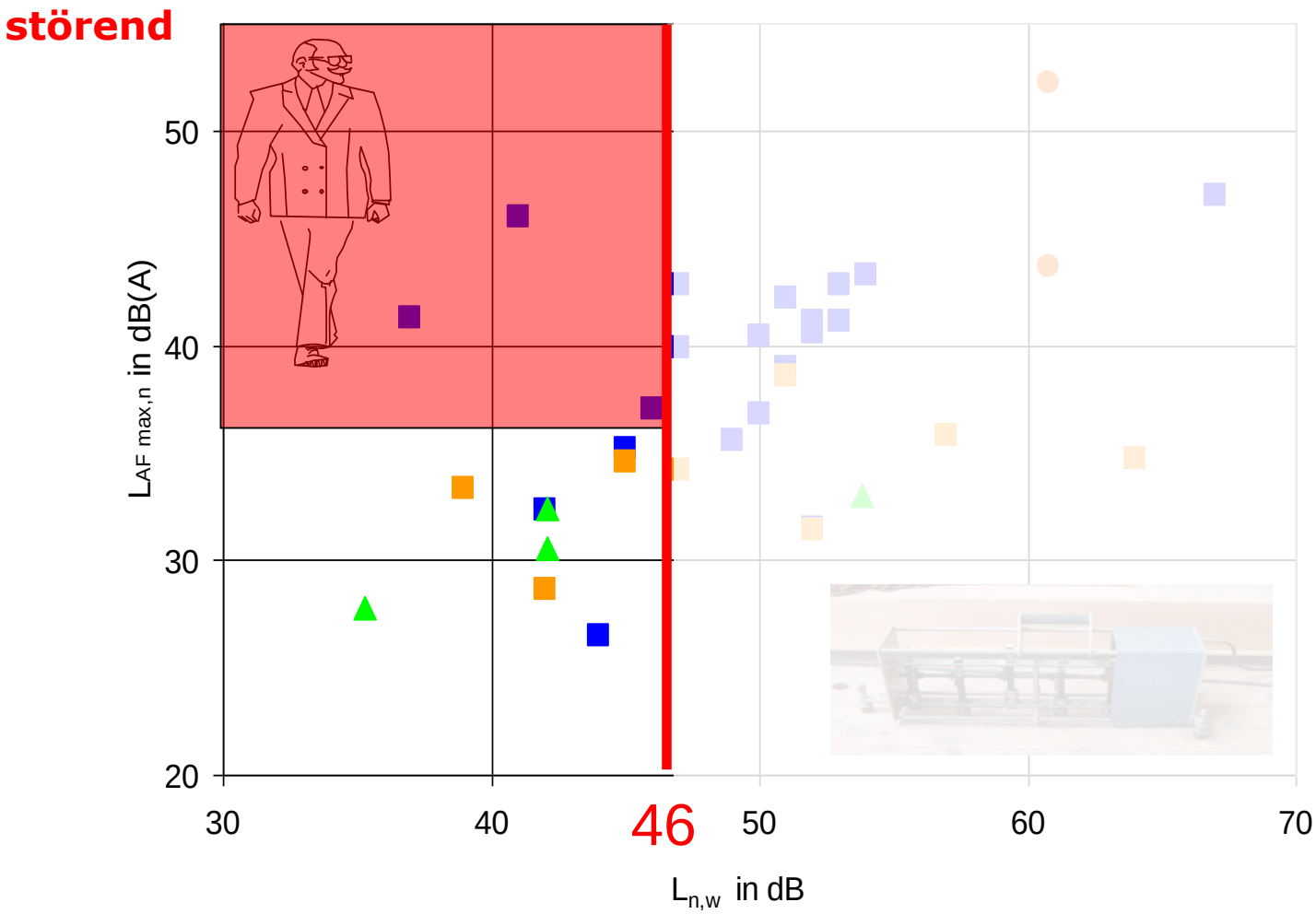
Zusammenhang Gehgeräusche und L_{nw}



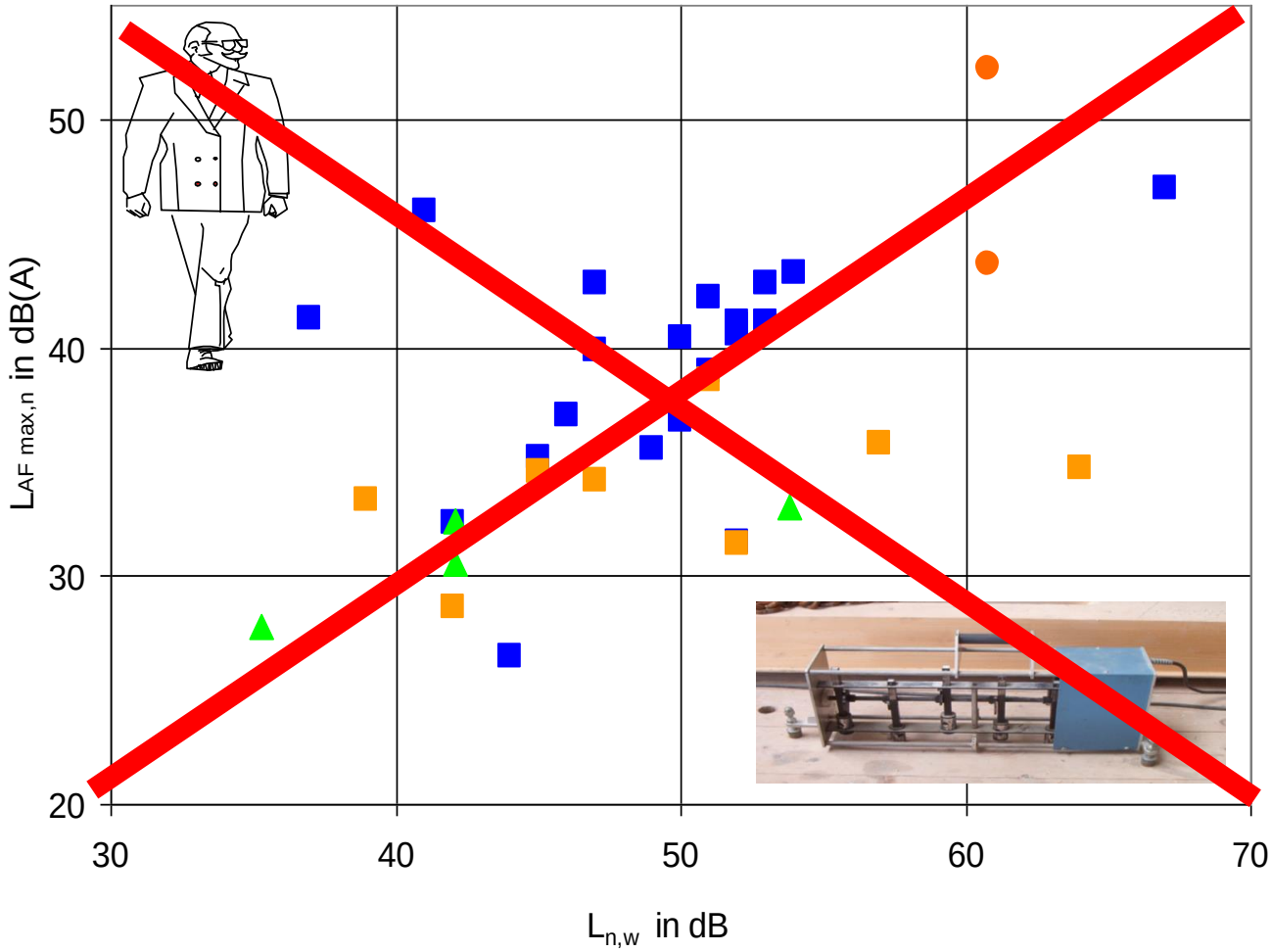
Zusammenhang Gehgeräusche und L_{nw}



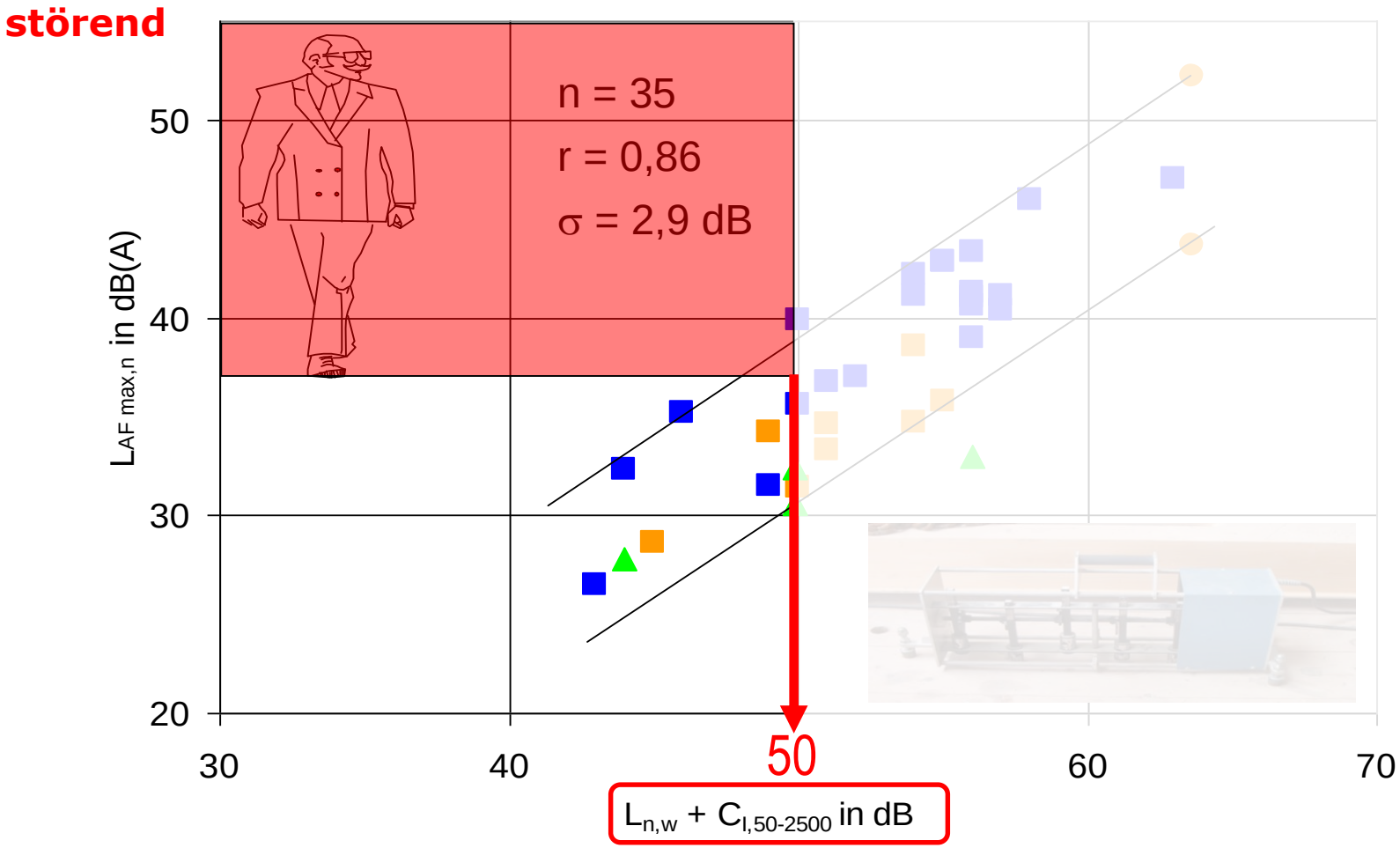
Zusammenhang Gehgeräusche und L_{nw}



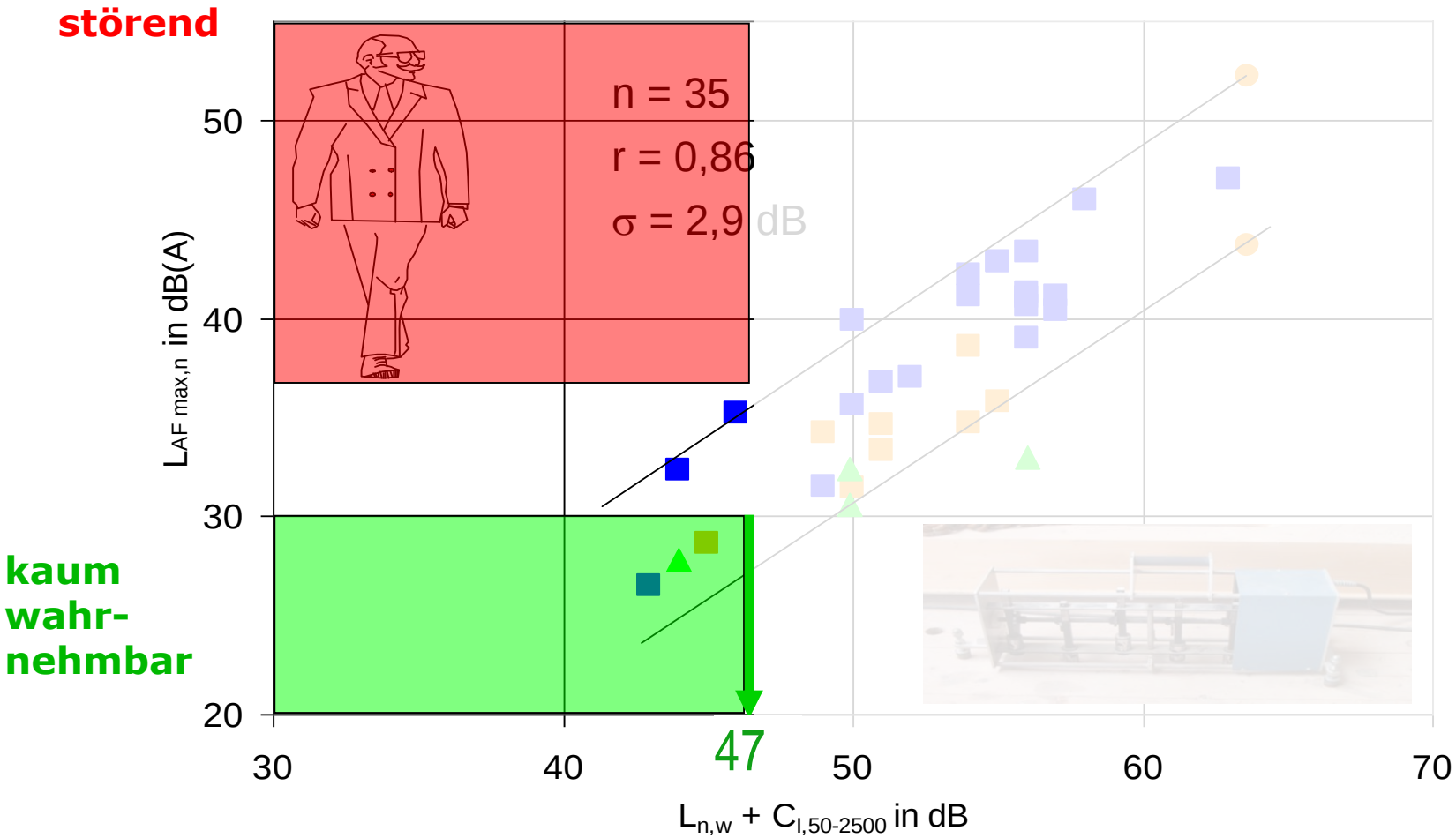
Zusammenhang Gehgeräusche und L_{nw}



Bauteiloptimierung – welche Zielwerte?



Bauteiloptimierung – welche Zielwerte?



Zielwerte für den Luft- und Trittschall

Schallschutzniveau		
Basis = DIN 4109	Basis+	Komfort
$R'_w \geq 54$ dB	$R'_w \geq 57$ dB	$R'_w \geq 60$ dB
$L'_{n,w} \leq 50$ dB [1)]	$L'_{n,w} \leq 50$ dB $L_{n,w} + C_{I,50\text{-}2500} \leq 50$ dB [2)]	$L'_{n,w} \leq 46$ dB $L_{n,w} + C_{I,50\text{-}2500} \leq 47$ dB [2)]

1) Trenndecken in Bürogebäuden, Bestandsgebäuden (Sanierung) und Trenndecken nach DIN 4109-33: zul. $L'_{n,w} \leq 53$ dB
2) Bauteilwert der Decke ohne Nebenwege

Quelle:
holzbau handbuch | REIHE 3 | TEIL 3 | FOLGE 1
Schallschutz im Holzbau
https://informationsdienst-holz.de/publikationen/

Möglichkeiten und Grenzen im Nachweisverfahren

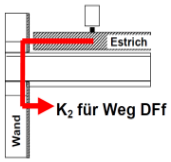
- Neue DIN 4109 mit neuen Anforderungen an Wohnungstrenndecken
- Umfangreicher Bauteilkatalog für Holzbaukonstruktionen im Teil 33
- Berechnungsmodell für den Trittschallnachweis von Holzdecken

Möglichkeiten und Grenzen im Nachweisverfahren

- Neue DIN 4109 mit neuen Anforderungen an Wohnungstrenndecken
- Umfangreicher Bauteilkatalog für Holzbaukonstruktionen im Teil 33
- Berechnungsmodell für den Trittschallnachweis von Holzdecken

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

Wandaufbau im Empfangsraum	Deckenaufbau: 2 x GKP an FS	1 x GKP an FS	GKP Lattung o. direkt / offene HBD / BSD o. HKD
Wandbeplankung: GKP+ HWS	K_1 = 6 dB	K_1 = 3 dB	K_1 = 1 dB
GF	K_1 = 7 dB	K_1 = 4 dB	K_1 = 1 dB
HWS / Holz o. HWS Element	K_1 = 9 dB	K_1 = 5 dB	K_1 = 4 dB



Trittschallübertragung auf dem Weg Dd + Df : $L_{n,w} + K_1$ in dB

Wandaufbau im Sende- und Empfangsraum	Estrichaufbau	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	> 55	$L_{n,DFf,w}$ [dB]
GKP + HWS	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	n = 4, 44, σ = 1,3
GKP + HWS	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	n = 7, 40, σ = 1,7
GF	c) TE	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	n = 8, 38, σ = 1,5
HWS	a) ZE/HWF	11	10	10	9	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	n = 1, 46
Holz- o. HWS-Element	b) ZE/MF	10	10	9	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	n = 7, 45, σ = 1,5
Holz- o. HWS-Element	c) TE	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	n = 6, 42, σ = 0,9

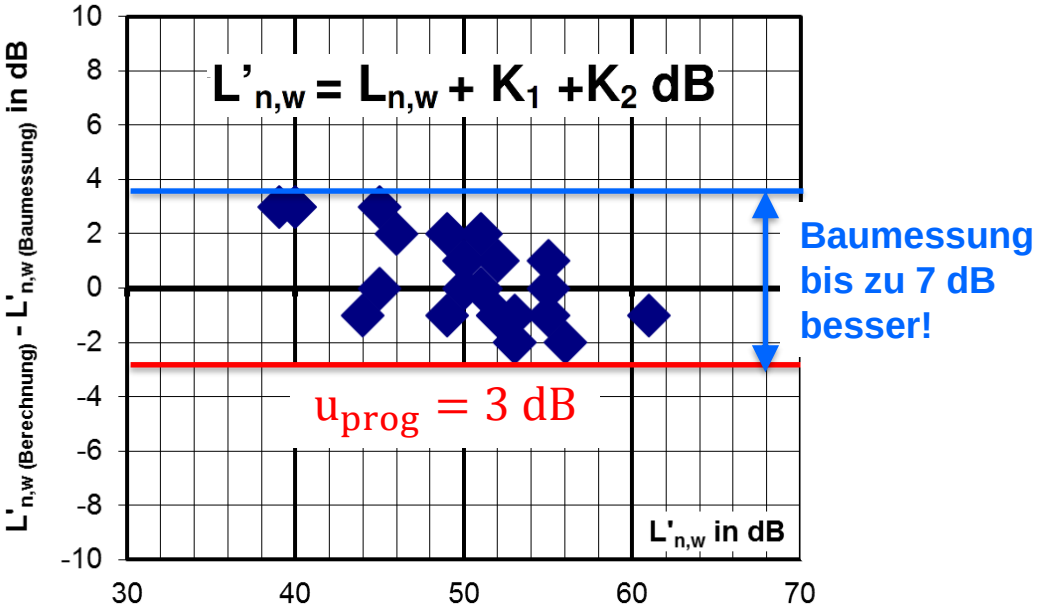
Möglichkeiten und Grenzen im Nachweisverfahren

- Neue DIN 4109 mit neuen Anforderungen an Wohnungstrenndecken
- Umfangreicher Bauteilkatalog für Holzbaukonstruktionen im Teil 33
- Berechnungsmodell für den Trittschallnachweis von Holzdecken

Validierung gegenüber:
n = 23 Baumessungen

Mittlere Differenz
Berechnung - Messung:
$\bar{x}$ = 0,3 dB

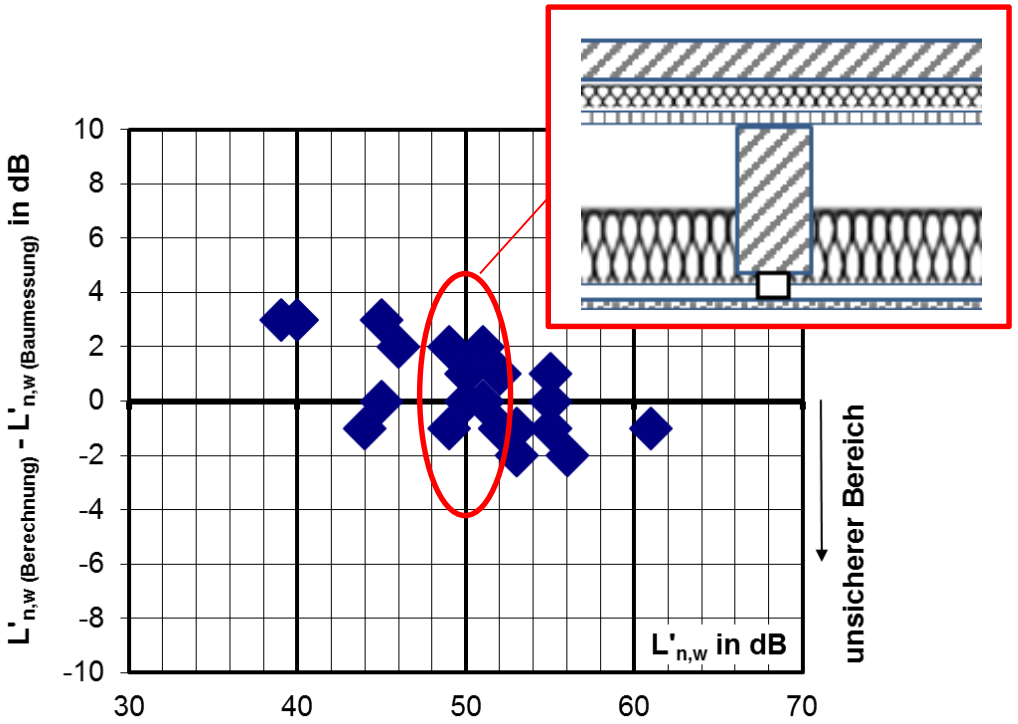
Standardabweichung:
σ = 1,7 dB



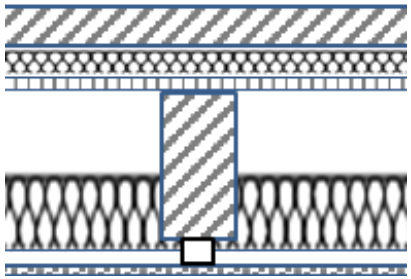
Möglichkeiten und Grenzen im Nachweisverfahren

- Neue DIN 4109 mit neuen Anforderungen an Wohnungstrenndecken
- Umfangreicher Bauteilkatalog für Holzbaukonstruktionen im Teil 33
- Berechnungsmodell für den Trittschallnachweis von Holzdecken

Validierung gegenüber:
n = 23 Baumessungen



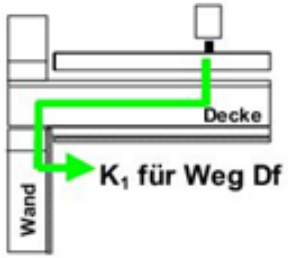
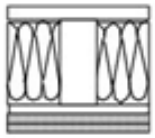
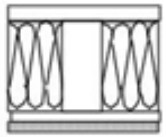
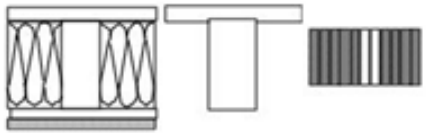
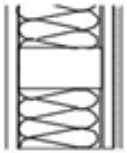
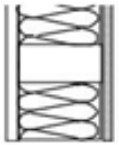
Berechnungsmodell



Zementestrich
Holzbalkendecke
Abhängung
Gipsbauplatte

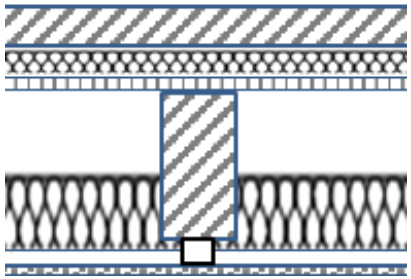
DIN 4109-33:
$L_{n,w} = 46\ \mathrm{dB}$

Flankierende Wände:
Holzständer mit
HWS + GK

		Deckenaufbau		
		 2 x GKP an FS	 1 x GKP an FS	 GKP Lattung o. direkt / offene HBD / BSD o. HKD
Wandaufbau im Empfangsraum	 Wandbe-plankung: GKP+ HWS	K_1 = 6 dB	K_1 = 3 dB	K_1 = 1 dB
	 GF	K_1 = 7 dB	K_1 = 4 dB	K_1 = 1 dB
	HWS	K_1 = 9 dB	K_1 = 5 dB	K_1 = 4 dB
	Holz o. HWS Element			

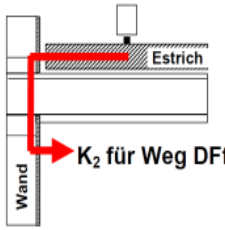
$L_{n,w} + K_1 = 49\ \mathrm{dB}$

Berechnungsmodell



Zementestrich
Holzbalkendecke
Abhängung
Gipsbauplatte

Flankierende Wände:
Holzständer mit
HWS + GK



Trittschallübertragung auf dem Weg Dd + Df :

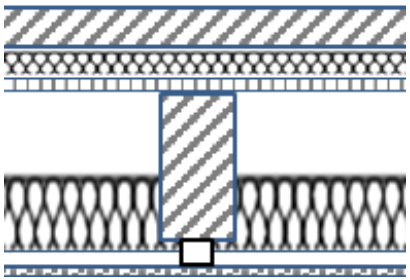
$L_{n,w} + K_1$ in dB

Wandaufbau im Sende- und Empfangsraum	Estrichaufbau	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	> 55	$L_{n,DFf,w}$ [dB]
GKP + HWS	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	n = 4 44 σ = 1,3
GKP + HWS	b) ZE/MF	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1								
GF	c) TE	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	n = 8 38 σ = 1,5
HWS	a) ZE/HWF	11	10	10	9	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	n = 1 46
Holz- o. HWS-Element	b) ZE/MF	10	10	9	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	n = 7 45 σ = 1,5
Holz- o. HWS-Element	c) TE	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	n = 6 42 σ = 0,9

$$L'_{n,w} = 49 + 1 \text{ dB}$$

Berechnungsmodell

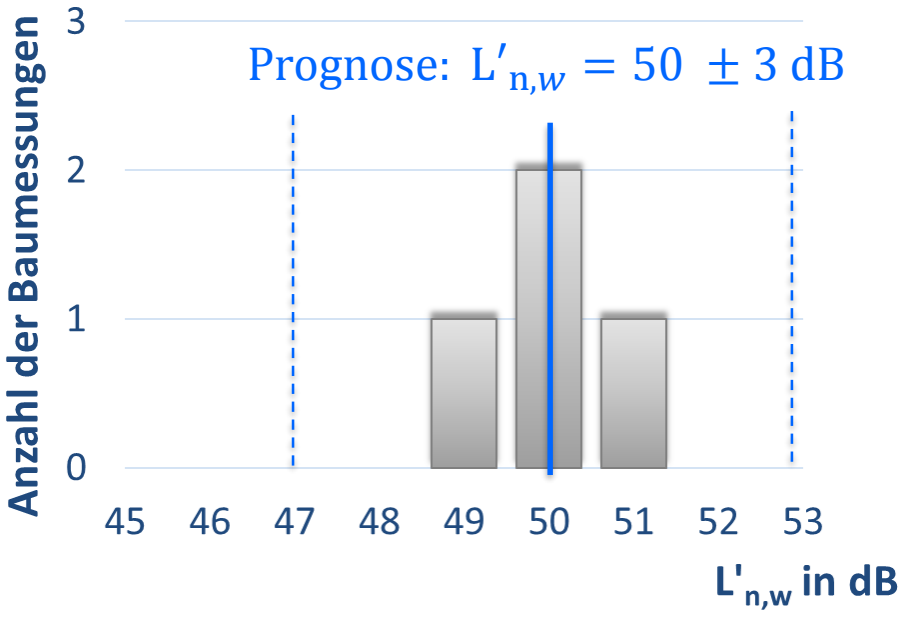
Vergleich Messung / Berechnung



Zementestrich

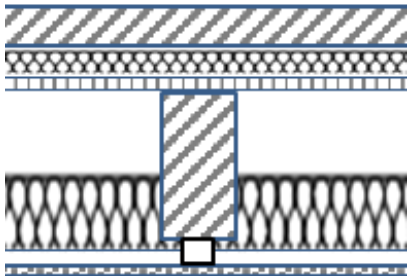
Holzbalkendecke

Abhängung
Gipsbauplatte



Berechnungsmodell

Vergleich Messung / Berechnung

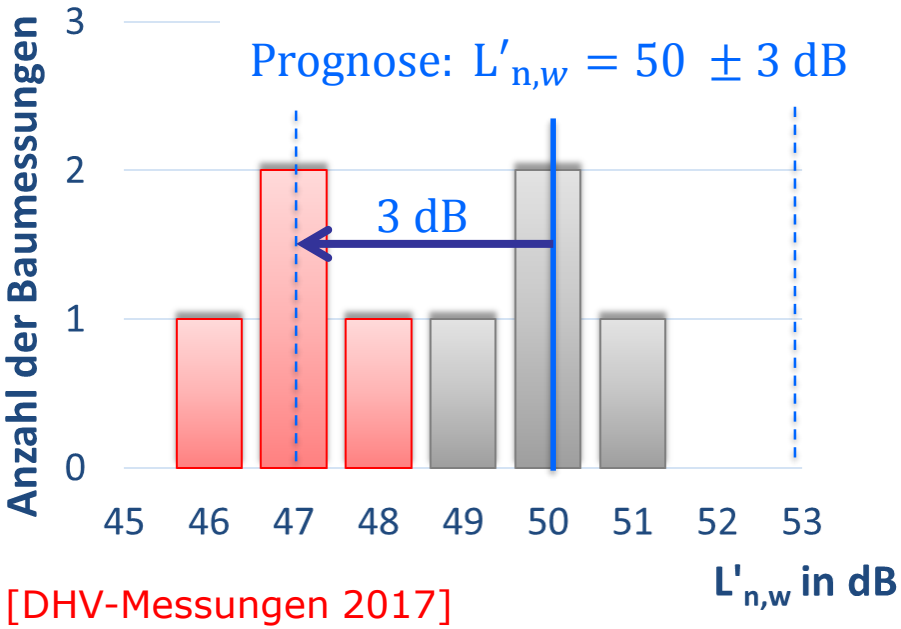


Zementestrich

Holzbalkendecke

Abhängung
Gipsbauplatte

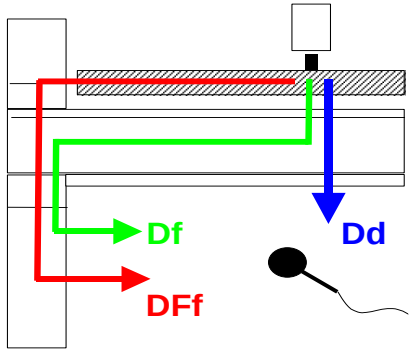
Außenwände mit Installationsebene
Innenwände z.T. als Montagewände



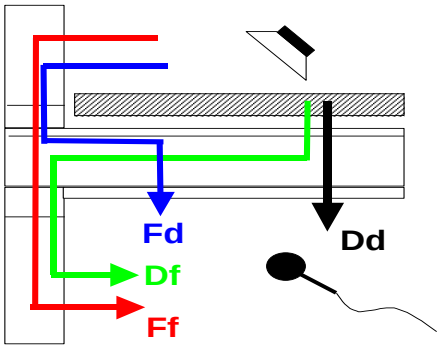
[DHV-Messungen 2017]

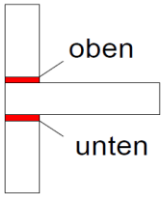
Inhalte

- DIN 4109, Möglichkeiten und Grenzen
- **Ergänzungsdaten für Holzdecken**
- Erweiterung Berechnungsmodell
- Ausführungsbeispiele

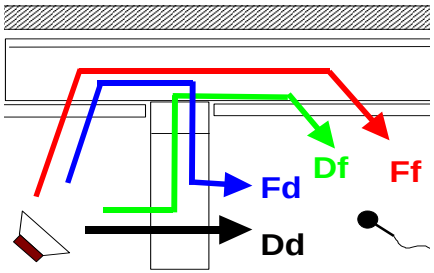


Stoßstellentyp	Übertragungsrichtung	Stoßstellendämm-Maß
	„vertikale Übertragung" Weg Ff Wand durch Decke unterbrochen	K_{Ff} = 21 dB
	„horizontale Übertragung" Weg Ff Decke durchlaufend	K_{Ff} = 3 dB
	„horizontale Übertragung" Weg Ff Decke getrennt	$K_{Ff} = 12+10\log(m_2/m_1)$
	„gemischte Übertragung" Weg Df und Fd	K_{Fd} = 14 dB K_{Df} = 14 dB





Anordnung	Verbesserung ΔK_{ij}		
	Befestigungsmittel		
	ohne	mit	optimiert
oben o. unten	10-12 dB	2-4 dB	7-10 dB
oben + unten	18-22 dB	5-10 dB	8-19 dB



Neue Planungswerte für Holzbalkendecken

- Projekt der Verbände
  Holzbau Deutschland, BDF, DHV
  „Schallschutzhandbuch"

- Verbundprojekt der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe
  „NawaRo-Dämmstoffe"

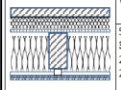
HOLZBAU DEUTSCHLAND
BUND DEUTSCHER ZIMMERMEISTER
im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes

DBU
Deutsche Bundesstiftung Umwelt
www.dbu.de

Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

- Laborprüfungen an 45 Holzdecken mit Trocken- und Zementestrichen.

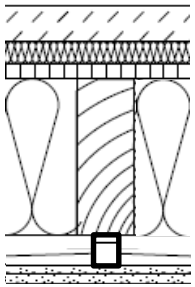
		Wohn-, Bürogebäude, Klassenräume (ohne Flure)				Bürogebäude, Schulen , Flure	Wohn-, Bürogebäude, Schulen		
Prüfergebnisse: **MeNr.: $L_{n,w}$ ($C_{I50-2500}$)** NawaRo Unterdecke:		50 Zementestrich **30 MW DES-sh, s' = 8MN/m³** 22 Holzwerkstoffplatte 220 Balken + Dämmung: e=625 mm/833 mm			50 Zementestrich **40 EPS DES-sm, s' = 10 MN/m³** 22 Holzwerkstoffpl. 220 Balken	50 Zementestrich **40 MW DES-sm, s' = 19 MN/m³** 22 Holzwerkstoffpl. 220 Balken	50 Zementestrich **30 WF DES-sg, s' = 30 MN/m³ 30 WF DES-sg, s' = 30 MN/m³ 30 Kalksplitt, m' = 45 kg/m²** 22 Holzwerkstoffpl. 220 Balken	50 Zementestrich **30 WF DES-sg, s' = 30 MN/m³ 60 Kalksplitt, m' = 90 kg/m²** 22 Holzwerkstoffplatte 220 Balken + Dämmung:	
		100 MW +seitlich hochgez.	200 MW, ρ = 34 kg/m³	200 NF ρ = 34 kg/m³	200 MW, ρ = 34 kg/m³	200 MW, ρ = 34 kg/m³	200 NF ρ = 34 kg/m³	-	200 NF ρ = 34 kg/m³
-								X01: 54 (3) dB	
FS	1x12,5 GKF	**X09: 46(7) dB**							**X03: 36 (18) dB**
		X11: 31(19) dB	**(+30Splitt)**						
CD+Clip		**X07: 50(9) dB**							
+Band			**X35: 49(9) dB**						
DSA	1x12,5 GKF		**X29: 45(12) dB**						
	2x12,5 GKF	**X21: 40(11) dB[1]**	**X23: 40(11) dB**	**X13: 40(11) dB**	**X27: 43(9) dB**	**X25: 44(9) dB**			**X07: 32 (14) dB[1]**
	2x18 GKF		**X31: 43(9) dB**						**X25: 29 (15) dB**
AMC	2x12,5 GKF								**X37: 30 (10) dB**
VF	25+12,5 GKF		**X33: 42(9) dB**						
Klick-Fix	2x12,5 GKF						**X31: 33 (18) dB**		**X35: 32 (19) dB**

Wirtschaftlichkeit / Vorfertigung

- Rohdecke inkl. Unterdecke vorfertigbar
- Unterdecke optimiert oder Beschwerung

Irrtum Nr. 1:

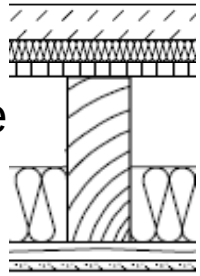
Durch die neuen Trittschallanforderungen sind keine wirtschaftlichen Deckenaufbauten mehr möglich!



+ Dämmung
+ opt. Unterdecke

$L_{n,w}$ = 39 dB
$L_{n,w} + C_{I,50\text{-}2500}$ = 50 dB

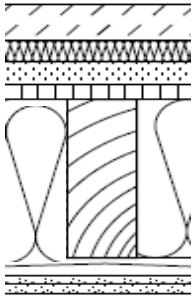
Unterdecken-Abhänger druckbelastbar



$L_{n,w}$ = 54 dB

Ausgangssituation Einfamilienhaus-decke

+ Beschwerung
+ Dämmung
+ Beplankung



$L_{n,w}$ = 43 dB
$L_{n,w} + C_{I,50\text{-}2500}$ = 49 dB

60 mm Splitt
m‘ = 90 kg/m²

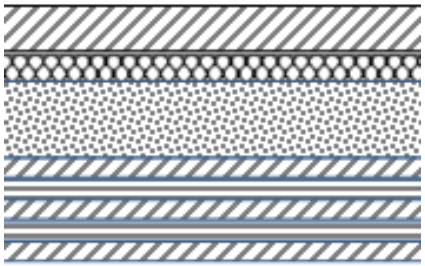
Neue Konstruktionen – alte Irrtümer

- Massivholzdecke sichtbar, Dicke nach Statik
- Trittschalldämmplatte s‘ = 8MN/m³

Irrtum Nr. 2:

Trittschallschutz mit Holzdecken ist kompliziert

Bau lieber mit Beton!



50 mm	Zementestrich
30 mm	Trittschalldämmplatte, s‘ ≤ 8 MN/m³
100 mm	Splitt, elastisch gebunden
>140 mm	Massivholzelement

Bauteilwerte:

$L_{n,w}$ = 38 dB

$L_{n,w} + C_{I,50\text{-}2500}$ = 43 dB

R_w = 76 dB

Komfort Schallschutzniveau

Unterdecken

- Massivholzdecke mit abgehängter Unterdecke
- Abhänge-Höhe 90 mm und 180 mm

Irrtum Nr. 3:

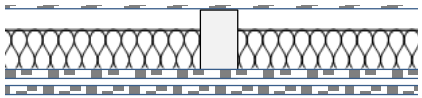
Mit einer abgehängten Unterdecke wird der Schallschutz immer besser

50 mm	Zementestrich
30 mm	Trittschalldämmplatte, s' ≤ 8 MN/m³
60 mm	Splitt, elastisch gebunden
>140 mm	Massivholzelement

$L_{n,w}$ = 40 dB

$L_{n,w} + C_{I,50\text{-}2500}$ = 48 dB

R_w = 73 dB

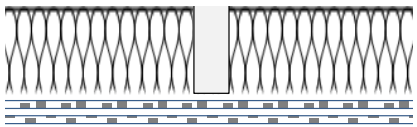


zusätzlich:

90 mm	Abhänger + 75 mm MW
2 x 12,5 mm	GKF

$L_{n,w}$ = 24 dB

$L_{n,w} + C_{I,50\text{-}2500}$ = 53 dB



zusätzlich:

180 mm	Abhänger + 120 mm MW
2 x 12,5 mm	GKF

$L_{n,w}$ = 23 dB

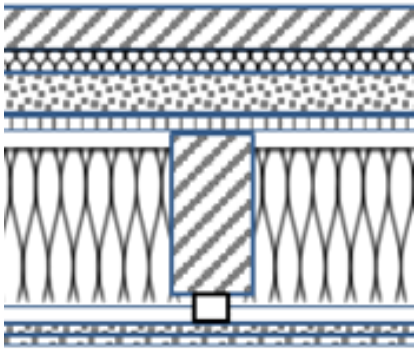
$L_{n,w} + C_{I,50\text{-}2500}$ = 49 dB

NawaRo Dämmstoffe

- Holzfaser Trittschalldämmplatte
- Jutefaserdämmstoff im Balkenzwischenraum

Irrtum Nr. 3:

Guter Trittschallschutz ist nur mit Mineralfaser-Trittschalldämmplatten möglich!



50 mm	Zementestrich
30 mm	Holzfaser-Trittschalldämmplatte, s‘ ≤ 30 MN/m³
60 mm	Schüttung[1)], m‘ = 90 kg/m²
22 mm	Holzwerkstoffplatte
220 mm	Balken + 200 mm Jutefasermatten
≥ 27 mm	Abhängung[3)]
12,5 mm	GKF, m‘ = 10 kg/m²
12,5 mm	GKF, m‘ = 10 kg/m²

Bauteilwerte:

$L_{n,w}$ = 32 dB

$L_{n,w} + C_{I,50\text{-}2500}$ = 46 dB

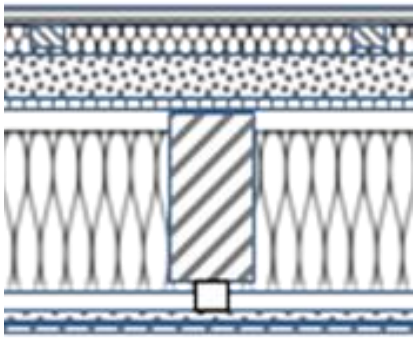
R_w = 82 dB

Komfort Schallschutzniveau

[1)] Kalksplitt in Pappwaben, Splittschüttung mit Latexmilch, Splittschüttung im Lattenraster
[3)] U-Direktabhänger, schallentkoppelt, Klick fix Direktbefestiger, schallentkoppelt, Federschiene

NawaRo Dämmstoffe

- Dielenboden auf Holzfaser Trittschalldämmplatte
- Jutefaserdämmstoff im Balkenzwischenraum



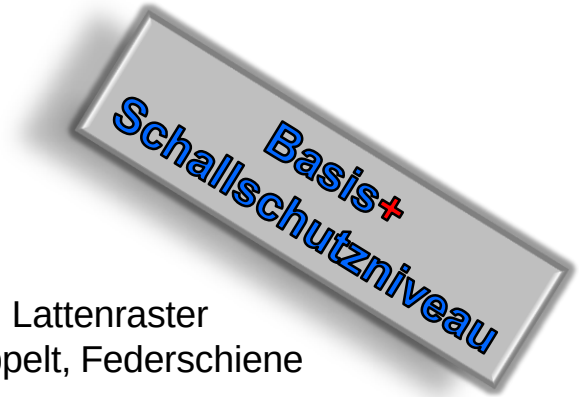
24 mm	Dielenboden, Nut- und Federverbindung
40 mm	Holzfaser-Trittschalldämmplatte mit Verlegeleisten
60 mm	Schüttung[1)], m‘ = 90 kg/m²
22 mm	Holzwerkstoffplatte
220 mm	Balken + 200 mm Hohlraumdämpfung[2)]
≥ 27 mm	Abhängung[3)]
12,5 mm	GKF, m‘ = 10 kg/m²
12,5 mm	GKF, m‘ = 10 kg/m²

Bauteilwerte:

$L_{n,w}$ = 34 dB

$L_{n,w} + C_{I,50\text{-}2500}$ = 50 dB

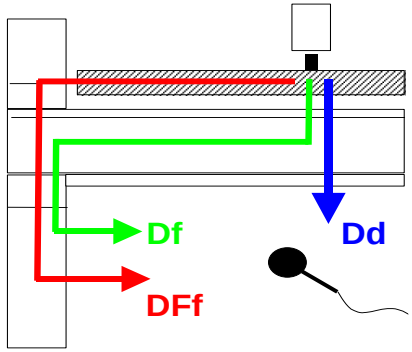
R_w = 78 dB



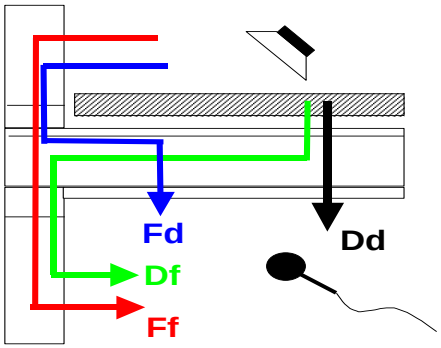
[1)] Kalksplitt in Pappwaben, Splittschüttung mit Latexmilch, Splittschüttung im Lattenraster
[3)] U-Direktabhänger, schallentkoppelt, Klick fix Direktbefestiger, schallentkoppelt, Federschiene

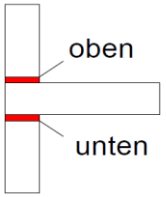
Inhalte

- DIN 4109, Möglichkeiten und Grenzen
- Ergänzungsdaten für Holzdecken
- **Erweiterung Berechnungsmodell**
- Ausführungsbeispiele

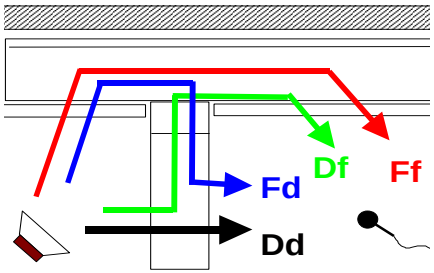


Stoßstellentyp	Übertragungsrichtung	Stoßstellendämm-Maß
	„vertikale Übertragung“ Weg Ff Wand durch Decke unterbrochen	K_{Ff} = 21 dB
	„horizontale Übertragung“ Weg Ff Decke durchlaufend	K_{Ff} = 3 dB
	„horizontale Übertragung“ Weg Ff Decke getrennt	$K_{Ff} = 12+10\log(m_2/m_1)$
	„gemischte Übertragung“ Weg Df und Fd	K_{Fd} = 14 dB K_{Df} = 14 dB





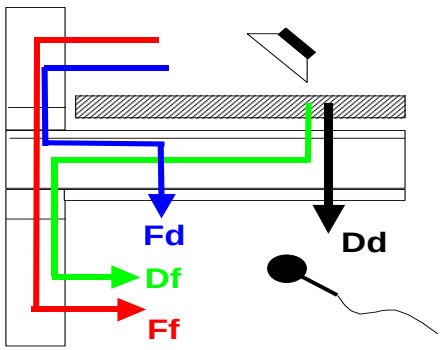
Anordnung	Verbesserung ΔK_{ij}		
	Befestigungsmittel		
	ohne	mit	optimiert
oben o. unten	10-12 dB	2-4 dB	7-10 dB
oben + unten	18-22 dB	5-10 dB	8-19 dB

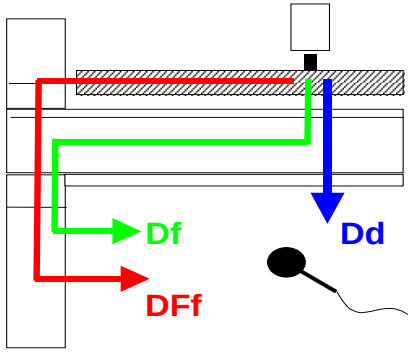


Möglichkeiten und Grenzen der Prognose

Nachweis nach DIN4109:2016-07 möglich?

Flankierende Wand	Decke: 2 x GKP an FS	1 x GKP an FS	GKP Lattung o. direkt	offene HBD	BSD o. HKD	Massivholz +Unterdecke
Holzständer						
Massivholz						
Massivholz + Beplankung						
Massivholz + VS-Schale						





Möglichkeiten und Grenzen der Prognose

Nachweis nach DIN4109:2016-07 möglich?

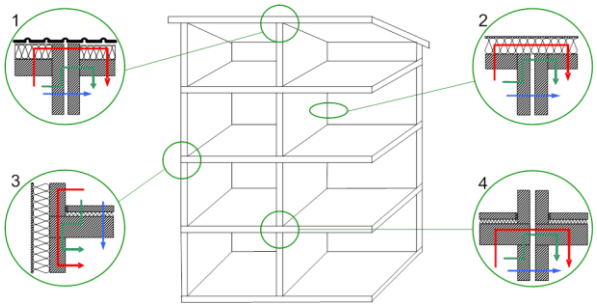
Flankierende Wand	Decke: 2 x GKP an FS	Decke: 1 x GKP an FS	Decke: GKP Lattung o. direkt / offene HBD / BSD o. HKD	Decke: Massivholz +Unterdecke
Holzständer	R'w ✓ L'n,w ✓	R'w ✓ L'n,w ✓	R'w ✓ L'n,w ✓	R'w ✓ L'n,w ⚡
Massivholz	R'w ⚡ L'n,w ✓	R'w ⚡ L'n,w ✓	R'w ⚡ L'n,w ✓	R'w ⚡ L'n,w ⚡
Massivholz + Beplankung	R'w ⚡ L'n,w ⚡	R'w ⚡ L'n,w ⚡	R'w ⚡ L'n,w ⚡	R'w ⚡ L'n,w ⚡
Massivholz + VS-Schale	R'w ⚡ L'n,w ⚡	R'w ⚡ L'n,w ⚡	R'w ⚡ L'n,w ⚡	R'w ⚡ L'n,w ⚡

Möglichkeiten und Grenzen der Prognose

Projekt: Vibroakustik im Planungsprozess für Holzbauten

Laufzeit: 2012 – 2017

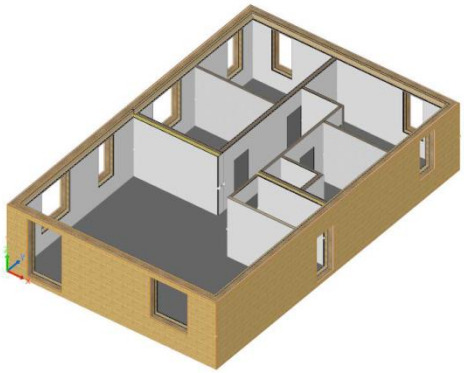
Kooperationspartner:



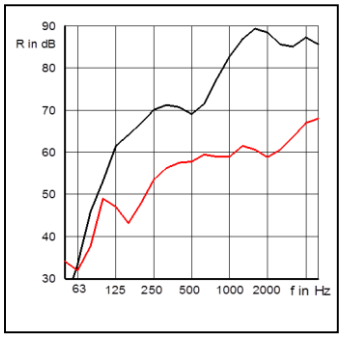
Datenbank VaBDat

VBAcoustic

Entwurf



BIM / CAD 3D Modell

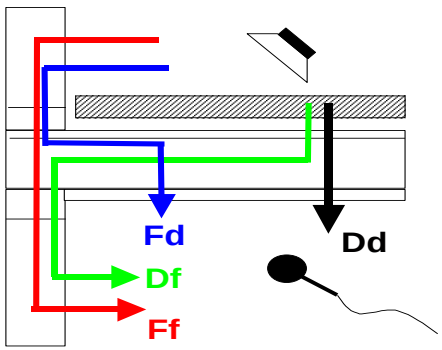


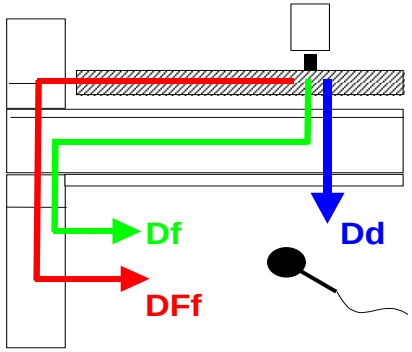
Prognosetool

Möglichkeiten und Grenzen der Prognose

Nachweis nach DIN4109 + Vibroakustik möglich?

Flankierende Wand	Decke: 2 x GKP an FS	1 x GKP an FS	GKP Lattung o. direkt	offene HBD	BSD o. HKD	Massivholz +Unterdecke
Holzständer						
Massivholz						
Massivholz + Beplankung						
Massivholz + VS-Schale						



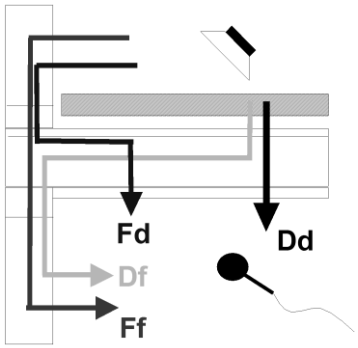


Möglichkeiten und Grenzen der Prognose

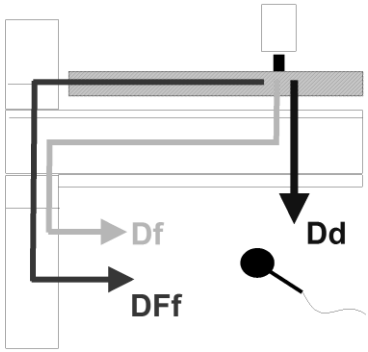
Nachweis nach DIN4109 + Vibroakustik möglich?

Flankierende Wand	Decke: 2 x GKP an FS	Decke: 1 x GKP an FS	Decke: GKP Lattung o. direkt / offene HBD / BSD o. HKD	Decke: Massivholz +Unterdecke
Holzständer	R'_w ✓ $L'_{n,w}$ ✓	R'_w ✓ $L'_{n,w}$ ✓	R'_w ✓ $L'_{n,w}$ ✓	R'_w ⚡ $L'_{n,w}$ ✓
Massivholz	R'_w ✓ $L'_{n,w}$ ✓	R'_w ✓ $L'_{n,w}$ ✓	R'_w ✓ $L'_{n,w}$ ✓	R'_w ⚡ $L'_{n,w}$ ✓
Massivholz + Beplankung	R'_w ✓ $L'_{n,w}$ ✓	R'_w ✓ $L'_{n,w}$ ✓	R'_w ✓ $L'_{n,w}$ ✓	R'_w ⚡ $L'_{n,w}$ ✓
Massivholz + VS-Schale	R'_w ⚡ $L'_{n,w}$ ⚡	R'_w ⚡ $L'_{n,w}$ ⚡	R'_w ⚡ $L'_{n,w}$ ⚡	R'_w ⚡ $L'_{n,w}$ ⚡

Flankenübertragung bei Luft- und Trittschallanregung nach DIN EN ISO 12354

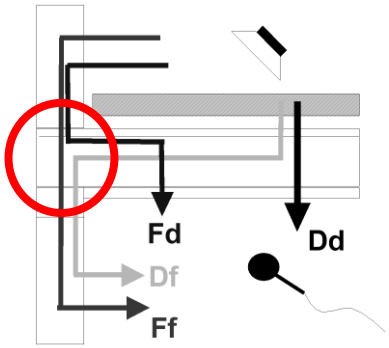


$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w}}{2} + \frac{R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10\ log \frac{S_S}{l_0\ l_f}$$

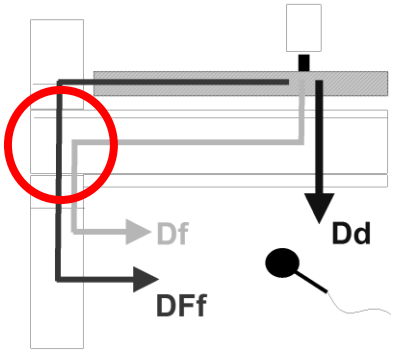


$$L_{n,ij,w} = L_{n,w} + \frac{R_{i,w} - R_{j,w}}{2} - \Delta R_{ij,w} - K_{ij} - 10\ lg \frac{S_S}{l_0 l_f}$$

Stoßstellendämm-Maße K_{ij}

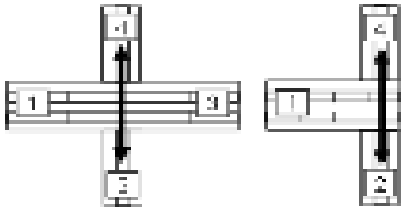
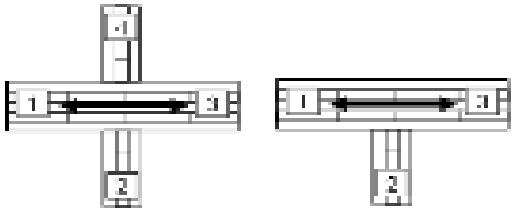
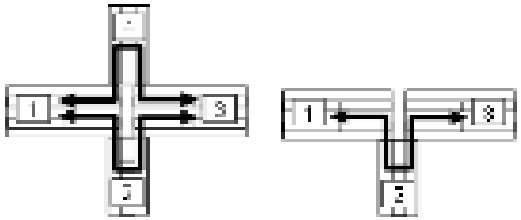
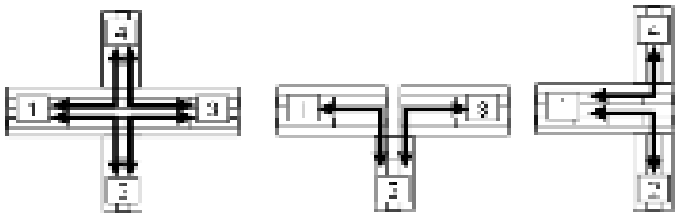


$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w}}{2} + \frac{R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + \boldsymbol{K_{ij}} + 10\ log \frac{S_S}{l_0\ l_f}$$



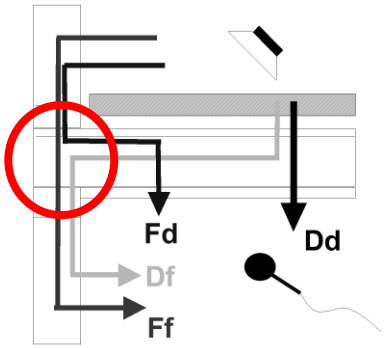
$$L_{n,ij,w} = L_{n,w} + \frac{R_{i,w} - R_{j,w}}{2} - \Delta R_{ij,w} - \boldsymbol{K_{ij}} - 10\ lg \frac{S_S}{l_0 l_f}$$

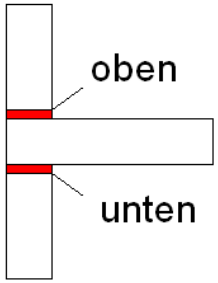
Stoßstellendämm-Maße K_{ij}

Stoßstellentyp	Übertragungsrichtung	Stoßstellendämm-Maß
	„vertikale Übertragung“ Weg Ff Wand durch Decke unterbrochen	K_{Ff} = 21 dB
	„horizontale Übertragung“ Weg Ff Decke durchlaufend	K_{Ff} = 3 dB
	„horizontale Übertragung“ Weg Ff Decke getrennt	$K_{Ff} = 12+10\log(m_2/m_1)$
	„gemischte Übertragung“ Weg Df und Fd	K_{Fd} = 14 dB K_{Df} = 14 dB

[Vorschungsprojekt “Vibroakustik”, Masterarbeit A. Timpte]

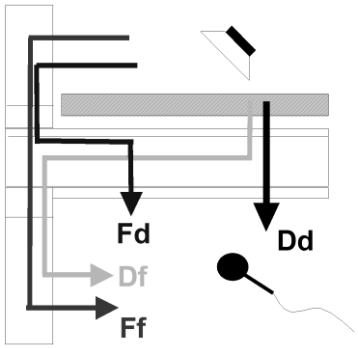
Verbesserung durch Elastomere ΔK_{ij}



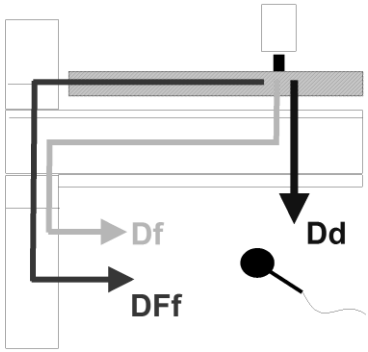
Anordnung der Elastomere		Entkoppelte Befestigungsmittel, Daten nach [20]	[21],[22],[14]
	oben oder unten	ΔK_{ij} = 7 … 10 dB	ΔK_{ij} = 4 … 10 dB
	oben und unten	ΔK_{ij} = 8 … 19 dB	ΔK_{ij} = 13 … 15 dB

[M. Schramm, F. Dolezahl, T. Kruse, S. Nicklaus]

Und bei flankierenden Holzständerwänden?



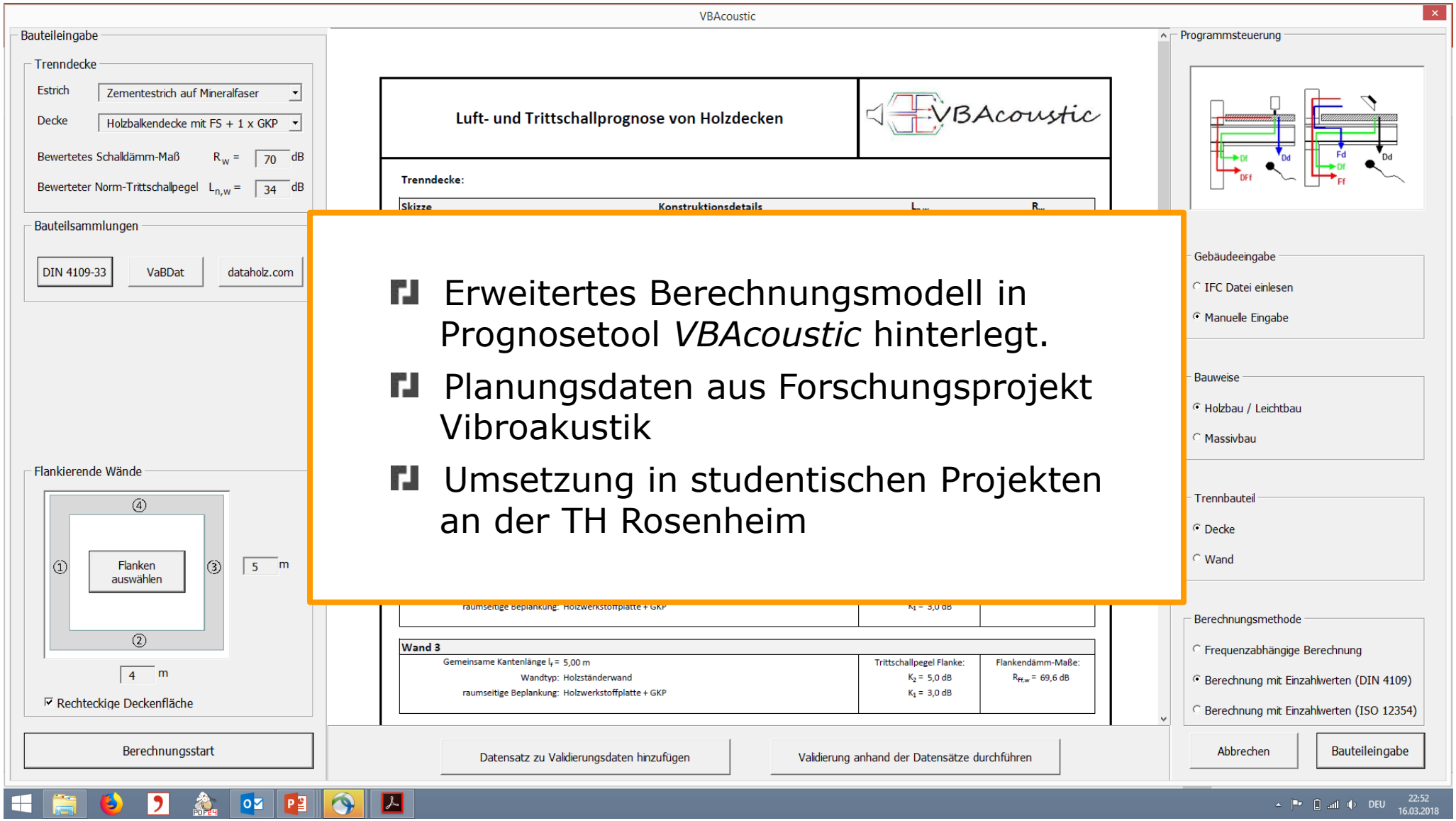
$$R_{Ff,w} = D_{n,f,w} + 10lg\left(\frac{S_S}{10m^2}\right) + 10lg\left(\frac{4{,}50m}{l_f}\right)$$



$$L_{n,Df,w} = L_{n,Df,lab,w} - \Delta K_{ij} - \Delta R_{j,w} - 10\ lg\frac{S_S}{l_0 l_f}$$

$$L_{n,DFf,w} = L_{n,DFf,lab,w} - \Delta K_{ij} - \Delta R_{ij,w} - 10\ lg\frac{S_S}{l_0 l_f}$$

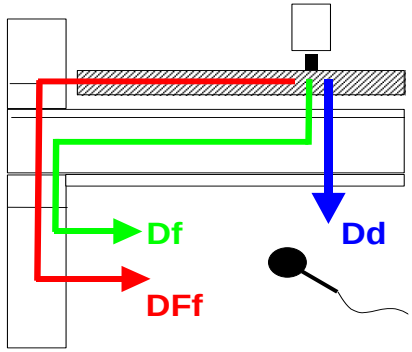
VBAcoustic



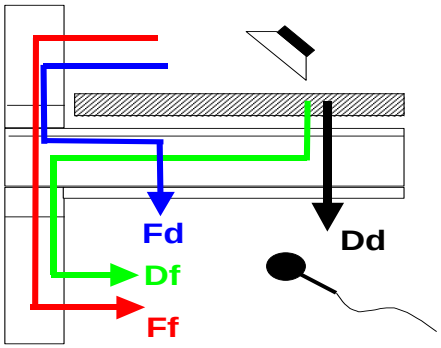
- Erweitertes Berechnungsmodell in Prognosetool *VBAcoustic* hinterlegt.
- Planungsdaten aus Forschungsprojekt Vibroakustik
- Umsetzung in studentischen Projekten an der TH Rosenheim

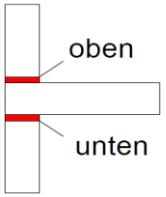
Inhalte

- DIN 4109, Möglichkeiten und Grenzen
- Ergänzungsdaten für Holzdecken
- Erweiterung Berechnungsmodell
- **Ausführungsbeispiele**

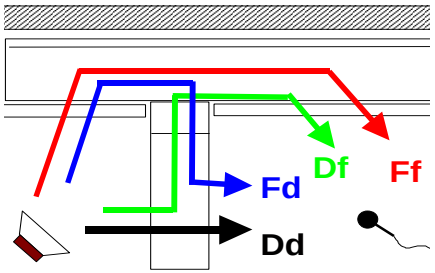


Stoßstellentyp	Übertragungsrichtung	Stoßstellendämm-Maß
	„vertikale Übertragung" Weg Ff Wand durch Decke unterbrochen	K_{Ff} = 21 dB
	„horizontale Übertragung" Weg Ff Decke durchlaufend	K_{Ff} = 3 dB
	„horizontale Übertragung" Weg Ff Decke getrennt	$K_{Ff} = 12+10\log(m_2/m_1)$
	„gemischte Übertragung" Weg Df und Fd	K_{Fd} = 14 dB K_{Df} = 14 dB

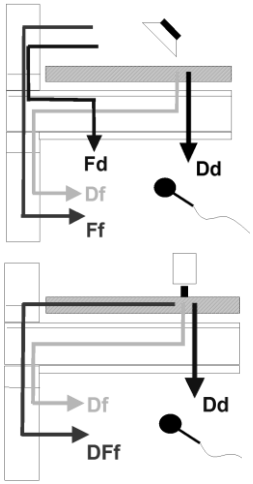




Anordnung	Verbesserung ΔK_{ij}		
	Befestigungsmittel		
	ohne	mit	optimiert
oben o. unten	10-12 dB	2-4 dB	7-10 dB
oben + unten	18-22 dB	5-10 dB	8-19 dB



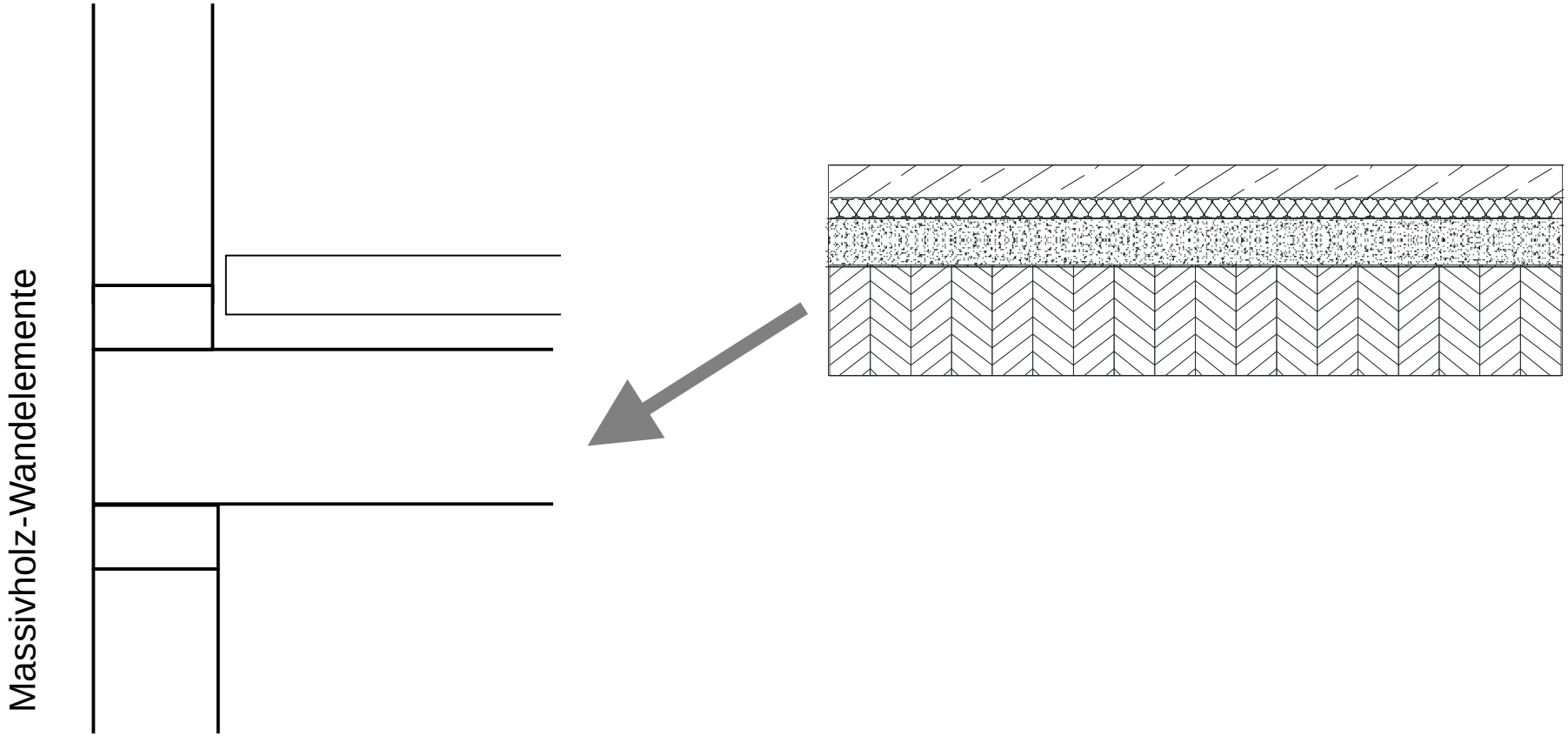
Vertikale Übertragung Trenndecke / flankierende Wand



4-Geschosser in Bad Aibling

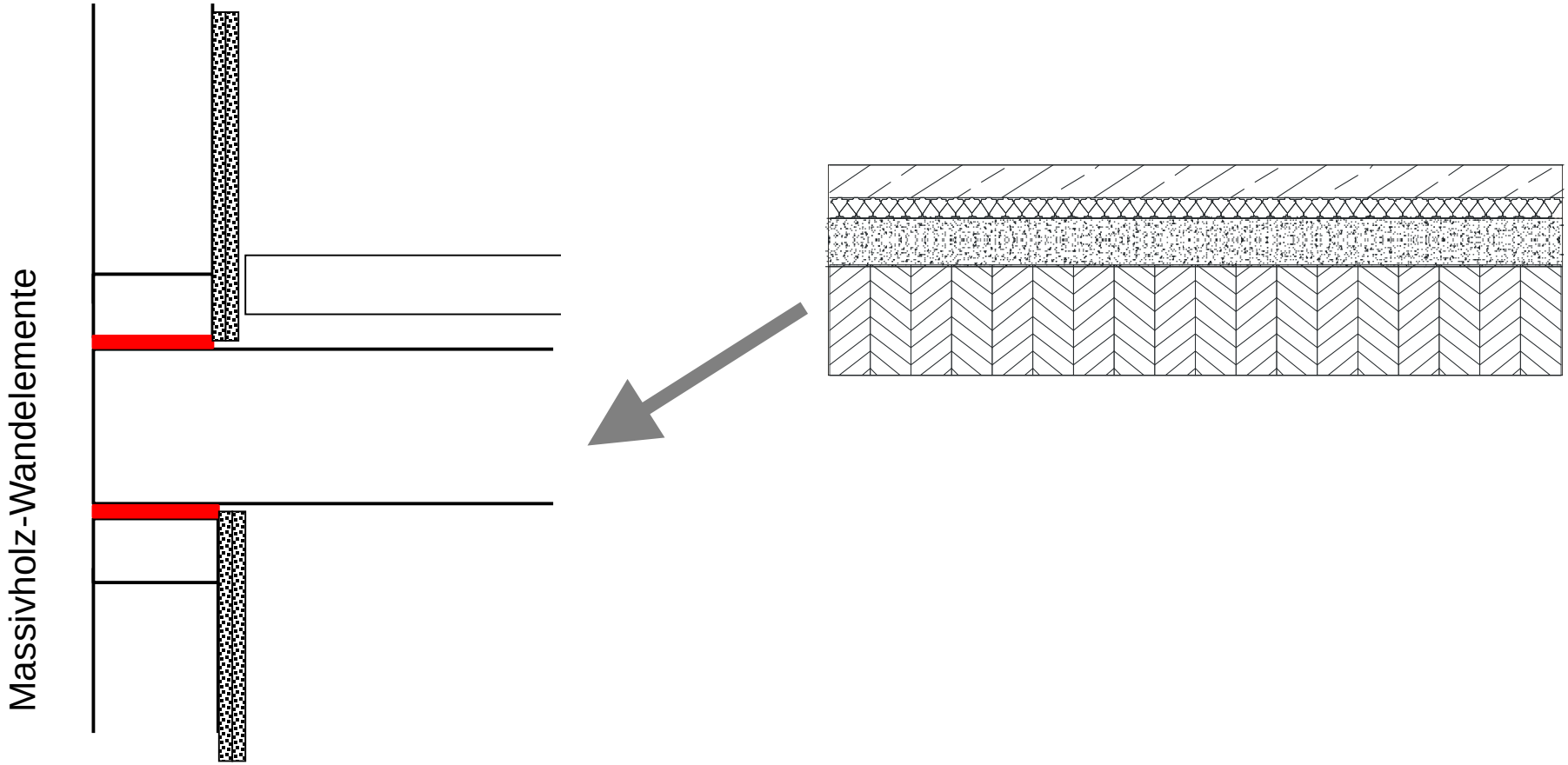
4-Geschosser in Bad Aibling

- Bauteilausführung



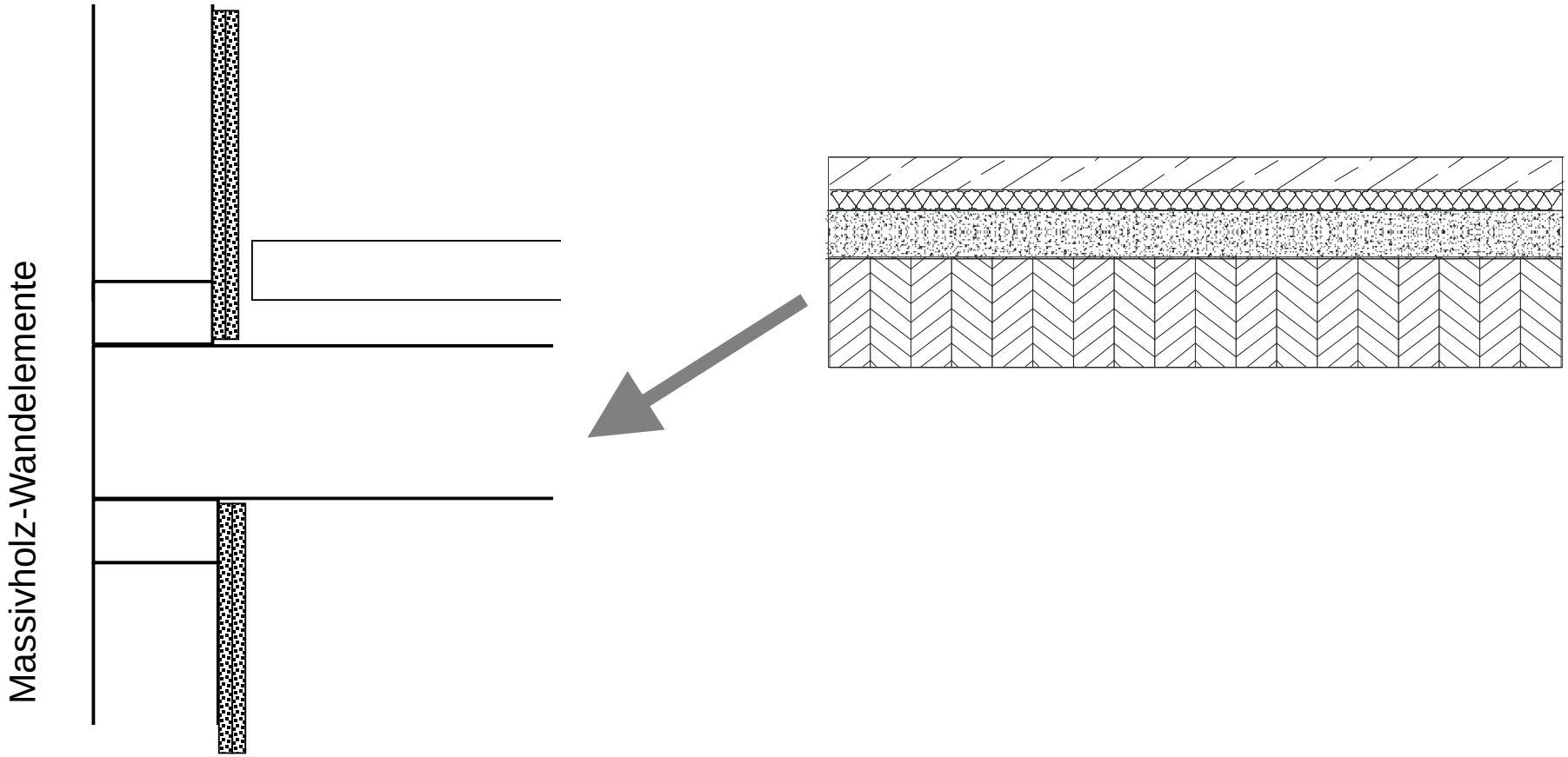
4-Geschosser in Bad Aibling

- Bauteilausführung



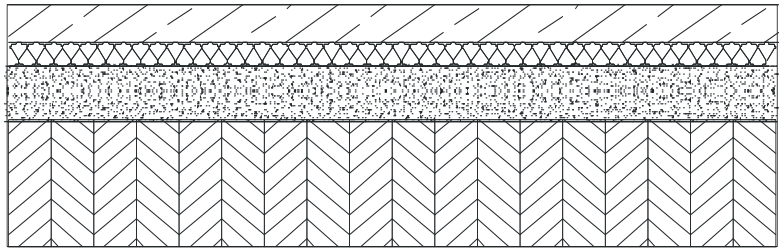
4-Geschosser in Bad Aibling

- Bauteilausführung



4-Geschosser in Bad Aibling

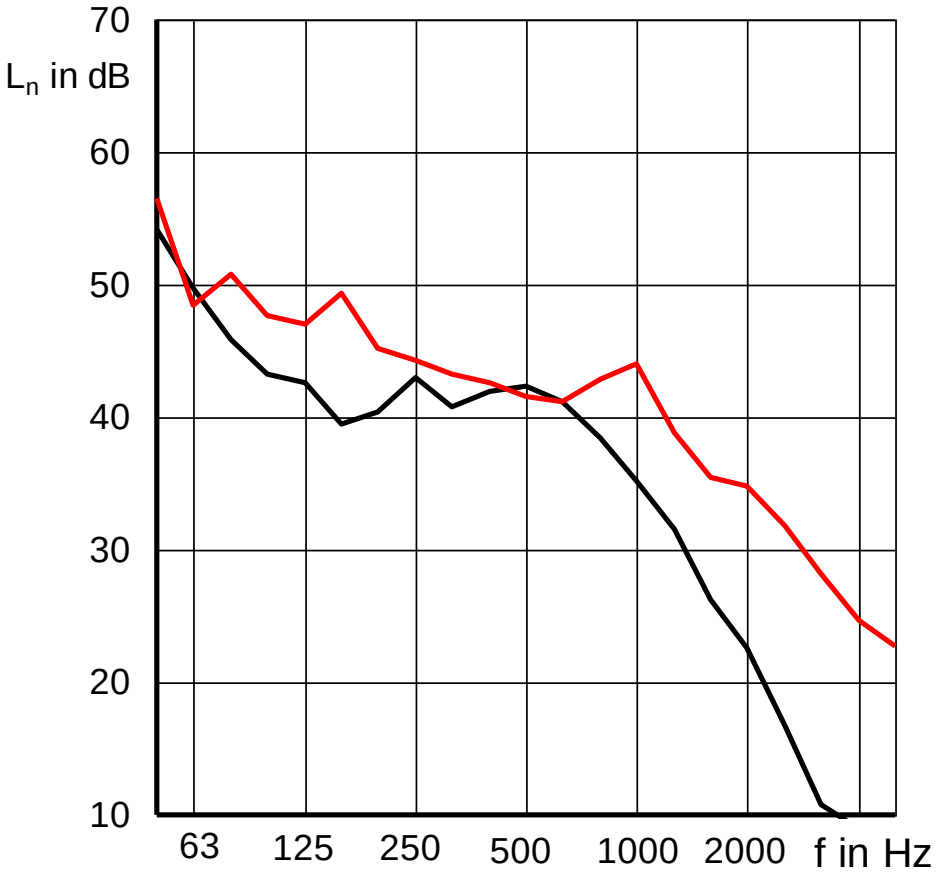
Wohnungstrenndecke



60 mm Zementestrich
40 mm MFT, s' = 6 MN/m³
90 mm Splitt, m' = 135 kg/m²
200 mm Brettschichtholz Element

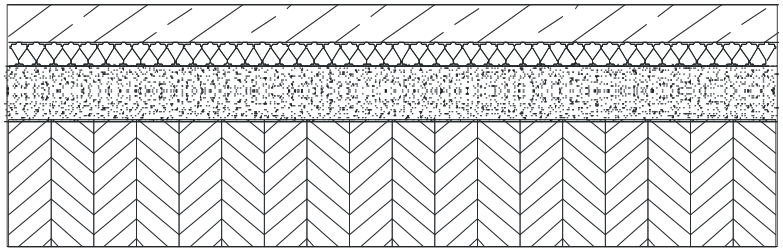
— $L_{n,w} + C_{I,50\text{-}2500}$ = 42 dB

— $L'_{n,w} + C_{I,50\text{-}2500}$ = 45 dB



4-Geschosser in Bad Aibling

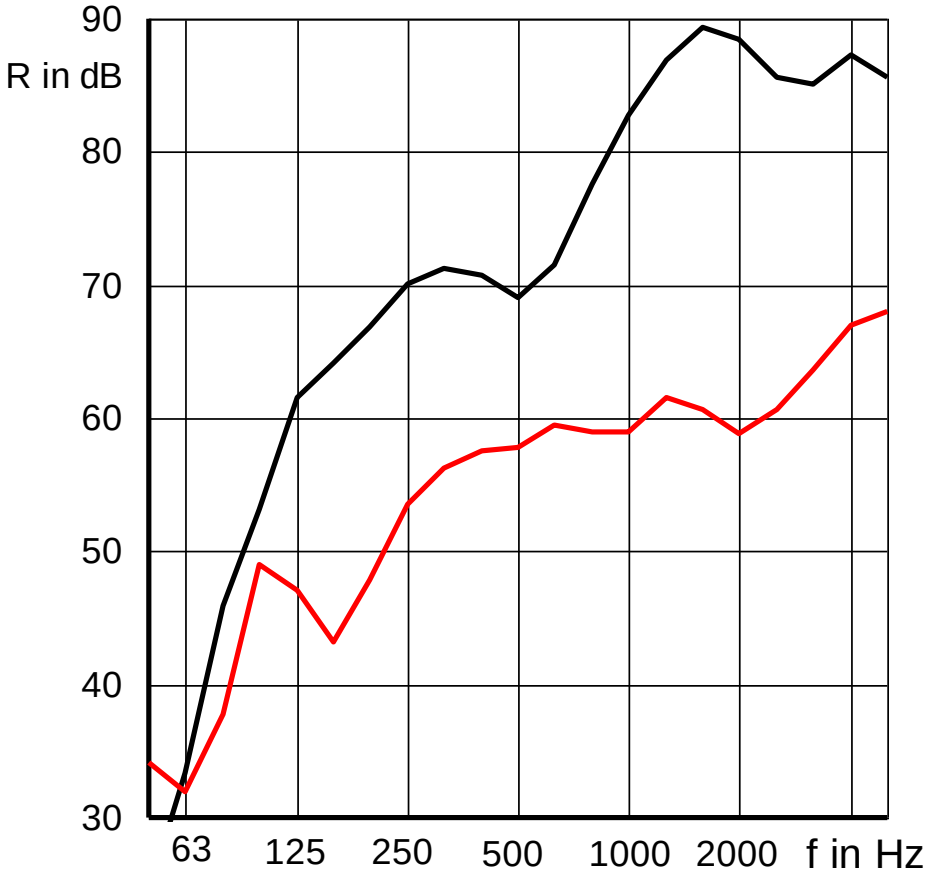
Wohnungstrenndecke



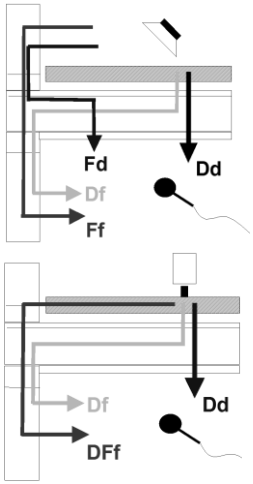
60 mm Zementestrich
40 mm MFT, s' = 6 MN/m³
90 mm Splitt, m' = 135 kg/m²
200 mm Brettschichtholz Element

— R_W = 77 dB

— R'_W = 59 dB



Vertikale Übertragung Trenndecke / flankierende Wand

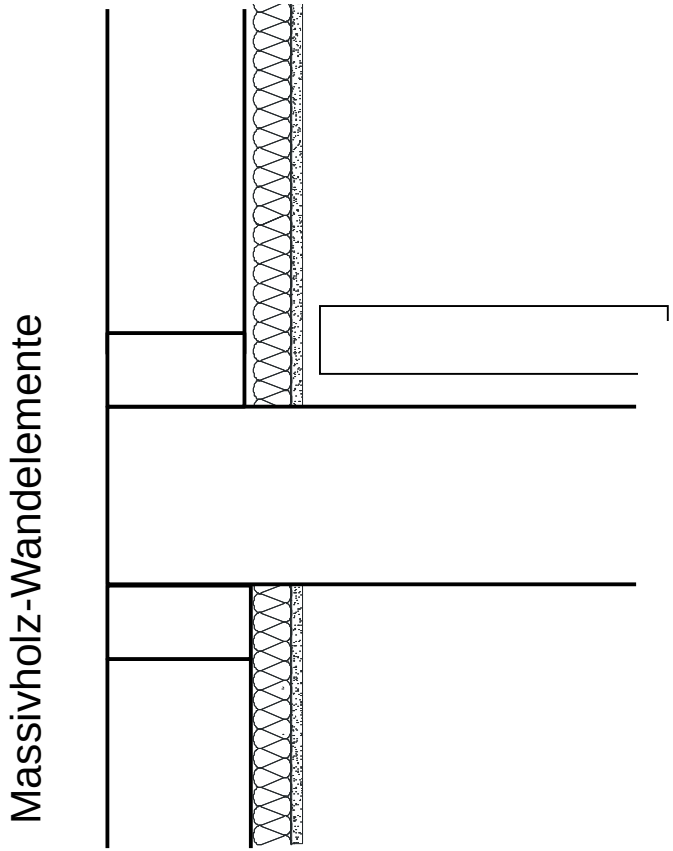


Fachoberschule / Berufsoberschule

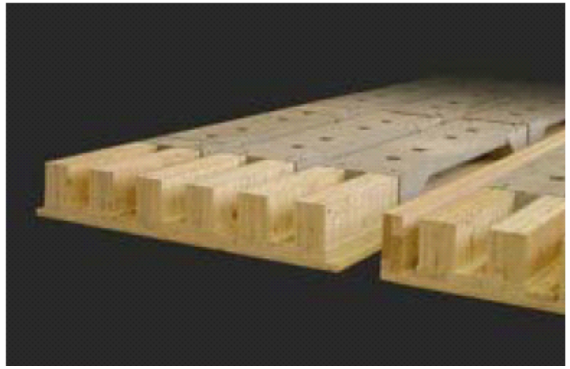
Rosenheim

Fachoberschule / Berufsoberschule Rosenheim

- Bauteilausführung

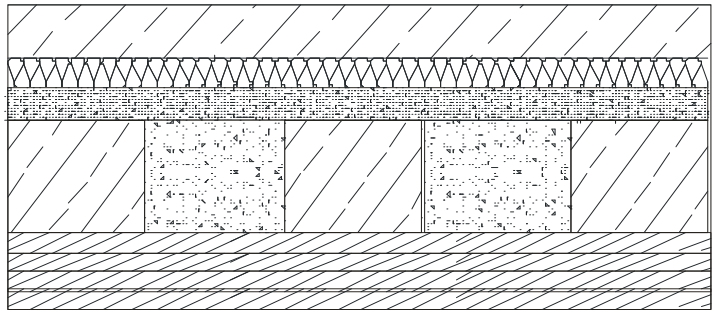


Rohdeckenelement:



Fachoberschule / Berufsoberschule Rosenheim

Trenndecke zwischen den Klassenräumen

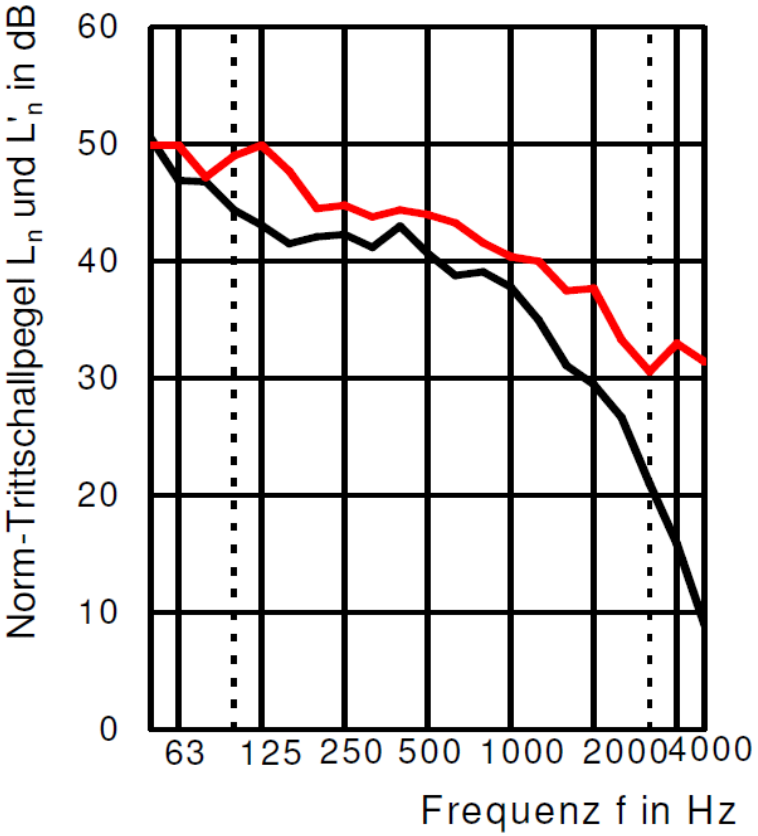


Deckenaufbau:

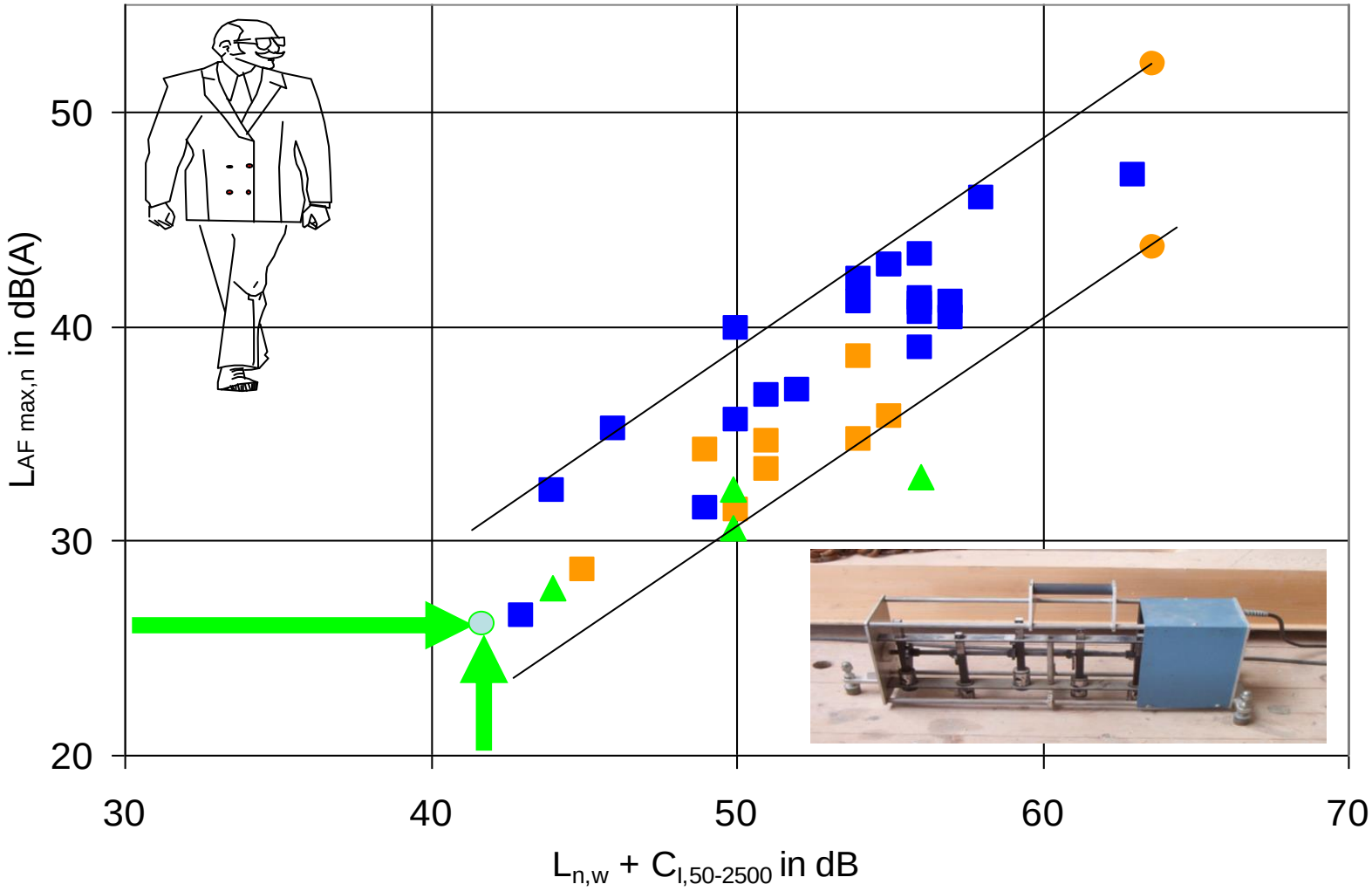
5 mm	Kautschukbelag (Bau)
60 mm	Zementestrich
40 mm	Mineralfaser Trittschalldämmplatte, s' ≤ 6 MN/m³, CP 5
15 mm	Holzfaserplatten
447 mm	Holz-Beton-Fertigelement (Lignotrend), mit Akustikelement

Labor: L_{nw} = 39 dB , $C_{I,50\text{-}2500}$ = 2 dB (bei 290 mm Deckenelement)

Bau: L'_{nw} = 44 dB , $C_{I,50\text{-}2500}$ = -3 dB



Fachoberschule / Berufsoberschule Rosenheim



Ausführungsbeispiele

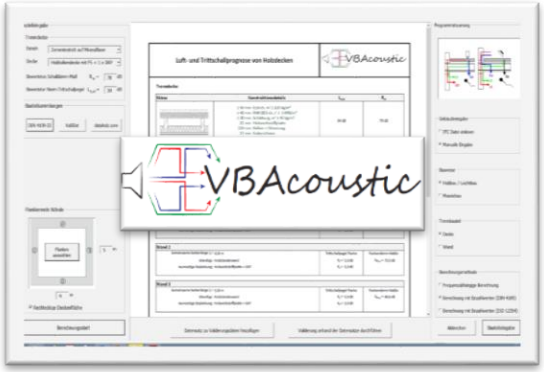
Bauvorhaben

	Decke	Wände	Zusatzmaßnahmen	Baumessung
	50 Zementestrich 30 MFT, s‘ = 6 MN/m³ 80 Kalksplitt 180 Kastenelement+Tilger	Holzständer	Keine	R'_w = 63 dB $L'_{n,w}$ = 45 dB
	80 Zementestrich 50 MFT, s‘ = 6 MN/m³ 85 Kalksplitt 200 Brettsperrholz	100 MH	Elastomer oben+unten	R'_w = 66 dB $L'_{n,w}$ = 45 dB
	60 Zementestrich 40 MFT, s‘ = 6 MN/m³ 15 Holzfaser 447 Holzbeton-Verbund	100 MH	Vorsatzschalen	R'_w = -- dB $L'_{n,w}$ = 44 dB
	60 Zementestrich 40 MFT, s‘ = 6 MN/m³ 90 Kalksplitt 200 Brettschichtholz	2x18 GF ≥100 MH 2x18GF	$K_2$60 Kapselung	R'_w = 59 dB $L'_{n,w}$ = 43 dB

Ausführungsbeispiele

Bauvorhaben

Decke	Wände	Zusatzmaßnahmen	Baumessung
50 Zementestrich 30 MFT, s‘ = 6 MN/m³ 80 Kalksplitt 180 Kastenelement+Tilger	Holzständer	Keine	R'_w = 63 dB $L'_{n,w}$ = 45 dB
80 Zementestrich 50 MFT, s‘ = 6 MN/m³ 85 Kalksplitt 200 Brettsperrholz	100 MH	Elastomer oben+unten	R'_w = 66 dB $L'_{n,w}$ = 45 dB
60 Zementestrich 40 MFT, s‘ = 6 MN/m³ 15 Holzfaser 447 Holzbeton-Verbund	100 MH	Vorsatzschalen	R'_w = -- dB $L'_{n,w}$ = 44 dB
60 Zementestrich 40 MFT, s‘ = 6 MN/m³ 90 Kalksplitt 200 Brettschichtholz	2x18 GF ≥100 MH 2x18GF	$K_2$60 Kapselung	R'_w = 59 dB $L'_{n,w}$ = 43 dB

Zusammenfassung und Ausblick

- Planungsdaten und -hilfen: Schallschutz im Holzbau holzbau handbuch | REIHE 3 | TEIL 3 | FOLGE 1 https://informationsdienst-holz.de/publikationen/
- Aktualisierte Bauteilkataloge sollen in die Überarbeitung der DIN 4109-33 einfließen (für 2021+X)
- Die ausführliche Berechnung bietet die Möglichkeit die Bausituation genauer zu berücksichtigen.
- Verfahren in Prognosetool *VBAcoustic* hinterlegt. http://bit.ly/VBAcoustic_download
- Ausführungsbeispiele zeigen, dass auch schalltechnisch hochwertige Lösungen in Holzbauweise umsetzbar sind.