



Schallschutz im Holzbau

Übersicht und Ausblick

Bernhard Furrer
Lignum, Holzwirtschaft Schweiz

Übersicht Teilprojekte

Teilprojekte	2013	2014	2015	2016	2017f
Bauteilkatalog	█	█	█	█	█
Labormessungen – direkte Schallübertragung	█	█	█	█	█
Labormessungen – indirekte Schallübertragung	█	█	█	█	█
Entkopplungssysteme	█	█	█	█	█
In-situ-Messungen	█	█	█	█	█
Subjektive Wahrnehmung von Schall	█	█	█	█	█
Prognoseverfahren	█	█	█	█	█
Optimierung Innenbauteile	█	█	█	█	█
Optimierung Aussenbauteile	█	█	█	█	█
Haustechnik			█	█	█
Bauen im Bestand			█	█	█
Projektierung und Prognose	█	█	█	█	█
Bautechnische Umsetzung	█	█	█	█	█
Aus- und Weiterbildung			█	█	█
Vertrauensbildende Massnahmen	█	█	█	█	█

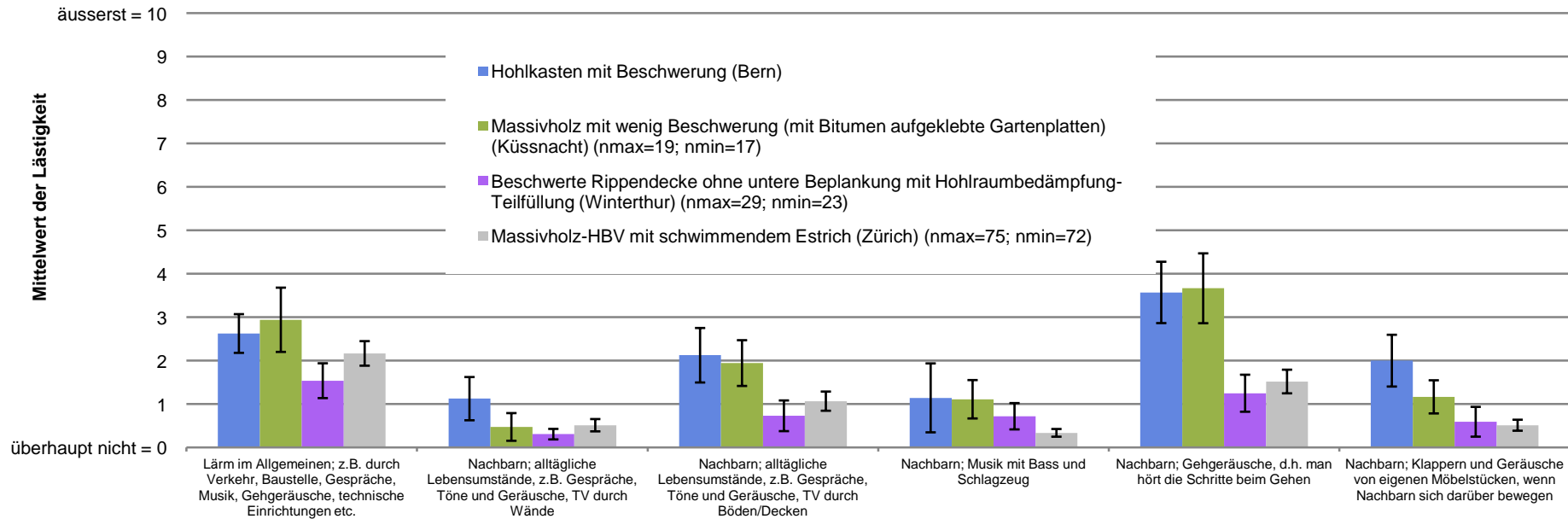
→ Jetzt in Bearbeitung

Herausforderungen

- Umgang mit subjektiver Wahrnehmung von Bewohner in Holzgebäuden
- Ermittlung und Bereitstellung schalltechnischer Kennwerte von Holzkonstruktionen
- Wirkungsweise von Nebenwegübertragungen bei Holzkonstruktionen
- Prognoseverfahren für den Holzbau
- Optimierte Konstruktion von Holzbauteilen für die Problematik tieffrequenter Geräusche

Subjektive Wahrnehmung

■ Vergleich des wahrgenommenen Trittschalls



Subjektive Wahrnehmung

■ Bewertete Norm-Trittschallpegel

Konstruktion	Ort	$L_{n,w} + C_{I,50-2500}$
Hohlkasten mit Beschwerung	Bern kleiner Raum	58.7
	Bern grosser Raum	55.7
Massivholz mit wenig Beschwerung (mit Bitumen aufgeklebte Gartenplatten)	Küssnacht kleiner Raum	55.8
	Küssnacht grosser Raum	55.0
Beschwerte Rippendecke (ohne untere Beplankung mit Hohlraumbedämpfung-Teilfüllung)	Winterthur kleiner Raum	51.2
	Winterthur grosser Raum	50.3
Massivholz-HBV (mit schwimmendem Estrich)	Zürich kleiner Raum	46.7
	Zürich grosser Raum	48.3

Subjektive Wahrnehmung

- Welche Anforderungen lassen sich ableiten?

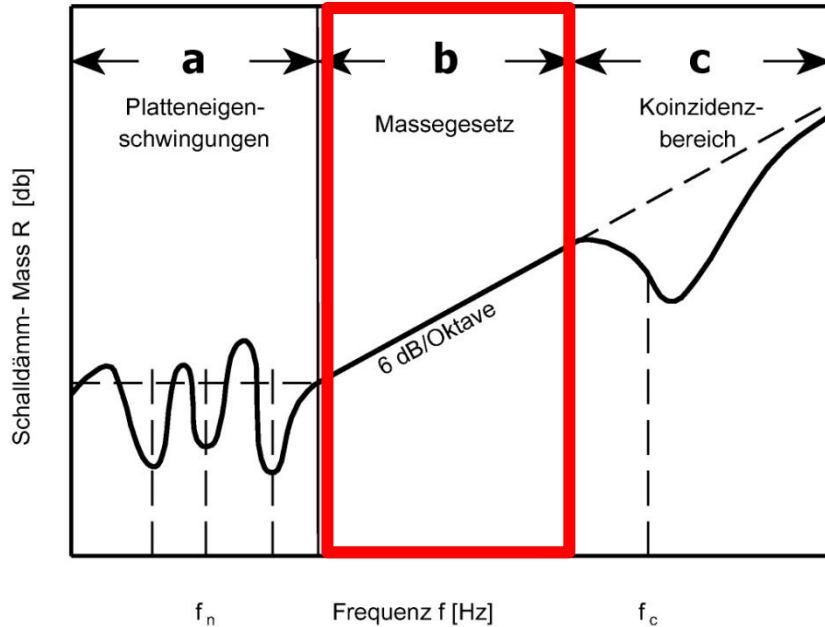
Bewertung durch	Regressionsformel für Einzahlwert und subjektive Wahrnehmung	Bestimmtheits- mass R^2	Anforderungen basierend auf prozentualer Belästigung in dB		
			40%	20%	0%
Norm-Hammerwerk $L'_{nT,w} + C_{I,50} - 2500$	$y = 20.8x + 49.3$	0.60	58	53	49
Norm-Hammerwerk $L'_{nT,w}$ Hagberg 03	$y = 17.2x + 58.4$	0.62	65	62	58
Japanischer Ball $L'_{nT,A,F,max,20-2500}$	$y = 24.7x + 46.9$	0.74	57	52	47

Erkenntnisse – Subjektive Wahrnehmung

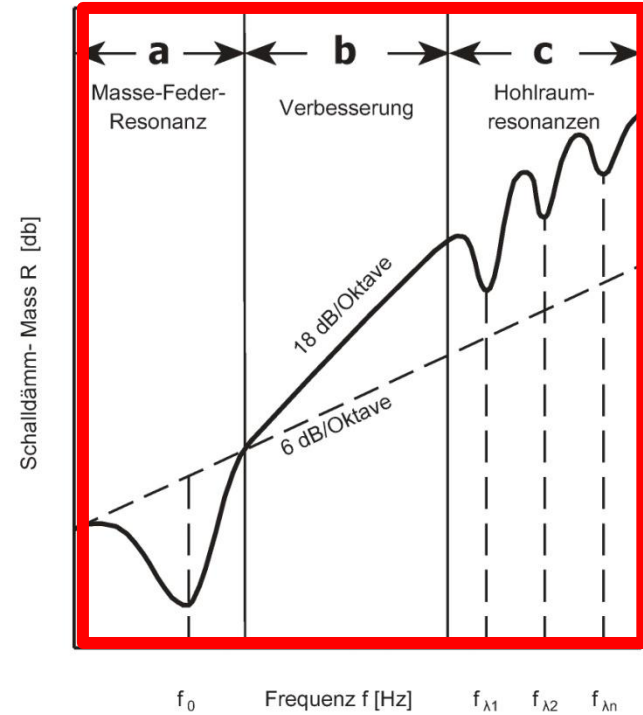
- Die Bewohner in Schweizer Mehrfamilienhäuser aus Holz sind zufrieden bezüglich der Bauakustik
- Folglich werden in der Schweiz mehrheitlich schalltechnisch robuste Holzbauteile eingesetzt
- Die am meisten beanstandete Lärmquelle ist der Trittschall
- Die subjektive Wahrnehmung von Bewohner in Holzgebäude stimmen relativ gut überein mit den schalltechnischen Kennwerten der Konstruktionen unter Berücksichtigung des Frequenzbereichs ab 50 Hz
- Schalltechnische Kennwerte ab 100 Hz ($L_{n,w} + C_{l\ 100-2500}$) sind nicht genug aussagekräftig
- Zielwerte mit $L_{n,w} + C_{l\ 50-2500}$ definieren

Schalltechnische Wirkungsweise von Bauteilen

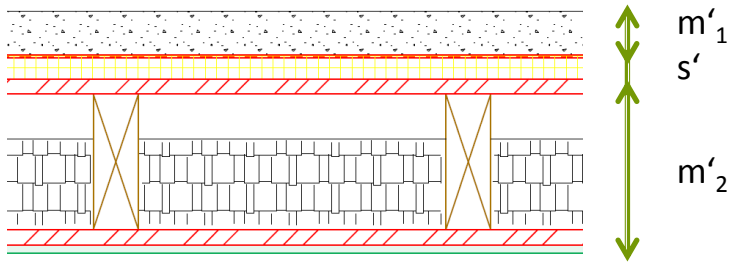
Einschalige Konstruktionen



Mehrschalige Konstruktionen



Einfluss Resonanzfrequenz: Vergleich Systeme

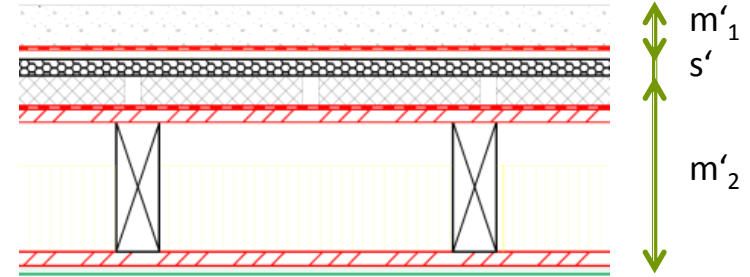


$$f_0 \approx 40 \text{ Hz}$$

$$m'_1 = \text{Zementestrich 80mm: } 180 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_2 = \text{Rohdecke inkl. Beschwerung: } 300 \text{ kg/m}^2$$

$$s' = \text{MF 2x20mm: } 7 \text{ MN/m}^3$$



$$f_0 \approx 56 \text{ Hz}$$

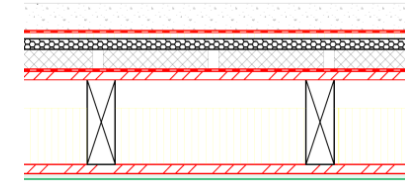
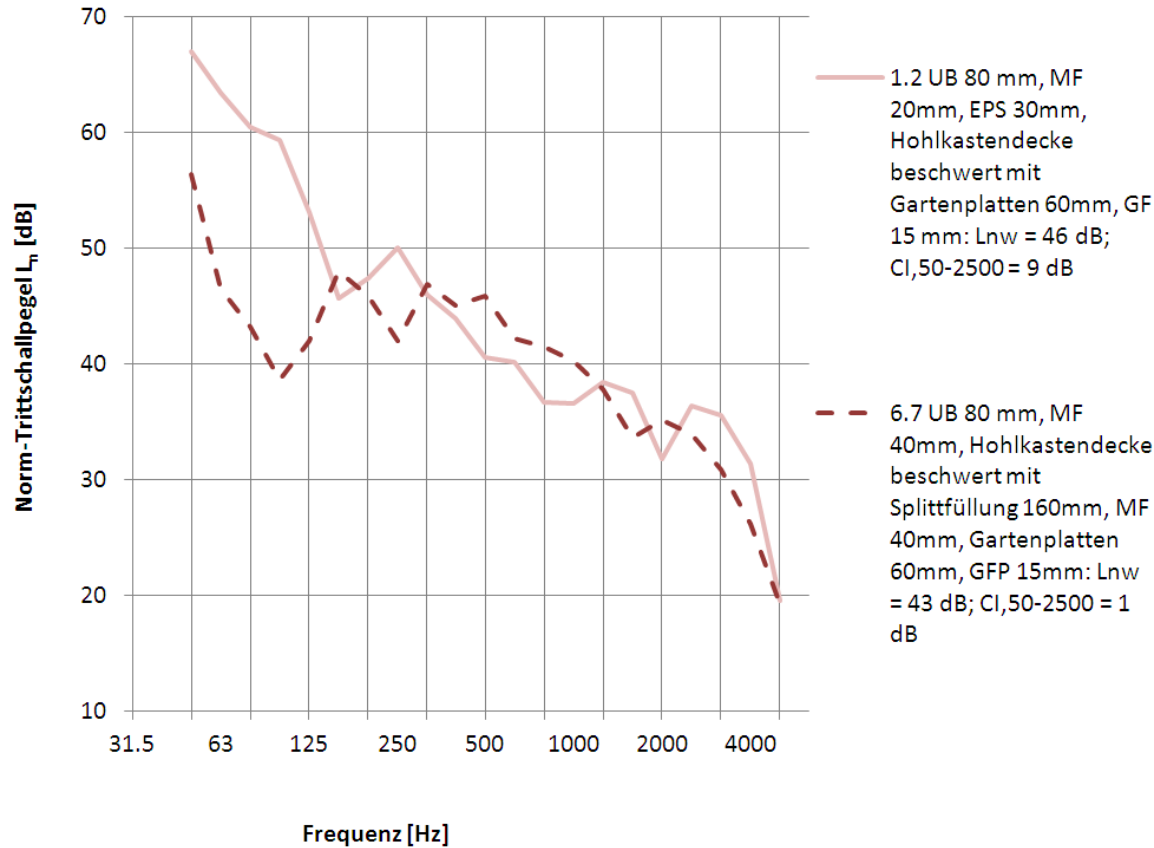
$$m'_1 = \text{Zementestrich 80 mm: } 180 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_2 = \text{Rohdecke inkl. Beschwerung: } 210 \text{ kg/m}^2;$$

$$s' = \text{EPS 30mm+ MF 20mm: } 12 \text{ MN/m}^3$$

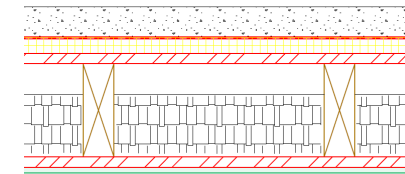
$$f_0 = 160 \sqrt{s' \left(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)} \text{ [Hz]}$$

Einfluss Resonanzfrequenz: Trittschallpegel



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

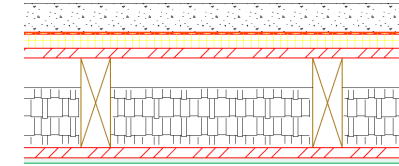
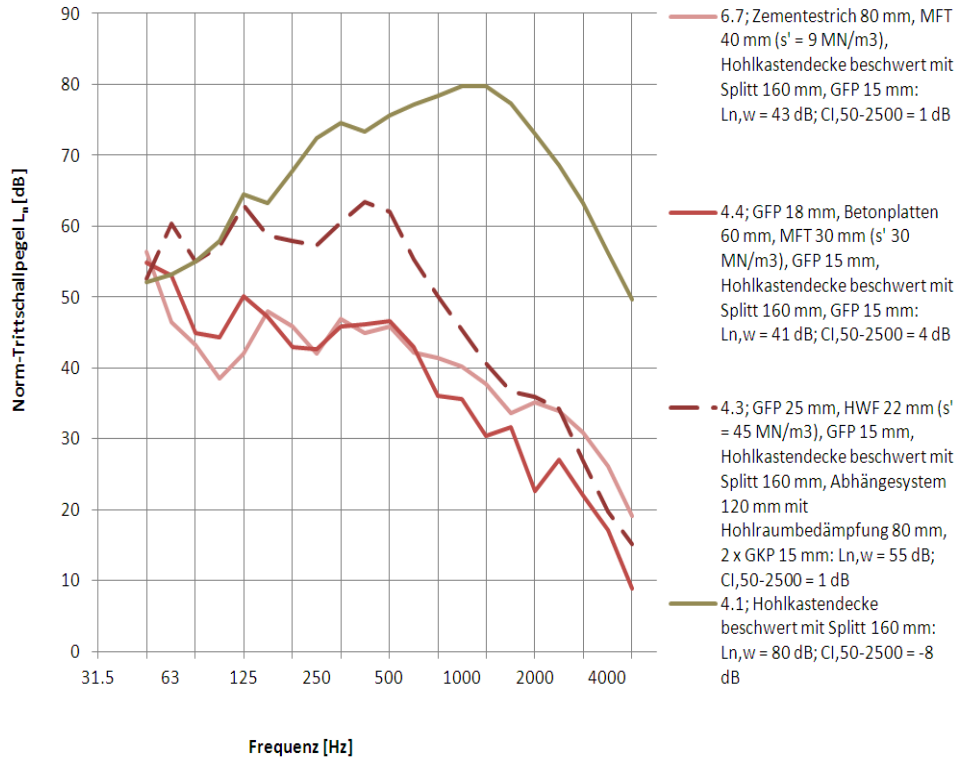
$$L_{n,w} + C_{I,50-2500} = 55 \text{ dB}$$



$$L_{n,w} + C = 43 \text{ dB}$$

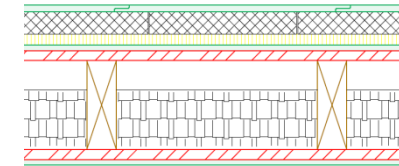
$$L_{n,w} + C_{I,50-2500} = 44 \text{ dB}$$

Vergleich leichte und schwere Estriche



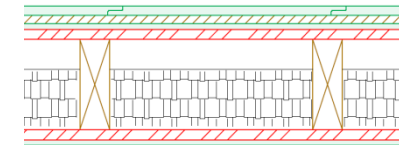
$$L_{n,w} + C = 43 \text{ dB}$$

$$L_{n,w} + C_{I,50-2500} = 44 \text{ dB}$$



$$L_{n,w} + C = 41 \text{ dB}$$

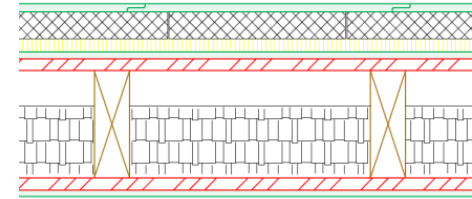
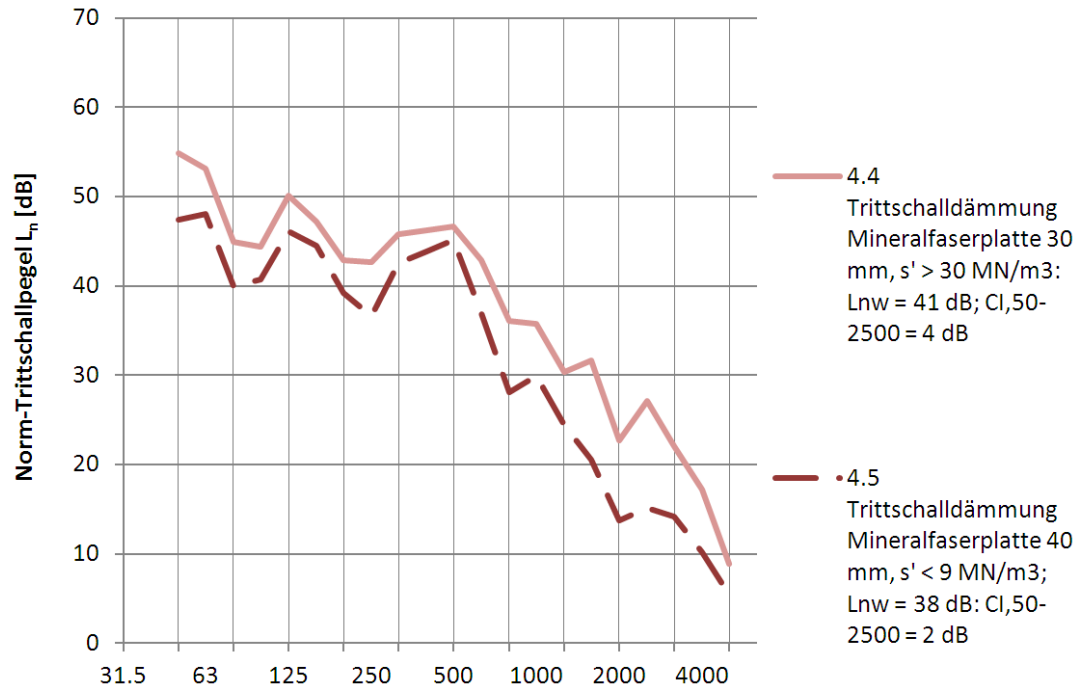
$$L_{n,w} + C_{I,50-2500} = 45 \text{ dB}$$



$$L_{n,w} + C = 55 \text{ dB}$$

$$L_{n,w} + C_{I,50-2500} = 56 \text{ dB}$$

Einfluss dynamische Steifigkeit Trittschalldämmung



MF 30mm; $s' > 30 \text{ MN/m}^3$

$$L_{n,w} + C = 41 \text{ dB}$$

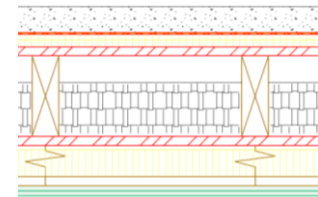
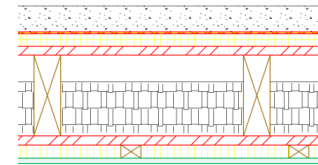
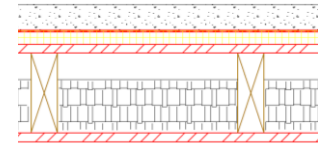
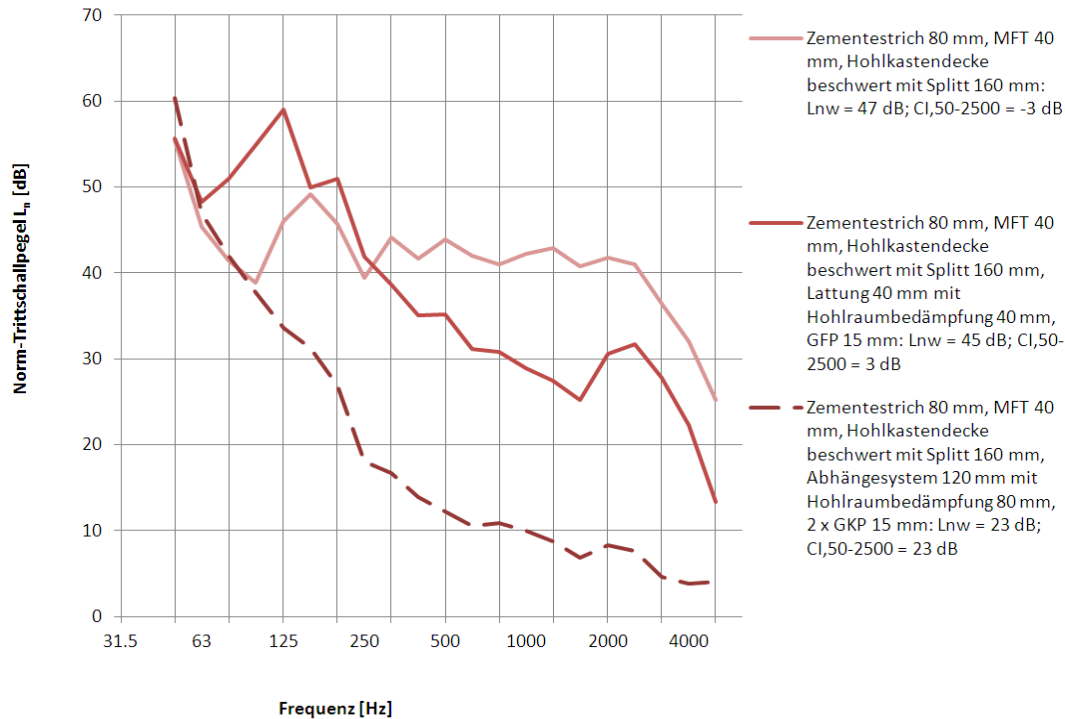
$$L_{n,w} + C_{I,50-2500} = 45 \text{ dB}$$

MF 40mm; $s' < 9 \text{ MN/m}^3$

$$L_{n,w} + C = 38 \text{ dB}$$

$$L_{n,w} + C_{I,50-2500} = 40 \text{ dB}$$

Abgehängte Unterdecke



Hohlkastendecke (beschwert mit Splitt): Ergebnisse Trittschall

beschwert ohne Bekleidung:

$$L_{n,w} + C_I = 47 \text{ dB}, \quad L_{n,w} + C_{I,50-2500} = 47 \text{ dB}$$

beschwert mit Bekleidung (Lattung 1xGFP):

$$L_{n,w} + C_I = 45 \text{ dB}, \quad L_{n,w} + C_{I,50-2500} = 48 \text{ dB}$$

beschwert mit Bekleidung (Feder 2xGFP):

$$L_{n,w} + C_I = 23 \text{ dB}, \quad L_{n,w} + C_{I,50-2500} = 46 \text{ dB}$$

Einflussfaktoren tieftonoptimierte Bauteile

Rohdecke

- Erhöhung der Masse mit Rohdeckenbeschwerung

Bodenaufbau

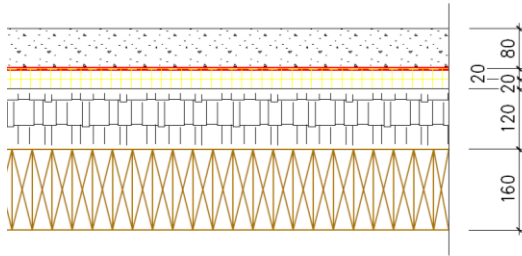
- Verbesserung der Entkoppelung durch weiche Trittschalldämmung (z.B. 40mm MF)
- genügend schwere Estriche (z.B. 80mm ZE)

Unterdecke

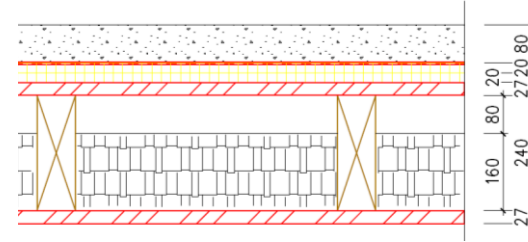
- Elastische Entkopplung mit biegeweichen genügend schwereren Bekleidungen (z.B. 2x15mm Gipsfaser oder Hartgipsplatten)
- grosser Schalenabstand (z.B. Rippendecke)

Die Resonanzfrequenz eines zweischaligen System sollte unterhalb des bauakustisch relevanten Bereichs liegen, d. h. möglichst unterhalb von 50 Hz

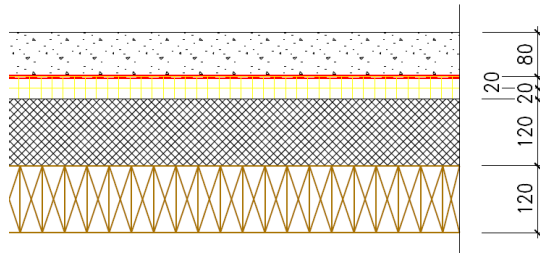
Bewährte Deckenkonstruktionen



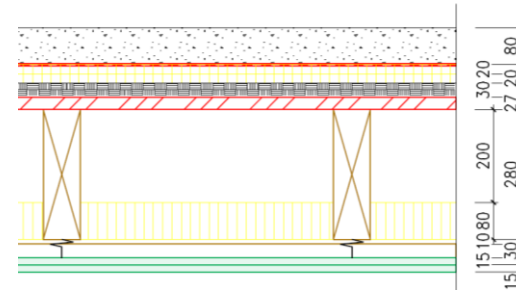
Massivholzdecke, beschwert mit Splitt



Hohlkastendecke mit Splittfüllung



Holz-Beton-Verbunddecke



Rippendecke mit federnder Unterdecke

Bauteilkennwerte: Bauteildatenbank



Bauteilkatalog Schallschutz

Merkliste (#0)

SUCHE DECKEN

HOME

SUCHE

Allgemeine Angaben

Rohdecke

Beschwerung

Fussbodenaufbau

Abhängesystem Deckenbekleidung

Gesamtmasse

Suche nach Bauteilnummer

Suchkriterien zurücksetzen

Permalink für momentane Suchkriterien

Erste Seite **1** 2 3 4 5 6 7 ... Letzte Seite

Seite 1 von 33. Es wurden 323 passende Elemente gefunden.

Diese Seite zur Merkliste

Alle Suchergebnisse zur Merkliste

Skizze Bauteilnummer	Tragkonstruktion System Typ Dicke	Estrich Material Dicke	Allgemein Luftschall R_w (C100-3150, C50-3150) Trittschall L_n,w (C1 100-2500, C1 50-2500) Gesamtgewicht	Aktionen
 A.1.01-01a-00-000a-00-110a-aa	Rippen- / Balkenträger Balken 280 mm	Zementestrich 80 mm	53 (-3, -5) 62 (0, 1) 227 kg/m ²	PDF erstellen Details Zur Merkliste
 A.1.01-01a-00-000a-00-410a-aa	Rippen- / Balkenträger Balken 280 mm	Anhydritfließestrich 55 mm	50 (-3, -5) 65 (1, 1) 157 kg/m ²	PDF erstellen Details Zur Merkliste
 A.1.01-01a-00-000a-00-630a-aa	Rippen- / Balkenträger Balken 280 mm	Gipsfaserplatte 25 mm	42 (-1, -6) 73 (0, 0) 77 kg/m ²	PDF erstellen Details Zur Merkliste
 A.1.02-01a-00-110a-01-110a-aa	Rippen- / Balkenträger Balken 280 mm	Zementestrich 80 mm	62 (-4, -7) 53 (1, 4) 247 kg/m ²	PDF erstellen Details Zur Merkliste





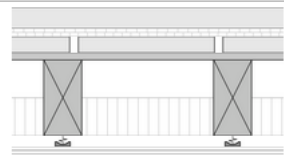



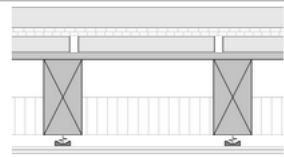



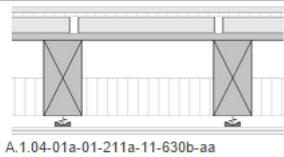





Bauteilkennwerte: Bauteildatenbank

Erste Seite
1
2
3
4
Letzte Seite

Seite 1 von 4. Es wurden 34 passende Elemente gefunden.

► Diese Seite zur Merkliste
► Alle Suchergebnisse zur Merkliste

Skizze Bauteilnummer	Tragkonstruktion System Typ Dicke	Estrich Material Dicke	Allgemein Luftschall R_w (C100-3150, C50-3150) Trittschall $L_{n,w}$ (C1 100-2500, C1 50-2500) Gesamtgewicht	Aktionen
 A.1.03-83a-00-000a-60-113a-ab	Rippen- / Balkenträger - 262 mm	Zementestrich 50 mm	78 (-3, -10) 37 (0, 7) 378 kg/m ²	 PDF erstellen  Details  Zur Merkliste
 A.1.04-01a-01-211a-11-111a-aa	Rippen- / Balkenträger Balken 280 mm	Zementestrich 80 mm	80 (2, -7) 30 (0, 12) 390 kg/m ²	 PDF erstellen  Details  Zur Merkliste
 A.1.04-01a-01-211a-11-411a-aa	Rippen- / Balkenträger Balken 280 mm	Anhydritflieseestrich 55 mm	80 (-1, -10) 30 (3, 14) 320 kg/m ²	 PDF erstellen  Details  Zur Merkliste
 A.1.04-01a-01-211a-11-630b-aa	Rippen- / Balkenträger Balken 280 mm	Gipsfaserplatte 25 mm	76 (-5, -7) 39 (2, 7) 237 kg/m ²	 PDF erstellen  Details  Zur Merkliste

Herkunft der Bauteilkennwerte

- Umfangreiche Datenbank an Laborwerten
- Prognose der Kennwerte mit frequenzabhängigem Berechnungsmodell von Kühn und Blickle
- Validierung des Berechnungsmodell mit Messwerten aus der Datenbank
- Angaben zu verschiedenen Systemen (z.B. Lignatur, Lignotrend, Novatop) anhand von Laborwerten

Schallschutznachweis

Nachweis nach SIA 181

Luftschall: $R_w + C_{100-3150}$

Trittschall: $L_{n,w} + C_{l 100-2500}$

Zusätzlich zu berücksichtigen :

- Korrekturwerte für Schallnebenwegübertragungen (Flankenübertragungen)
- Projektierungszuschlag
- Schallpegel- und Volumenkorrekturen am Bau

Für die Berücksichtigung der tieffrequenten Trittschallgeräusche

- Kennwerte: $L_{n,w} + C_{l 50-2500}$

Europäische Forschungszusammenarbeit

WoodWisdom-Net: Silent Timber Building for the European market

Work packages

- WP1: Prediction tools, low, medium and high frequencies
- WP2: Validation of prediction tools and constructions
- WP3: European Timber Sound Insulation Atlas
- WP4: Dissemination and Exploitation
- WP5: Coordination

Ausblick: Schwerpunkt weitere Arbeiten

Online-Datenbank: Bereitstellung von Bauteilkennwerten für

- Trennwände einschalig und zweischalig
(geplante Veröffentlichung Frühling 2015)
- Aussenwände
- Steildächer
- Flachdächer

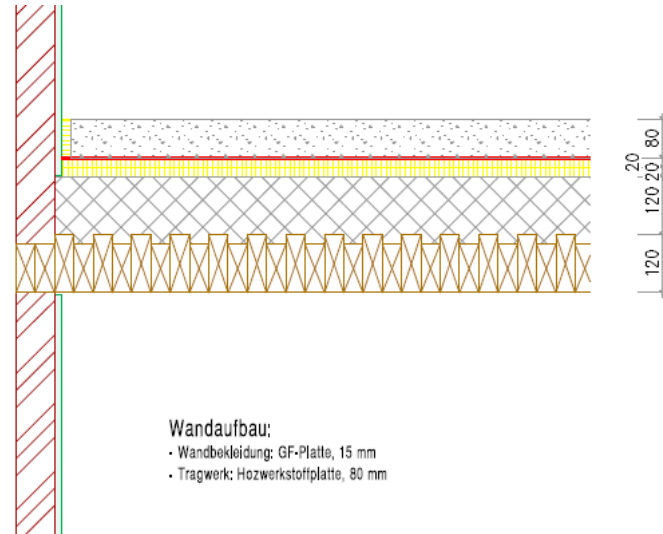
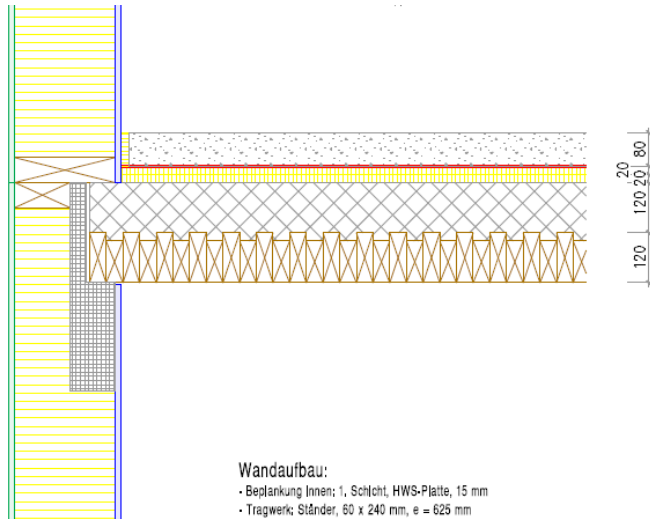
- Trittschallauralisation (Hörbeispiele)

Ausblick: Schwerpunkt weitere Arbeiten

- Untersuchungen zur Wirkungsweise von Nebenwegübertragungen
- Ermittlung der für die Bestimmung des Schalldämmverhaltens eines trennenden Bauteils wichtigen Kennwerte für verschiedene Anschlusssituationen
- Weiterentwicklung von Prognoseverfahren für Schallnebenwegübertragung bei Holz-Leichtbaukonstruktionen auf der Grundlage von EN 12354
- Optimierung von Holzkonstruktionen mit Fokus auf die Problematik tieffrequenter Geräusche unter 100 Hz

Labormessung – Nächste Messungen

- HBV-Massivholzdecke mit Holzständer- und Massivholzwand inkl. Variantenmessungen, direkte und indirekte Schallübertragung
 - Decke: Unterschiedliche Bodenaufbauten und Unterdecken
 - Wände: Unterschiedliche Bekleidungen und Vorsatzschalen



Ausblick: Schwerpunkt weitere Arbeiten

- Lignum-Dokumentation Schallschutz
 - Erkenntnisse für die Projektierung und die bautechnische Umsetzung bereitstellen
 - Umfangreiche technische Dokumentation geplant, einzelne Publikationen zu verschiedenen Themen
 - Publikation in Vorbereitung zur Subjektiven Wahrnehmung mit Fokus Trittschall
- Aus- und Weiterbildung
 - Branche kann den aktuellen Stand der Technik in der Praxis umsetzen

Herzlichen Dank an Projektpartner

Bundesamt für Umwelt, Aktionsplan Holz

Selbsthilfefonds der Schw.
Wald- und Holzwirtschaft

Berner Holzförderungsfonds

Verbände:

FRM
Holzbau Schweiz
Holzindustrie Schweiz
Holzwerkstoffe Schweiz
ISP
Swiss Timber Engineers
VGQ
VSSM
Waldwirtschaft Schweiz

Forschungsförderung:

Bundesamt für Wohnungswesen
KTI

Industriepartner:

Plattenhersteller
Fermacell
Knauf
Kronospan
Promat
Rigips

Dämmstoffhersteller:

Flumroc
Gutex
Isofloc
Pavatex
Sager
Saint-Gobain Isover
Swisspor

Weitere Teillieferanten:

Ampack
Protektor
Mageba
Wolf Bavaria

Systemhersteller

Egg Holz Kälin (eggo)
HWZ (Nova Top)
Jago (Homogen 80)
Kaufmann Oberholzer (Optiholz)
Lignatur
Lignotrend
Nägeli (Appenzellerholz)
Pius Schuler
Sidler Holz (Sidler BST)
Stora Enso
Tschopp Holzbau (Bresta)

Holzbauer
Blumer Lehmann
Erne
Hecht Holzbau
Holzbau Bucher
Holzbautechnik Burch
Kost Holzbau
PM Mangold Holzbau
Renggli
Schaerholzbau
Schäfer Holzbautechnik
Zehnder Holz + Bau



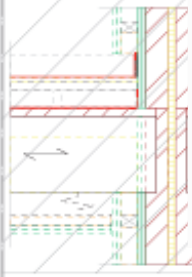
D-W 8 Decke unt

Rippen-/Balkendecke



D-W 8 Decke unt

Rippen-/Balkendecke



D-W 8 Decke unterbrochen, Trennwand zwelschalig, Massivkonstruktion parallel zur Deckenspannrichtung

Rippen-/Balkendecke



Hohlkasten



Massivholz (Brettstapel oder MSP)



HBV-Rippen

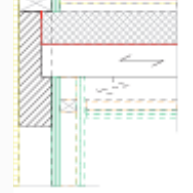


HBV-Massivholz (Brettstapel oder MSP)

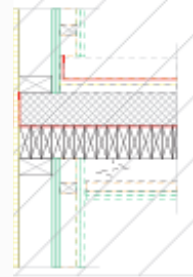


Masse ist gut, richtig Konstruieren ist noch besser

Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



tstapel oder MSP)



tstapel oder MSP)

