

Willkommen
Welcome
Bienvenue



Neue Forschungsergebnisse aus Untersuchungen an einer Holz-Beton Verbunddecke

Lignum Informationsveranstaltung Projekte Brandschutz und Schallschutz
am 21.01.2015, Forum Chriesbach, Dübendorf

Stefan Schoenwald, Hans-Martin Tröbs
stefan.schoenwald@empa.ch

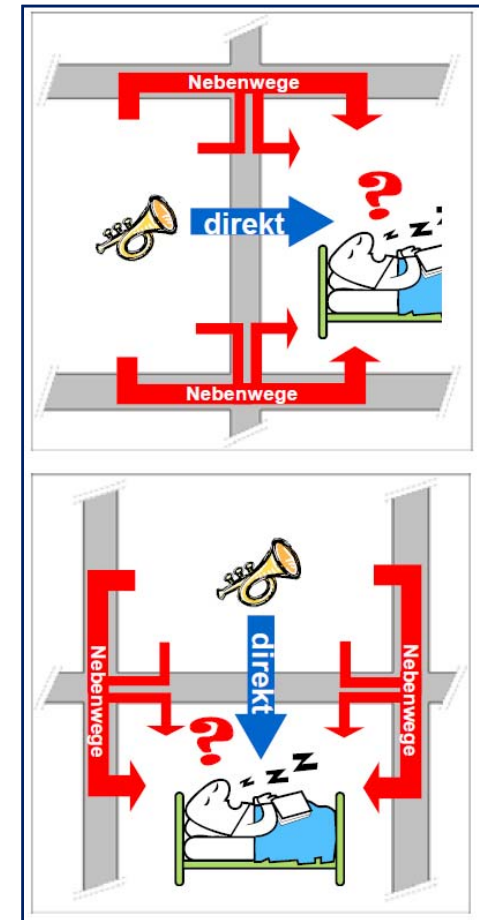
Building Acoustics
Laboratory for Acoustics/Noise Control

Übersicht

- Einleitung
- Untersuchungsmethode
- Leichtbauprüfstand und Prüfobjekt
- Ergebnisse
- Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Leichtbau als Forschungsschwerpunkt der Empa

- Fragestellung zur Schallübertragung im Leichtbau sehr aktuell:
 - Unzureichendes Verständnis der Schallübertragung, insbesondere in Gebäuden
 - Nur unzureichende validierte Prognosemodelle
 - Aufwendige Prüfung von Bauteilen und Bausystemen erforderlich
 - Tiefton-Problematik, besonders beim Trittschall
 - Schalltechnische Optimierung von Bauteilen und Bausystemen im «Trial-and-Error-Verfahren»



Aufgabe und Zielsetzung

- Arbeitspaket im Lignum Projekt «Schallschutz im Holzbau»:
 - Untersuchung eines T-Stoss aus einer Holz-Beton Verbunddecke mit Rippen und Holzständerwänden
 - Charakterisierung der relevanten Übertragungswege für Luft- und Trittschall an der Grundkonstruktion
 - Quantifizierung der Wirksamkeit von Massnahmen (u.a. Unterlagsböden, Abhangdecken, Wandvorsatzschalen)
 - Ziel ist Datensatz zur Bewertung und Optimierung einer Vielzahl von Situationen



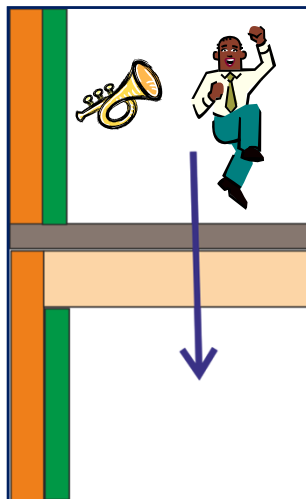
Übersicht

- Einleitung
- **Untersuchungsmethode**
- Leichtbauprüfstand und Prüfobjekt
- Ergebnisse
- Zusammenfassung und Schlussfolgerung

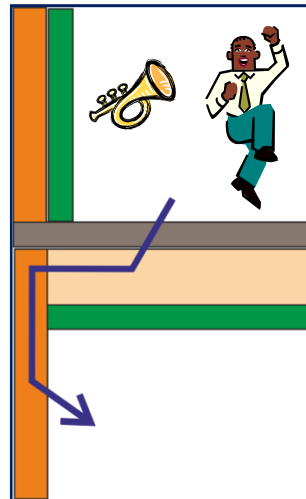
Messverfahren – Indirekte Methode nach EN ISO 10848

- Einbau einer Stoss-Stelle in einen Flankenprüfstand
- Messablauf ist gleich wie bei Luft- und Trittschallmessungen im Bau, jedoch...
 - Bestimmung der Schallübertragung entlang eines einzelnen Flankenpfads
 - Erfordert zusätzliche Vorsatzschalen vor Prüfobjekt zur Unterdrückung der Anregung und Abstrahlung von Bauteilen

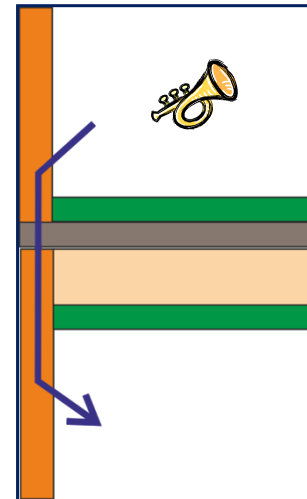
Direkt (Dd)



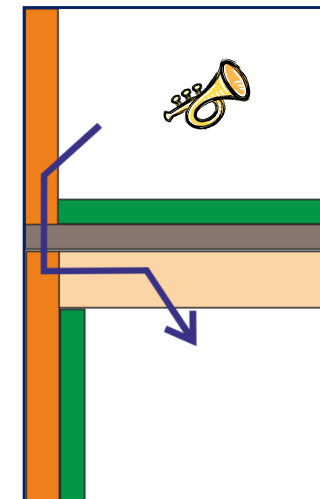
Boden-Wand (Df)



Wand-Wand (Ff)



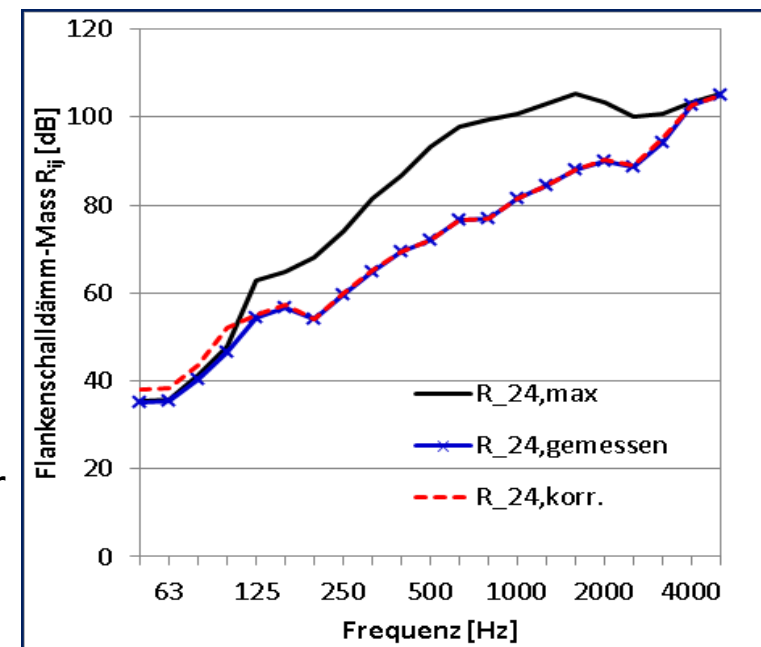
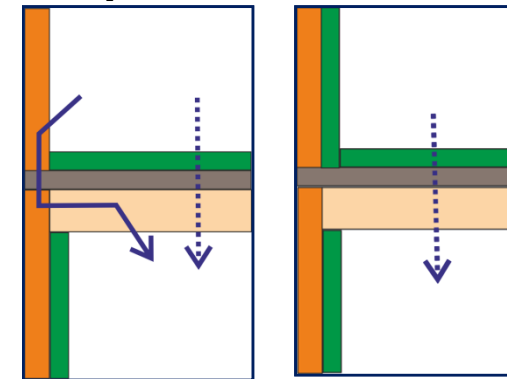
Wand-Decke (Fd)



Indirekte Methode nach EN ISO 10848 – Grenzen der Methode

- Bei tiefen Frequenzen stets noch Übertragung durch das abgeschirmte Trennbauteil wegen Feder-Masse-Resonanz der Vorsatzschalen
- Bestimmung des Grenzwerts $R_{ij,max}$ für Übertragung durch abgeschirmtes Trennbauteil für jeden Nebenweg notwendig
- Korrektur des Messwerts der Flankenübertragung mittels energetischer Subtraktion der Beiträge des Grenzwertes:
 - Falls $R_{ij,mess} - R_{ij,max} \leq 3$ dB nur konservative Abschätzung mit 3 dB Korrektur des Messwerts
 - Vergleich der Gesamtbilanz der Einzelpfade mit Messung der Gesamtschalldämmung
 - Gegebenenfalls Körperschallmessungen zur Überprüfung und Optimierung der Messergebnisse

Beispiel: Luftschall Fd-Pfad

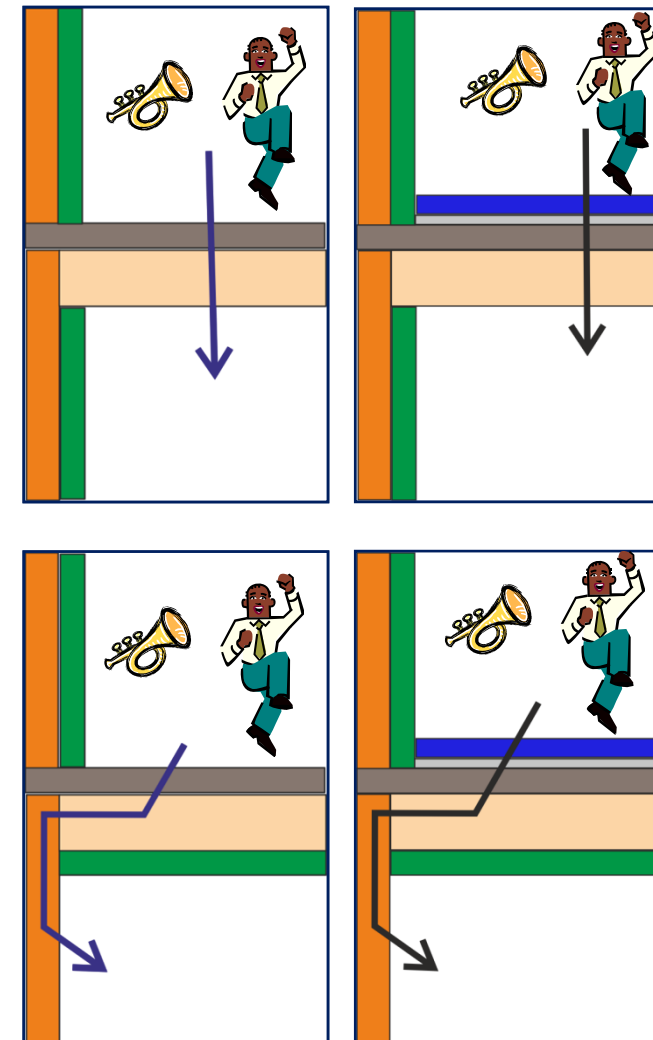


Wirksamkeit von Modifikationen an der Grundkonstruktion

Bestimmung der Verbesserungsmasse von Fussbodenaufbauten, Abhangdecken und Vorsatzschalen:

- Vergleich der Schalldämmung des betroffenen Übertragungsweges mit und ohne Massnahme
- Abhängigkeit von Anregungsart (Luft- oder Trittschall) und Übertragungsweg (Direkt oder Flanke)
- Addition der frequenzabhängigen Verbesserungsmasse zu ermittelten Pfaddaten
- Rechnerische Ermittlung der Schalldämmung von beliebigen Kombination von Massnahmen an Wand, Boden oder Decke

Beispiel: Fussbodenaufbau

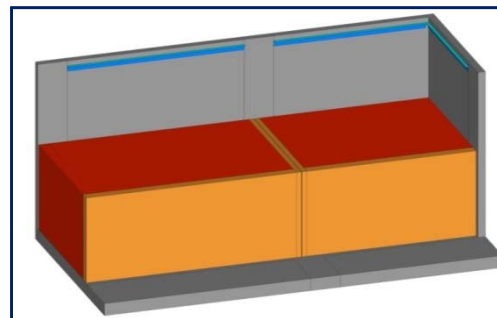
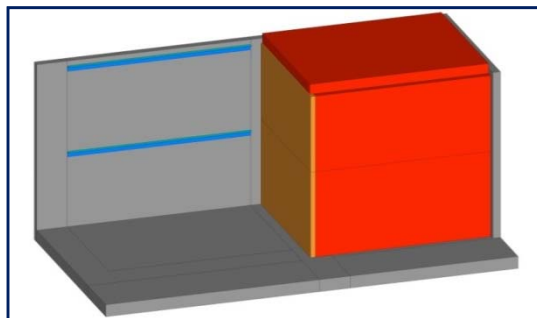


Übersicht

- Einleitung
- Untersuchungsmethode
- **Leichtbauprüfstand und Prüfobjekt**
- Ergebnisse
- Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Empa Leichtbauprüfstand

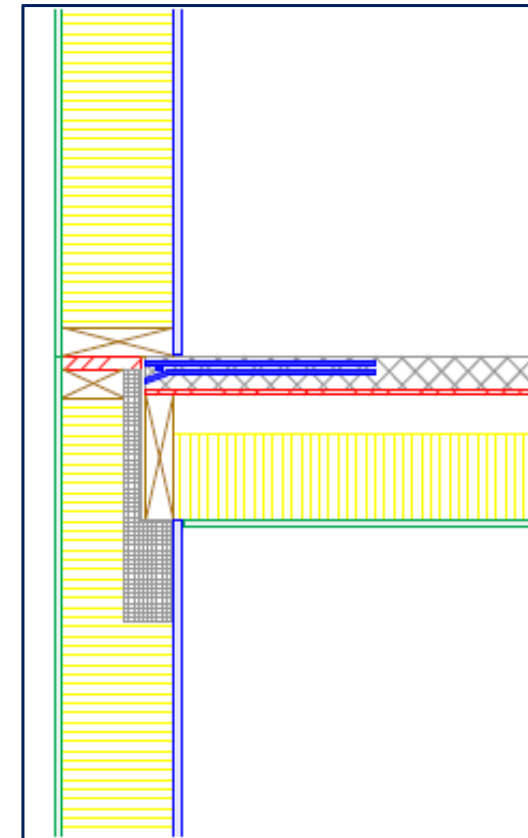
- Realisierung in 2010 in Kooperation mit Berner Fachhochschule (BFH-AHB), Biel
- Untersuchung der Schallübertragung an Gebäudesegmenten mit bis zu 4 Räumen
- Unterdrückte Flankenübertragung durch Trennfugen und Vorsatzschalen im Prüfstand
- Flexibles System durch versetzbare Abschlusswände



Grundkonstruktion HBV-Decke mit Ständerwänden

- Holz-Beton Verbunddecke (HBV):
 - 70 mm Normalbeton, schubsteif mit Rippen verbunden
 - 12 mm Holzwerkstoff-Platte
 - 80x260 mm Vollholzrippen, $e = 440$ mm mit 180 mm Mineralfaserdämmung im Gefach
 - 15 mm Gipsfaserplatte nach EN 15283, 17.6 kg/m^2

- Holzständerwand, oben und unten:
 - Innen: 15 mm Holzwerkstoffplatte
 - Tragwerk: 60x240 mm Holzständer, $e = 625$ mm mit 240 mm Mineralwolle im Gefach
 - Aussen: 15 mm Gipsfaserplatte



Bauteilvarianten – Trenndecke

- Fussbodenaufbau:
 - 55 mm Anhydritestrich auf Trennlage
 - 20/17 mm Trittschalldämmung, Mineralfaser, $s' = 9 \text{ MN/m}^3$
 - 30 mm EPS-Dämmung gewalkt

- Deckenaufbau 1:
 - 15 mm Gipsfaserplatte (Referenzkonstruktion)
 - 120 mm entkoppelte Direktabhänger mit Deckenprofil
 - 80 mm Mineralfaser im Gefach
 - 2x 15 mm Hartgipskartonplatte

- Deckenaufbau 2:
 - Unterseite HBV-Decke sichtbar

- Deckenaufbau 3:
 - 40 mm entkoppelte Direktabhänger mit Deckenprofil
 - 180 mm Mineralfaser im Gefach
 - 2x 15 mm Hartgipskartonplatte

Bauteilvarianten – Flankierende Wände

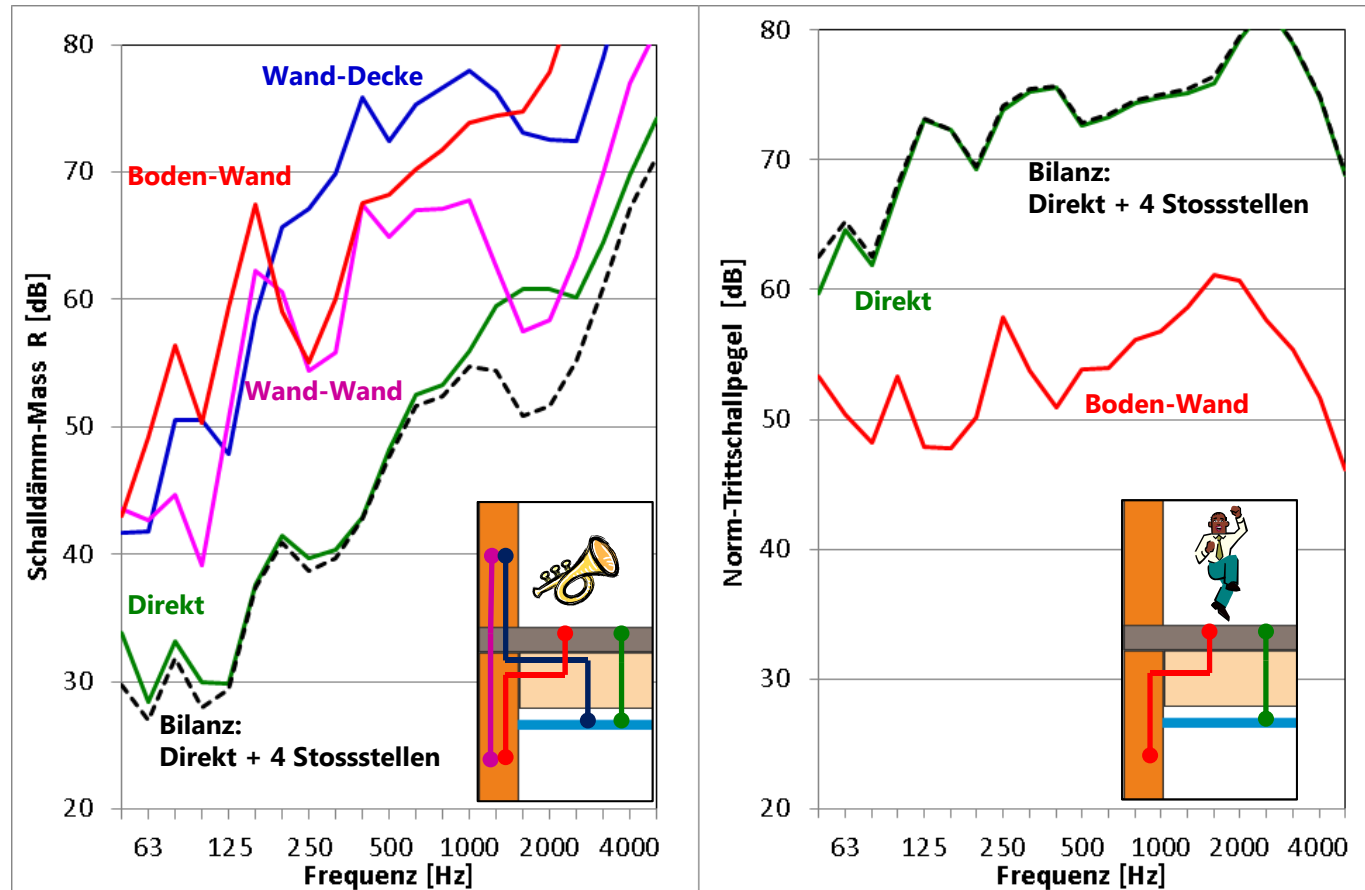
- Änderung der Beplankung auf der Innenseite:
 - Wandaufbau 1:
 - 2x 15 mm Gipsfaserplatte nach EN 15283 (17.6 kg/m²)
 - Wandaufbau 2:
 - 15 mm Gipsfaserplatte nach EN 15283 (17.6 kg/m²)
 - 40x60 mm Lattung (vertikal), e = 625 mm
 - 40 mm Mineralfaserplatte im Gefach
 - 15 mm Gipsfaserplatte

Übersicht

- Einleitung
- Untersuchungsmethode
- Leichtbauprüfstand und Prüfobjekt
- **Ergebnisse**
- Zusammenfassung und Schlussfolgerung

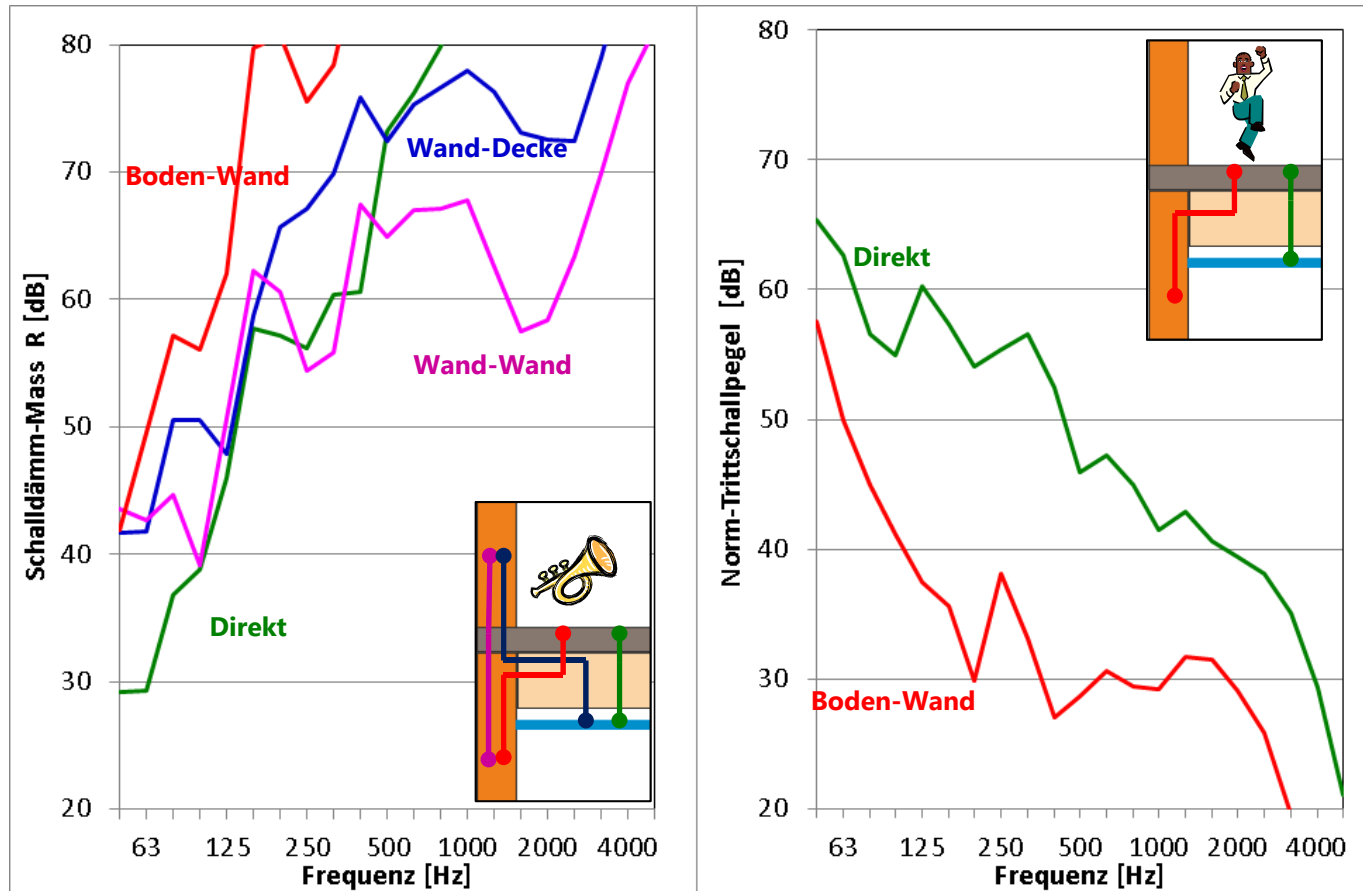
Die im folgenden vorgestellten Schalldämmwerte sind vorläufige Ergebnisse eines laufenden Arbeitspakets. Zusätzliche Körperschallmessung zur Präzisierung der Resultate in Teilfrequenzbereichen sind geplant. Diese neueren Erkenntnisse könnten zu einer leichten Anpassung der Werte führen.

Ergebnisse: Grundkonstruktion



- Direkt-Übertragung dominiert für Luft- und Trittschall
- Wand-Wand-Pfad: Einfluss bei hohen Frequenzen auf «Gesamt-Schalldämmung»

Übertragungswege: Grundkonstruktion mit Fussbodenaufbau

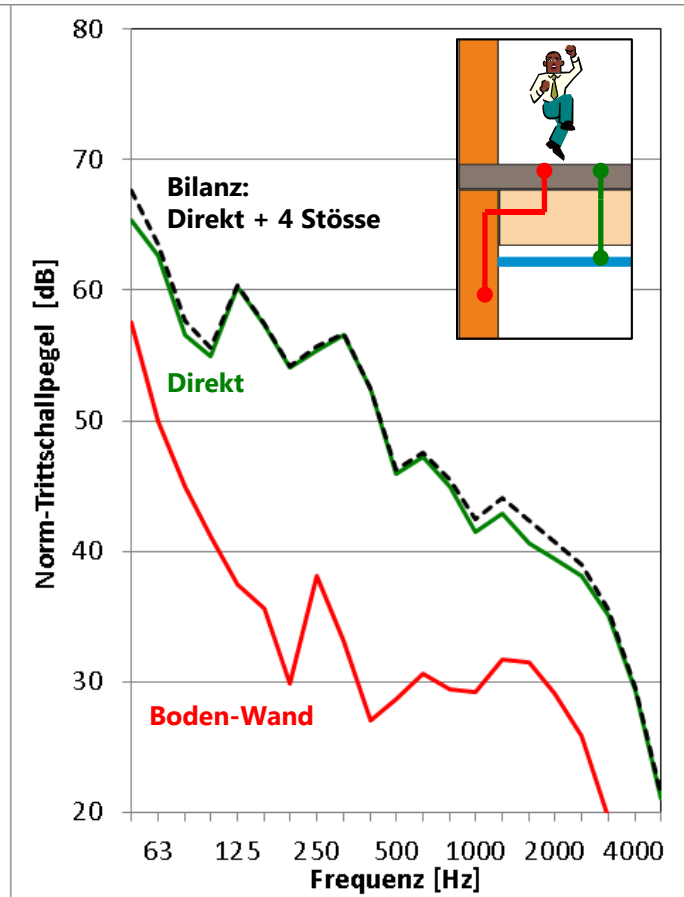
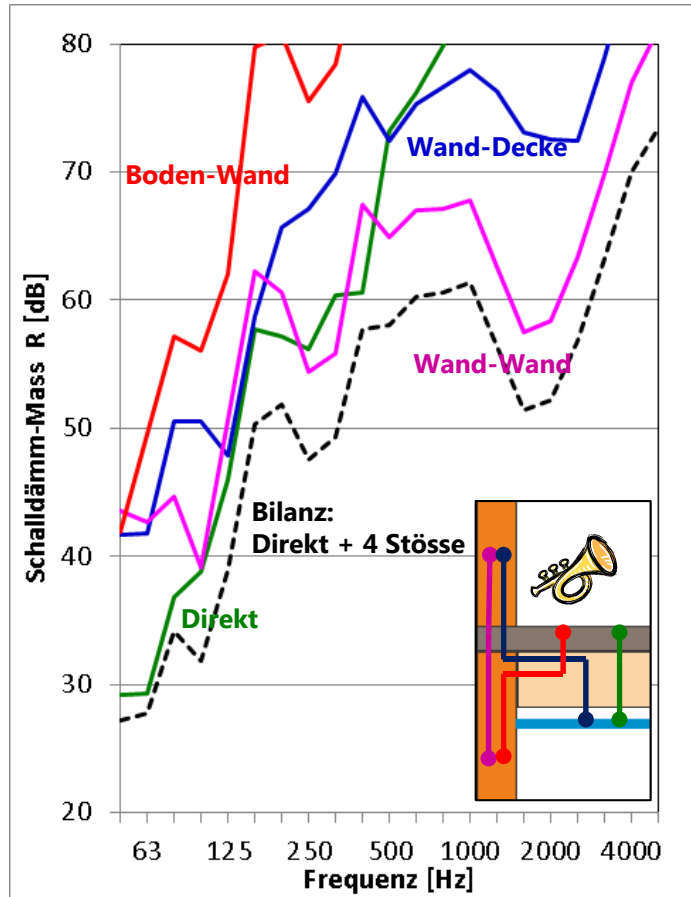


Fussbodenaufbau:

- 55 mm Anhydritestrich
- 20/17 mm Trittschalldämmung, Mineralfaser
- 30 mm EPS-Dämmung gewalzt

- Trittschall: Direkt-Übertragung massgebend
- Luftschall: Direkt- und Flankenpfade gleich wichtig

Gesamtübertragung: Grundkonstruktion mit Fussbodenaufbau



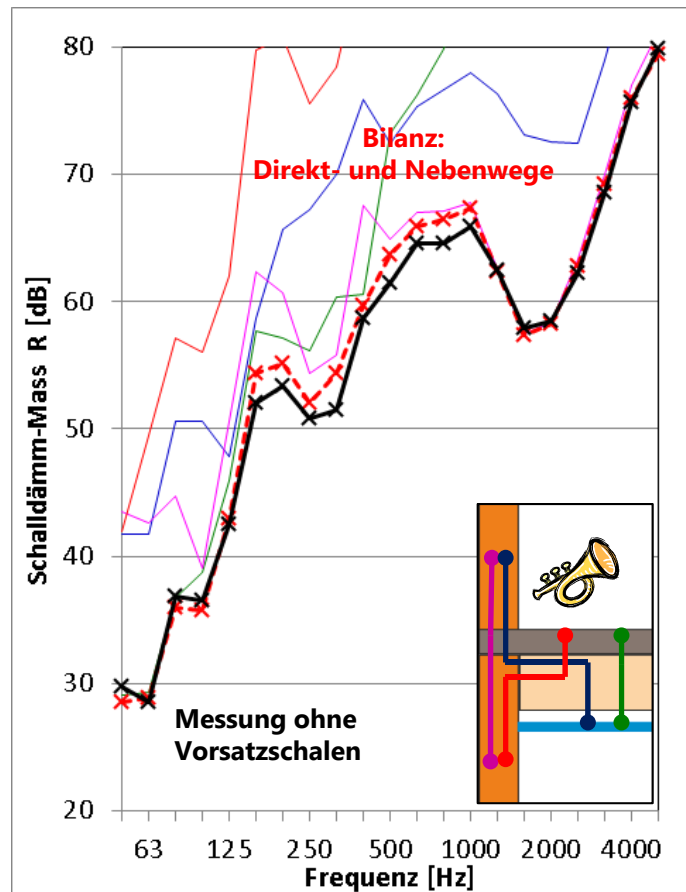
Fussbodenaufbau:

- 55 mm Anhydritestrich
- 20/17 mm Trittschalldämmung, Mineralfaser
- 30 mm EPS-Dämmung gewalzt

■ Trittschall $L_{n,w}$ (C_r , $C_{I,50-2500}$): Direkt: 51 (-1, 4) dB Gesamt: 51 (-1, 5) dB

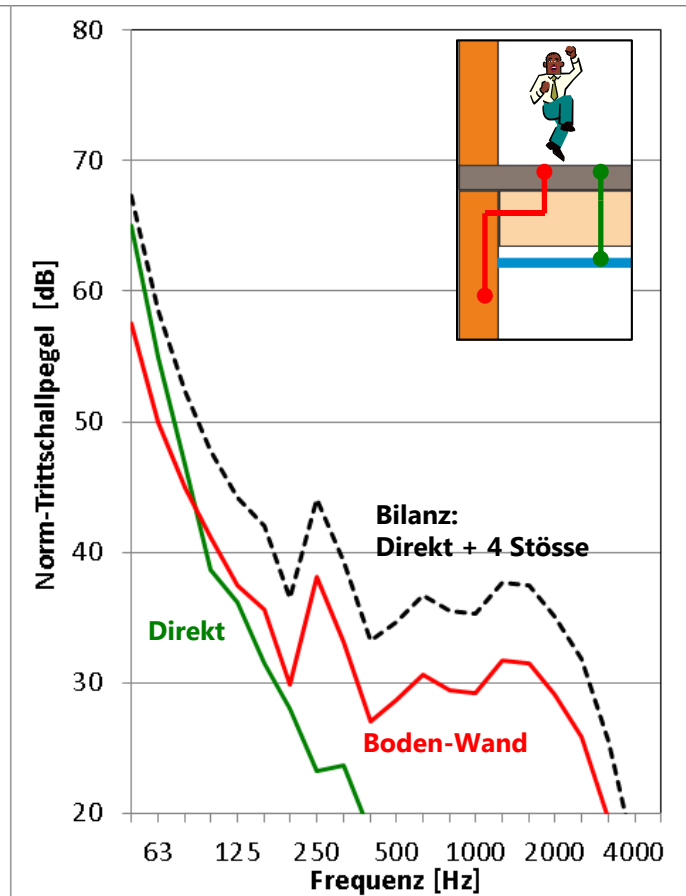
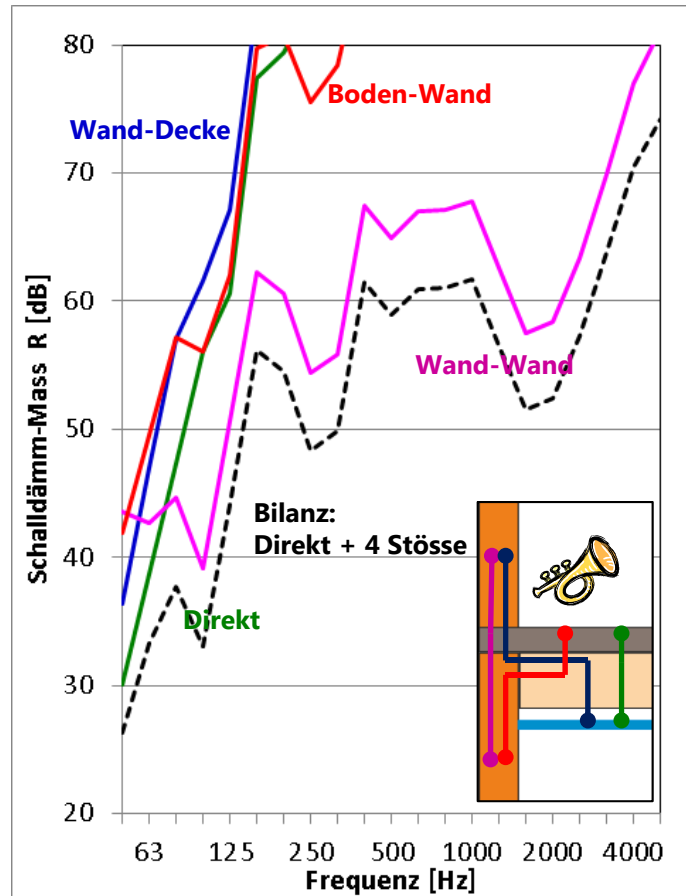
■ Luftschall R_w (C , $C_{50-3150}$): Direkt: 68 (-3, -7) dB Gesamt: 55 (-1, -2) dB

Validierung von Verfahren Grundkonstruktion mit Fussbodenaufbau



- Messung ohne Vorsatzschalen
- Vergleich mit Bilanz der ermittelten Pfade für Luftschallübertragung
- Abweichung in einzelnen Frequenzbändern im Bereich der Messunsicherheit
- Sehr gute Übereinstimmung der Einzahlangaben:
 - Messung: $R_w(C, C_{50-3150}) = 60 (-2, -3) \text{ dB}$
 - Bilanz: $R_w(C, C_{50-3150}) = 60 (-1, -3) \text{ dB}$

Übertragungswege: Fussbodenaufbau und Abhangdecke



Fussbodenaufbau:

- 55 mm Anhydritestrich
- 20/17 mm Trittschalldämmung, Mineralfaser
- 30 mm EPS-Dämmung gewalkt

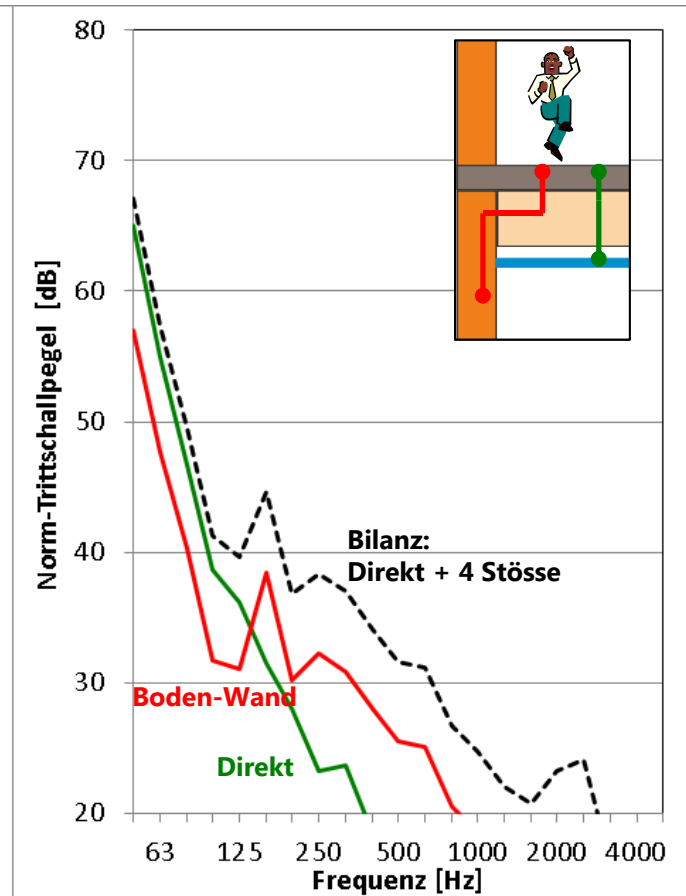
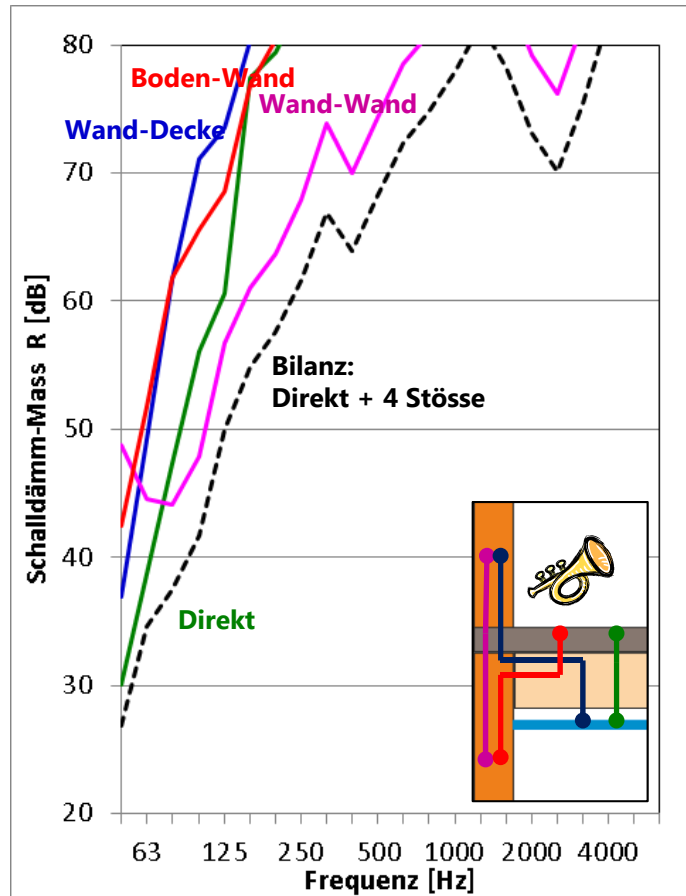
Deckenaufbau 1:

- 15 mm Gipsfaserplatte
- 120 mm Direktabhänger und 80 mm Mineralfaser
- 2x 15 mm Hartgipskartonplatte

■ Trittschall $L_{n,w}$ (C_I , $C_{I,50-2500}$): Direkt: 24 (-3, 26) dB Gesamt: 41 (-4, 12) dB

■ Luftschall R_w (C , $C_{50-3150}$): Direkt: 90 (-8, -22) dB Gesamt: 56 (-2, -2) dB

Ergebnisse - Pfade: Unterlagsboden, Abhangdecke und Vorsatzschale



Fussbodenaufbau:

- 55 mm Anhydritestrich
- 20/17 mm Trittschalldämmung, Mineralfaser
- 30 mm EPS-Dämmung gewalkt

Deckenaufbau 1:

- 15 mm Gipsfaserplatte
- 120 mm Direktabhängler und 80 mm Mineralfaser
- 2x 15 mm Hartgipskartonplatte

Wandaufbau 2:

- 15 mm Gipsfaserplatte
- 40x60 mm Lattung mit 40 mm Mineralfaser
- 15 mm Gipsfaserplatte

- Trittschall $L_{n,w}$ (C_I , $C_{I,50-2500}$): Direkt: 24 (-3, 26) dB Gesamt: 34 (0, 19) dB
- Luftschall R_w (C , $C_{50-3150}$): Direkt: 90 (-8, -22) dB Gesamt: 70 (-3, -8) dB

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

- Ein Verfahren zur Bestimmung der Schalldämmung von Übertragungswegen und der Wirksamkeit von zusätzlichen Boden-, Decken- und Wandaufbauten wurde vorgestellt
- Das Verfahren wurde an Hand von vorläufigen Ergebnissen einer Stossstelle mit einer Holz-Beton Verbunddecke erläutert
- Die detaillierten Ergebnisse erlauben die Berechnung der Luft- und Trittschalldämmung von beliebigen Kombination der zusätzlichen Aufbauten
- Die Anzahl der notwendigen Prüfobjekte und Messungen wird somit reduziert
- Es ist die Identifikation von Schwachpunkten und somit die gezielte Optimierung von Bausystemen möglich