



# Schallschutz im Holzbau – Differenzierte Flankenbewertung bei der Trittschallübertragung

holzbau handbuch | REIHE 3 | TEIL 3 | FOLGE 2



HOLZBAU  
DEUTSCHLAND  
INSTITUT

## Impressum

### Herausgeber:

Holzbau Deutschland-Institut e.V.  
Kronenstraße 55–58  
D-10117 Berlin  
Tel. +49 (0) 30 20314 533  
Fax +49 (0) 30 20314 566  
www.institut-holzbau.de

### Autor:

Dipl.-Wirtschaftsing. (FH) Adrian Blödt M.Sc.,  
Ingenieurbüro Blödt  
Blödt Holzkomplettbau GmbH, Kohlberg

### Begleitende Arbeitsgruppe:

Dipl.-Ing. (FH) Martin Müller,  
Bundesverband Deutscher Fertigtbau e.V.,  
Bad Honnef

Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Schäfer,  
Micha Trefz B.Eng.  
Deutscher Holzfertigtbau-Verband e.V.,  
Ostfildern

Prof. Dr.-Ing. Andreas Rabold,  
Technische Hochschule Rosenheim

### Redaktion:

Maxi Broßat M.Sc.,  
Dipl.-Ing. (FH) Johannes Niedermeyer,  
Holzbau Deutschland-Institut e.V., Berlin

Dipl.-Ing. Arch. Arnim Seidel,  
Informationsverein Holz e.V., Düsseldorf

### Gestaltung, Satz, Layout:

Schöne Aussichten:  
Oliver Iserloh, Düsseldorf

### Zeichnungen:

Max Köhnken M.Sc.,  
Holzbau Deutschland-Institut e.V., Berlin  
mit freundlicher Unterstützung von cadwork

## Inhalt

Seite

- 3 **1 \_ Trittschallübertragung  
im Holzbau**
- 4 **2 \_ Derzeitiges  
Berechnungsverfahren  
für die Trittschallübertragung**
- 6 **3 \_ Differenziertes  
Berechnungsverfahren  
für die Trittschallübertragung**
- 9 **4 \_ Wirksamkeit von  
Verbesserungsmaßnahmen  
an flankierenden Holzwänden**
- 12 **5 \_ Ausblick und Forschungsbedarf**
- 13 **6 \_ Literaturverzeichnis**
- 14 **\_ Anhang A**
- 17 **\_ Anhang B**
- 26 **\_ Anhang C**

Die Wortmarke  
INFORMATIONSDIENST HOLZ  
ist Eigentum des  
Informationsverein Holz e.V., Düsseldorf  
www.informationsvereinholz.de

holzbau handbuch

Reihe 3: Bauphysik

Teil 3: Schallschutz

Folge 2: Holzbau auf leisen Sohlen –

Differenzierte Flankenbewertung  
bei der Trittschallübertragung im Holzbau

Erschienen 12/2020

ISSN 0466-2114

Foto Titelseite: ahmad-odeh unsplash.com

## 1\_Trittschallübertragung im Holzbau

Bei der bauakustischen Planung von Wohnungstrenndecken in Holzgebäuden ist die Trittschallübertragung in der Regel bemessungsmaßgebend. Sie setzt sich aus der direkten Trittschallübertragung der Decke und der Übertragung der flankierenden Wände zusammen. Wird die direkte Übertragung der Decke durch Verbesserungsmaßnahmen reduziert, macht sich die Übertragung der flankierenden Wände stärker bemerkbar. Abbildung 1 zeigt dies für verschiedene Deckenkonstruktionen in Holzgebäuden. Die Differenz zwischen dem bewerteten Norm-Trittschallpegel  $L_{n,w}$  der Decke ohne flankierende Übertragung und dem  $L'_{n,w}$  als Ergebnis der Baumesung mit Nebenwegen, zeigt den mit der Deckengüte zunehmenden Einfluss der Flankenübertragung. Dieser kann bei sehr hochwertigen Decken mehr als 10 dB betragen.

Aus Abbildung 1 kann abgeleitet werden, dass mit zunehmender Deckengüte Maßnahmen am Trennbauteil nur noch eine

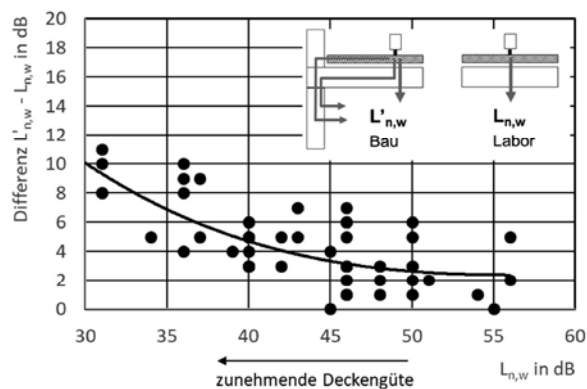


Abbildung 1

geringe Wirkung auf den  $L'_{n,w}$  haben. Die Verbesserungen durch diese Maßnahmen werden durch den größeren Einfluss der Flankenübertragung fast aufgehoben. Es ist eine zusätzliche Verbesserung der flankierenden Wände erforderlich, um den  $L'_{n,w}$  in der Bausituation effizient zu reduzieren.

Für die Trittschallübertragung dieser Flankenbauteile sind im Holzbau je Flanke mindestens zwei Übertragungswege zu berücksichtigen.

Abbildung 2 stellt links die möglichen Übertragungswege zwischen den einzelnen Bauteilen und Bauteilschichten dar. Im rechten Teil von Abbildung 2 sind die für den Holzbau in der Trittschallprognose berücksichtigten Wege dargestellt. Der Weg Dd charakterisiert die direkte Übertragung durch das Trennbauteil. Die Wege Df und Dff sind für die flankierende Übertragung verantwortlich. Der Weg Df stellt den Weg vom Deckenaufleger über die flankierende Wand in den Empfangsraum dar. Der Weg Dff fasst die Wege über den Estrichaufbau und Deckenrand in die flankierenden Wände zusammen. Prinzipiell kann jedem dieser Übertragungswege für jede Flanke (in der Regel 4 flankierende Wände je Raum) die übertragene Schallenergie zugeordnet werden. Allerdings dominiert auf Grund der energetischen Addition der Übertragungsenergien die schlechteste Flanke das Gesamtergebnis.

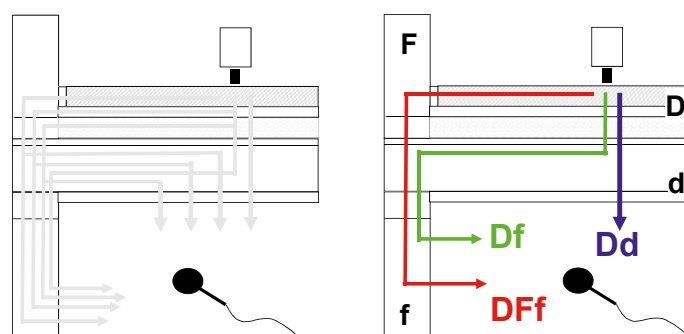


Abbildung 2

Abbildung 1:

Einfluss der Flankenübertragung als Differenz des bewerteten Norm-Trittschallpegels mit und ohne Nebenwege. Auswertung von 60 Baumesungen im Holzbau

Quelle: Andreas Rabold

Abbildung 2:

Trittschallübertragungsweg in Gebäuden mit Balkenlagen auf Holzwänden

Quelle: [1]

## 2\_ Derzeitiges Berechnungsverfahren

### Derzeitiges Berechnungsverfahren für die Trittschallübertragung

Auf Basis der in Abschnitt 1 und Abbildung 2 erläuterten Übertragungsmechanismen ist im Rechenverfahren der DIN 4109-2 [6]\* für den Holzbau ein Verfahren mit Korrektursummanden hinterlegt, das die Trenndecke und die ungünstigste flankierende Wand berücksichtigt.

Die Prognose wird dann nach Gleichung (1) durchgeführt.

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + K_1 + K_2 \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

Dabei stehen Faktoren  $K_1$  und  $K_2$  für die in Abbildung 2 dargestellten Flankenübertragungswege.

$K_1$  steht für den Weg Df – also für die Übertragung über die Decke in die Flankenwand – und  $K_2$  für den Weg Dff über den Estrichaufbau in die Wand.

In Tabelle 3 und Tabelle 4 im Anhang A sind die Eingangsdaten für dieses Nachweisverfahren dargestellt.

Der Nachweis im Sinne des Bauordnungsrechtes gilt als erfüllt, wenn nachfolgende Bedingung eingehalten wird:

$$L'_{n,w} + u_{\text{prog}} \leq \text{zul. } L'_{n,w} \quad [\text{dB}] \quad (2)$$

$$u_{\text{prog}} = 3 \text{ dB}$$

Im Anhang B ist ein Beispiel für die Berechnung einer Bausituation nach dem bisher bauordnungsrechtlich gültigen Prognoseverfahren dargestellt.

Durch diese Herangehensweise lassen sich auf der sicheren Seite liegende Prognosen erstellen. Darüber hinaus ist der Aufwand für den Nachweis überschaubar.

\* Je nach Bundesland sind unterschiedliche Versionen gültig. Es muss für jedes Bundesland geprüft werden, welche Version bautechnisch eingeführt ist.

Nachteilig am aktuell gültigen Verfahren ist allerdings, dass hierbei nur die ungünstigste Flanke berücksichtigt wird und Verbesserungsmaßnahmen wie Vorsatzschalen oder doppelte Beplankungslagen nicht berücksichtigt werden können.

Anhang C zeigt den Vergleich einiger Baumessungen mit den nach Normverfahren prognostizierten  $L'_{n,w}$  (mit und ohne Sicherheitsbeiwert). Es wird deutlich, dass unter Berücksichtigung des Sicherheitsbeiwertes von 3 dB die Decken mit 4 gleichen Standardflanken die prognostizierten Werte sicher erreichen.

#### Sicherheitsbeiwert $u_{\text{prog}}$ :

Der in Gleichung (2) angegebene Sicherheitsbeiwert deckt die Unsicherheiten im Berechnungsverfahren ab und liegt derzeit für alle Bauweisen für die Trittschallübertragung bei **3 dB**. Allerdings zeigen Baumessungen, dass die Prognoseunsicherheit in vielen Fällen unter den bisher gültigen 3 dB liegt, siehe Anhang C. Fehler in der Bauausführung abzudecken ist durch diesen Aufschlag nicht beabsichtigt.

Sobald Verbesserungen an den Flanken vorgenommen werden, liegt die Prognose auf der sicheren Seite, da die Verbesserungen in der Prognose nicht berücksichtigt werden können.

Tatsächlich werden in der Praxis die Flanken sehr häufig mit verbessernden Maßnahmen wie doppelter Beplankung oder Vorsatzschalen ausgerüstet. Dies geschieht häufig auch ohne bauakustische Motivation, sondern wie im Falle von Installationsebenen zur Führung von TGA-Leitungen.

Um das aus den Baumessungen erkannte Potential zu nutzen, bedarf es einer differenzierten Betrachtung der einzelnen Flanken und deren jeweiligen Eigenschaften.

Zu diesem Zweck wurde im Herbst/Winter 2019 ein durch die Verbände Bundesverband Deutscher Fertigbau e.V., Deutscher Holzfertigbau Verband e.V. und Holzbau Deutschland finanziertes Projekt durchgeführt, mit dem Ziel das Verbesserungspotential von Vorsatzschalen und schweren doppelten Gipsbeplankungen aufzuzeigen. Diese Daten können als Eingangsdaten für das in Abschnitt 3 dargestellte Verfahren genutzt werden.

### **Bewertungsgrößen bei der Trittschallübertragung**

#### **$L_{n,w}$ oder $L_{n,d,w}$**

Bewerteter Norm-Trittschallpegel des Trennbauteils (z. B. Wohnungstrenndecke) ohne die Flanken aus einem Bauteilkatalog z. B. [1] oder [8] / direkter Übertragungsweg.

#### **$L'_{n,w}$**

Bewerteter Norm-Trittschallpegel am Bau als Ergebnis einer Prognose oder einer Baumessung.

#### **$L_{n,ij,w}$**

Bewerteter Norm-Trittschallpegel flankierender Bauteile an einer Kopplungsstelle zwischen Bauteil i und Bauteil j (Flankenanschlussbereich). In der Regel liegen an einer Decke vier flankierende Wände mit entsprechend vier Pegeln vor.

Indizes:

i = Decke / angeregtes Bauteil

j = Flankenbauteile im

Empfangsraum / abstrahlend

## 3\_Differenziertes Berechnungsverfahren

### Differenziertes Berechnungsverfahren für die Trittschallübertragung

Für die Bewertung der Trittschallübertragung bei Gebäuden in Holzbauweise kann neben dem im Abschnitt 2 dargestellten sehr pauschalen Verfahren auch ein differenziertes Bemessungsverfahren nach DIN EN 12354-2:2017 [2] mit einigen Ergänzungen nach [9] angewandt werden. Auch

bei diesem Verfahren wird der bewertete Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w}$  in der Bausituation aus der direkten Übertragung der Decke und den Trittschallübertragungen der flankierenden Wände berechnet. Im Gegensatz zum pauschalen Verfahren wird hier jedoch jede Flanke einzeln berücksichtigt. Grundsätzlich gibt es für flankierende Holzbauwände 2 Methoden um die Flanke bauakustisch zu bewerten.

$K_1$	Korrektursummand für den Weg über den Deckenkopf aus Tabelle 3 [dB]
$L_{n,DFf,\ell_{ab,w}}$	Norm-Trittschallpegel flankierend über den Estrichaufbau und Deckenrand im Labor gemäß Tabelle 4 [dB]
$\Delta R_{j,w}$	Verbesserung an der Flanke im Empfangsraum gemäß Tabelle 5 oder Tabelle 1 [dB]
$\Delta R_{ij,w}$	Verbesserung an den beiden Flankenwänden gemäß Tabelle 5 [dB] / Werden die Maßnahmen sende- und empfangsraumseitig durchgeführt, kann zur Abschätzung von $R_{ij,w}$ der Wert für $R_{j,w}$ mit dem Faktor 1,5 multipliziert werden (wenn keine gesonderten Daten für $R_{ij,w}$ vorliegen).
$\Delta K_{ij}$	Verbesserung des Stoßstellendämmmaßes aus Herstellerangaben <sup>1</sup> [dB]
$\ell_0$	Bezugskantenlänge = 1,0 m
$\ell_{ij}$	Kopplungslänge an der Flanke in der Prognosesituation [m]
$S_i$	Trennbauteilfläche [m <sup>2</sup> ]

Die Laborwerte sind den Tabellen in Anhang A zu entnehmen.

#### Hinweis:

Die üblichen Verbesserungsmaße  $\Delta R_w$  aus Bauteilkatalogen können nicht eins zu eins für den Nachweis in (5) und (6) verwendet werden. Die Eingangsdaten sollten für  $\Delta R_{ij,w}$  und  $\Delta R_{j,w}$  aus Tabelle 5 entnommen werden.

Bei der differenzierten Betrachtung der einzelnen Wege muss die Verbesserung aus weiteren Einzelmaßnahmen, wie elastischen Zwischenlagen, immer dem Pfad zugeordnet werden, der auch betroffen ist. Wichtig ist, dass die entsprechenden im Labor gemessenen Eingangsdaten vorliegen.

Vorsatzschalen im Senderraum (üblicherweise oben) verbessern nur den Weg DFf. Verbesserung im Empfangsraum (üblicherweise unten) verbessern beide Übertragungswege. Deshalb sollten verbessernde Maßnahmen primär in den Empfangsräumen ansetzen.

<sup>1</sup> Es handelt sich um die Verbesserung der Stoßstelle, nicht um das Stoßstellendämmmaß an sich. Das bedeutet, es muss die Differenz gebildet werden zwischen stumpfem/ starrem Stoß und dem Stoß mit z. B. elastischer Zwischenlage.

**Methode 1 der Flankenbewertung:**

Die erste Methode greift die Vorgehensweise im bisherigen Normverfahren auf. Dabei werden die Übertragungspfade Df (Decken- bzw. Balkenkopf) und Dff (über den Estrichaufbau) energetisch addiert. Durch die Bewertung der einzelnen Schallübertragungspfade lassen sich Verbesserungsmaßnahmen an den Flanken oben (Dff) sowie unten (Dff und Df) einzeln zuordnen.

Die Bewertung erfolgt nun für jede Flanke gesondert und nicht nur für die ungünstigste Flanke.

Die Zusammenführung der Schallübertragungspfade für die einzelne Flanke erfolgt nach Gleichung (3).

$$L_{n,ij,w} = 10 \log \left( 10^{\left[ \frac{L_{n,Df,w}}{10} \right]} + 10^{\left[ \frac{L_{n,Dff,w}}{10} \right]} \right) \quad [\text{dB}] \quad (3)$$

Für den Pfad Df über den Decken- bzw. Balkenkopf muss zunächst nach Gleichung (4) der „Flankenpegel“ der Grund- oder nicht verbesserten Wand berechnet werden. Anschließend kann nach Gleichung (5) gemeinsam mit den Verbesserungsmaßnahmen  $L_{n,Df,w}$  für die konkrete Bausituation (Flankenlänge und Fläche) ermittelt werden.

$$L_{n,Df,\ell_{ab,w}} = 10 \log \left( 10^{\left[ \frac{L_{n,d,w} + K_1}{10} \right]} - 10^{\left[ \frac{L_{n,d,w}}{10} \right]} \right) \quad [\text{dB}] \quad (4)$$

$$L_{n,Df,w} = L_{n,Df,\ell_{ab,w}} - \Delta R_{j,w} - \Delta K_{ij} - 10 \log \left( \frac{S_i}{\ell_0 \ell_{ij}} \right) \quad [\text{dB}] \quad (5)$$

Für den Pfad Dff wird der vorliegende Laborprüfwert für die Flanke nebst den Verbesserungen, welche auf diesem Pfad liegen, nach Gleichung (6) in die Bausituation überführt.

$$L_{n,Dff,w} = L_{n,Dff,\ell_{ab,w}} - \Delta R_{ij,w} - \Delta K_{ij} - 10 \log \left( \frac{S_i}{\ell_0 \ell_{ij}} \right) \quad [\text{dB}] \quad (6)$$

**Methode 2 für die Flankenbewertung:****Flankenbewertung mit Prüfwerten für die Flankenkombination**

Wenn die geplante Flankenkombination für ein Bauvorhaben genau der im Labor entspricht, sollte mit dem im Labor gemessenen, für alle Wege zusammengefassten, bewerteten Norm-Trittschallpegel flankierender Bauteile gerechnet werden.

Die Eingangsdaten dazu finden sich in Anhang A

$$L_{n, ij, w} = L_{n, f, ij, \ell_{ab}, w} - 10 \log \left( \frac{S_i \ell_{ij, \ell_{ab}}}{S_{i, \ell_{ab}} \ell_{ij}} \right) \quad [\text{dB}] \quad (7)$$

Bei Verwendung der Daten aus Tabelle 5 gilt, Gleichheit der Bezugskantenlänge und -fläche:

$$S_{i, \ell_{ab}}: 20,0 \text{ m}^2$$

$$\ell_{\ell_{ab}}: 20,0 \text{ m}$$

Damit vereinfacht sich Gleichung (7) zu

$$L_{n, ij, w} = L_{n, f, ij, \ell_{ab}, w} - 10 \log \left( \frac{S_i}{\ell_0 \ell_{ij}} \right) \quad [\text{dB}] \quad (8)$$

$$\ell_0 = 1,0 \text{ m}$$

Bei Prüfzeugnissen z. B. von Herstellern muss die entsprechende Fläche  $S_{i, \ell_{ab}}$  und die Länge  $\ell_{\ell_{ab}}$  des verwendeten Prüfkörpers in Gleichung (7) eingesetzt werden.

Zur zweiten Methode ist anzumerken, dass für jede Kombination auf der Baustelle ein im Labor gemessener Prüfwert vorliegen muss. Dies ist in der Praxis nur sehr selten der Fall.

Mit der vorgestellten Methode 1 lässt sich eine größere Anzahl an Varianten abbilden.

#### **Ermittlung von $L'_{n,w}$ :**

Der bewertete Norm-Trittschallpegel flankierender Bauteile ist für alle Flankenwege entweder nach Methode 1 oder Methode 2 zu berechnen und anschließend zusammen mit dem bewerteten Norm-Trittschallpegel der Decke energetisch nach (9) zu addieren.

$$L'_{n,w} = 10 \log \left( 10^{\left[ \frac{L_{n,d,w}}{10} \right]} + \sum_{j=1}^n 10^{\left[ \frac{L_{n,ij,w}}{10} \right]} \right) \quad [\text{dB}] \quad (9)$$

Diese Vorgehensweise entspricht der aus DIN EN 12354-2:2017 [2]. Wie dargestellt und beschrieben, müssen, neben den Werten für das eigentlich trennende Bauteil, nun auch Werte für die einzelnen Flanken vorliegen.

Eine im Auftrag der Verbände Bundesverband Deutscher Fertigtbau e.V., Deutscher Holzfertigtbau Verband e.V. und Holzbau Deutschland am IfT Rosenheim durchgeführte Messserie [3] zur Ermittlung des bewerteten Norm-Trittschallpegels flankierender Bauteile stellt erste Eingangsdaten für das differenzierte Bemessungsverfahren zur Verfügung.



## 4\_ Verbesserungmaßnahmen

### Wirksamkeit von Verbesserungsmaßnahmen an flankierenden Holzwänden

Zur Verringerung der flankierenden Trittschallübertragung über Holztafelbauwände unter Massivholz- oder Holzbalkendecken haben sich, mit zunehmender Wirksamkeit nach gereiht, die folgenden Maßnahmen als sinnvoll erwiesen:

- Mehrlagige schwere Beplankungen (z. B. K<sub>2</sub>60 Kapselung aus 2 x 18 mm GKF)
- Installationsebenen mit vertikal angeordneten Holzlatten und Gipskartonbeplankung
- Freistehende Vorsatzschalen mit CW Profilen und 1- oder besser 2-lagigen Gipsbeplankungen

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse des verbändeübergreifenden Forschungsprojekts [3] als Eingangsdaten für Methode 1 dargestellt. Hierbei wurden für das in Abschnitt 3 vorgeschlagene Prognoseverfahren wichtige Eingangsdaten ermittelt. Durch die Bereitstellung dieser Eingangsdaten lassen sich für den Holzbau wesentliche Fortschritte zu wirtschaftlicheren Konstruktionen machen, welche erhöhte Standards im Schallschutz erreichen.

Die Verbesserungen in Tabelle 1 und Tabelle 5 nehmen Bezug auf eine Holztafelbauwand mit Standardbeplankung 2 x 12,5 mm Gipskarton. Die Erfahrungen aus Baumessungen hinsichtlich der Verbesserungsmaßnahmen an den Flanken zeigen sich auch in den Laborergebnissen der Tabelle 1. Überraschend ist die Wirkung der 2 x 18 mm GKF-Beplankung, die gegenüber der beschriebenen Standardbeplankung eine Verbesserung von 2 dB bringt. Damit ist diese Maßnahme hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Brandschutz eine interessante Alternative zur klassischen Vorsatzschale.

Bei den erwähnten Messserien wurden Verbesserungsmaßnahmen sowohl unter Massivholzdecken als auch unter Balkenlagen untersucht.

In Tabelle 5 im Anhang A sind die Ergebnisse für ein normgerechtes Rechenverfahren aufbereitet.

Für das Beispiel einer Trenndecke in Anhang B ist in Tabelle 2 die Prognose im bisherigen Normverfahren der Prognose nach Abschnitt 3 gegenübergestellt.

Als Eingangsdaten wurden die Ergebnisse des durchgeführten Forschungsprojektes [3] gewählt.

### Installationsebenen

Bei Installationsebenen handelt es sich im akustischen Sinne um Vorsatzschalen, welche vergleichsweise starr mit der Grundwand verbunden werden. Die Beplankung erfolgt in der Regel mindestens 1-lagig mit Gipsbeplankungen. Die Anordnung der Traglatten muss, wenn diese akustisch günstig wirken soll, vertikal erfolgen.

Bei einer **horizontalen** Anordnung der Latten und einlagiger Beplankung kann es sogar zu einer **Verschlechterung** gegenüber einer Direktbeplankung kommen. Die Beplankung der Grundwand (i. d. R. eine Holzwerkstoffplatte) kann die Installationsebene bei horizontaler Anordnung besser anregen.

**Tabelle 1**

Übersicht über die Wirksamkeit von Maßnahmen an Flanken aus [3]

Aufbau der Flanke im Empfangsraum		Verbesserung gegenüber Zeile 1 <sup>f)</sup>
1 Grundwand <sup>c) d)</sup> 12,5 mm GK 12,5 mm GK		$\Delta R_{j,w}$ 0 dB <sup>a)</sup>
2 Grundwand oben <sup>e)</sup> Grundwand unten <sup>d)</sup> 18 mm GKF 18 mm GKF		$\Delta R_{j,w}$ 2 dB <sup>b)</sup>
3 Grundwand <sup>c) d)</sup> OSB 12 mm <b>40 mm Lattung vertikal</b> + MW 12,5 mm GK 15 mm GKF		$\Delta R_{j,w}$ 3 dB <sup>b)</sup>
4 Grundwand <sup>c) d)</sup> OSB 12 mm 10 mm Luft <b>CW 75-Profil vertikal</b> + MW 12,5 mm GK		$\Delta R_{j,w}$ 4 dB <sup>a)</sup>
5 Grundwand <sup>c) d)</sup> OSB 12 mm 10 mm Luft <b>CW 75-Profil vertikal</b> + MW 12,5 mm GKF 12,5 mm GKF		$\Delta R_{j,w}$ 5 dB <sup>b)</sup>
6 Grundwand <sup>c) d)</sup> OSB 12 mm <b>40 mm Lattung horizontal</b> + MW 12,5 mm GK		$\Delta R_{j,w} \approx -1$ dB <sup>a)</sup>

a) Verbesserungswerte gemessen an Balkenlage / Werte sind nur mit einer Unsicherheit auf Massivholzdecken zu übertragen  
 b) Verbesserungswerte gemessen an Massivholzdecke / Werte sind nur mit einer Unsicherheit auf Balkenlagen zu übertragen  
 c) Flanke im Senderraum 12 mm OSB 160 mm HS + MW 2 x 12,5 mm GKF  
 d) Grundwand im Empfangsraum empfangsraumabgewandt  
 OSB 12 mm 160 mm KVH Ständerwerk e = 62,5 cm mit Mineralwolle 160 mm Innenschicht direkt auf Ständer variiert  
 e) Flanke im Senderraum 12 mm OSB 160 mm HS + MW 2 x 18 mm GKF  
 f) Verbesserung gegenüber Zeile 1 stellt das akustische Verbesserungspotential der dargestellten Maßnahmen an den Flanken gegenüber einer 2-lagig direkt beplankten Holztafelbauwand dar

Tabelle 2 zeigt beispielhaft, dass mit Verbesserungen in der Größenordnung 1–5 dB gegenüber dem bisherigen Verfahren zur Trittschallbemessung für ein und dieselbe Bauteil-/Flankenkombination zu rechnen ist. Besonders bemerkenswert dabei ist, dass im bisherigen Verfahren unter Berücksichtigung des Sicherheitsbeiwertes ( $u_{\text{prog}} = 3 \text{ dB}$ ) nur der aktuell festgesetzte Mindeststandard gemäß [4] von zul.  $L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$  sicher eingehalten wird.

Durch das differenzierte Berechnungsverfahren werden für die gleiche Konstruktionsweise die Werte für den normativ vorgeschlagenen erhöhten Schallschutz  $L'_{n,w} \leq 45 \text{ dB}$  gemäß DIN 4109-5:2020 erreicht.

Ähnlich wie bei Decken zeigt sich, dass schwere Direktbeplankungen (z. B. 2 x 18 mm GKF) auch auf flankierenden Wänden ein großes Verbesserungspotential mit sich bringen, welches bisher im Berechnungsverfahren nicht abgerufen werden konnte. 2 x 18 mm GKF-Beplankung können ähnliche Verbesserungswerte erreichen wie 1-lagig beplankte Installationsebenen. Durch 2-lagig beplankte freistehende Vorsatzschalen kann die Flankenübertragung erwartungsgemäß auf ein Minimum reduziert werden.

**Tabelle 2**

**Vergleichende Betrachtung der Prognoseverfahren mit einer Baumesung für das Beispiel in Anhang B / Bauteildaten siehe Anhang B**

<b>Baumesung</b>		
Messung	<b><math>L'_{n,w} = 37 \text{ dB}</math></b>	
<b>Prognose nach DIN 4109-2 [6]</b>		
Kennwert Bauteil	$L_{n,w}$	37 dB
Weg Df	$K_1$	6 dB
Weg Dff	$K_2$	2 dB
	$L'_{n,w}$	45 dB <sup>1)</sup>
<b>Prognose nach [2] und Abschnitt 3</b>		
Kennwert Bauteil	$L_{n,d,w}$	≈ 37 dB
Flanke 1	$L_{n,Df1,w}$	33,8 dB
Flanke 2	$L_{n,Df2,w}$	31,8 dB
Flanke 3	$L_{n,Df3,w}$	32,7 dB
Flanke 4	$L_{n,Df4,w}$	29,5 dB
	$L'_{n,w}$	40,7 dB <sup>1) 2)</sup>

- 1)  $u_{\text{prog}} = 3 \text{ dB}$  ist bei beiden Prognosen zu berücksichtigen.
- 2) Rechnet man mit  $L_{n,d,w} = 35 \text{ dB}$  ergibt sich  $L'_{n,w} = 39,1 \text{ dB}$ . Diese alternative Berechnung wird angegeben, da die Decke am Bau gegenüber der im Labor gemessenen Decke aus [1] mit großer Wahrscheinlichkeit akustisch günstiger zu bewerten ist. Dies liegt daran, dass einerseits der Estrich dicker und andererseits die Unterdecke mit größerer flächenbezogener Masse ausgeführt wurde.

## 5\_ Ausblick und Forschungsbedarf

Aktuell ist noch nicht abschließend geklärt, ob die Verbesserungsmaße  $\Delta R_{ij,w}$  und  $\Delta R_{j,w}$ , welche an Massivholzdecken im Labor gemessen wurden, auch Gültigkeit für Holzbalkendecken und umgekehrt besitzen. Es steht ein Forschungsvorhaben aus, welches diese Zusammenhänge abschließend klärt. Allerdings legen Messergebnisse am Bau nahe, dass die Werte in ähnlicher Größenordnung übertragbar sind.

Dennoch sind die Ergebnisse des im November 2019 durchgeführten Projekts ein erster wichtiger Schritt und haben die häufigsten Verbesserungsmaßnahmen an den Flanken quantifiziert. Wie am Beispiel in Tabelle 2 und im Anhang B zu sehen ist, liegt in der differenzierten Betrachtung der Trittschallübertragung großes Potential, welches wirtschaftlichere Konstruktionen erlaubt.

Weitere Konstruktionen und Eingangsdaten werden im nächsten Projekt untersucht. Außerdem müssen weiterhin Untersuchungen zum Übertragungsverhalten der Flanken bei tiefen Frequenzen sowie von hybriden Bauweisen durchgeführt werden. Zu den hybriden Bauweisen zählen z. B. die Kombinationen Massivholz- mit Holztafelbauteilen, aber auch Kombinationen der vorgenannten Bauweisen mit leichten mineralischen Hohlkammerbetondecken.

Die Ergebnisse des durchgeführten Kurzprojekts [3] zeigen, dass sich die Prognose mit der Baumessung durch die differenzierte Betrachtung in Deckung bringen lässt. Die bisherigen Ergebnisse haben sich trotz kurzer Bearbeitungszeit als sehr positiv herausgestellt und zeigen, dass bisher vorgeschlagene Verbesserungsmaßnahmen, bei richtiger Anwendung, tatsächlich auch wirksam sind.

Der Mehraufwand der differenzierten Trittschallprognose gegenüber dem derzeitigen Berechnungsverfahren nach DIN 4109-2 [6] ist somit gerechtfertigt.

Um die Prognose zu erleichtern, wurde in studentischen Abschlussarbeiten der TH Rosenheim in Verbindung mit einem Projekt am ift Rosenheim das Excel-basierte Berechnungstool VBAcoustic entwickelt [5], in das nun die aktuellen Ergebnisse eingebunden werden können.

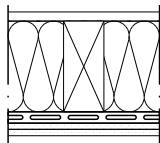
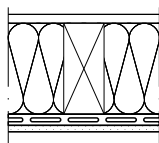
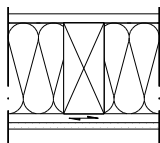
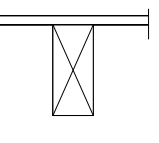
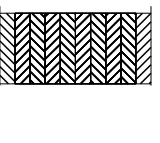
## 6\_ Literaturverzeichnis

- [1] A. Rabold und A. Blödt,  
Schallschutz im Holzbau –  
Grundlagen und Vorbemessung  
INFORMATIONSDIENST HOLZ,  
Holzbau Deutschland-Institut, 2019.
- [2] DIN EN 12354-2:2017-11  
Berechnung der akustischen Eigen-  
schaften von Gebäuden aus den Bauteil-  
eigenschaften Teil 2: Trittschalldämmung  
zwischen Räumen, Beuth Verlag, 11-2017.
- [3] Holzbau Deutschland,  
Bund Deutscher Fertigung BDF,  
Deutscher Holzbau Verband DHV,  
Untersuchung der Flankenübertragung  
von Holztafelbauwänden mit Installations-  
ebenen, Verbandsprojekt, 2019.
- [4] DIN 4109-1:2016/2018  
Schallschutz im Hochbau – Teil 1  
Mindestanforderungen,  
Beuth-Verlag, 2016/2018.  
**Hinweis:** Je nach Bundesland,  
in dem sich der Bauort befindet,  
gilt die dort eingeführte Version.
- [5] T. H. Rosenheim. [Online].  
VBAcoustic  
[http://bit.ly/VBAcoustic\\_download](http://bit.ly/VBAcoustic_download).
- [6] DIN 4109-2:2016/2018  
Schallschutz im Hochbau – Teil 2:  
Rechnerische Nachweise der  
Erfüllung der Anforderungen  
Beuth-Verlag, 2016/2018.  
**Hinweis:** Je nach Bundesland,  
in dem sich der Bauort befindet,  
gilt die dort eingeführte Version.
- [7] A. Rabold,  
Planungs- und Nachweisverfahren von  
Holzdecken unter Berücksichtigung der  
tieffrequenten Trittschallübertragung,  
Hannover: Tagungsbeitrag zur DAGA 2020.
- [8] DIN 4109-33:2016-07  
Schallschutz im Hochbau –Teil 33:  
Daten für die rechnerischen Nachweise  
des Schallschutzes (Bauteilkatalog) –  
Holz-, Leicht- und Trockenbau,  
Beuth Verlag, 2016.
- [9] Rabold, A., Schneider, M.,  
Fischer H.-M., Zeitler, B., (2020)  
Neue Berechnungsverfahren  
zur Trittschallübertragung.  
Bauphysik 42, H. 4, S. 160 –172

# Anhang A

## Eingangsdaten für das Berechnungsverfahren

**Tabelle 3**  
 Korrektursummand  $K_1$  für den Übertragungspfad Df nach DIN 4109-2

		Deckenaufbau (Unterdecke):				
		2 x GK an FS	1 x GK an FS	GK-Lattung oder direkt	offene HBD	BSD oder HKD
<b>Horizontalschnitt –                      Wandaufbau (Bepunktung)                      im Empfangsraum:</b>						
	GK+HW oder 2 x GK oder 2 x GF	$K_1 = 6 \text{ dB}$	$K_1 = 3 \text{ dB}$	$K_1 = 1 \text{ dB}$	$K_1 = 1 \text{ dB}$	$K_1 = 1 \text{ dB}$
	1 x GK oder 1 x GF	$K_1 = 7 \text{ dB}$	$K_1 = 4 \text{ dB}$	$K_1 = 1 \text{ dB}$	$K_1 = 1 \text{ dB}$	$K_1 = 1 \text{ dB}$
	HW	$K_1 = 9 \text{ dB}$	$K_1 = 5 \text{ dB}$	$K_1 = 4 \text{ dB}$	$K_1 = 4 \text{ dB}$	$K_1 = 4 \text{ dB}$
Holz- oder HW- Element	$K_1 = 9 \text{ dB}$	$K_1 = 5 \text{ dB}$	$K_1 = 4 \text{ dB}$	$K_1 = 4 \text{ dB}$	$K_1 = 4 \text{ dB}$	

GK 9,5 mm bis 12,5 mm Gipsplatte nach DIN 18180/DIN EN 520,  $\rho \geq 680 \text{ kg/m}^3$ , mechanisch verbunden  
 GF 12,5 mm bis 15 mm Gipsfaserplatte nach DIN EN 15283-2,  $\rho \geq 1100 \text{ kg/m}^3$ , mechanisch verbunden  
 HW 13 mm bis 22 mm Holzwerkstoffplatte,  $\rho \geq 650 \text{ kg/m}^3$ , mechanisch verbunden  
 FS Federschiene oder Unterdeckenabhängiger nach [1], Tab.22  
 Holz- oder HW-Element Massivholzelemente mit  $m' \geq 36 \text{ kg/m}^2$  oder 80–100 mm Holzwerkstoffplatte mit  $m' \geq 50 \text{ kg/m}^2$   
 GK-Lattung oder direkt Holzbalkendecke mit Unterdecke an Lattung oder GK + HW direkt montiert  
 offene HBD Holzbalkendecke mit sichtbarer Balkenlage  
 BSD oder HKD Brettstapel-, Brettschichtholz-, Brettsperrholz- oder Hohlkastendecke

**Tabelle 4**  
 Korrektursummand  $K_2$  für den Übertragungspfad Dff nach DIN 4109-2

Wandaufbau (Beplankung) im Sende- und Empfangsraum:	Estrichaufbau	Trittschallübertragung auf dem Weg Dd + Df:																$L_{n,DFf,tab,w}$ dB
		$L_{n,w} + K_1$ dB																
		40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
Nach Tabelle 3 Zeile 1 oder Zeile 2	a)	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	44
	b)	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	40
	c)	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	38
Nach Tabelle 3 Zeile 3 oder Zeile 4	a)	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	46
	b)	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	45
	c)	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	42

Estrichaufbau:

- a) mineralisch gebundener Estrich auf Holzfaser-Trittschalldämmplatten, Randdämmstreifen: Mineralwolle- oder PE-Schaum-Randstreifen,  $d > 5$  mm  
 Gussasphaltestrich auf Holzfaser-Trittschalldämmplatten, Randdämmstreifen: Mineralwolle-Randstreifen,  $d > 5$  mm
- b) mineralisch gebundener Estrich auf Mineralwolle oder EPS-Trittschalldämmplatten, Randdämmstreifen: Mineralwolle- oder PE-Schaum-Randstreifen,  $d > 5$  mm  
 Gussasphaltestrich auf Blähperlit/Mineralwolle, Randdämmstreifen: Mineralwolle-Randstreifen  $d > 5$  mm
- c) Fertigteilestrich auf Mineralwolle-, EPS- oder Holzfaser-Trittschalldämmplatten, Randdämmstreifen: Mineralwolle- oder PE-Schaum-Randstreifen  $d > 5$  mm

Anwendungsgrenze für die vereinfachte Berechnung ( $L'_{n,w} = L_{n,w} + K_1 + K_2$ ):

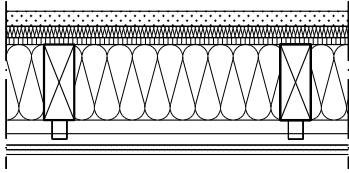
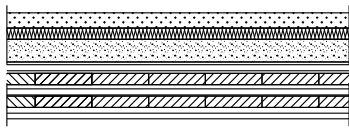
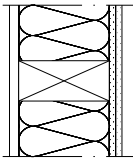
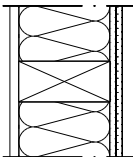
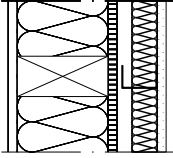
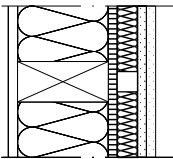
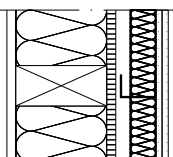
Für Konstruktionen mit  $L_{n,w} + K_1 < 40$  dB oder unterschiedlich ausgeführten flankierenden Wänden ist das detailliertere Berechnungsmodell anzuwenden.

**Tabelle 5**

Laborprüfwerte für den bewerteten Norm-Trittschallpegel flankierender Holztafelwände

( $L_{n,f,ij,\ell ab,w}$  bezogen auf  $S_{i,\ell ab} = \ell_0 \ell_{ij,\ell ab}$ ) sowie Verbesserungen durch

Vorsatzschalen bzw. Zusatzbeplankungen  $\Delta R_{j,w}$  an den Flanken. Messdaten aus [3]

Horizontalschnitt – Raumseitige Beplankung + Vorsatzschale		Deckenaufbau	
		$L_{n,w} = 40$ dB [1], Tab.25, Zeile 12 	$L_{n,w} = 40$ dB [1], Tab.26, Zeile 3 
12,5 mm GKF		$L_{n,f,ij,\ell ab,w} = 46$ dB	$L_{n,f,ij,\ell ab,w} = 40$ dB
18 mm GKF		—	$L_{n,f,ij,\ell ab,w} = 37$ dB (33,4 ... 39,9 dB) $\Delta R_{j,w} = 2$ dB <sup>a</sup> $\Delta R_{ij,w} = 3$ dB <sup>b</sup>
12 mm OSB		$L_{n,f,ij,\ell ab,w} = 42$ dB $\Delta R_{j,w} = 4$ dB <sup>a</sup>	—
12 mm OSB		—	$L_{n,f,ij,\ell ab,w} = 36$ dB (31,1 ... 38,6 dB) $\Delta R_{j,w} = 4$ dB <sup>a</sup>
12 mm OSB		—	$L_{n,f,ij,\ell ab,w} = 35$ dB (30,3 ... 38,1 dB) $\Delta R_{j,w} = 5$ dB <sup>a</sup>

a Verbesserung  $\Delta R_{j,w}$  gegenüber direkter Beplankung nach Zeile 1. Gültig für Weg Df.  
 Voraussetzung: Montage der Vorsatzschale/Beplankung an der flankierenden Wand im Empfangsraum.

b Verbesserung  $\Delta R_{ij,w}$  gegenüber Zeile 1. Gültig für Weg DFF.  
 Voraussetzung: Montage der Beplankungen an den flankierenden Wänden im Send- und Empfangsraum.

GK Gipsplatte nach DIN 18180/DIN EN 520,  $\rho \geq 680$  kg/m<sup>3</sup>, mechanisch verbunden

GKF Gipsplatte Typ F nach DIN 18180/DIN EN 520,  $\rho \geq 800$  kg/m<sup>3</sup>, mechanisch verbunden

OSB Verlegespanplatte aus gerichteten Holzspänen nach DIN EN 300, mechanisch verbunden

CW + MW C-Wandprofil mit einer Blechdicke von 0,6 mm nach DIN EN 14195 + 60 mm Mineralfaserdämmstoff

L + MW Lattung vertikal, auf dem Ständer montiert, e = 0,625 m + 40 mm Mineralfaserdämmstoff



## Anhang B

### Beispielraum 2.OG Schlafzimmer zu 1.OG Wohnraum

#### Aufbau Trenndecke:

- 60 – 70 mm Calciumsulfat-Estrich  
 $m' = 140 - 150 \text{ kg/m}^2$
- Klettsystem für Fußbodenheizung
- 40 mm Mineralfaser-Trittschalldämmung  
 $s' \leq 7 \text{ MN/m}^3$
- OSB 22 mm  $m \approx 13 \text{ kg/m}^2$
- Gefach 10/22  $e = 62,5 \text{ cm}$   
 mit Steinwolle 200 mm  $\rho = 34 \text{ kg/m}^3$
- Optimierte Abhängesystem  $f_0 \leq 20 \text{ Hz}$
- 18 mm GKF-Platten  $m' = 15 \text{ kg/m}^2$
- 18 mm Hartgipsplatte  $m' \approx 18 \text{ kg/m}^2$

#### $L_{nw} \leq 37 \text{ dB}$

Dieser Wert stammt aus [1] Tabelle 25 Zeile 17.

Die bei dem gemessenen Objekt verwendete Decke dürfte wegen der dickeren Beplankung und weicheren Estrichdämmung um bis zu

2 dB günstiger liegen. Auf der sicheren Seite liegend sollte mit dem Laborwert von 37 dB gerechnet werden.

#### Geometriedaten:

$S_i$	=	33,4 m <sup>2</sup>
$\ell_{Df1}$	=	7,27 m
$\ell_{Df2}$	=	4,60 m
$\ell_{Df3}$	=	4,33 m
$\ell_{Df4}$	=	4,60 m

Die Metallständerwand im Grundrissteilbereich bleibt unberücksichtigt, da diese unter der Gipskarton Decke verläuft.

#### Flankenbauteile:

Der Aufbau der nachfolgend beschriebenen Flanken ist oben und unten gleich.

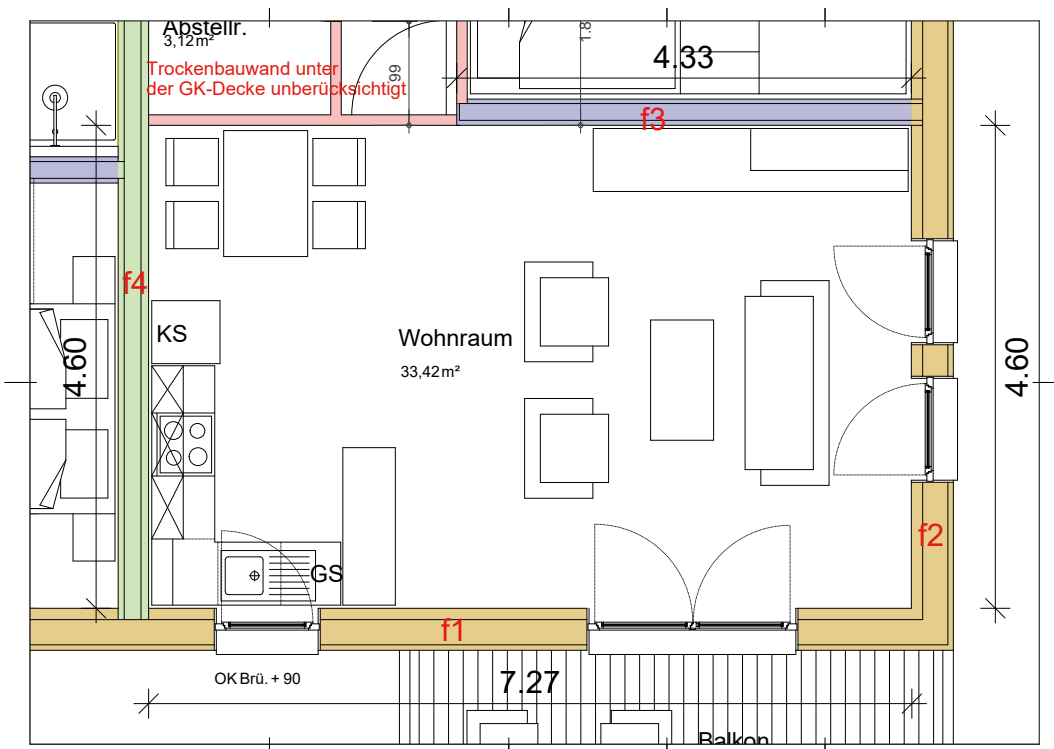


Abbildung 3:

Grundriss des Raumes für die Baumeßung zum Beispiel

**Aufbau f1**

- Außenwand
- Putz 10 mm
- 60 mm WDVS Volamit
- 15 mm Hartgipsplatte
- 240 mm Gefach  $e = 62,5 \text{ cm}$   
mit Steinwolldämmung  $\rho = 34 \text{ kg/m}^3$
- 15 mm OSB  $m' = 9 \text{ kg/m}^2$
- Senkrechte Installationsebene 60 mm  
mit Steinwollfüllung  $\rho = 34 \text{ kg/m}^3$
- 2 x 12,5 mm Hartgipsplatte  $m' \geq 2 \times 12 \text{ kg/m}^2$

**Aufbau f2**

Außenwand wie f1

**Aufbau f3**

- 18 mm Hartgipsplatte  $m' \geq 18 \text{ kg/m}^2$
- 18 mm Hartgipsplatte  $m' \geq 18 \text{ kg/m}^2$
- 15 mm OSB Platte  $m' = 9 \text{ kg/m}^2$
- 160 mm Gefach  $e = 62,5 \text{ cm}$   
mit Steinwolldämmung  $\rho = 34 \text{ kg/m}^3$
- 18 mm Hartgipsplatte  $m' \geq 18 \text{ kg/m}^2$
- 18 mm Hartgipsplatte  $m' \geq 18 \text{ kg/m}^2$

**Aufbau f4****Wohnungstrennwand**

- 12,5 mm Hartgipsplatte  $m' \geq 12 \text{ kg/m}^2$
- 12,5 mm Hartgipsplatte  $m' \geq 12 \text{ kg/m}^2$
- 15 mm OSB-Platte  $m' = 9 \text{ kg/m}^2$
- 160 mm Gefach  $e = 62,5 \text{ cm}$   
mit Steinwollgedämmung  $\rho = 34 \text{ kg/m}^3$
- Freistehende Vorsatzschale  
mit CW Profil 75 mm (Abstand 5mm)
- 12,5 mm Hartgipsplatte  $m' \geq 12 \text{ kg/m}^2$
- 12,5 mm Hartgipsplatte  $m' \geq 12 \text{ kg/m}^2$

**Baumessung**

$$L'_{n,w} = 37,0 \text{ dB}$$

**Prognose im bisherigen Verfahren  
nach DIN 4109-2 [6] gemäß Abschnitt 2**

Hierfür ist zunächst der Deckentyp zu qualifizieren:

- 2-lagige Unterdecke am  
entkoppelten Abhängesystem
- Zementestrich auf  
Mineralfaser-Trittschalldämmung

Im zweiten Schritt ist die ungünstigste Flanke zu suchen.

Dies wäre die Flanke 3 Holzwerkstoffplatte mit 2-Lagen-GKF-Platte. Darstellbar ist nur die Holzwerkstoffplatte mit einer Lage Gipsbeplankung. Daraus ergeben sich gemeinsam mit der gewählten Decke gemäß [6] Tabelle 3 und Tabelle 4 folgende Werte:

$$L_{n,w} = 37 \text{ dB}$$

$$K_1 = 6 \text{ dB ([6], Tabelle 3 Zeile 1)}$$

$$K_2 = 2 \text{ dB ([6], Tabelle 4, } L_{n,Dff,w} = 40 \text{ dB)}$$

$$L'_{n,w} = 45 \text{ dB}$$

Der Prognoseaufschlag von  $u_{\text{prog}} = 3 \text{ dB}$  ist noch zu berücksichtigen.

### Berechnung im differenzierten Verfahren nach Abschnitt 3 Methode 1

#### Trennbauteil

$$L_{n,w} = L_{n,d,w} = 37 \text{ dB}$$

#### Flanke 1

Senkrechte Installationsebene

$$\ell_{D1} = 7,27 \text{ m}$$

$$\Delta R_{j,w} = 3 \text{ dB (Tabelle 1 Zeile 4)}$$

$$\Delta R_{ij,w} \approx 4,5 \text{ dB (Tabelle 1 Zeile 4 x 1,5)}$$

$$K_1 = 6 \text{ dB (Tabelle 3 Zeile 1 Spalte 2)}$$

$$L_{n,DFf,\ell ab,w} = 40 \text{ dB (Tabelle 4 Zeile 2)}$$

Berechnung des Pfades Df nach Gleichung (4)

$$\begin{aligned} L_{n,Df,\ell ab,w} &= 10 \log \left[ 10^{\left[ \frac{L_{n,d,w} + K_1}{10} \right]} - 10^{\left[ \frac{L_{n,d,w}}{10} \right]} \right] \\ &= 10 \log \left[ 10^{\left[ \frac{37 \text{ dB} + 6 \text{ dB}}{10} \right]} - 10^{\left[ \frac{37 \text{ dB}}{10} \right]} \right] = 41,7 \text{ dB} \end{aligned}$$

Nach Gleichung (5)

$$\begin{aligned} L_{n,Df,w} &= L_{n,Df,\ell ab,w} - \Delta R_{j,w} - \Delta K_{ij} - 10 \log \left( \frac{S_i}{\ell_0 \ell_{ij}} \right) \\ &= 41,7 \text{ dB} - 3 \text{ dB} - 0 \text{ dB} - 10 \log \left( \frac{33,4 \text{ m}^2}{1,0 \text{ m} \cdot 7,27 \text{ m}} \right) = 32,1 \text{ dB} \end{aligned}$$

Berechnung des Pfades Dff nach Gleichung (6)

$$\begin{aligned}
 L_{n, Dff, w} &= L_{n, Dff, \ell_{ab, w}} - \Delta R_{ij, w} - \Delta K_{ij} - 10 \log \left( \frac{S_i}{\ell_0 \ell_{ij}} \right) \\
 &= 40 \text{ dB} - 1,5 \times 3 \text{ dB} - 0 \text{ dB} - 10 \log \left( \frac{33,4 \text{ m}^2}{1,0 \text{ m} \cdot 7,27 \text{ m}} \right) = 28,9 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Zusammenfassen der beiden Pfade nach Gleichung (3)

$$\begin{aligned}
 L_{n, ij, w} &= 10 \log \left( 10^{\left[ \frac{L_{n, Df, w}}{10} \right]} + 10^{\left[ \frac{L_{n, Dff, w}}{10} \right]} \right) \\
 &= 10 \log \left( 10^{\left[ \frac{32,1 \text{ dB}}{10} \right]} + 10^{\left[ \frac{28,9 \text{ dB}}{10} \right]} \right) = 33,8 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

$$L_{n, Df1, w} = 33,8 \text{ dB}$$

## Flanke 2

Senkrechte Installationsebene

$$\ell_{D2} = 4,60 \text{ m}$$

$$\Delta R_{j, w} = 3 \text{ dB (Tabelle 1 Zeile 4)}$$

$$\Delta R_{ij, w} \approx 4,5 \text{ dB (Tabelle 1 Zeile 4 x 1,5)}$$

$$K_1 = 6 \text{ dB (Tabelle 3 Zeile 1)}$$

$$L_{n, Dff, \ell_{ab, w}} = 40 \text{ dB (Tabelle 4 Zeile 2)}$$

$$L_{n, DF, w} = 30,1 \text{ dB}$$

$$L_{n, Dff, w} = 26,9 \text{ dB}$$

$$L_{n, Df2, w} = 31,8 \text{ dB}$$

### Flanke 3

2-lagig 18 mm beplankte Wand

$$\ell_{D3} = 4,33 \text{ m}$$

$$\Delta R_{j,w} = 2 \text{ dB (Tabelle 5 Zeile 2)}$$

$$\Delta R_{ij,w} = 3 \text{ dB (Tabelle 5 Zeile 2)}$$

$$K_1 = 6 \text{ dB (Tabelle 3 Zeile 1)}$$

$$L_{n,DFf,\ell ab,w} = 40 \text{ dB (Tabelle 4 Zeile 2)}$$

$$L_{n,Df,w} = 30,9 \text{ dB}$$

$$L_{n,DFf,w} = 28,1 \text{ dB}$$

$$\mathbf{L_{n,Df3,w} = 32,7 \text{ dB}}$$

### Flanke 4

Freistehende Vorsatzschale 2-lagig beplankt

$$\ell_{F4} = 4,60 \text{ m}$$

$$\Delta R_{j,w} = 5 \text{ dB (Tabelle 1 Zeile 6)}$$

$$\Delta R_{ij,w} \approx 7,5 \text{ dB (Tabelle 1 Zeile 6 x 1,5)}$$

$$K_1 = 6 \text{ dB (Tabelle 3 Zeile 1)}$$

$$L_{n,DFf,\ell ab,w} = 40 \text{ dB (Tabelle 4 Zeile 2)}$$

$$L_{n,DF,w} = 28,1 \text{ dB}$$

$$L_{n,DFf,w} = 23,9 \text{ dB}$$

$$\mathbf{L_{n,Df4,w} = 29,5 \text{ dB}}$$

Zusammenfassen der einzelnen Übertragungswege nach Gleichung (9)

$$L'_{n,w} = 10 \log \left[ 10^{\left[ \frac{L_{n,d,w}}{10} \right]} + \sum_{j=1}^n 10^{\left[ \frac{L_{n,ij,w}}{10} \right]} \right]$$

$$= 10 \log \left[ 10^{\left[ \frac{37 \text{ dB}}{10} \right]} + 10^{\left[ \frac{33,8 \text{ dB}}{10} \right]} + 10^{\left[ \frac{31,8 \text{ dB}}{10} \right]} + 10^{\left[ \frac{32,7 \text{ dB}}{10} \right]} + 10^{\left[ \frac{29,5 \text{ dB}}{10} \right]} \right] = 40,7 \text{ dB}$$

**L'\_{n,w} = 40,7 dB**

Der Prognoseaufschlag von  $u_{\text{prog}} = 3 \text{ dB}$  ist noch zu berücksichtigen.

**Vergleich:**

Normverfahren nach DIN 4109-2 [6]

**L'\_{n,w} = 45 dB**

Differenziertes Verfahren nach Abschnitt 3:

**L'\_{n,w} = 40,7 dB**

**Abweichung: 4,3 dB**

Baumessung

**L'\_{n,w} = 37,0 dB**

Die Abweichung der Baumessung zur differenzierten Prognose liegt an der höheren Güte der Wohnungstrenndecke auf der Baustelle. Hier wurde ein schwererer Estrich als im Labor verwendet. Außerdem wurden für die Unterdecke 1 x 18 mm GKF und 1 x 18 mm Hartgipsplatte anstatt 2 x 12,5 mm GKF eingebaut.

Dies führt zur einer Verbesserung von ca. 2 dB beim  $L_{n,w}$ .

Weiterhin wurden an den Flanken keine GK oder GKF-Platten verwendet, sondern ausnahmslos schwerere Hartgipsplatten. Durch diese Masseerhöhungen lässt sich die Abweichung zwischen differenzierten Verfahren und Baumessung höchstwahrscheinlich erklären.

## Beispiel mit Methode 2

### Beispielraum 2.OG Schlafzimmer zu 1.OG Wohnraum

Es soll die geometrisch gleiche Raumsituation wie im vorangegangenen Beispiel, jedoch mit einer Massivholzdecke, berechnet werden.

#### Aufbau Trenndecke:

- 50 mm mineralisch gebundener Estrich  
 $m' = 120 \text{ kg/m}^2$
- 40 mm Mineralfaser-Trittschalldämmung  
 $s' \leq 7 \text{ MN/m}^3$
- Elastische gebundene Splittschüttung  
 $m' = 90 \text{ kg/m}^2$
- Massivholzdecke  $d_{\min} = 120 \text{ mm}$

$$L_{nw} = 40 \text{ dB}$$

[1] Tabelle 26 Zeile 3

Die Trenndecke soll als von unten sichtbare Massivholzdecke ausgeführt werden.

#### Geometriedaten:

$$S_i = 33,4 \text{ m}^2$$

$$l_{D1} = 7,27 \text{ m}$$

$$l_{D2} = 4,60 \text{ m}$$

$$l_{D3} = 4,33 \text{ m}$$

$$l_{F4} = 4,60 \text{ m}$$

Die Metallständerwand in einem Teilbereich des Grundrisses bleibt auch hier unberücksichtigt.

#### Flankenbauteile:

Der Aufbau der nachfolgend beschriebenen Flanken ist oben und unten gleich.

#### Aufbau f1

- Außenwand
- Putz 10 mm
- 60 mm WDVS Volamit
- 15 mm Hartgipsplatte
- 240 mm Gefach  $e = 62,5 \text{ cm}$   
mit Steinwolldämmung  $\rho = 34 \text{ kg/m}^3$
- 15 mm OSB  $m' = 9 \text{ kg/m}^2$
- Senkrechte Installationsebene 60 mm  
mit Steinwollfüllung  $\rho = 34 \text{ kg/m}^3$
- 12,5 mm Hartgipsplatte  $m' \geq 12 \text{ kg/m}^2$

#### Aufbau f2

Außenwand wie f1

#### Aufbau f3

- 18 mm Hartgipsplatte  $m' \geq 18 \text{ kg/m}^2$
- 18 mm Hartgipsplatte  $m' \geq 18 \text{ kg/m}^2$
- 15 mm OSB-Platte  $m' = 9 \text{ kg/m}^2$
- 160 mm Gefach  $e = 62,5 \text{ cm}$   
mit Steinwolldämmung  $\rho = 34 \text{ kg/m}^3$
- 18 mm Hartgipsplatte  $m' \geq 18 \text{ kg/m}^2$
- 18 mm Hartgipsplatte  $m' \geq 18 \text{ kg/m}^2$

#### Aufbau f4

##### Wohnungstrennwand

- 12,5 mm Hartgipsplatte  $m' \geq 12 \text{ kg/m}^2$
- 12,5 mm Hartgipsplatte  $m' \geq 12 \text{ kg/m}^2$
- 15 mm OSB-Platte  $m' = 9 \text{ kg/m}^2$
- 160 mm Gefach  $e = 62,5 \text{ cm}$   
mit Steinwollfüllung  $\rho = 34 \text{ kg/m}^3$
- Freistehende Vorsatzschale  
mit CW Profil 75 mm
- 12,5 mm Hartgipsplatte  $m' \geq 12 \text{ kg/m}^2$
- 12,5 mm Hartgipsplatte  $m' \geq 12 \text{ kg/m}^2$

**Prognose im bisherigen Verfahren  
nach DIN 4109-2 [6] gemäß Abschnitt 2**

Hierfür ist zunächst der Deckentyp zu qualifizieren:

- sichtbare Massivholzoberfläche
- Zementestrich auf Mineralfaser  
Trittschalldämmung

Im zweiten Schritt ist die ungünstigste Flanke zu suchen. Dies wäre Flanke 3: Holzwerkstoffplatte mit 2-Lagen GKF-Platte. Darstellbar ist nur die Holzwerkstoffplatte mit einer Lage

Gipsbeplankung. Daraus ergeben sich gemeinsam mit der gewählten Decke gemäß [6] Tabelle 3 und Tabelle 4 folgende Werte:

$$L_{n,w} = 40 \text{ dB}$$

$$K_1 = 1 \text{ dB (Tabelle 3 Zeile 1 Spalte 6)}$$

$$K_2 = 3 \text{ dB (Tabelle 4 Zeile 2, } L_{n,w} + K_1 = 41 \text{ dB)}$$

$$\mathbf{L'_{n,w} = 44 \text{ dB}}$$

Der Prognoseaufschlag von  $u_{\text{prog}} = 3 \text{ dB}$  ist noch zu berücksichtigen.

**Berechnung im differenzierten Verfahren:**

$$L_{n,d,w} = L_{n,w} = 40 \text{ dB}$$

**Flanke 1**

Berechnung erfolgt mit Daten aus Tabelle 5 mit Gleichung (8)

$$L_{n,f,ij,\ell ab,w} = 38 \text{ dB (Daten aus [3])}$$

$$\begin{aligned} L_{n,ij,w} &= L_{n,f,ij,\ell ab,w} - 10 \log \left( \frac{S_i}{\ell_0 \ell_{ij}} \right) \\ &= 38 \text{ dB} - 10 \log \left( \frac{33,4 \text{ m}^2}{1,0 \text{ m} \cdot 7,27 \text{ m}} \right) = 31,4 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\mathbf{L_{n,Df1,w} = 31,4 \text{ dB}}$$

**Flanke 2:**

$$L_{n,f,ij,\ell ab,w} = 38 \text{ dB (Daten aus [3])}$$

$$\mathbf{L_{n,Df2,w} = 29,4 \text{ dB}}$$

**Flanke 3:**

$$L_{n,f,ij,\ell ab,w} = 37 \text{ dB (Daten aus [3])}$$

$$\mathbf{L_{n,Df3,w} = 28,1 \text{ dB}}$$

**Flanke 4:**

$$L_{n,f,ij,\ell ab,w} = 38 \text{ dB (Daten aus [3])}$$

$$\mathbf{L_{n,Df4,w} = 29,4 \text{ dB}}$$



Zusammenfassen der einzelnen Übertragungswege nach Gleichung (9)

$$L'_{n,w} = 10 \log \left[ 10^{\left[ \frac{L_{n,d,w}}{10} \right]} + \sum_{j=1}^n 10^{\left[ \frac{L_{n,j,w}}{10} \right]} \right]$$

$$= 10 \log \left[ 10^{\left[ \frac{40 \text{ dB}}{10} \right]} + 10^{\left[ \frac{31,4 \text{ dB}}{10} \right]} + 10^{\left[ \frac{29,4 \text{ dB}}{10} \right]} + 10^{\left[ \frac{28,1 \text{ dB}}{10} \right]} + 10^{\left[ \frac{29,4 \text{ dB}}{10} \right]} \right] = 41,4 \text{ dB}$$

**L'\_{n,w} = 41,4 dB**

Der Prognoseaufschlag von  $u_{\text{prog}} = 3 \text{ dB}$  ist noch zu berücksichtigen.

**Vergleich:**

Normverfahren nach DIN 4109-2 [6]

**L'\_{n,w} = 44 dB**

Differenziertes Verfahren nach Abschnitt 3:

**L'\_{n,w} = 41,4 dB**

**Abweichung: 2,6 dB**

## Anhang C

In Tabelle 6 ist der Vergleich von 35 Baumesungen gegenüber den im Labor gemessenen Decken aus [7] dargestellt.

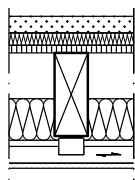
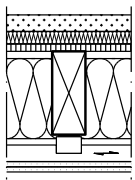
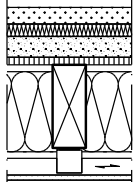
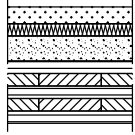
Ergänzend wird die Prognose von  $L'_{n,w}$  nach dem Verfahren in DIN 4109-2 [6] gezeigt. Es wird deutlich, dass bei 4 gleichen Flanken das Ergebnis sehr gut mit der Prognose übereinstimmt. Sobald jedoch mindestens 2 Flanken mit Verbesserungsmaßnahmen versehen werden, liegt die Baumesung deutlich günstiger als die Prognose. Außerdem zeigt sich, dass der Aufschlag von 3 dB für den Sicherheitsbeiwert in den meisten Fällen zu hoch ist. Die deutlich günstigeren Werte bei mindestens zwei verbesserten Flanken sprechen für das in Abschnitt 3 vorgestellte Verfahren.

Mit den Ergebnissen aus Tabelle 6 kann für Massivholzdecken die differenzierte Betrachtung der Flankenübertragung ein wichtiger Schritt zu einer sicheren Prognose sein. Auch die häufig eingesetzten elastischen Zwischenlagen können hier Berücksichtigung finden.

Besonders zu beachten ist darüber hinaus, dass offensichtlich der Wert  $L_{n,w} + C_{1,50-2500}$  keinen signifikant großen Unterschied zum Wert  $L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$  aufweist. Das ist ein erster Indikator dafür, dass die Flanken bei der tieffrequenten Übertragung des Trittschalls eine erwartungsgemäß untergeordnete Rolle spielen. Somit zeigt sich, dass der in [1] vorgeschlagene Bemessungsansatz mit  $L_{n,w} + C_{1,50-2500}$  in den Stufen BASIS+ und KOMFORT auch ohne die Flanken zu berücksichtigen seine Berechtigung besitzt. Es besteht allerdings noch Forschungsbedarf zur tieffrequenten Übertragung des Trittschalls.

**Tabelle 6**

Vergleich von Baumessungen gegenüber den Decken aus dem Labor und den Prognosewerten nach [6]. Daten aus [7].

Decke		$L_{n,w}$ ( $c_{1,50-2500}$ ) Labor ohne Flanken	$L'_{n,w}$ ( $c_{1,50-2500}$ ) Baumessung	Flankenausbildung	$L'_{n,w}$ ( $L'_{n,w} + U_{prog}$ ) Prognose nach [6] <sup>3</sup>
ZE HBD GK		46 dB (7) (Aufbau akustisch vergleichbar mit [1] Tab. 25 Zeile 9)	<b>50 dB</b> (4) (8 Messungen / $\sigma = 1,2$ )	Holzwerkstoffplatte und GK-Beplankung	<b>50 dB</b> (53 dB)
			<b>47 dB</b> (6) (4 Messungen / $\sigma = 0,8$ )	Mindestens 2 Flanken mit Vorsatzschalen	
ZE HBD 2 x GK		40 dB (11) (Aufbau akustisch vergleichbar mit [1] Tab. 25 Zeile 12)	<b>47 dB</b> (3) (3 Messungen / $\sigma = 1,2$ )	Holzwerkstoffplatte und GK-Beplankung	<b>47 dB</b> (50 dB)
			<b>44 dB</b> (6) (8 Messungen / $\sigma = 1,2$ )	Mindestens 2 Flanken mit Vorsatzschalen	
ZE BE HBD 2 x GK		32 dB (14) (Aufbau akustisch vergleichbar mit [1] Tab. 25 Zeile 15)	<b>42 dB</b> <sup>4</sup> (7) (2 Messungen / $\sigma = 1,4$ )	Holzwerkstoffplatte und GK-Beplankung	<b>42 dB</b> <sup>5</sup> (45 dB)
			<b>39 dB</b> <sup>4</sup> (10) (3 Messungen / $\sigma = 2,3$ )	Mindestens 2 Flanken mit Vorsatzschalen	
ZE BE MHD		40 dB (9) (Aufbau akustisch vergleichbar mit [1] Tab. 26 Zeile 6)	<b>47 dB</b> (3) (2 Messungen / $\sigma = 2,8$ )	Holzwerkstoffplatte und GK-Beplankung	<b>44 dB</b> (47 dB)
			<b>45 dB</b> (4) (5 Messungen / $\sigma = 0,9$ )	Flanke durch Elastomer oder Vorsatzschale verbessert	

- ZE = Zementestrich
- HBD = Holzbalkendecke
- MHD = Massivholzdecke
- BE = Beschwerung
- GK = Gipskartonbeplankung

<sup>3</sup> Gerechnet mit  $K_1$  für Holztafelbauwand mit Holzwerkstoffplatte und GK-Beplankungen Zeile 1 Tabelle 3

<sup>4</sup> Am Bau mit Mineralfaser-Trittschallplatte gemessen anstatt mit Holzfasertrittschalldämmplatte wie im Labor

<sup>5</sup> Prognose mit Zementestrich auf Holzfasertrittschalldämmplatte statt Mineralfaser

$\sigma$  = Standardabweichung (Maß für die Schwankung um den angegebenen Mittelwert)



Deutscher  
Holzfertigbau-  
Verband e.V.



**HOLZBAU  
DEUTSCHLAND  
INSTITUT**

Holzbau Deutschland-Institut e.V.

Kronenstraße 55-58

D-10117 Berlin

Tel. +49 (0) 30 20314 533

Fax +49 (0) 30 20314 566

[www.institut-holzbau.de](http://www.institut-holzbau.de)

Technische Anfragen an:

Fachberatung Holzbau

Telefon: (030) 57 70 19 95

Montag bis Freitag von 9 bis 16 Uhr

Dieser Service ist kostenfrei.

[fachberatung@informationsdienst-holz.de](mailto:fachberatung@informationsdienst-holz.de)

[www.informationsdienst-holz.de](http://www.informationsdienst-holz.de)

Ein Angebot des

Holzbau Deutschland-Institut e.V.

in Kooperation mit dem

Informationsverein Holz e.V.