

# Schall.Holz.Bau

## Kooperationsprojekt

Bauakustische Optimierung  
von Holzbau-Außenwänden

## Kooperationsprojekt „Schall.Holz.Bau“

Das Kooperationsprojekt „Schall.Holz.Bau“ fokussierte die Bauakustik von Außenwänden im Holzbau. Durch die intensive Zusammenarbeit und den Know-how-Austausch aller Projektpartner konnten relevante „Stellschrauben“ für die bauakustische Verbesserung gewählter Konstruktionen identifiziert werden. Die vorliegende Publikation fasst die wesentlichen Erkenntnisse zusammen.

Projektlaufzeit: 01/2016 - 01/2018

Förderung: Dieses Projekt wurde mit Mitteln des NÖ Wirtschafts- und Tourismusfonds gefördert.

## Initiatoren

---



TGM Versuchsanstalt,  
Fachbereich Akustik und Bauphysik

---



Unternehmensberatung und Sachverständigenbüro  
Rudolf Exel

---



ecoplus Bau.Energie.Umwelt Cluster Niederösterreich

---

## Partner

---



Fritz Egger GmbH & CO OG

---



ELK Fertighaus GmbH

---



Ing. Graf Zimmerei u. Holzbau GmbH

---



HARTL HAUS Holzindustrie GmbH

---

## Partner

---



Holzforschung Austria

---



Stauss-Perlite GmbH

---



Stora Enso Wood Products GmbH

---

## Unterstützer

---



Vinzenz Harrer GmbH

---



Naporo Klima Dämmstoff GmbH

---



Wolf Bavaria GmbH

---

## Impressum

---

Herausgeber: Bau.Energie.Umwelt Cluster Niederösterreich  
ecoplus. Niederösterreichs Wirtschaftsagentur GmbH  
3100 Sankt Pölten, Niederösterreich-Ring 2

Auflage: 1. Auflage 2019

AutorInnen: Rudolf Exel, Mag. Herbert Müllner, DI Dr. Maximilian Neusser, DI Michaela Smertnig

Bildquellen: ecoplus

Haftungsausschluss: Sämtliche Inhalte wurden mit größtmöglicher Sorgfalt zusammengestellt, erfolgen jedoch ohne Gewähr. Es wird keine Haftung hinsichtlich Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Informationen (einschließlich des Verweises auf andere Quellen) übernommen. Der Verfasser schließt jegliche Haftung aus.

Copyright: Sämtliche Inhalte, Fotos, Texte und Graphiken sind urheberrechtlich geschützt. Sämtliche Inhalte dürfen unter Angabe der Quelle kopiert, vervielfältigt und veröffentlicht werden.



# Inhalt

1. Ausgangslage	7
2. Zielsetzung	8
3. Grundlagen	8
4. Projektumsetzung	9
5. Ergebnisse	10
5.1 Einfluss konstruktiver Elemente	10
5.1.1 Einfluss konstruktiver Elemente: Befestigungsmittel	10
5.1.2 Einfluss konstruktiver Elemente: Tragkonstruktion	12
5.1.3 Einfluss konstruktiver Elemente: asymmetrisch geteiltes Ständerwerk	13
5.1.4 Einfluss konstruktiver Elemente: Achsabstand der Tragkonstruktion	14
5.2 Einfluss der Beplankung von Holzriegelkonstruktionen	15
5.2.1 Einfluss der Beplankung: Alternative Aufbausichten	15
5.2.2 Einfluss der Beplankung: Ergänzende Aufbausichten	16
5.2.3 Einfluss der Beplankung: Installationsebenen	17
5.3 Einfluss von Wärmedämmverbundsystemen	18
5.3.1 Einfluss von Wärmedämmverbundsystemen: Dämmstoffart	18
5.3.2 Einfluss von Wärmedämmverbundsystemen: Dübel-Anzahl	19
5.3.3 Einfluss von Wärmedämmverbundsystemen: Verklebungsfläche	20
5.4 Optimierte Wandaufbauten	21
6. Fazit und Ausblick	22





Kooperationspartner von „Schall.Holz.Bau“



Projektworkshop, Schallprüfstand



Schallprüfstand

# 1. Ausgangslage

**Der Einsatz von Holz in verschiedensten Gebäudekonzepten wird zunehmend attraktiver. Er ermöglicht eine rasche, individuelle und ressourcenschonende Bauweise für den Wohn-, Büro- und Industriebau. Mit der baurechtlichen Ausweitung der Einsatzmöglichkeiten des Holzbaues gehen weitere Fragestellungen einher.**

**Insbesondere um Parameter des Nutzerwohlbefindens entwickelt sich derzeit ein Qualitäts-Wettbewerb um das angenehmste „Raumklima“ zwischen Konstruktionen und Materialien. Die Partner analysierten und optimierten im Projekt „Schall.Holz.Bau“ gemeinsam gängige Außenwand-Konstruktionen im Holzbau auf ihre bauakustischen Eigenschaften und quantifizierten diese in Testreihen in der Versuchsanstalt TGM, Fachbereich Akustik und Bauphysik und dem AkustikCenter Austria.**

Das „akustische Wohlbefinden“ von NutzerInnen eines Raumes wird von verschiedenen Einflüssen stimuliert. In der raumakustischen Betrachtung und Planung wird unter anderem die „Nachhallzeit“ als baurechtlich relevante Größe zur Beurteilung der Nutzbarkeit von Räumen herangezogen. Für die bauakustische Planung werden die Leistungsnachweise der Schalldämmung von Wänden in Abhängigkeit vom zu erwartenden Außenschallpegel gefordert.

## Die „Stellschrauben“ für bauakustische Optimierung

Das Projekt „Schall.Holz.Bau“ fokussiert die bauakustischen Potentiale des Holzbaues. Aus der Erfahrung von „in situ“-Messungen und aus den Erkenntnissen von Vorprojekten (z.B. Kooperationsprojekt „Bauanschluss“) wurden Indizien für Verbesserungspotentiale festgehalten (die „Stellschrauben“ für eine bauakustische Verbesserung der Konstruktion). Diese waren Ausgangspunkt für die Konstruktionsoptimierungen im vorliegenden Projekt.

Wesentliche Einflussfaktoren sind:

- Konstruktion & Material
- Verarbeitungstechnik
- Prozesssicherheit & Wiederholbarkeit

## Auralisation = Präsentation der akustischen Performance

In der Planungsphase sind die Unterschiede der Schalldämmung von verschiedenen Konstruktionsvarianten schwer erklärbar. „Schall.Holz.Bau“ widmete sich auch dieser Thematik: Bauakustik wahrnehmbar zu machen und damit dem Planenden, dem Auftraggebenden und/oder dem/der späteren Nutzer/in verständlich zu präsentieren um die Kaufentscheidung bestmöglich mit Fakten zu unterstützen. Dieses „Hörbar-Machen“ wird Auralisation genannt.

Problematisch ist dabei die heute geforderte Praxis mittels der Deklaration „ $R_w (C; C_{tr})$ “ den Einfluss der Schalldämmung darzustellen, da diese Form der Darstellung den Anforderungen an die Behaglichkeit und das Ruhebedürfnis während der Erholungsphase des/der Nutzers/in nur bedingt genügt. Aus diesem Grund wurden im Projekt die für die niedrigeren Frequenzbereiche aussagekräftigeren Spektren-Nachweise „ $R_w (C_{50-5000}; C_{tr,50-5000})$ “ erhoben (erweiterter Frequenzbereich).

## 2. Zielsetzung

Im Fokus stand die Bauakustik von Außenwänden im Holzbau.

Ziele des Projektes waren dabei:

- die Einflussfaktoren hinsichtlich „Verarbeitung“ und „Konstruktion“ erheben
- Schalldämmeigenschaften von Außenwand-Konstruktionen verbessern auf Basis vorhandener Messergebnisse und Vorprojekt-Erfahrungen
- Konstruktionsdetails optimieren bzw. neue Wandaufbauten entwickeln
- Ansätze zum Hörbar-Machen (Auralisation) der erwartbaren akustischen Unterschiede entwickeln
- Qualifizieren und Sensibilisieren der Projektpartner hinsichtlich der bauakustischen „Stellschrauben“

”



*Holzbauwerke bieten der Nutzerin, dem Nutzer ein besonderes Lebensgefühl und stellen zudem eine attraktive Methode nachhaltigen Bauens dar. Die Zielsetzung des Projektes „Schall.Holz.Bau“ war es, die Wirkmechanismen der akustischen Außeneinflüsse zu analysieren und Handlungsanleitungen zum gesicherten Nachbau der festgestellten Verbesserungen zu entwickeln. Diese Ziele wurden mit den Projekt-Erkenntnissen erreicht und die Erwartungen der teilnehmenden Unternehmen übertroffen. Diese Broschüre informiert über die wesentlichen Ergebnisse.*

Rudolf Exel | Unternehmensberatung

“

## 3. Grundlagen

Ausgangspunkt der Analyse stellen die baurechtlich verbindlichen Anforderungen an Außenwände dar. Diese sind in der OIB-Richtlinie 5 „Schallschutz“ geregelt und definieren in Abhängigkeit zum Außen-Schallpegel die Mindestanforderungen an die Schalldämmung von Wänden.

Die Nachweise zur Beurteilung sind mittels Messungen nach ÖNORM EN ISO 717-1 durchzuführen. Die Berechnung des „ $R'_{res,w}$ “ hat unter Berücksichtigung aller Einbauteile (Fenster, Türen, Bauanschlüsse etc.) zu erfolgen.

Die Themenfelder „Fenster, Türen“ sowie „Bauanschluss“ mit ihren spezifischen Einflüssen wie Kopplungen, unterschiedliche Flächenanteile u.ä. wurden im Kooperationsprojekt „Fenster.Türen 2.0“ betrachtet (siehe S. 23). Für die Bewertung des Einflusses des Bauanschlusses auf das Schalldämmverhalten der gesamten Außenwand wurden die Erkenntnisse aus dem Kooperationsprojekt „Bauanschluss“ herangezogen.

Das vorliegende Projekt konzentrierte sich daher auf die von Fenster- oder Türeinbauten unbeeinflusste Holzbauwand und fokussierte die Optimierung der Wandaufbauten.



## 4. Projektumsetzung

1. Bestehende Außenwand-Konstruktionen im Holzbau wurden im Konsortium analysiert und mögliche **Verbesserungspotentiale festgestellt**.
2. Gemeinsam entwickelten die Partner daraufhin bauakustisch optimierte Außenwand-Konstruktionen. Mithilfe von Bauteil-Kleinversuchen konnten die einzelnen Einflussfaktoren analysiert und beurteilbar gemacht werden um die **Effekte der verschiedenen Optimierungs-Maßnahmen** abgrenzen zu können. So wurde eine Prioritäten-Reihung von Verbesserungen erstellt.
3. Mit den gewonnenen Erkenntnissen entwickelte das Konsortium bauakustisch optimierte Wandaufbauten für Großversuche. Dabei konnte das bauakustische Verhalten **kumulativ eingesetzter Maßnahmen** erhoben werden um dadurch induzierte negative, bisher nicht planbare Effekte auszuschließen.
4. Infolgedessen erfolgte ein Screening notwendiger **fertigungstechnisch bedingter Adaptionen**, aus dem Vorschläge für den Herstellprozess einer Holz-Außenwand entwickelt wurden. Diese Vorschläge sollen den Projektpartnern dazu dienen die Wiederholbarkeit der Messergebnisse in der Regelfertigung zu ermöglichen.
5. Für die im Projekt untersuchten Konstruktionen wurde prototypisch eine **Auralisation** erarbeitet und präsentiert. Ziel war das Hörbar-Machen der bauakustischen Verbesserungen für die Präsentation vor KundenInnen.

Die erhobenen Erkenntnisse können in weiterer Folge mit Hilfe von Prognosetools FachplanerInnen und KundInnen zur Verfügung gestellt werden. Ein solches Tool zur Bildung des baurechtlich geforderten Wertes „ $R'_{res,w}$ “ wurde bereits im Auftrag der TGM Versuchsanstalt, Fachbereich Akustik und Bauphysik entwickelt und wird auf [www.acom-research.eu](http://www.acom-research.eu) bereitgestellt.

”



*Ich bin gerne Partner in Cluster-Projekten, weil hier für niederösterreichische Unternehmen die Möglichkeit geschaffen wird, sich in sinnvollen output-orientierten, oftmals branchenübergreifenden Kooperationen weiter zu entwickeln. Der Cluster schafft es, den Teilnehmerinnen und Teilnehmern den Großteil der Verwaltungsarbeit abzunehmen um den Kopf frei für das Innovationsprojekt zu haben. Da die Cluster-Projekte, wie auch Schall.Holz.Bau, auf Techniker- und Geschäftsführer-Ebene ansetzen, kommt es zu sehr konstruktiven Entwicklungen auch unter Mitbewerbern. Ich kann die Teilnahme an solchen Cluster-Aktivitäten nur empfehlen!*

KR Mag. Andreas Stefanelli | Stauss-Perlite GmbH

“

## 5. Ergebnisse

Im Projekt konnte eine Reihe von Einflussgrößen identifiziert werden, die in weiterer Folge beispielhaft dargestellt werden.

---

**HINWEIS:** Die dargestellten Ergebnisse der einzelnen Einflussserhebungen bedeuten nicht automatisch eine Verbesserung der Schalldämm-Eigenschaften des Bauteils bei Kumulation. Ein normativer Nachweis der betreffenden Wandkonstruktionen entsprechend der baurechtlichen Bestimmungen ist jedenfalls erforderlich.

---

### 5.1 Einfluss konstruktiver Elemente

Die Projektergebnisse zeigen, dass konstruktive Elemente wie z.B. Riegel und Schrauben, beeinflusst durch ihre unterschiedliche Ausbildung und Anzahl innerhalb des Holzwandaufbaus, die Wirkung und den Verlauf des frequenzabhängigen Schalldämmmaßes verändern können. Bei den Versuchen wurden dabei Veränderungen der Schalldämmeigenschaft von bis zu 10 dB festgestellt.

#### 5.1.1 Einfluss konstruktiver Elemente: Befestigungsmittel

Im Vergleich der frequenzabhängigen Schalldämmwerte ist ersichtlich, dass der Schraubenabstand im klassischen bauakustischen Frequenzbereich von 100 Hz bis 5000 Hz einen wesentlichen Einfluss auf den Verlauf des Schalldämmmaßes aufweist. Grundsätzlich kann gesagt werden, dass das Schalldämmmaß einer Holzbauwand mit der steigenden Anzahl von Verschraubungspunkten abnimmt. Digramm 1 und Tabelle 1 zeigen, dass eine Reduktion des bewerteten Schalldämmmaßes von bis zu 11 dB möglich ist.

**Aus bauakustischer Sicht ist somit die Schraubenanzahl auf das statisch notwendige Maß zu beschränken, um eine möglichst hohe schalldämmende Wirkung der Wandkonstruktion zu gewährleisten.**

”

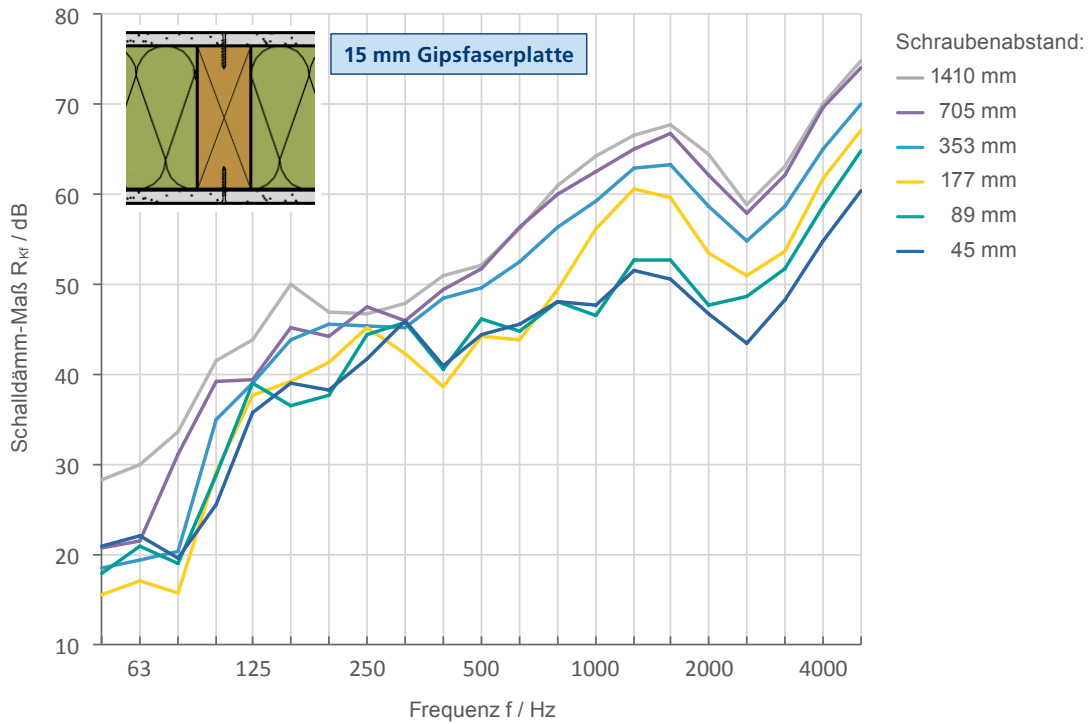


*Das Projekt Schall.Holz.Bau war für uns als mittelständisches Holzbauunternehmen u.a. deshalb interessant, weil auch und gerade für einen Betrieb in unserer Größenordnung die Innovation ein wichtiger Wettbewerbsvorteil ist. Durch die Zusammenarbeit mit den Projektpartnern aus der Wissenschaft habe ich eine andere Herangehensweise an Herausforderungen und eine andere Denkweise kennenlernen dürfen. Auf jeden Fall war das Projekt für uns ein voller Erfolg, weil sich gezeigt hat, dass wir mit unseren Wandaufbauten auf einem guten Weg sind und durch die Optimierung im Schallschutz auch im Bereich hoher Anforderungen locker mithalten können. Die teilnehmenden Branchenkollegen, die Industriepartner, die Teilnehmer aus der Forschung und nicht zuletzt die organisatorische Betreuung durch den Bau.Energie.Umwelt Cluster Niederösterreich war ein Garant für ein rundum gelungenes Projekt! – 5\* und gerne wieder.*

---

Ing. Bernd Strahammer | Ing. Graf Zimmerei u. Holzbau GmbH

“



**Diagramm 1:** Frequenzverlauf des Schalldämm-Maßes  $R_{Kf}$  in Abhängigkeit vom Schraubenabstand (beidseitig gleich variiert), 160 mm Standardelement (Kleinformat 1,23 m x 1,48 m)\*

	beidseits 1410 mm [dB]	beidseits 705 mm [dB]	beidseits 353 mm [dB]	beidseits 177 mm [dB]	beidseits 89 mm [dB]	beidseits 45 mm [dB]
$R_{w,Kf}$	58	57	55	49	48	47
$R_{w,Kf} + C_{tr}$	54	52	50	44	44	42
$R_{w,Kf} + C_{tr50-5000}$	48	41	37	34	36	37

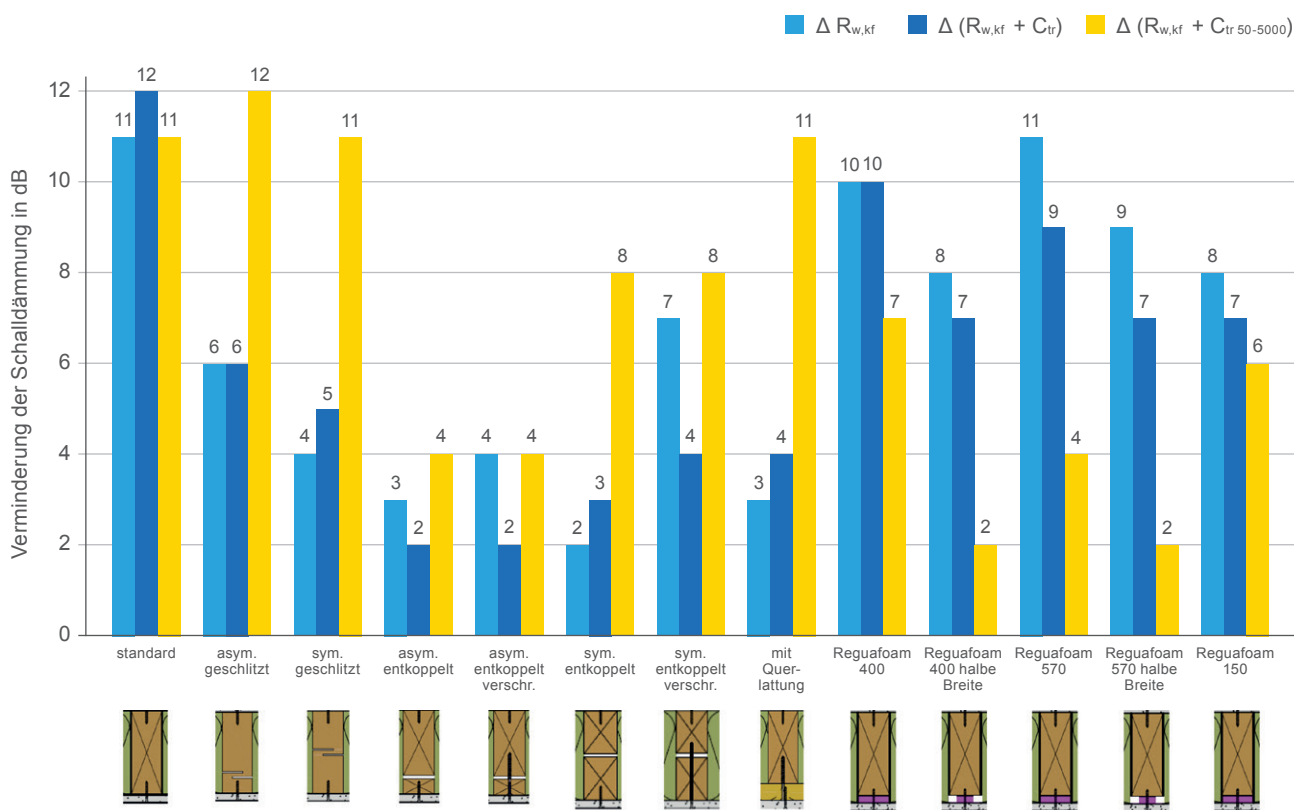
**Tabelle 1:** Einzulangaben in Abhängigkeit vom Schraubenabstand (beidseitig gleich variiert), 160 mm Standardelement (Kleinformat 1,23 m x 1,48 m)\*

\* **HINWEIS:** Ergebnisse von Messungen im Kleinformat fallen i.d.R. systematisch höher aus als im Wandprüfstand ermittelte, eignen sich allerdings gut für die effiziente Untersuchung von Einflussdetails (siehe S. 22).

## 5.1.2 Einfluss konstruktiver Elemente: Tragkonstruktion

Die Tragkonstruktion stellt einen wesentlichen bauakustischen Übertragungsweg dar. Dieser kann mit unterschiedlichen Maßnahmen positiv beeinflusst werden. Die zahlreichen im Projekt untersuchten Maßnahmen werden in Diagramm 2 verglichen.

**In Kleinformat-Vorversuchen stellte sich eine asymmetrische Teilung der Holzständer als beste Variante heraus.** Im Vergleich zur Bauart mit Standard-Holzständern ergeben sich über den gesamten (auch im tiefen) Frequenzbereich deutlich geringere Einbußen in der Schalldämmung. Der Einfluss der Befestigung der Beplankung kann dem Ergebnis zufolge bei dieser Ständerwerkausbildung geringgehalten werden.

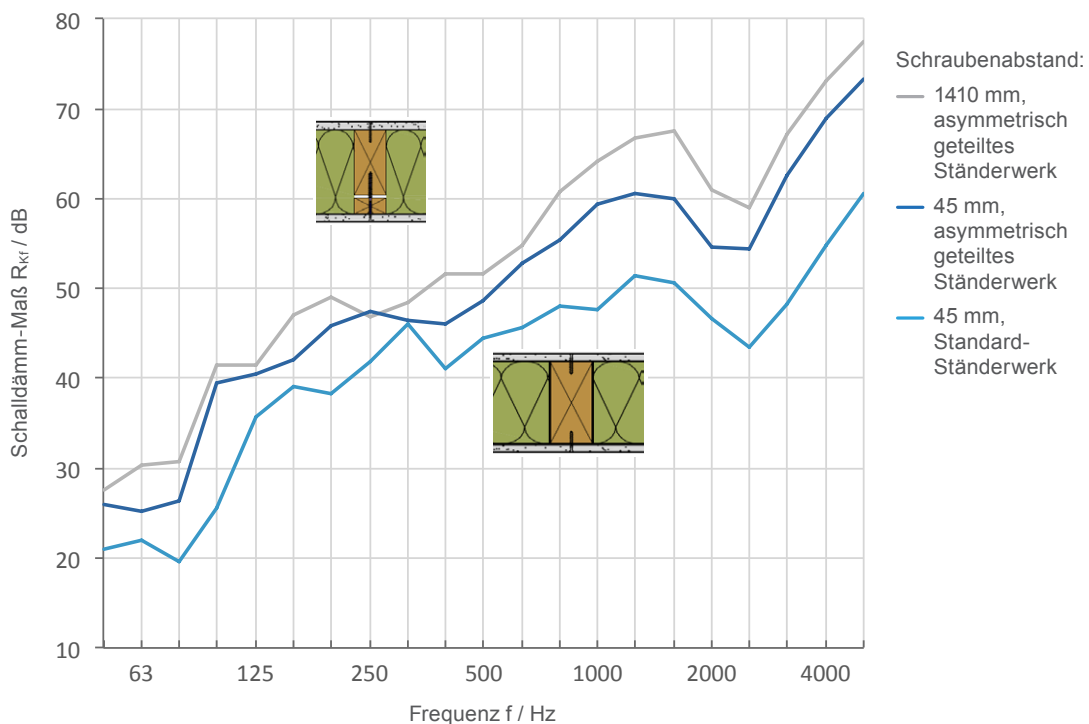


**Diagramm 2:** Verminderung der Schalldämmung durch unterschiedliche Ständer- und Befestigungsstrukturen; Referenz: Wand ohne Ständer

**HINWEIS:** Ergebnisse von Messungen im Kleinformat fallen i.d.R. systematisch höher aus als im Wandprüfstand ermittelte, eignen sich allerdings gut für die effiziente Untersuchung von Einflussdetails (siehe S. 22).

### 5.1.3 Einfluss konstruktiver Elemente: asymmetrisch geteiltes Ständerwerk

Diagramm 3 zeigt den Vergleich der Schalldämmeinbußen verschiedener Ständerwerk-Ausführungen.



**Diagramm 3:** Frequenzverlauf des Schalldämm-Maßes  $R_{Kf}$  in Abhängigkeit vom Schraubenabstand der Beplankung, asymmetrisches, mit 2 Schrauben gekoppeltes Ständerwerk im Vergleich mit Standardelement mit ungünstigster Verschraubung (Kleinformat 1,23 m x 1,48 m)

**HINWEIS:** Ergebnisse von Messungen im Kleinformat fallen i.d.R. systematisch höher aus als im Wandprüfstand ermittelte, eignen sich allerdings gut für die effiziente Untersuchung von Einflussdetails (siehe S. 22).

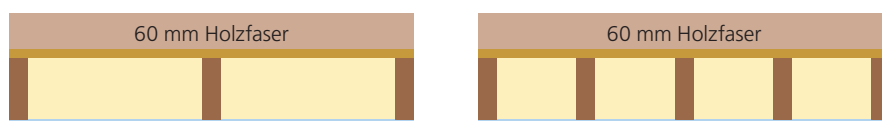
Der Vergleich zwischen der geteilten und der ungeteilten Riegelkonstruktion zeigt eine nahezu subjektive Verdoppelung der Schalldämmqualität der Konstruktion (dunkelblauer vs. hellblauer Frequenzverlauf).

Das geteilte Ständerwerk hat bei ungünstig engem Schraubenabstand (45 mm, dunkelblauer Frequenzverlauf) nur eine geringe Einbuße des vorhandenen Schalldämmpotentials gegenüber dem akustisch optimalen Schraubenabstand von 1410 mm (grauer Frequenzverlauf). Letzterer ist jedoch statisch nicht ausführbar; er wird hier als Vergleich herangezogen um das grundsätzlich vorhandene Schalldämmpotenzial der Konstruktion zu zeigen.

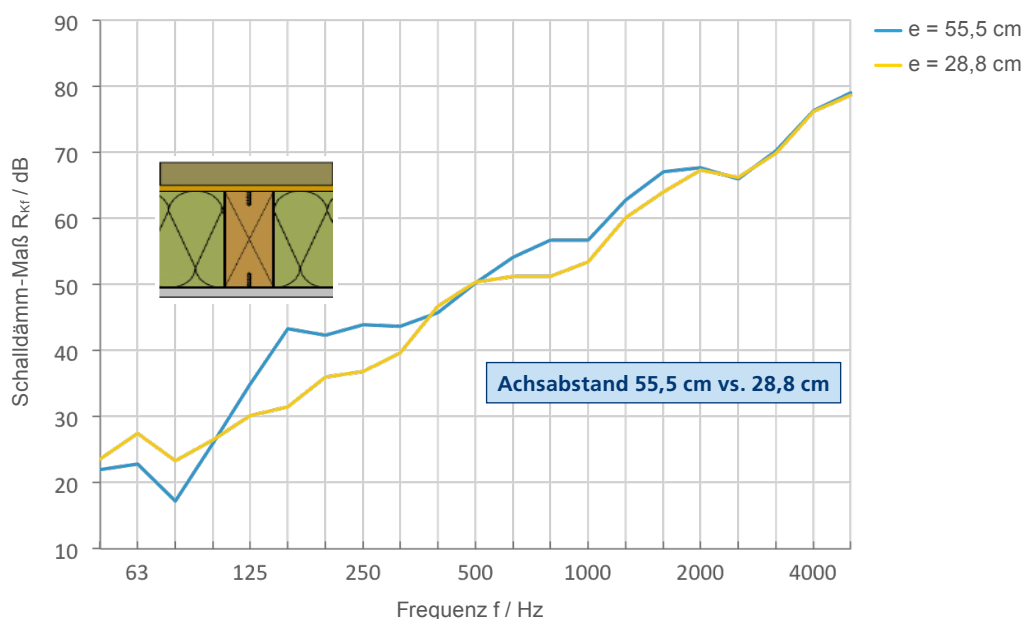


### 5.1.4 Einfluss konstruktiver Elemente: **Achsabstand der Tragkonstruktion**

Untersucht wurde ein Ständerwerk mit einem Abstand der Holzständer von 55,5 cm sowie mit einem um die Hälfte kleineren Achsabstand im Kleinformat. Dabei zeigen sich im klassischen Frequenzbereich Vorteile der Regelkonstruktion ( $e = 55,5 \text{ cm}$ ). Im tiefen Frequenzbereich ( $R_w + C_{tr50-5000}$ ) wirkt sich der Resonanzeinbruch bei engem Ständerabstand geringer aus. Dieser Umstand führt zum verbesserten Einzahlangabewert  $R_w + C_{tr50-5000}$  dieser Variante (siehe Tabelle 2 und Diagramm 4)



**Abbildung 1:** Ständerwerk-Anordnung zum Vergleich des Einflusses des Ständerabstandes; 100 mm Standardständerwerk, innen 15 mm OSB-Platte, außen 15 mm DHF-Platte (Diffusionsoffene Holz-Faserplatte) mit 60 mm Holzweichfaserdämmplatte, Ständerachsabstand  $e = 55,5 \text{ cm}$  bzw.  $e = 28,8 \text{ cm}$  (Kleinformat 1,23 m x 1,48m)\*



**Diagramm 4:** Vergleich des Frequenzverlaufs des Schalldämm-Maßes  $R_{Kf}$  eines 100 mm Standard-Ständerwerkes, Achsabstand  $e = 55,5 \text{ cm}$  bzw.  $e = 28,8 \text{ cm}$  (Kleinformat 1,23 m x 1,48 m)\*

	$e = 55,5 \text{ cm}$ [dB]	$e = 28,8 \text{ cm}$ [dB]
$R_{w,Kf}$	53	49
$R_{w,Kf} + C_{tr}$	44	42
$R_{w,Kf} + C_{tr50-5000}$	36	39

**Tabelle 2:** Vergleich der Einzahlangaben 100 mm Standardständerwerk mit Ständerachsabstand  $e = 55,5 \text{ cm}$  bzw.  $e = 28,8 \text{ cm}$  (Kleinformat 1,23 m x 1,48 m)\*

\* **HINWEIS:** Ergebnisse von Messungen im Kleinformat fallen i.d.R. systematisch höher aus als im Wandprüfstand ermittelte, eignen sich allerdings gut für die effiziente Untersuchung von Einflusdetails (siehe S. 22).

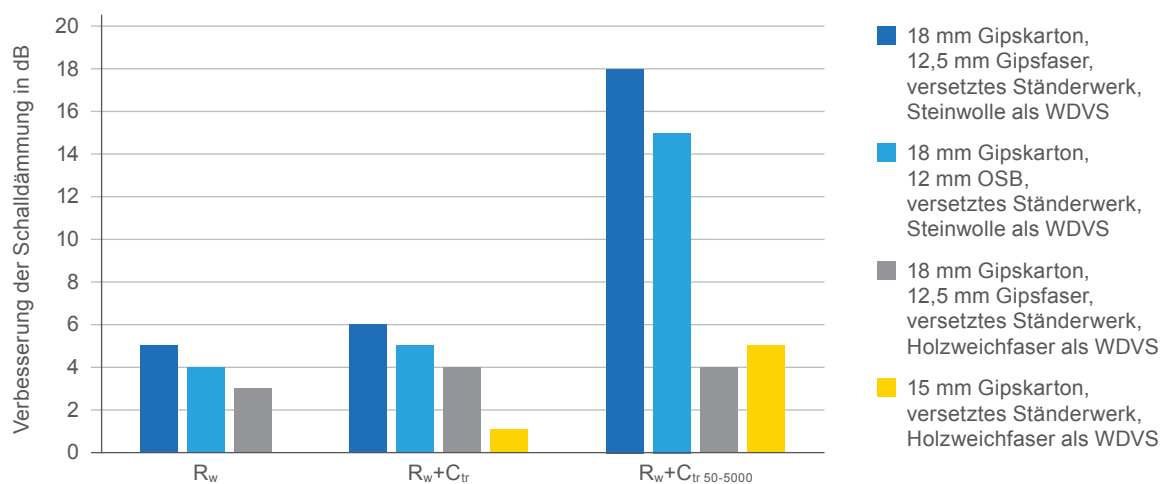
## 5.2 Einfluss der Beplankung von Holzriegelkonstruktionen

Neben dem Raumabschluss werden an Plattenwerkstoffen in Holzriegelaufbauten vielfältige Anforderungen gestellt. Die Industrie bietet dazu eine entsprechende Vielfalt einsetzbarer Plattenwerkstoffe an. Diese weisen unterschiedliche akustische Wirkungen auf. Der bekannteste Einflussfaktor ist das Flächengewicht. Neben dem „dynamischen E-Modul“ und den „internen Verlustfaktoren“ spielt dieser eine wesentliche Rolle. Anhand der Außenwand-Konstruktionen der Projektpartner wurden im vorliegenden Projekt unterschiedliche Plattenwerkstoffe hinsichtlich ihrer Beeinflussung der bauakustischen Leistung untersucht.

### 5.2.1 Einfluss der Beplankung: Alternative Aufbauschichten

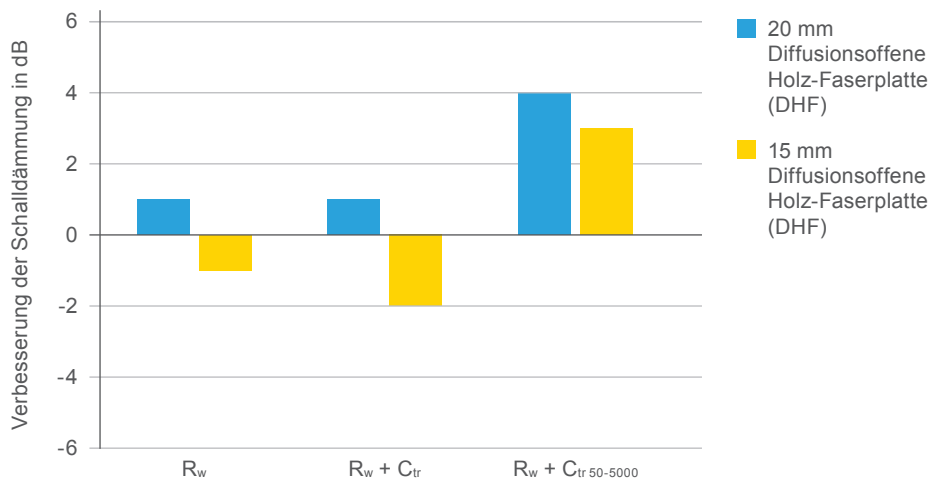
Diagramm 5 zeigt den Einfluss unterschiedlicher Beplankungen auf der Innenseite von Holzriegel-Konstruktionen bei einem versetzten Ständerwerk. Die dargestellten Wirkungen beruhen auf dem Vergleich mit einer klassischen Holzständerwand mit einer 12,5 mm Gipskartonplatte als innenseitige Beplankung.

Eine erwartete Verbesserung durch ein höheres Flächengewicht der Beplankung ist zu beobachten. Diese hat jedoch unterschiedliche Ausprägungen im Frequenzspektrum in Abhängigkeit der Konstruktion und des Materials der Beplankung.



**Diagramm 5:** Erhöhung des bewerteten Luftschalldämm-Maßes durch unterschiedliche Beplankungsvarianten an der Rauminnenseite

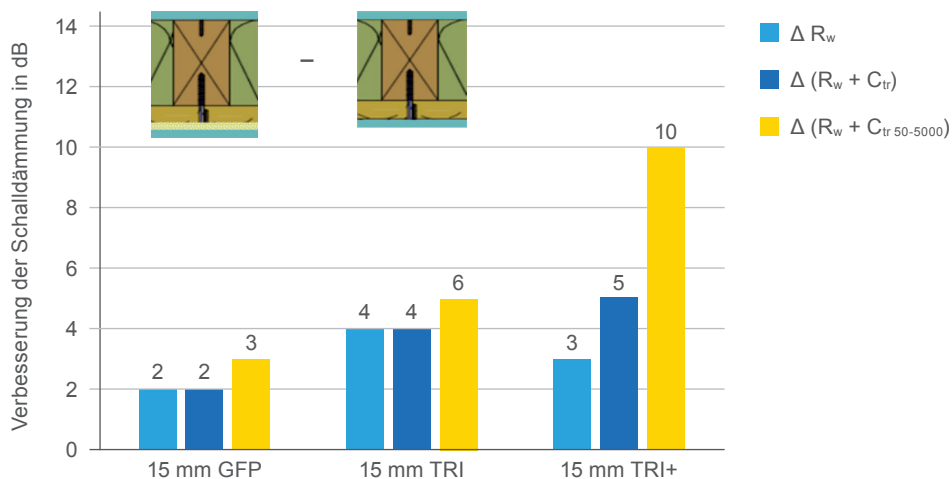
Die Aufbringung einer zusätzlichen DHF-Platte an der Außenseite des Wandelements verbessert, ab einer Dicke von 20 mm, in allen bewerteten Einzelgrößen das Ergebnis der untersuchten Holzriegelkonstruktionen mit Wärmedämmverbundsystem. Die Versuchsvarianten mit 15 mm Plattendicke bieten hingegen, bedingt durch das zusätzliche Flächengewicht, nur im tiefen Frequenzbereich eine Verbesserung in  $R_w + C_{tr50-5000}$  von etwa 3 dB. Generell ist eine größere Wirksamkeit im erweiterten Frequenzbereich durch die zusätzliche Bauteilschicht zu beobachten (Diagramm 6).



**Diagramm 6:** Erhöhung des bewerteten Luftschalldämm-Maßes durch eine zusätzliche DHF-Bepankung an der Bauteilaußenseite mit WDVS aus Holzweichfaser

### 5.2.2 Einfluss der Bepankung: Ergänzende Aufbauschichten

Die untersuchten ergänzenden Aufbauschichten sollen vorrangig die Schalldämmung des Bauteils erhöhen. Diagramm 7 zeigt beispielhaft erzielbare Verbesserungen des bewerteten Schalldämmmaßes. Dabei wurde der Aufbau einer 160 mm Holzriegelkonstruktion mit Querlattung, innen und außen 15 mm Gipsfaserplatte, mit zusätzlichen Bepankungsschichten innen (15 mm Gipsfaserplatte, 15 mm Phonestar TRI bzw. TRI+) aufgerüstet (Kleinformatversuche 1,23 m x 1,48 m).



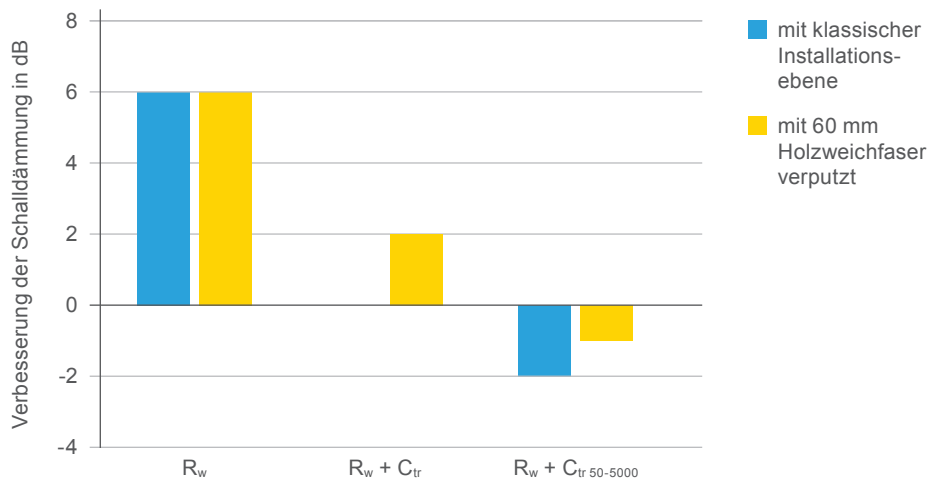
**Diagramm 7:** Vergleich der Verbesserung der Einzulangaben-Werte einer 160 mm Standard-Holzriegelkonstruktion mit Querlattung und ergänzenden Bepankungsschichten (Kleinformat 1,23 m x 1,48 m)

**HINWEIS:** Ergebnisse von Messungen im Kleinformat fallen i.d.R. systematisch höher aus als im Wandprüfstand ermittelte, eignen sich allerdings gut für die effiziente Untersuchung von Einflussdetails (siehe S. 22).

### 5.2.3 Einfluss der Beplankung: Installationsebenen

Die Basis-Holzrahmenwand mit Wärmedämmverbundsystem aus 60 mm Holzfaserdämmplatte wurde in weiterer Folge um eine Installationsebene in zwei Varianten ergänzt: klassische Installationsebene (40 mm Holzstaffel 80/40, Hohlraum mit Dämmstoffeinlage bedämpft) bzw. 60 mm Holzweichfaserplatte verputzt.

Bei beiden Varianten ist eine deutliche Verbesserung der Luftschalldämmung, besonders im höheren Frequenzbereich zu beobachten (Diagramm 8). Hingegen zeigt sich auch ein resonanzbedingter Einbruch im tiefen Frequenzbereich, der sich in der bewerteten Einzelgröße  $R_w + C_{tr50-5000}$  durch geringere Werte äußert. Diese Reduktion fällt bei der Variante mit verputzter 60 mm Holzweichfaserplatte als Installationsebene etwas geringer aus.



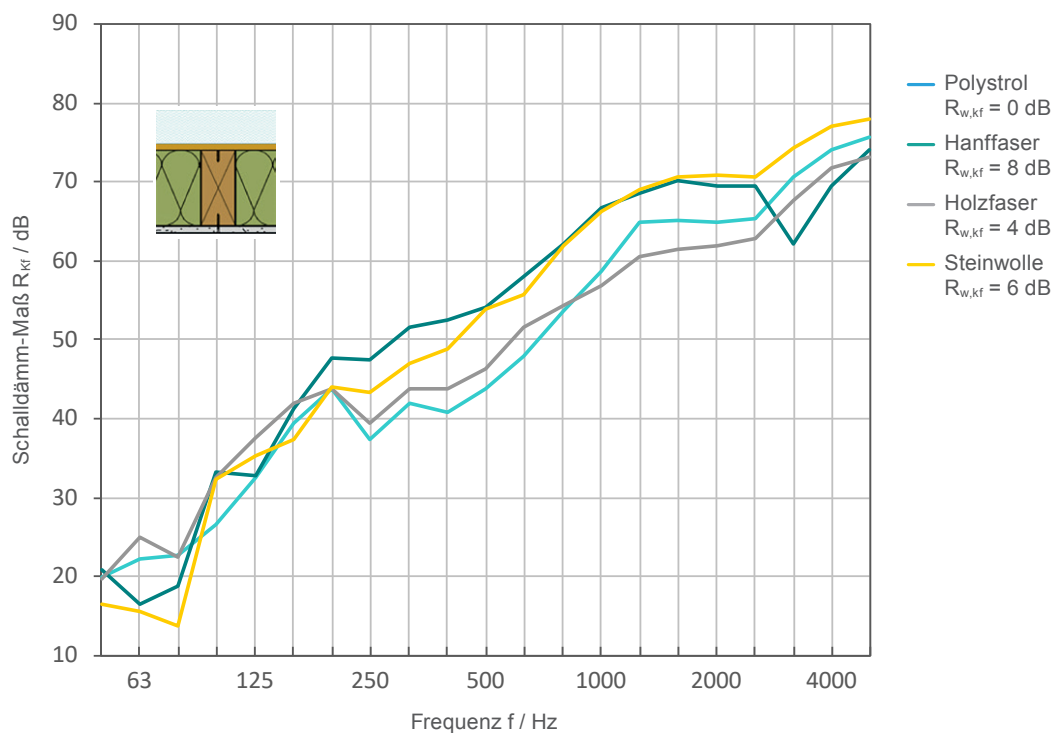
**Diagramm 8:** Erhöhung des bewerteten Luftschalldämm-Maßes durch unterschiedliche innenseitige Installationsebenen

## 5.3 Einfluss von Wärmedämmverbundsystemen

Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) beeinflussen Außenwandkonstruktionen nicht nur thermisch, sondern auch bauakustisch. Die bauakustische Auswirkung ist sowohl in ihrem Ausmaß als auch in ihrem frequenzabhängigen Verlauf von verschiedenen Einflüssen abhängig. Diese Einflüsse wurden bisher vorrangig an mineralischen Massivbau-Wandbildnern untersucht. Die Projektergebnisse zeigen die wichtigsten Einflussparameter und deren Wirkung auf die bauakustische Performance von Holzkonstruktionen.

### 5.3.1 Einfluss von Wärmedämmverbundsystemen: Dämmstoffart

Die dynamische Steifigkeit des Dämmstoffes spielt eine wesentliche Rolle, da damit die spezifische Lage des Resonanz-Einbruchs im Frequenzspektrum beeinflusst wird. Diagramm 9 zeigt diesen Einfluss unterschiedlicher Dämmstoffe auf das Schalldämmmaß einer Holzständerkonstruktion. Diese hat unterschiedliche Ausprägungen im Frequenzspektrum in Abhängigkeit der Konstruktion und des Materials der Beplankung.



**Diagramm 9:** Frequenzverlauf des Schalldämm-Maßes  $R_{kf}$  im Vergleich verschiedener Wärmedämmverbundsysteme mit 100 mm Dicke (Kleinformat 1,23 m x 1,48 m)

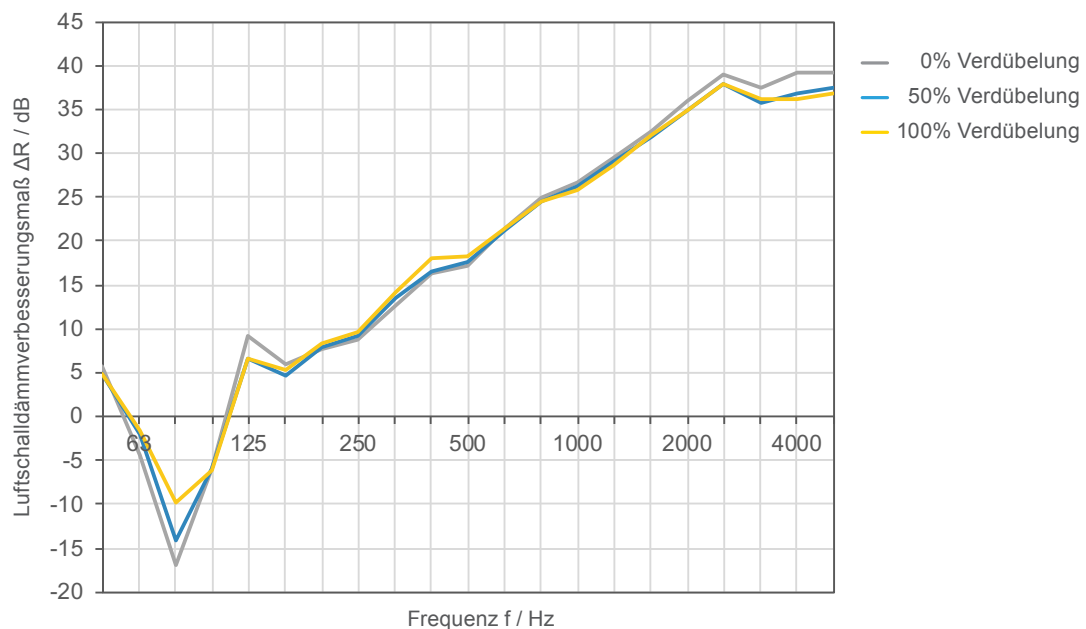
**HINWEIS:** Ergebnisse von Messungen im Kleinformat fallen i.d.R. systematisch höher aus als im Wandprüfstand ermittelte, eignen sich allerdings gut für die effiziente Untersuchung von Einflussdetails (siehe S. 22).



### 5.3.2 Einfluss von Wärmedämmverbundsystemen: **Dübel-Anzahl**

Die für viele Dämmstoffe erforderlichen Dübel zur Befestigung am Wandbildner fanden bis dato insbesondere wegen ihrer thermischen Leitfähigkeit Beachtung in der Bauphysik. Deren Einfluss auf das Schalldämmmaß von Brettsperrholzkonstruktionen zeigt Diagramm 10.

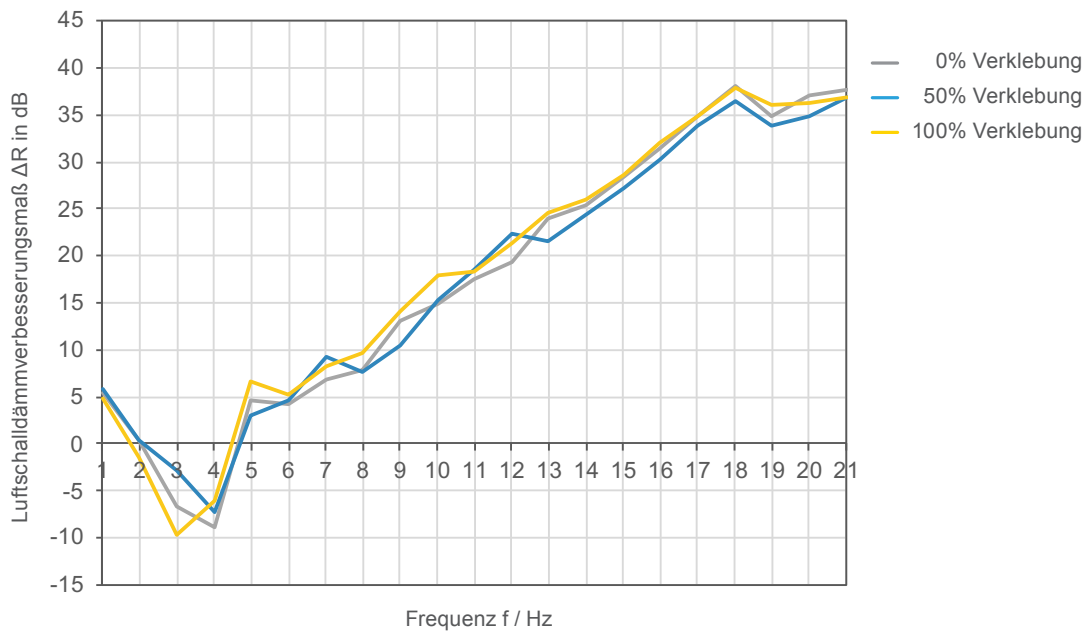
Mit steigender Anzahl der Dübel ist eine Verbesserung im Bereich der Masse-Feder-Resonanz zu erkennen. Diese befindet sich beim betrachteten Aufbau außerhalb jenes Frequenzbereiches, der zur Ermittlung der Einzahlgroße herangezogen wird, wodurch es zu keiner großen Änderung des bewerteten Luftschallverbesserungsmaßes kommt.



**Diagramm 10:** Einfluss des Grades der Verdübelung von WDVS aus Mineralwolle ( $d = 140 \text{ mm}$ ) auf Brettsperrholz ( $d = 100 \text{ mm}$ ) auf das Verbesserungsmaß bei 100% Verklebung

### 5.3.3 Einfluss von Wärmedämmverbundsystemen: Verklebungsfläche

Die Untersuchungen im Projekt ergaben einen geringen Einfluss der Verklebungsfläche von Wärmedämmverbundsystemen auf das Luftschalldämmmaß einer Brettsperrholzwand. Beispielhaft ist in Diagramm 11 dargestellt, dass die zunehmende Verklebungsfläche zu einer geringfügigen Steigerung des Verbesserungsmaßes im mittleren und höheren Frequenzbereich führt.



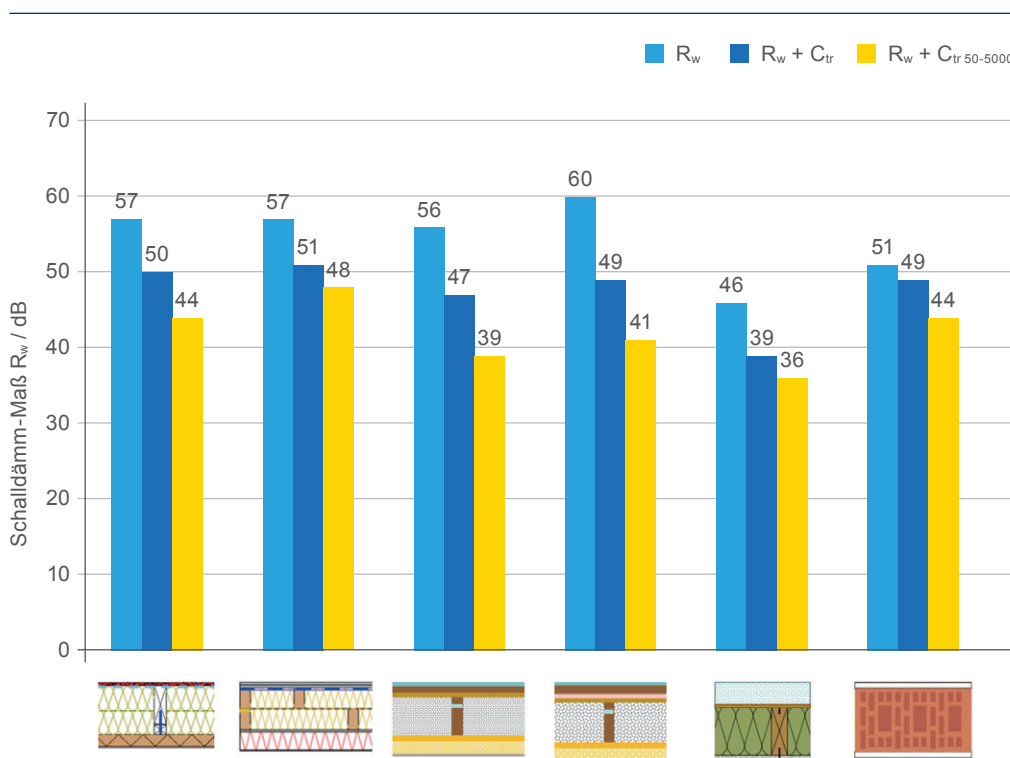
**Diagramm 11:** Einfluss der Verklebung von WDVV aus Mineralwolle auf Brettsperrholz ( $d = 100$  mm) auf das Verbesserungsmaß bei 100% Verdübelung

## 5.4 Optimierte Wandaufbauten

In einem letzten Schritt entwickelte das Konsortium mit den gewonnenen Erkenntnissen optimierte Wandaufbauten, die im Großversuch (Wandprüfstand) auf ihre bauakustische Leistung untersucht wurden.

Diagramm 12 zeigt eine Gegenüberstellung der erzielten Schalldämmmaße (Einzahlangaben) für die ausgewählten Wandbauarten. Im Vergleich zu den derzeit klassischen Aufbauarten in Holzriegelbauweise mit Wärmeverbundsystemen aus EPS (Variante 5) können die untersuchten optimierten Varianten wahrnehmungsrelevant deutlich höhere Schalldämmwerte über den gesamten bauakustischen Frequenzbereich erzielen.

**Im Vergleich mit einem monolithischen Wandaufbau sind bei den optimierten Aufbauten gleichwertige oder bessere bauakustische Leistungen zu erkennen.**



**Diagramm 12:** Einzahlangaben unterschiedlicher im Projekt optimierter Holzständerwände (Aufbauten 1-4) im Vergleich mit derzeitigem Standard-Holzriegelaufbau (Aufbau 5) bzw. mineralischem Massivwand-Beispiel (Aufbau 6)

## 6. Fazit und Ausblick

Durch die Kenntnis über die Wirksamkeit verschiedener Verbesserungsschritte und deren Nachweis können Außenwände im Holzbau mit branchenüblichen Maßnahmen neben den baurechtlichen Anforderungen der OIB Richtlinie 5 (2019) auch die Anforderungen der höheren akustischen Komfortklassen nach ÖNORM B 8115-5 (2012) erfüllen. Diese Erkenntnisse bilden die Grundlage für Konstruktionsentwicklungen mit Fokus Bauakustik und verdichtetem, mehrgeschossigen Holzbau.

Mit diesem Wissen kann Gebäude-Nutzerinnen und Nutzern bereits zum Zeitpunkt der Kaufentscheidung die schalldämmende Wirkung von Wandaufbauten erklärt und in speziellen, akustisch besonders ausgestatteten Wahrnehmungsräumen zudem auch hörbar gemacht werden (Auralisation). Potenzial liegt dabei auch in der Zusammenführung der technischen Informationen mit der 3D-Geometrie der Gebäudeplanung und in einem nächsten Schritt die Nutzung der akustischen Daten für den Einsatz in BIM (Building Information Modeling) und VR (Virtual Reality).

### Begriffsbestimmung

#### $R'_{res,w}$

Bewertete Einzahlangabe für das resultierende Bau-Schalldämm-Maß für einen Außenbauteil, der aus mehreren Teilflächen mit unterschiedlichen Abmessungen und unterschiedlichen Schalldämm-Maßen besteht (z.B. eine Außenwand eines Raumes mit Einbauten wie Fenstern und Außentüren).

#### $R_w$

Die bewertete Einzahlangabe des Schalldämm-Maßes  $R$  kennzeichnet die Luftschalldämmung eines Bauteils; die messtechnische Ermittlung erfolgt unter größtmöglicher Ausschaltung der Schallnebenwege in einem Prüfstand nach ÖNORM EN ISO 10140-1, ÖNORM EN ISO 10140-2, ÖNORM EN ISO 10140-4 und ÖNORM EN ISO 10140-5 in Terzbändern von 100 – 3150 Hz oder im erweiterten Frequenzbereich von 50 – 5000 Hz.

#### $C$ ; $C_{tr}$ ; $C_{50-5000}$ ; $C_{tr,50-5000}$

Wert, der zur Einzahlangabe addiert wird, um ein bestimmtes Schallpegelspektrum zu berücksichtigen.  $C$  berücksichtigt rosa Rauschen.  $C_{tr}$  berücksichtigt das Spektrum des Straßenverkehrsgeräuschs.

#### $R_{Kf}$

Schalldämm-Maß  $R$ , für ein Element im Kleinformat (z.B. 1,23 m x 1,48 m). Dieses Versuchsformat hat sich im Rahmen von früheren Studien zur Untersuchung von Einflussdetails als sehr effizient und verlässlich erwiesen, wenn es darum ging, Unterschiede der Wirkungsweisen von Maßnahmen und Konstruktionsdetails zu quantifizieren. Die absoluten Werte des Schalldämm-Maßes fallen in diesen Versuchssettings systematisch höher aus als im Wandprüfstand, allerdings stimmen die Schalldämm-Charakteristika im Vergleich sehr gut überein.

”



Das Projekt „Schall.Holz.Bau“ stellt ein sehr gutes Beispiel für die kooperativen Aktivitäten im Cluster dar. Eine gemeinsame Herausforderung (Optimierung der bauakustischen Performance von Holzkonstruktionen im tieffrequenten Bereich) bringt Unternehmen dazu, sich zusammenzutun und gemeinsam über den Tellerrand zu blicken. Nach dem Motto „Innovation durch Kooperation“ ist in Cluster-Projekten „das Gesamte mehr als die Summe seiner Einzelteile“: das geballte Fachwissen aus verschiedenen Gewerken und die Expertise der Wissenschaftspartner führen zu neuen Erkenntnissen und manchmal überraschenden Ergebnissen. Die neuen Konstruktionsansätze sprechen für sich. Die Auralisation der erzielten Verbesserungen sind ein Erlebnis. Ihre Ohren werden Augen machen!

“

DI Michaela Smertnig | Clustermanagerin Bau.Energie.Umwelt Cluster Niederösterreich

## Der ecoplus Bau.Energie.Umwelt Cluster Niederösterreich

Unter dem Leitbild „Innovation durch Kooperation“ verfolgt der Cluster das Ziel, die Innovationstätigkeit in der heimischen Baubranche zu forcieren und Betriebe zu stärken. Das gelingt, wenn Potenziale und Kompetenzen gebündelt werden. Das Clustermanagement vernetzt dazu Akteure aus Wirtschaft und Wissenschaft, identifiziert Trends und Herausforderungen frühzeitig um sie für die niederösterreichischen Unternehmen aufzubereiten.

### Kooperationsprojekte des Bau.Energie.Umwelt Cluster Niederösterreich mit Fokus Schallschutz im Hochbau

#### Bauanschluss

2013-2015, 24 Unternehmen, Fokus: Bauanschlussfuge

#### Fenster.Türen 2.0

2016-2018, 8 Unternehmen, Fokus: großformatige und gekoppelte Fenster, Kastenfenster

#### Schall.Holz.Bau

2016-2018, 9 Unternehmen, Fokus: Außenwände im Holzbau

#### Schall.Holz.Bau II

2018-2020, 10 Unternehmen, Fokus: Trennbauteile im Holzbau

#### Schall.HOCH.bau

2017-2020, 16 Unternehmen, Fokus: Fassade – Entwicklung eines Rechenmodells zur Prognose des Schallschutzes von ein- und mehrschaligen Außenwandkonstruktionen

Informationen unter [www.bauenergieumwelt.at](http://www.bauenergieumwelt.at)

Fokusthema „Konstruktive Effizienz“





**bau.energie.umwelt cluster**  
niederösterreich

ecoplus. Niederösterreichs Wirtschaftsagentur GmbH  
Niederösterreich-Ring 2, Haus A  
3100 St. Pölten, Österreich  
Tel.: +43 2742 9000-19650, Fax: -19609  
bauenergieumwelt@ecoplus.at  
www.bauenergieumwelt.at  
www.ecoplus.at