

Schalltechnische Aspekte bei NawaRo-Dämmstoffen – Details aus dem Inneren

Andreas Rabold
Technische Hochschule Rosenheim
und ift Rosenheim
Rosenheim, Deutschland



Simon Mecking
Kurz und Fischer GmbH
Feldkirchen-Westerham, Deutschland



Anton Huber
PMI GmbH
Unterhaching, Deutschland



Schalltechnische Aspekte bei NawaRo-Dämmstoffen – Details aus dem Inneren

1. Einleitung

Damit das Wohnen und Wohlfühlen in Gebäuden mit einem hohen Anteil an Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen seinem guten Ruf gerecht wird, ist nicht zuletzt dem Schallschutz Rechnung zu tragen. Eine Grundvoraussetzung für einen guten Schallschutz im Gebäude ist es, bei der Auswahl der Außen- und Trennbauteile auf eine ausreichende Schalldämmung des Bauteils zu achten. Da die Schalldämmung eine Leistungseigenschaft des Bauteils und nicht der verwendeten Baustoffe beschreibt, kann die schalltechnische Eignung des Baustoffs nur in Bezug auf seine Wirksamkeit im betrachteten Bauteil beurteilt werden. In einem umfangreichen Projekt zur Förderung von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen standen deshalb im Teilbereich des Projektes, der sich mit den bauakustischen Eigenschaften der Materialien beschäftigte, die Schalldämmung der Bauteile und die Einflüsse der unterschiedlichen Dämmstoffe auf die Schalldämmung im Mittelpunkt [1].

Bei den bauteilbezogenen Untersuchungen wurde zwischen Dämmstoffen zur Bedämpfung von Hohlräumen des Bauteils (zwischen Balken, Sparren oder Ständern), sowie druckfesten Dämmstoffen zur Entkopplung von Bauteilschichten unterschieden (Aufdachdämmplatten, Trittschalldämmplatten oder WDVS). Bei den Faserdämmstoffen in den Bauteilhohlräumen stand die Frage der Austauschbarkeit im Vordergrund. Bei den druckfesten Dämmstoffen stand die Frage nach geeigneten Gesamtkonstruktionen im Vordergrund, die den verschiedenen Schallschutzniveaus und damit den unterschiedlichen Komfortansprüchen der Bewohner gerecht werden können.

Die Untersuchungen wurden auf Basis von Prüfmatrizen der möglichen Bauteilvarianten durchgeführt, aus denen mit Unterstützung der begleitenden Arbeitsgruppe geeignete Konstruktionen ausgewählt wurden. Neben diesen empirischen Bauteilprüfungen zum Beleg der Anwendbarkeit ausgewählter Dämmstoffe, lag ein weiterer Schwerpunkt des Teilprojektes auf der Weiterentwicklung der Simulationsmodelle. Die Modelle wurden verwendet, um Erkenntnisse für die nicht empirisch untersuchten Dämmstofftypen zu gewinnen und Bauteiloptimierungen für druckfeste Dämmstofftypen durchzuführen.

2. Dämmstoffe im Hohlraum

Für die Untersuchung verschiedener Faserdämmstoffe im Bauteilhohlraum wurden Messungen an zweischaligen Wohnungstrennwänden und an Trenndecken mit entkoppelten Unterdecken durchgeführt. Diese zweischaligen Konstruktionen ohne, oder mit geringer Kopplung durch die Tragstruktur wurden gewählt, um eine dominante Schallübertragung durch den Dämmstoff sicherzustellen.

2.1. Dämmstoffe im Wandhohlraum

Die Wandmessungen wurden an Doppelständerwänden mit verschiedenen Faserdämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen (Holzfaser, Hanffaser, Zellulose und Seegras) durchgeführt. Bei den Holzfaser- und den Hanffaserdämmstoffen handelte es sich um plattenförmige Dämmmaterialien. Die Zellulose wurde eingeblasen und das Seegras wurde als loser Dämmstoff manuell eingebracht. Zusätzlich zum Schalldämm-Maß des Wandaufbaus wurde von den eingebauten Dämmstoffen der längenbezogene Strömungswiderstand σ und die Raumdichte ρ_{tot} ermittelt. Die Messergebnisse in Abbildung 1 weisen bei Verwendung von Holzfaser- und Zellulosedämmstoffen, trotz sehr unterschiedlichem Strömungswiderstand, das gleiche bewertete Schalldämm-Maß auf. Dagegen hat die Hanffaser und das Seegras zwar den gleichen Strömungswiderstand, die Luftschalldämmung ist

jedoch bei dem Wandaufbau mit Seegras auf Grund der höheren Gerüststeifigkeit des vollvolumig eingebrachten Dämmstoffes um 6 dB geringer. Tieffrequent ist die Luftschalldämmung der Doppelständerwand mit dem Seegras der Variante ohne Dämmstoff im Hohlraum sehr ähnlich.

Die Ergebnisse in Abbildung 1 zeigen somit zunächst keinen systematischen Zusammenhang zwischen dem längenbezogenen Strömungswiderstand und dem bewerteten Schalldämm-Maß. Das weist darauf hin, dass die schalltechnischen Eigenschaften eines Faserdämmstoffes allein über diese Kenngröße nur unzureichend beschrieben werden.

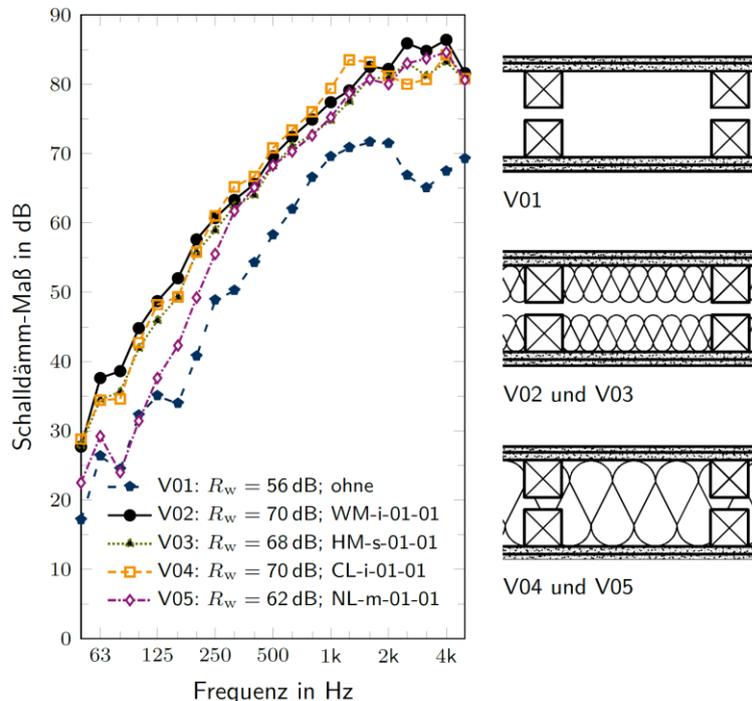


Abbildung 1: Gemessene Schalldämm-Maße von Doppelständerwänden unter Variation der Dämmung. Die Wand besteht aus Holzständern mit zwei Lagen Gipsfaser (12,5 mm + 10 mm) je Seite und einer Hohlraumtiefe $d = 140$ mm [3].

V02: Holzfasermatte, längenbezogener Strömungswiderstand $\sigma = 9$ kPa s/m², Raumdichte $\rho_{\text{tot}} = 46$ kg/m³

V03: Hanffasermatte, längenbezogener Strömungswiderstand $\sigma = 4$ kPa s/m², Raumdichte $\rho_{\text{tot}} = 63$ kg/m³

V04: Zelluloseflocken, längenbezogener Strömungswiderstand $\sigma = 36$ kPa s/m², Raumdichte $\rho_{\text{tot}} = 58$ kg/m³

V05: Seegras, längenbezogener Strömungswiderstand $\sigma = 3$ kPa s/m², Raumdichte $\rho_{\text{tot}} = 75$ kg/m³

Der Einfluss des Faserdämmstoffes auf die Luftschalldämmung des Bauteils wurde auf Basis der in Abbildung 1 dargestellten Messergebnisse, anhand eines semianalytischen Berechnungsmodells näher untersucht. Die frequenzabhängige Schalldämmung der Wandkonstruktion wird hierzu aus der Schalldämmung R_1 der Einzelschale (hier 10 mm GF + 12,5 mm GF) und der Verbesserung ΔR der zweiten (Vorsatz-) Schale berechnet.

$$R = R_1 + \Delta R \quad (1)$$

Die Berechnung von R_1 kann nach DIN EN ISO 12354-1 [2] erfolgen. Bei der Berechnung von ΔR müssen die maßgeblichen Transmissionsanteile berücksichtigt werden:

- Transmission durch die Masse-Feder-Masse-Resonanz
- Transmission durch Resonanzen im Zwischenraum

Als maßgebliche Resonanzen im Zwischenraum sind die gedämpften Eigenmoden (stehende Wellen) in x -, y - und z -Richtung zu berücksichtigen. ΔR wird somit aus dem Transmissionsanteil durch die Masse-Feder-Masse-Resonanz $\underline{\tau}_0$ und den Transmissionsanteilen durch die Eigenmoden des Zwischenraums mit Hohlraumdämmung $\underline{\tau}_{AR,x}$, $\underline{\tau}_{AR,y}$, $\underline{\tau}_{AR,z}$ sowie dem flächenbezogenen Masseverhältnis der Einzelschale zur Gesamtwand bestimmt.

$$\Delta R = -10 \lg \left[\left(\frac{\rho_{A,1}}{\rho_{A,tot}} \right)^2 \left| \underline{\tau}_0 + \underline{\tau}_{AR,x} + \underline{\tau}_{AR,y} + \underline{\tau}_{AR,z} \right| \right] \quad (2)$$

In die Berechnung der Transmissionsgrade fließt das komplexe Kompressionsmodul des Dämmstoffes ein, das sich als deutlich aussagekräftigere Kenngröße für die akustische Materialeigenschaft des Dämmstoffes erwiesen hat als der Strömungswiderstand [1], [5]. Die Berechnung der Schalldämmung wurde zunächst im Vergleich zu den Messdaten validiert (siehe Abbildung 2). Danach konnte der Einfluss der Materialkenngrößen auf die Schalldämmung von Bauteilen mit Faserdämmstoffen aus unterschiedlichen Rohstoffen im Zwischenraum berechnet werden.

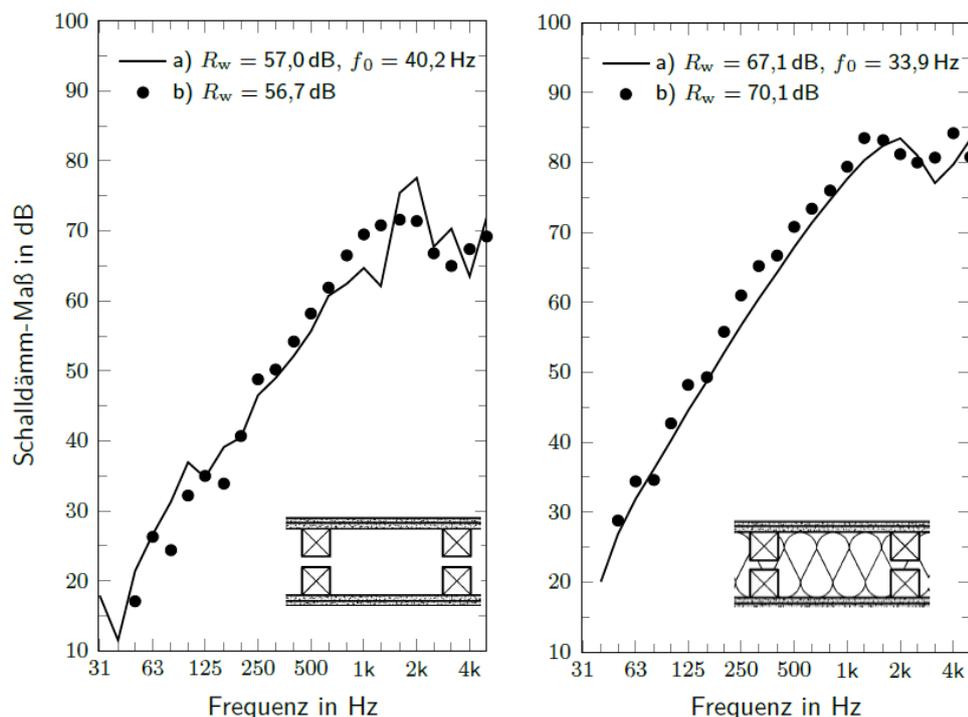


Abbildung 2: Schalldämmung einer zweischaligen Holztafelbau-Wand, links ohne Dämmung im Zwischenraum, rechts mit einem NawaRo-Dämmstoff (Zelluloseflocken). a) Berechnung b) Messung

Abbildung 3, links zeigt für Hanffasermatten im Zwischenraum, den Vergleich der Berechnung nach Gleichung (1) und (2) mit den Messdaten des Wandaufbaus. Zusätzlich werden die Berechnungsergebnisse eines empirischen Berechnungsmodells nach [6] dargestellt. In Abbildung 3, rechts wird die Anwendung des semi-analytischen Berechnungsmodells zur Erklärung des abweichenden schalltechnischen Verhaltens von Seegras gezeigt. Hierzu wurde die Gerüststeifigkeit des vollvolumig eingebrachten Dämmstoffes in der Berechnung berücksichtigt. Die Masse-Feder-Masse-Resonanz wurde durch die zusätzlich wirksame Gerüststeifigkeit von $f_0 = 35,3$ Hz auf $f_0 = 71,6$ Hz verschoben. Der dadurch entstehende Einbruch der Schalldämmung bei 63 Hz bis 80 Hz (Abbildung 3, rechts, Kurve b) gegenüber Kurve a) spiegelt sich auch in den Messwerten wider (Abbildung 3, rechts, Kurve d).

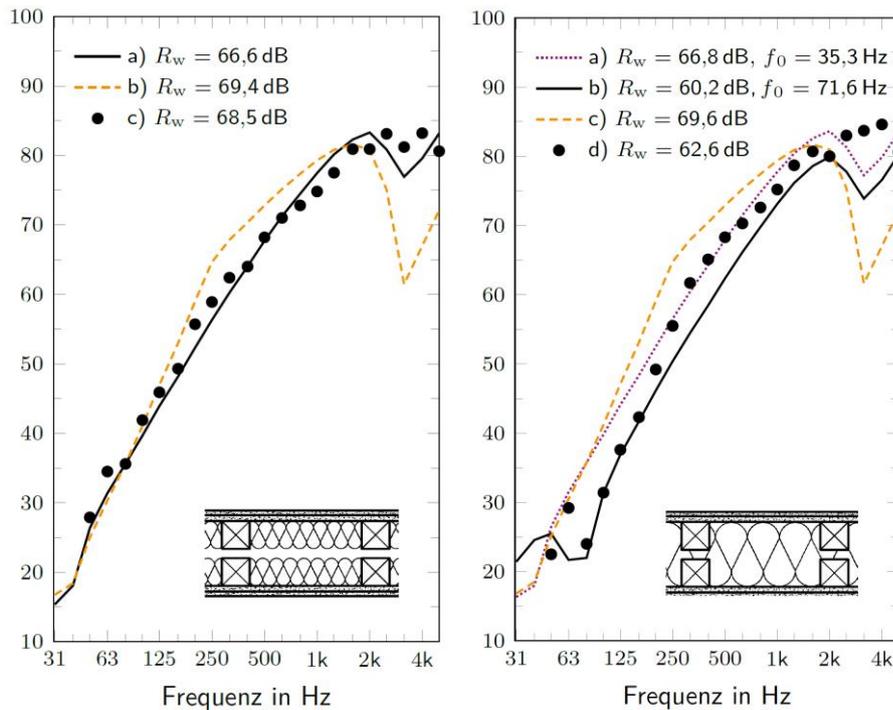


Abbildung 3: Schalldämmung einer zweischaligen Holztafelbau-Wand.

Links Hanffasermatten im Zwischenraum: a) Berechnung, b) empirische Berechnung nach [6], c) Messung.
 Rechts mit Seegras im Zwischenraum: a) Berechnung ohne Gerüststeifigkeit des Dämmstoffes,
 b) Berechnung mit Gerüststeifigkeit des Dämmstoffes, c) empirische Berechnung nach [6], d) Messung.

Die Simulationsergebnisse für die verschiedenen Dämmstoffe, die auf Basis der Materialmessungen des komplexen Kompressionsmoduls in [1] durchgeführt wurden, konnten unterstützend zu den Messergebnissen für die Öffnung der Bauteilkataloge verwendet werden. Sie bestätigten die empirisch gewonnenen Erkenntnisse, dass ein schalltechnisch geeigneter Faserdämmstoff im Hohlraum zum einen die Steifigkeit zwischen den Schalen gegenüber einem Hohlraum ohne Dämmstoff verringert und zum anderen den negativen Einfluss von stehenden Wellen im Hohlraum durch Dämpfung reduziert.

2.2. Dämmstoffe im Deckenhohlraum

Ein Vergleich unterschiedlicher Dämmstoffe und Dämmstoffdicken in einer Deckenkonstruktion wird in Abbildung 4 gezeigt. Zu sehen ist der Norm-Trittschallpegel für Trenndecken mit Hohlraumdämmstoffen aus Jutefaser im Vergleich zu konventionellen Dämmstoffen in 100 mm und 200 mm Dicke. Der NawaRo-Dämmstoff ist gleichwertig zum Mineralfaser-Dämmstoff. Die Verdopplung der Dämmstoffstärke in Verbindung mit der schalltechnisch entkoppelten Unterdecke ermöglicht bei diesem Aufbau die aktuellen Mindestanforderungen an den Trittschall nach DIN 4109 ohne zusätzliche Rohdeckenbeschwerung zu erreichen.

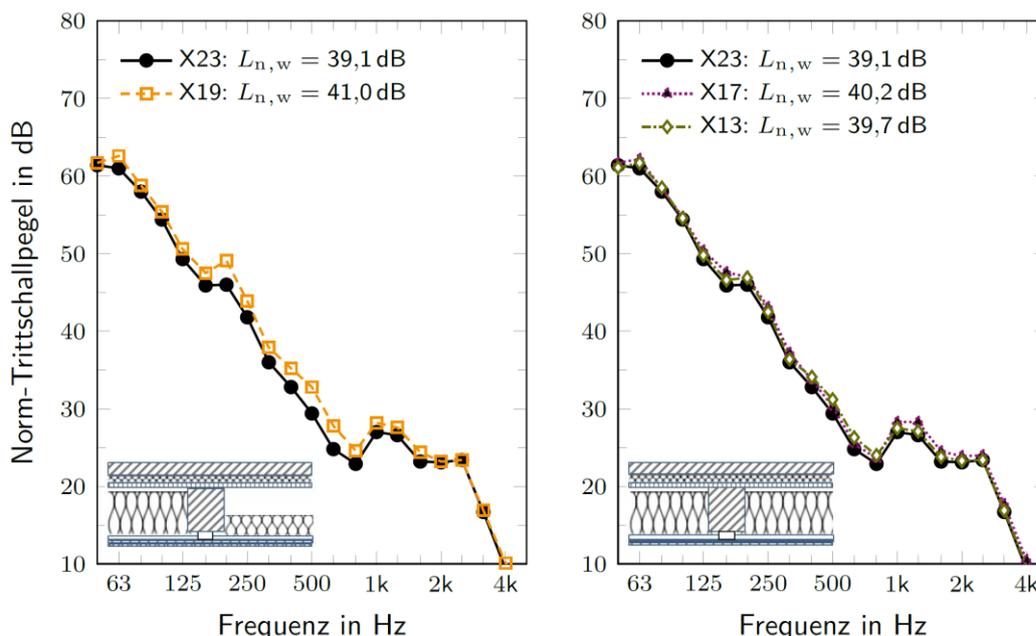


Abbildung 4: Einfluss des Hohlraumdämmstoffes auf den Norm-Trittschallpegel einer Holzbalkendecke mit Zementestrich auf Mineralfaser-Trittschalldämmplatten und entkoppelter Unterdecke mit doppelter Beplankung aus $2 \times 12,5$ mm GKF. Links Variation der Dämmstoffdicke. Rechts Variation der Dämmstoffart.

X23: 200 mm Mineralfaserdämmstoff, $\sigma = 7,0$ kPa s/m², $L_{n,w} = 39,1$ dB, $L_{n,w} + C_{1,50-2500} = 51$ dB

X19: 100 mm Mineralfaserdämmstoff, $\sigma = 7,0$ kPa s/m², $L_{n,w} = 41,0$ dB, $L_{n,w} + C_{1,50-2500} = 52$ dB

X17: 200 mm Mineralfaserdämmstoff, $\sigma = 5,0$ kPa s/m², $L_{n,w} = 40,2$ dB, $L_{n,w} + C_{1,50-2500} = 51$ dB

X13: 200 mm Jutefaserdämmstoff, $\sigma = 3,4$ kPa s/m², $L_{n,w} = 39,7$ dB, $L_{n,w} + C_{1,50-2500} = 51$ dB

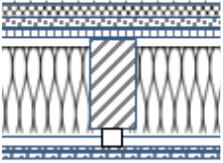
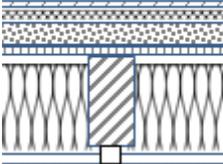
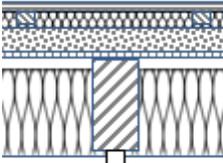
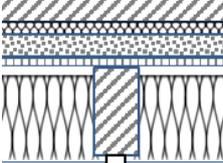
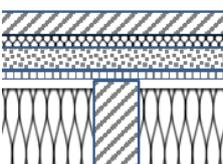
3. Druckfeste Dämmstoffe

Neben den Dämmstofftypen zum Einsatz im Konstruktionshohlraum werden auch druckfeste Dämmstoffe als Aufdachdämmung, Trittschalldämmplatte oder Wärmedämmverbundsystem (WDVS) eingesetzt. Während für Aufdach-Dämmsysteme mit NawaRo-Dämmstoffen bereits Planungsdaten in der Normung vorhanden sind, sollte innerhalb des Projektes gezeigt werden, dass auch hochwertige Deckenaufbauten mit Trittschalldämmplatten aus nachwachsenden Rohstoffen möglich sind. Zusätzlich wurden für Wärmedämmverbundsysteme mögliche Synergieeffekte zwischen Brand- und Schallschutz anhand FEM-Berechnungen untersucht.

3.1. Trittschalldämmplatten aus nachwachsenden Rohstoffen

Bei den Deckenaufbauten sollten hochwertige Varianten mit Trockenestrichelementen, Zementestrichen und Dielenböden realisiert werden. Die in Tabelle 1 dargestellten Aufbauten wurden in Zusammenarbeit mit der begleitenden Arbeitsgruppe ausgearbeitet und optimiert. Bei geeigneter Kombination der geprüften Holzfaser Trittschalldämmplatten mit Schüttungen ($m' \geq 90$ kg/m²) und gut entkoppelten und doppelt beplankten Unterdecken, konnten die Zielwerte in [9] für die Schallschutzniveaus *BASIS+* und *Komfort* ($L_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 50$ dB bzw. $L_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 47$ dB) erreicht werden. Sehr großes Optimierungspotential wies dabei die Abhängung der Unterdecke auf. Hier konnte gezeigt werden, dass optimale Verbesserungen für Eigenfrequenzen der Abhänger im Bereich von $f_0 = 12$ Hz bis 25 Hz erreicht werden [7], [9].

Tabelle 1: Prüfergebnisse von Holzbalkendecken mit Trocken- und Zementestrichen

Schnitt, vertikal	Konstruktionsdetails	$L_{n,w}$ $L_{n,w} + C_{I,50-2500}$ in dB	R_w in dB
1 	25 mm Gipsfaser Trockenestrichelement, $m' = 30 \text{ kg/m}^2$ 30 mm Holzfaser-Trittschalldämmplatte, $s' \leq 30 \text{ MN/m}^3$ 30 mm Schüttung ¹⁾ , $m' = 45 \text{ kg/m}^2$ 22 mm Holzwerkstoffplatte 220 mm Balken + 200 mm Hohlraumdämpfung ²⁾ $\geq 27 \text{ mm}$ Abhängung ³⁾ 12,5 mm GKF, $m' = 10 \text{ kg/m}^2$ 12,5 mm GKF, $m' = 10 \text{ kg/m}^2$	37 ... 38 dB 52 ... 55 dB	79... 80 dB
2 	25 mm Gipsfaser Trockenestrichelement, $m' = 30 \text{ kg/m}^2$ 30 mm Holzfaser-Trittschalldämmplatte, $s' \leq 30 \text{ MN/m}^3$ 60 mm Schüttung ¹⁾ , $m' = 90 \text{ kg/m}^2$ 22 mm Holzwerkstoffplatte 220 mm Balken + 200 mm Hohlraumdämpfung ²⁾ $\geq 27 \text{ mm}$ Abhängung ³⁾ 12,5 mm GKF, $m' = 10 \text{ kg/m}^2$ 12,5 mm GKF, $m' = 10 \text{ kg/m}^2$	33 ... 35 dB 48 ... 53 dB	79... 81 dB
3 	24 mm Dielenboden, Nut- und Federverbindung 40 mm Holzfaser-Trittschalldämmplatten mit Verlegeleisten 60 mm Schüttung ¹⁾ , $m' = 90 \text{ kg/m}^2$ 22 mm Holzwerkstoffplatte 220 mm Balken + 200 mm Hohlraumdämpfung ²⁾ $\geq 27 \text{ mm}$ Abhängung ³⁾ 12,5 mm GKF, $m' = 10 \text{ kg/m}^2$ 12,5 mm GKF, $m' = 10 \text{ kg/m}^2$	34 dB 50 dB	78 dB
4 	50 mm Zementestrich, $m' = 120 \text{ kg/m}^2$ 30 mm Holzfaser-Trittschalldämmplatte, $s' \leq 30 \text{ MN/m}^3$ 60 mm Schüttung ¹⁾ , $m' = 90 \text{ kg/m}^2$ 22 mm Holzwerkstoffplatte 220 mm Balken + 200 mm Hohlraumdämpfung ²⁾ 65 mm U-Direktabhänger, schallentkoppelt + CD-Profil 12,5 mm GKF, $m' = 10 \text{ kg/m}^2$ 12,5 mm GKF, $m' = 10 \text{ kg/m}^2$	32 dB 46 dB	82 dB
5 	50 mm Zementestrich, $m' = 120 \text{ kg/m}^2$ 30 mm Holzfaser-Trittschalldämmplatte, $s' \leq 30 \text{ MN/m}^3$ 60 mm Schüttung ¹⁾ , $m' = 90 \text{ kg/m}^2$ 22 mm Holzwerkstoffplatte 220 mm Balken + 200 mm Hohlraumdämpfung ²⁾ 65 mm U-Direktabhänger, schallentkoppelt + CD-Profil 18 mm GKF, $m' = 14,7 \text{ kg/m}^2$ 18 mm GKF, $m' = 14,7 \text{ kg/m}^2$	29 dB 44 dB	81 dB

1) Kalksplitt in Pappwaben, Splittschüttung mit Latexmilch, Splittschüttung im Lattenraster

2) NawaRo-Faserdämmstoff, $5 \text{ kPa s/m}^2 \leq \sigma \leq 50 \text{ kPa s/m}^2$

3) U-Direktabhänger, schallentkoppelt + CD-Profil, Klick-fix-Direktbefestiger, schallentkoppelt + CD-Profil, Federschiene

3.2. WDVS mit Dämmplatten aus nachwachsenden Rohstoffen

Beim Einsatz von Faserdämmplatten in Wärmedämmverbundsystemen stellt vor allem die Anwendung bei Außenwänden in Massivholzbauweise eine schalltechnische Herausforderung dar. Diese Außenwandkonstruktion ist von besonderem Interesse, da sie im mehrgeschossigen Wohnungsbau gerne verwendet wird, aber sowohl im Brandschutz als auch im Schallschutz noch Optimierungsbedarf aufweist. Der gemessene Ausgangswert der Schalldämmung mit $R_w = 39$ dB ist für viele Einsatzzwecke nicht ausreichend (siehe Abbildung 5).

Der einfache Schichtaufbau der Wandkonstruktion steht einer geringen Entkopplung durch das WDVS gegenüber. Weiche WDVS mit einer günstigen Masse-Feder-Masse-Resonanz sind in der Regel nicht praxistauglich. Zudem bewirkt die erforderliche Befestigung mit Dübeln eine Kopplung zwischen der Putzschicht und der Grundwand. Da diese Aspekte sowohl für WDVS mit konventionellen Dämmstoffen als auch für Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen gelten, war ein Nachweis der Vergleichbarkeit der Ergebnisse hier nicht zielführend. Eine Analyse der Konstruktion in Bezug auf mögliche Verbesserungsmaßnahmen erschien deshalb sinnvoller. Auf den Messwerten aufbauend wurden hierzu Berechnungen der Schalldämmung auf Basis der Finiten Elemente Methode durchgeführt [4].

Nach der Validierung der Simulation gegenüber den Messwerten, die im angestrebten Bereich lag (Messwert ± 3 dB), wurde zunächst der Einfluss der Dübel auf die Schalldämmung untersucht. Auffällig ist die Verbesserung der Schalldämmung durch die Dübel im Bereich unter 250 Hz durch eine Bedämpfung der Eigenmoden, wie dies auch messtechnisch in [8] ermittelt wurde. Oberhalb von ca. 500 Hz wird die Schalldämmung durch den koppelnden Einfluss der Dübel verschlechtert. Dies kann vermieden werden, wenn der Dübelteller um 50 mm im Dämmstoff versenkt werden. Die aus Wärme- / Feuchteschutzgründen montierte zusätzliche Dämmschicht zwischen Dübelteller und Putzebene bewirkt dann eine gute Entkopplung.

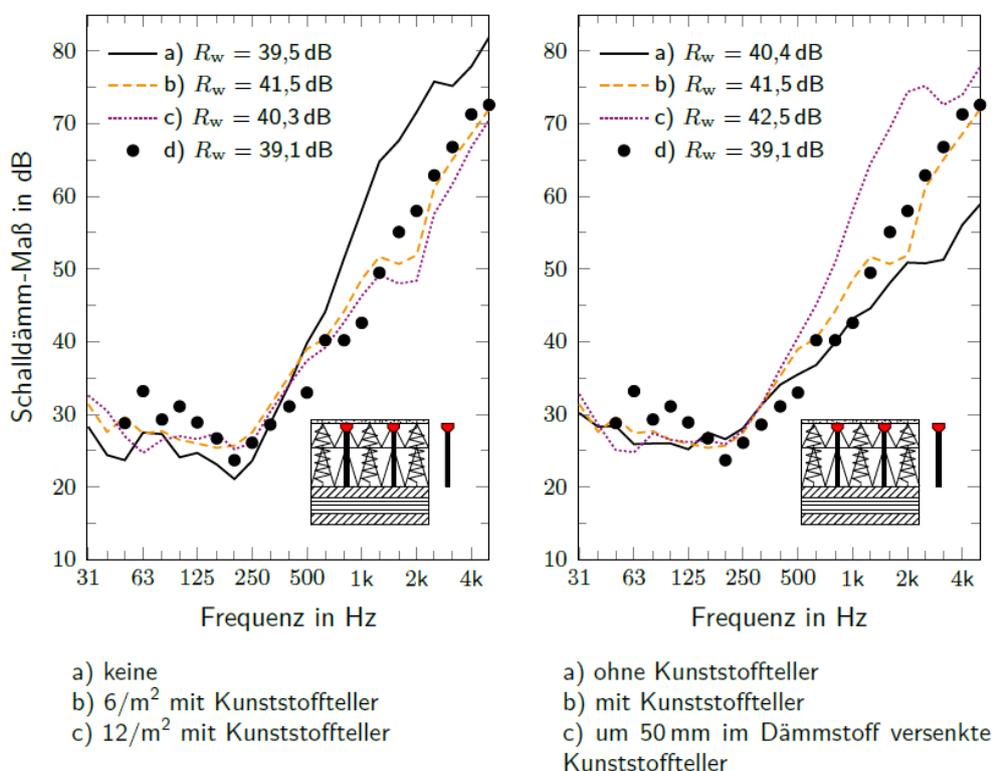


Abbildung 5: Simulation der Schalldämmung einer 100 mm Massivholzwand mit WDVS (7 mm Putz, 160 mm Holzfaserdämmplatten). Berechnungsergebnisse für die Variation der Dübelanzahl (links) und der Putzankopplung an den Dübel (rechts). Zum Vergleich das Messergebnis der Bauteilprüfung (Kurve d) mit 6 Kunststoffteller-Dübeln pro m^2 .

Im zweiten Schritt wurde die Putzschicht variiert, um das Verbesserungspotential, der für den Brandschutz erforderlichen Zusatz-Putzmasse, für die Schalldämmung des Wandaufbaus zu simulieren. Abbildung 6, links zeigt den Einfluss der Putz-Rohdichte auf die Schalldämmung. Rechts wird die Schalldämmung bei einer 30 mm starken Putzschicht gezeigt. Die Erhöhung der Putzschichtdicke lässt eine starke Verbesserung der Schalldämmung erwarten. Die aus brandschutztechnischen Gründen erforderliche Maßnahme ermöglicht damit gleichzeitig Zielwerte $R_w > 45$ dB zu erreichen.

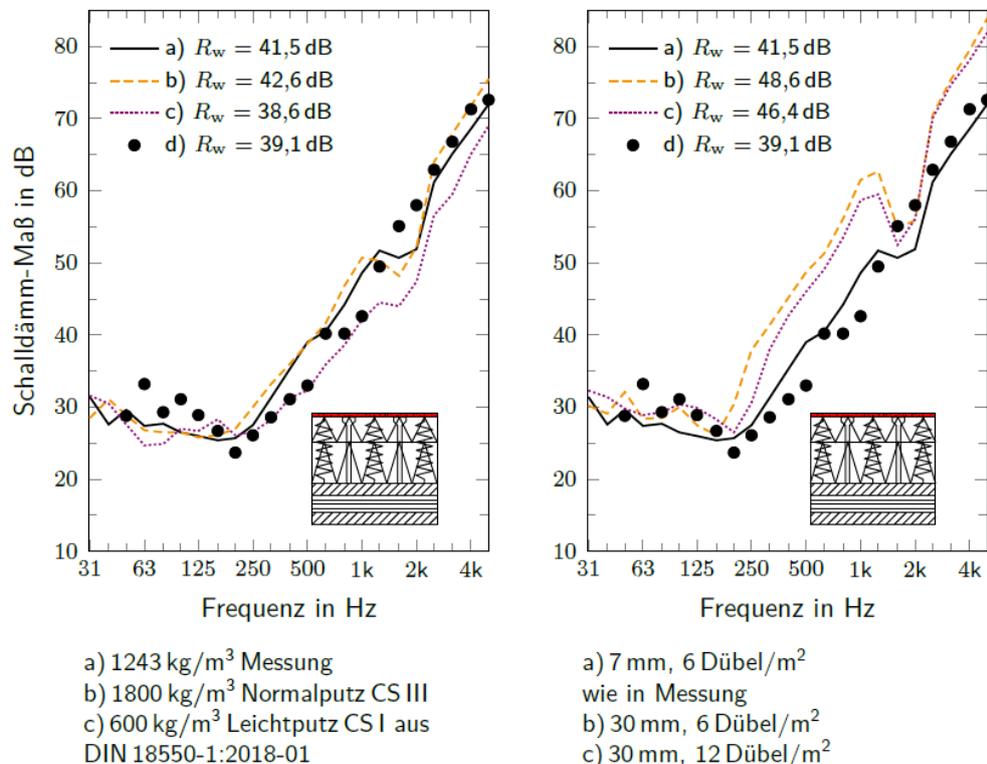


Abbildung 6: Simulation der Schalldämmung einer Massivholzwand mit WDVS. Berechnungsergebnisse für die Variation der Putz-Rohdichte (links) und der Putzdicke (rechts). Zum Vergleich das Messergebnis der Bauteilprüfung (Kurve d) mit 7 mm Putz, $\rho = 1243$ kg/m³ und 6 Dübel/m².

4. Zusammenfassung

Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen können in vielen Bereichen alternativ zu konventionellen Dämmstoffen eingesetzt werden. Die schalltechnischen Untersuchungen im Rahmen des Projektes ergaben im direkten Vergleich der Dämmstoffe und bei der Prognose mit semi-analytischen Berechnungsmodellen eine gute Übereinstimmung der Ergebnisse. Auf Basis dieser Ergebnisse konnte die Bandbreite der einsetzbaren Dämmstoffe in den aktuellen Bauteilkatalogen [9] deutlich erweitert werden. Die erweiterten Bauteilkataloge werden nun im Rahmen der aktuellen Überarbeitung in DIN 4109-33 übernommen.

Auch für druckbelastete Dämmstoffe wurden geeignete Aufbauten gefunden. Während der Einsatz als Aufdachdämmung in der Praxis geläufig ist, bestanden bei Holzfasertrittschalldämmplatten auf Grund der höheren dynamischen Steifigkeit bei vielen Anwendern Bedenken. Hier konnten hochwertige Decken-Konstruktionen für den Einsatz dieser Trittschalldämmplatten entwickelt und im Bauteilkatalog berücksichtigt werden. Ein reiner Austausch gegenüber konventionellen Trittschalldämmplatten wäre in diesem Fall nicht zielführend gewesen.

Bei den WDV-Systemen stellte die Wirkungsweise der Befestigungsdübel eine wichtige Erkenntnis dar, die auf Basis von FEM-Simulationen gewonnen und mit Messergebnissen abgesichert wurde. Ebenso die Möglichkeit der Synergiegewinne zwischen Brandschutz, Wärmeschutz und Schallschutz durch die Erhöhung der Putzdicke und die Versenkung der Dämmstoffteiler.

Von besonderem Interesse für die Wirtschaftlichkeit der Konstruktionen ist es, in Zukunft die möglichen Synergieeffekte zwischen Wärme-, Brand- und Schallschutz bei WDVS, Unterdecken und Beplankungen besser zu nutzen.

5. Danksagung

Die Autoren bedanken sich für die sehr hilfreichen Diskussionen mit den Instituten der Forschungskoooperation und die planerische Unterstützung durch die Arbeitsgruppe, sowie für die finanzielle Unterstützung durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)

6. Literatur

- [1] Rabold, A., Mecking, S., Huber, A., Kohrmann, M., Mehr als nur Dämmung – Zusatznutzen von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen, Teilbereich Bauakustik, Forschungsbericht Technische Hochschule Rosenheim, 2020
- [2] DIN EN ISO 12354-1, Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen, Ausgabe 2017-11
- [3] Huber, A., Ermittlung von Planungsdaten für den Schallschutz von Außenwänden in Holzbauweise mit unterschiedlichen Dämmstofftypen: Datensammlung – Bauteilmessung – Simulation. Bachelorarbeit. Hochschule Rosenheim 2018
- [4] Huber, A., Entwicklung FEM basierter Modelle zur Vorhersage schalltechnischer Eigenschaften von Massivholzelementen mit Wärmedämmverbundsystemen aus nachwachsenden Rohstoffen, Masterarbeit, Technische Hochschule Rosenheim, 2020
- [5] Mecking, S., Rabold, A., Huber, A., Insulation materials made of renewable raw materials for the sound insulation prognosis of building components, Tagungsband ICA, Aachen 2019
- [6] Weber, L., Buchele, A., Akustische Sanierung von Wohngebäuden mit Vorsatzschalen und Vorsatzkonstruktionen: Berechnung, Planung, Optimierung, Fraunhofer IRB Verlag, 2010.
- [7] Rabold, A., Schödel, B., Schanda, U., Schalltechnische Optimierung von Unterdeckenabhängern, Tagungsband DAGA 2019
- [8] Pirch, P. und B. Nusser, Schallschutz von WDVS auf Brettsperrholzwänden, Tagungsband Holz Haus Tage, Bad Ischl 2017
- [9] Blödt, A., Rabold, A., Halstenberg, M., Ecker, T., Huber, A., Huissel, L., Löffler, S., Scheuerpflug, M., Schallschutz im Holzbau – Grundlagen und Vorbemessung, holzbau handbuch, Reihe 3, Teil 3, Folge 1, Holzbau Deutschland 2019