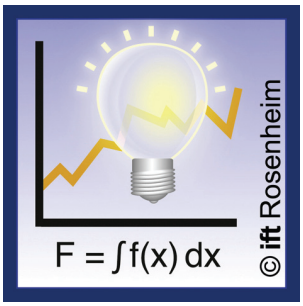
Forschung & Entwicklung

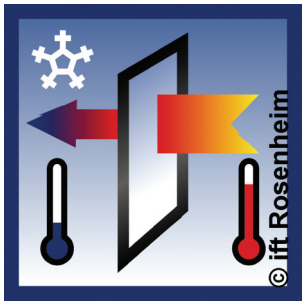
Das Institut für
Fenster und Fassaden,
Türen und Tore,
Glas und Baustoffe

Kurzbericht

Nachwachsende Rohstoffe für WDVS-Altbausanierung

Januar 2014





© ift Rosenheim

Kurzbericht
Nachwachsende Rohstoffe für WDVS-Altbausanierung

Thema	Wärmedämmverbundsysteme und Außendämmungen aus nachwachsenden Rohstoffen zum Einsatz in der Altbausanierung – Prognose und Optimierung der schalltechnischen Eigenschaften
Kurztitel	Nachwachsende Rohstoffe für WDVS-Altbausanierung
Gefördert durch	Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung Aktenzeichen SWD-10.08.18.7-12-15
Forschungsstelle	**ift** gemeinnützige Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH Theodor-Gietl-Straße 7-9 83026 Rosenheim
Projektleitung	Dr.-Ing. Andreas Rabold
Projektbearbeitung	Dipl.-Ing. (FH) Stefan Bacher

Rosenheim, Januar 2014

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Motivation und Projektziel	1
2	Vorgehensweise	3
3	Ergebnisse	4
4	Danksagung	7
5	Literaturverzeichnis	8

1 Motivation und Projektziel

Bei der energetischen Modernisierung der Gebäudehülle spielt die Verbesserung des Wärmeschutzes der opaken Außenbauteile (Wände) eine entscheidende Rolle. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die entsprechenden Konstruktionen auch weiteren Anforderungen, wie z.B. den Anforderungen an den Schallschutz genügen müssen.

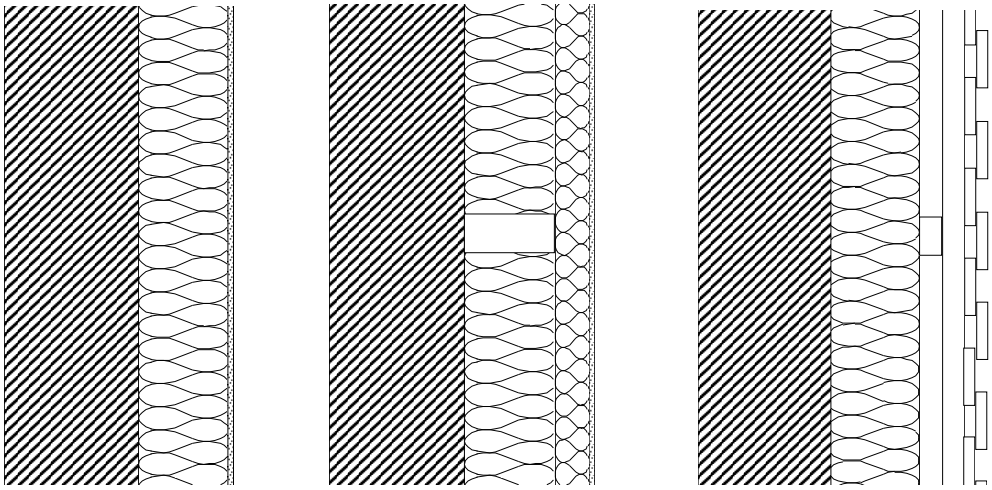
Zur Dämmung von Außenwänden werden unterschiedlichste Materialien verwendet. Neben Dämmstoffen aus Polystyrol, Polyurethan, Mineralfaser etc. stehen auch Materialien zur Verfügung, die aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden. Im Wesentlichen sind dies Holzfaserdämmstoffe sowie Zellulosedämmstoffe.

Es ist bekannt, dass durch das Aufbringen einer Wärmedämmung bzw. eines WDVS auf eine Außenwand die schalltechnischen Eigenschaften des Außenbauteils massiv beeinflusst werden können. Für den Schallschutz sind in der Planung der Sanierungsmaßnahme die Anforderungen an die Schalldämmung der Außenbauteile nach DIN 4109 zu berücksichtigen, die aus dem maßgeblichen Außenlärmpegel am Standort des Gebäudes resultieren. Hierzu fehlt jedoch gerade bei der Verwendung von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen ein validiertes Berechnungsmodell sowie die erforderlichen Planungsdaten für den Schallschutznachweis. Vorhandene Modelle wurden im Rahmen von öffentlich geförderten Forschungsvorhaben bisher nur für die Verwendung von Hartschaum- und Mineralfaserdämmplatten entwickelt und validiert.

Eine Übertragbarkeit der Modelle auf Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen bzw. eine Anpassung solcher Modelle wurde bislang nicht untersucht. Hinzu kommen produktspezifische Systemaufbauten für Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen (siehe Abbildung 1), die von bestehenden Berechnungsmodellen nicht abgedeckt werden können.

Die Zielsetzung des Projekts lag entsprechend in der Validierung und Anpassung dieser Berechnungsmodelle für die Bemessung und Optimierung von Wärmedämmverbundsystemen, Außendämmungen und Innendämmungen aus nachwachsenden Rohstoffen. Der Fokus der Untersuchungen lag hierbei auf einem praxisnahen Modell, das von Planern und Ausführenden verwendet

werden kann. Zusätzlich wurden auch frequenzabhängige Modelle berücksichtigt [1], [2], die ein besseres Verständnis der Wirkungsweise dieser Dämmsysteme ermöglichen.



a) b) c)

Abbildung 1 Typische Ausführungsvarianten von Außendämmungen aus nachwachsenden Rohstoffen
a) Klassisches Wärmedämmverbundsystem (WDVS)
b) Verputzte Holzfaserdämmplatte auf Ständerwerk mit Hohlraumdämmung (WDVS + Ständer)
c) Vorhangfassade (Boden-Deckel Schalung, Stülpschalung, Holzwerkstoffplatten o.ä.) mit Außendämmung

© **ift** Rosenheim, Januar 2014

2 Vorgehensweise

Die im Rahmen des Forschungsvorhabens vorhandenen Fragestellungen sollten im Wesentlichen durch experimentelle Untersuchungen beantwortet werden. Hierzu wurden umfangreiche Labormessungen der Luftschalldämmung von Wänden mit aufgebrachtem WDVS bzw. Wärmedämmung aus nachwachsenden Rohstoffen durchgeführt. Ebenso wurden die materialspezifischen Eigenschaften (Strömungswiderstand, dynamische Steifigkeit) ermittelt. Diese dienten zur „Erweiterung“ bzw. Anpassung eines Prognosemodells, das auf den bereits vorhandenen Ansätzen aufbaut.

Die Ermittlung der schalltechnischen Eigenschaften von Wänden mit Wärmedämmung aus nachwachsenden Rohstoffen wird entsprechend DIN EN ISO 10140 durchgeführt. Um einen Rohdichtebereich der Wände (Flächengewicht) von ca. 200 kg/m² bis ca. 450 kg/m² abzudecken, wurden vier Wände mit unterschiedlichem Flächengewicht errichtet. Auf diese wurden die zu untersuchenden Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen unter Variation entscheidender Parameter wie z.B. Befestigungsart, Dämmmaterial aufgebracht. Die aus den experimentellen Untersuchungen abgeleiteten Erkenntnisse und Zusammenhänge dienten zur Anpassung eines Prognosemodells zur Vorhersage der zu erwartenden Luftschalldämmung von Außenwänden in der Altbausanierung. Dieses Modell baut im Wesentlichen auf den bereits erarbeiten Erkenntnissen anderer öffentlich geförderter Vorhaben auf.

3 Ergebnisse

In der Projektbearbeitung erfolgte zunächst eine Zusammenführung vorhandener Prognosemodelle für die Anwendung in der Altbausanierung sowie die Zusammenstellung relevanter Konstruktionsvarianten in Abstimmung mit der projektbegleitenden Arbeitsgruppe in Form einer Untersuchungsmatrix. Die Messergebnisse wurden als Planungsgrundlagen zusammengefasst und dazu verwendet, die Berechnungsmodelle zu validieren. Die Spannweite der Messergebnisse für die unterschiedlichen Dämmsysteme ist in Tabelle 1 dargestellt.

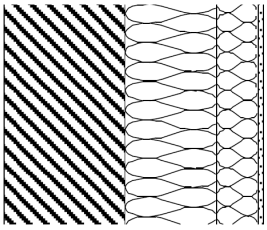
Tabelle 1 Ergebnisse im Überblick (Minimum ... **Mittelwert** ... Maximum)

Typ	Anzahl	R_w	$R_w + C_{tr,50\text{-}5000}$	$\Delta R_{w,direct}$	$\Delta(R_w + C_{tr,50\text{-}5000})_{direct}$
WDVS, klassisch	11	51..**55**..60 dB	43..**46**..50 dB	-1..**2**..6 dB	-4..-**2**..1 dB
WDVS + Ständer	9	57..**61**..64 dB	47..**50**..52 dB	5..**7**..11 dB	-2.. **1**..4 dB
Außendämmung mit Schalung	8	56..**59**..64 dB	47..**49**..51 dB	3..**5**..7 dB	-3..-**1**..1 dB

Die Validierung zeigte, dass sowohl das einfache Verfahren nach DIN EN 12354-1 [4] als auch das speziell für WDV-Systeme entwickelte Verfahren [3] für die Anwendung prinzipiell geeignet sind. Für das Verfahren nach [3] wurde hierzu der Einfluss des Strömungswiderstandes für Holzfaserdämmstoffe ergänzt. Das Verfahren nach DIN EN 12354-1 für akustische Vorsatzschalen bietet den Vorteil, dass es sowohl für klassische WDV-Systeme als auch für WDV-Systeme mit zusätzlichem Ständer/Träger oder Außendämmungen mit Vorhangfassade anwendbar ist. Für die in diesem Vorhaben untersuchten Konstruktionsvarianten und Grundwände hat es sich als ausreichend genau gezeigt, um die bauakustische Planung für die Bemessung und Optimierung von Wärmedämmverbundsystemen, Außendämmungen und Innendämmungen aus nachwachsenden Rohstoffen durchführen zu können. Voraussetzung hierfür ist eine ausreichende Sicherheit bei der Bestimmung der Resonanzfrequenz des Dämmsystems. Ein Beispiel für die Berechnung zeigt Abbildung 2.

© **ift** Rosenheim, Januar 2014

Wandaufbau:



200 mm	Mauerwerk, verputzt, m' = 350 kg/m²
180 mm	Holzfaserdämmplatte, s' = 8 MN/m³
80 mm	Holzfaserdämmplatte, s' = 28 MN/m³
10 mm	Putz, m' = 11 kg/m²

Prüfwert: R_w = 58 dB

a) Eingangsgrößen aus Messdaten

Schalldämmung der Grundwand
(Messwert Labor oder Bau[1])

$$R_{w,0} = 54\,dB$$

Verbesserung durch das Dämmsystem

$$\Delta R_w = 4\,dB$$

Schalldämmung der Wand inklusive Dämmsystem

$$R_w = 54\,dB + 4\,dB = 58\,dB \pm 2\,dB$$

b) Eingangsgrößen aus Materialdaten

Schalldämmung der Grundwand

$$R_{w,0} = 37{,}5\,log\left(\frac{350\ {}^{kg}/_{m^2}}{1\ {}^{kg}/_{m^2}}\right) - 42\,dB = 53{,}4\,dB$$

Verbesserung durch das Dämmsystem

$$s'_{ges} = \frac{1}{\frac{1}{s'_1} + \frac{1}{s'_2}} = \frac{1}{\frac{1}{8\ {}^{MN}/_{m^3}} + \frac{1}{28\ {}^{MN}/_{m^3}}} = 6\,MN\,/\,m^3$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{6\cdot 10^6\ {}^{N}/_{m^3}\left(\frac{1}{350\ {}^{kg}/_{m^2}} + \frac{1}{11\ {}^{kg}/_{m^2}}\right)} = 119\,Hz$$

$$\Delta R_w = 30\,dB - \frac{53{,}4\,dB}{2} = 3{,}3\,dB\,,$$

oder mit Messwert für f_0

$$f_0 = 100\,Hz\,,\ \Delta R_w = 32\,dB - \frac{53{,}4\,dB}{2} = 5{,}3\,dB\,,$$

Schalldämmung der Wand inklusive Dämmsystem

$$R_w = 53{,}4\,dB + 3{,}3\,dB = 56{,}7\,dB \pm 2\,dB$$

oder mit Messwert für f_0

$$R_w = 53{,}4\,dB + 5{,}3\,dB = 58{,}7\,dB \pm 2\,dB$$

[1] Bei Ergebnissen aus Baumessungen ist der Einfluss von Fenstern und sonstigen Einbauten auszuschließen.

Abbildung 2 Berechnungsbeispiel für die Schalldämmung einer Wand mit Dämmsystem

Für die frequenzabhängige Berechnung von ΔR wurde zunächst das Modell nach Cremer Heckel [1] verwendet und mit Messergebnissen verglichen. Es zeigte sich, dass eine deutlich bessere Übereinstimmung mit den Messergebnissen erreicht werden kann, wenn die Verbesserung ΔR des Dämmsystems durch die Summe der Transmissionsgrade τ_i auf den verschiedenen Übertragungswegen ausgedrückt wird und die Verbesserung durch das Dämmsystem aus der Differenzialgleichung des fußpunkterregten Einmasseschwingers berechnet wird. Zusätzlich kann die Dickenresonanz der Dämmung berücksichtigt werden (siehe Abbildung 3).

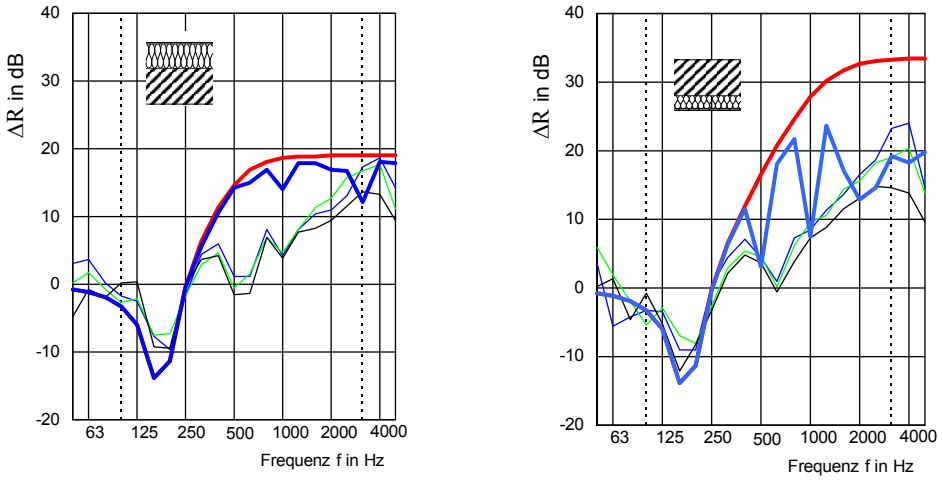


Abbildung 3 Verbesserung der Schalldämmung ΔR durch Dämmsysteme auf unterschiedlichen Grundwänden. Vergleich von Messergebnissen (dünne Linien) mit Berechnungsergebnissen (dicke Linien). Berechnung nach [1] mit den genannten Modifikationen (rot), zusätzliche Berücksichtigung der Dickenresonanzen (blau).

Die Berücksichtigung der Dickenresonanzen führt zwar zu einer besseren Übereinstimmung zwischen Messung und Berechnung, es ist aber offensichtlich, dass die Berechnung der Resonanzeinbrüche ohne Berücksichtigung der Dämpfung noch keine realistischen Werte liefern kann.

© ift Rosenheim, Januar 2014

4 Danksagung

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wird mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung gefördert. (Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-12.15). Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt bei den Autoren.

Das Forschungsprojekt wird in beratender Funktion durch eine projektbegleitende Arbeitsgruppe betreut. Den Mitgliedern des Beratergremiums gilt besonderer Dank:

- Herr Prof. Dr. Ulrich Schanda, Hochschule Rosenheim
- Herr Prof. Dr. Ulrich Grimminger, Hochschule Rosenheim
- Herr Christian Burkhart, Akustikbüro Schwartzenberger und Burkhart
- Herr Dr. Lutz Weber, Fraunhofer-Institut für Bauphysik
- Herr Dr. Brüggemann, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung

Besonderer Dank gebührt auch folgenden Industriepartnern und dem Verband Holzfaser Dämmstoffe e.V. (VHD), die das gesamte Projekt sowohl ideell als auch finanziell unterstützen und somit zum Gelingen beitragen:

- Steico AG, D-85622 Feldkirchen
- Gutex Holzfaserplattenwerk, D-79761 Waldshut-Tiengen
- Pavatex GmbH, D-88299 Leutkirch
- Unger-Diffutherm GmbH, D-09114 Chemnitz
- Doser Holzfaser-Dämmsysteme GmbH, D-87459 Pfronten,
- Knauf GmbH, D-97346 Iphofen

5 Literaturverzeichnis

[1] Cremer, L., Heckl, M.
Körperschall, physikalische Grundlagen und technische Anwendungen
Springer, 1996

[2] Weber L., Büchele A.
Akustische Sanierung von Wohngebäuden mit Vorsatzschalen und Vorsatzkonstruktionen – Berechnung, Planung und Optimierung
Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart 2009
Förderkennzeichen: Z6-10.07.03-05.13; II 3 - 80 01 05 – 13

[3] Weber L., Brandstetter D.
Einheitliche schalltechnische Bemessung von Wärmedämmverbundsystemen,
Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart 2003
Förderkennzeichen: P32-5-5.54-945/00

[4] DIN EN 12354-1:2000
Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen
Beuth Verlag GmbH, Berlin

© **ift** Rosenheim, Januar 2014

ift Rosenheim
Theodor-Gietl-Str. 7-9
83026 Rosenheim
Telefon +49 (0) 8031 261-0
Telefax +49 (0) 8031 261-290
E-Mail: info@ift-rosenheim.de
http://www.ift-rosenheim.de