

Anlage III: Proof of Principle

Dieses Dokument präsentiert die vielversprechenden Testergebnisse, die das Potenzial von Hopfen als Baumaterial unter Beweis stellen. Die Ergebnisse zeigen die technische Möglichkeiten von Hopfen als innovatives Baumaterial. Die vorliegenden Ergebnisse basieren auf Prüfungen des Materials, die im Rahmen der Masterarbeit von Marlene Stechl zu "HopMaterials - Eine technische und wirtschaftliche Untersuchung von hopfenbasierten Baumaterialien" durchgeführt wurden. Diese fundierte wissenschaftliche Arbeit hat bereits die technischen und wirtschaftlichen Aspekte von Hopfen als Baumaterial gründlich untersucht. Somit untermauern die vorliegenden Ergebnisse die Machbarkeit des Projekts und legen den Grundstein für die weitere Forschung und Entwicklung. In der Farbe Rot werden zudem die Eigenschaften dargestellt, die noch nicht getestet wurden, aber für die Eignung von Hopfen als Baumaterial von Bedeutung. Diese Eigenschaften, sowie die offiziellen Prüfungen der bereits durchgeführten informellen Prüfungen, sind mit Kosten verbunden und sollen zu Beginn des Förderzeitraums erfolgen.

Inhalt der Anlage:

1. **Technisches Merkblatt:** Eine Zusammenfassung aller relevanten Testergebnisse, die das Potenzial von Hopfen als Baumaterial aufzeigen.
2. **Testung der Wärmeleitfähigkeit:** Durchgeführt von Konrad Huber am IFT Rosenheim. Diese Testung gibt Aufschluss über die isolierenden Eigenschaften des hopfenbasierten Materials.
3. **Messung der Absorptionswerte:** Analysiert von Alexander Terhardt an der Hochschule München. Diese Werte sind entscheidend, um die akustischen Eigenschaften des Materials zu verstehen.
4. **Prüfung der Entflammbarkeit:** Getestet am PÜZ an der TU München. Diese Prüfung zeigt, wie sich das Material im Falle eines Brandes verhält und ist ein wichtiger Indikator für die Sicherheit des Materials im Bauwesen.

Mit den vorliegenden Tests und Analysen wird eine solide Grundlage für die Realisierung des Projekts "HopfON" geschaffen und die Basis für weiterführende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten gelegt.



TECHNISCHES MERKBLATT HOPF-AKUSTIK

Akustikpaneel aus Hopfenfasern

Hopf-Akustik sind die ersten vollständig aus Hopfen bestehenden Paneele für die Verbesserung der Wärme- und Schalldämmung für den Innenbereich. Dank der einzigartigen Technologie stellen die kreislaufgerechten und diffusionsoffenen HopfAkustik Paneele heute die nachhaltigste Lösung für akustischen Komfort dar.

Technische Daten 40 mm

Eigenschaften	Norm	Wert	Einheit
Maße	DIN EN 822, DIN EN 823	500 x 500*	mm
Plattenstärke		40	mm
Rohdichte	DIN EN 1602	200	kg/m ³
Druckfestigkeit	DIN EN 826	XXX	kPa
Zugfestigkeit	DIN EN 1607	XXX	kPa
Brandverhalten	DIN EN 13501	B2	Klasse
Schallabsorbtionsgrad	DIN EN ISO 11654	0,55	Aw
Wärmeleitfähigkeit	DIN EN12664-2	0,053	W/mK
UV-Beständigkeit	DIN EN 15187	XXX	Kategorie
Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 12086	XXX	m
Formaldehyd	AVVOC-,VOC, SVOC Emission	XXX	Kategorie

Zusammenfassung

- formaldehydfrei?
- normal entflammbar
- schimmelresistent?
- wasserbeständig?
- recyclebar
- leichte Verarbeitung
- Reguliert die Luftfeuchtigkeit (45% - 55%)?
- CO² Speicher
- sehr hoher Feuchtigkeitsausgleich?
- hohe Absorptionsfähigkeit
- optimale Raumklimaregulierung?
- absorbiert Gerüche?

Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit nach EN 12667:2001-01

Projekt-Nr. 86045060

Grundlagen der Prüfung EN 12667:2001-01
Thermal performance of building materials and products. Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods. Products of high and medium thermal resistance.

Verwendete Prüfmittel ift-Berechnungsprogramm

Probekörper Hopfen 1

Probekörpernummer -

Prüfdatum 09.06.2023

Verantwortlicher Prüfer Konrad Huber

Prüfer Konrad Huber

Prüfdurchführung
Abweichungen Es gibt keine Abweichungen vom Prüfverfahren gemäß Norm/Grundlage.

Messunsicherheit 6%

Messdaten/Ergebnisse

	Wärmedurchlasswiderstand in (m ² ·K)/W	Dicke in m	Wärmeleitfähigkeit in W/(m·K)
Ergebnis	0,565	0,030	0,053
Messunsicherheit	-	-	± 0,003

Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit nach EN 12667:2001-01

Projekt-Nr. 86045060

Grundlagen der Prüfung EN 12667:2001-01
Thermal performance of building materials and products. Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods. Products of high and medium thermal resistance.

Verwendete Prüfmittel ift-Berechnungsprogramm

Probekörper Hopfen 3

Probekörpernummer -

Prüfdatum 11.06.2023

Verantwortlicher Prüfer Konrad Huber

Prüfer Konrad Huber

Prüfdurchführung
Abweichungen Es gibt keine Abweichungen vom Prüfverfahren gemäß Norm/Grundlage.

Messunsicherheit 6%

Messdaten/Ergebnisse

	Wärmedurchlasswiderstand in (m ² ·K)/W	Dicke in m	Wärmeleitfähigkeit in W/(m·K)
Ergebnis	0,560	0,030	0,054
Messunsicherheit	-	-	± 0,003

Messung des Wärmedurchlasswiderstands mit dem Plattengerät nach EN 12667:2001-01

Projekt-Nr.	86045060
Grundlagen der Prüfung	EN 12667:2001-01 Thermal performance of building materials and products. Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods. Products of high and medium thermal resistance.
Verwendete Prüfmittel	Pst/022001 - Plattengerät
Probekörper	Hopfen 1
Probekörpernummer	-
Prüfdatum	09.06.2023
Verantwortlicher Prüfer	Konrad Huber
Prüfer	Stefan Junker

Prüfdurchführung Plattengerätausführung	Die Prüfung wurde mit dem Plattengerät in der Ausführung als Einplattengerät durchgeführt.
Abweichungen	Es gibt folgende Abweichungen vom Prüfverfahren gemäß Norm/Grundlage: Die gepresste Probekörperplatte wurde zur Messung des R-Wertes in eine Vorrichtung eingesetzt. Zur Korrektur der Temperaturdifferenz wurde das Verfahren nach EN 12664:2001 Abschnitt A.3.6.3 angepasst.
Messunsicherheit	6%

Messdaten/Ergebnisse

Probekörperinformationen

Probekörperorientierung:	Vertikal
Wärmestromrichtung:	Horizontal

Materialkennwerte vor der Prüfung

Symbol	Bezeichnung	Mittelwert	Einheit
l	Länge	0,270	m
b	Breite	0,270	m
d	Dicke	0,030	m
m	Masse	---	g
ρ	Rohdichte vor der Prüfung	---	kg/m ³

Materialkennwerte nach der Prüfung

Symbol	Bezeichnung	Mittelwert	Einheit
l	Länge	0,270	m
b	Breite	0,270	m
d	Dicke	0,030	m
m	Masse	438,1	g
ρ	Rohdichte	200,3	kg/m ³

Einzelergebnisse

Tabelle: Einzelergebnisse Plattengerät

Symbol	Bezeichnung	Wert	Einheit
A	Messfläche	62500	mm ²
Φ	zugeführte Leistung	1,1	W
θ_i	mittlere Oberflächentemperatur der warmen Seite	14,9	°C
θ_e	mittlere Oberflächentemperatur der kalten Seite	4,9	°C
θ_m	Mitteltemperatur	9,9	°C
$\Delta\theta$	mittlere Temperaturdifferenz	10,0	K
R	Wärmedurchlasswiderstand	0,565	(m ² ·K)/W

Messung des Wärmedurchlasswiderstands mit dem Plattengerät nach EN 12667:2001-01

Projekt-Nr.	86045060
Grundlagen der Prüfung	EN 12667:2001-01 Thermal performance of building materials and products. Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods. Products of high and medium thermal resistance.
Verwendete Prüfmittel	Pst/022001 - Plattengerät
Probekörper	Hopfen 3
Probekörpernummer	-
Prüfdatum	11.06.2023
Verantwortlicher Prüfer	Konrad Huber
Prüfer	Konrad Huber

Prüfdurchführung Plattengerätausführung	Die Prüfung wurde mit dem Plattengerät in der Ausführung als Einplattengerät durchgeführt.
Abweichungen	Es gibt folgende Abweichungen vom Prüfverfahren gemäß Norm/Grundlage: Die gepresste Probekörperplatte wurde zur Messung des R-Wertes in eine Vorrichtung eingesetzt. Zur Korrektur der Temperaturdifferenz wurde das Verfahren nach EN 12664:2001 Abschnitt A.3.6.3 angepasst.
Messunsicherheit	6%

Messdaten/Ergebnisse

Probekörperinformationen

Probekörperorientierung:	Vertikal
Wärmestromrichtung:	Horizontal

Materialkennwerte vor der Prüfung

Symbol	Bezeichnung	Mittelwert	Einheit
l	Länge	0,270	m
b	Breite	0,270	m
d	Dicke	0,030	m
m	Masse	---	g
ρ	Rohdichte vor der Prüfung	---	kg/m ³

Materialkennwerte nach der Prüfung

Symbol	Bezeichnung	Mittelwert	Einheit
l	Länge	0,270	m
b	Breite	0,270	m
d	Dicke	0,030	m
m	Masse	423,0	g
ρ	Rohdichte	193,4	kg/m ³

Einzelergebnisse

Tabelle: Einzelergebnisse Plattengerät

Symbol	Bezeichnung	Wert	Einheit
A	Messfläche	62500	mm ²
Φ	zugeführte Leistung	1,1	W
θ_i	mittlere Oberflächentemperatur der warmen Seite	15,1	°C
θ_e	mittlere Oberflächentemperatur der kalten Seite	5,2	°C
θ_m	Mitteltemperatur	10,1	°C
$\Delta\theta$	mittlere Temperaturdifferenz	9,9	K
R	Wärmedurchlasswiderstand	0,560	(m ² ·K)/W

Messgegenstand

Bezeichnung: Hopfenfasern

Beschreibung: Poröse Absorber

Auftraggeber: HopfON, Oskar-von-Müller-Ring, 80333 München

Messbedingungen

Messnorm: DIN 10534-2: Bestimmung des Schallabsorptionsgrades und der Impedanz in Impedanzrohren - Teil 2: Verfahren mit Übertragungsfunktion

Verfahren: Der Prüfling wird in ein Impedanzrohr montiert. Durch das Erzeugen ebener Wellen im Rohr und Messen der Schalldrücke an zwei Orten in der Nähe des Prüflings können die komplexen Übertragungsfunktionen aufgestellt werden. Daraus kann der Absorptionsgrad berechnet werden.

Prüfobjekt

Anzahl der Proben: 1
 Probendurchmesser [mm]: 40
 Probendicke [mm]: 40
 Umgebungstemperatur [°C]: 20
 Umgebungsluftdruck [hPa]: 1013

Messdatum: 04.05.2023
 Anregungssignal: weißes Rauschen
 Anzahl der Messungen: 4

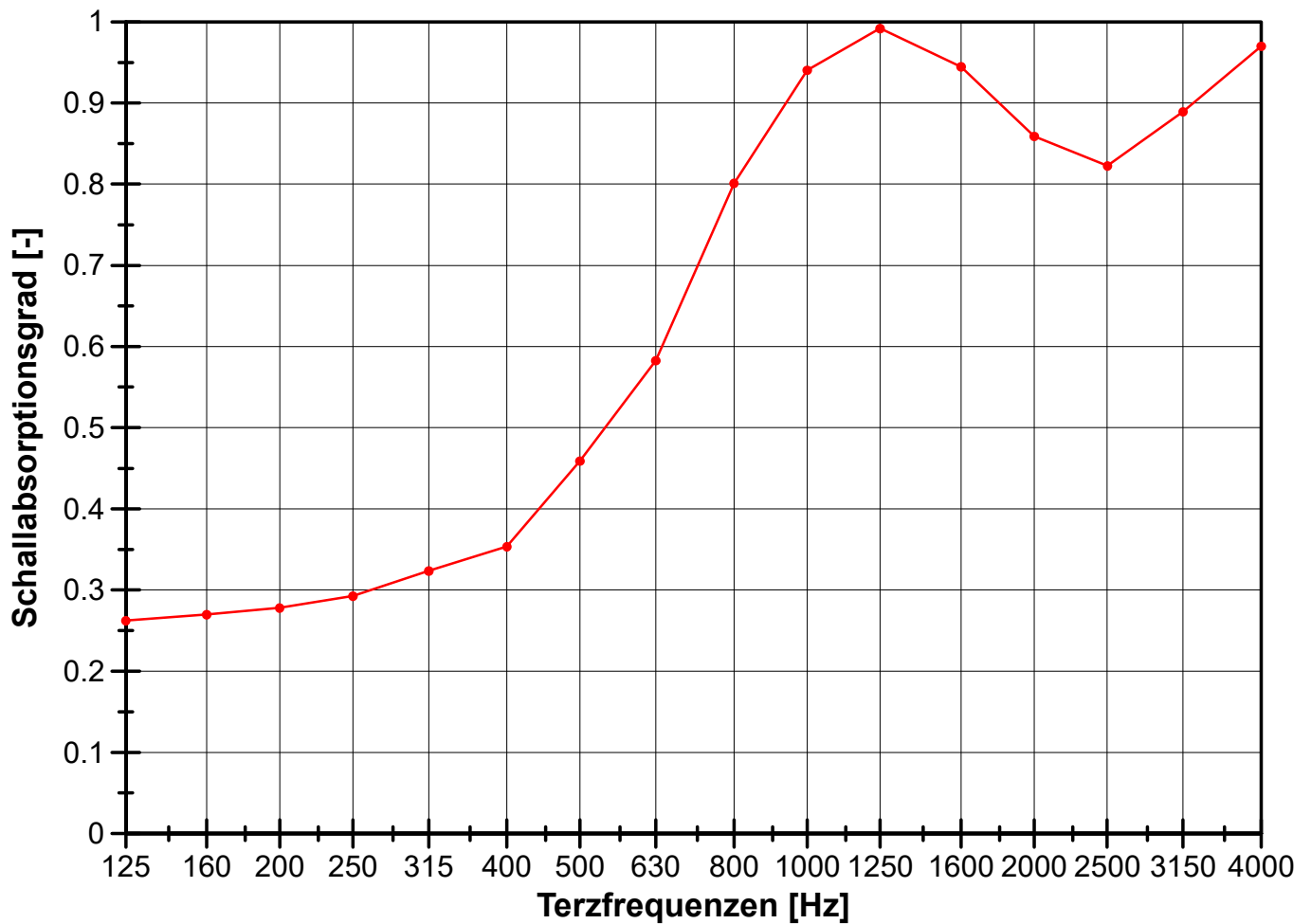
Messsystem

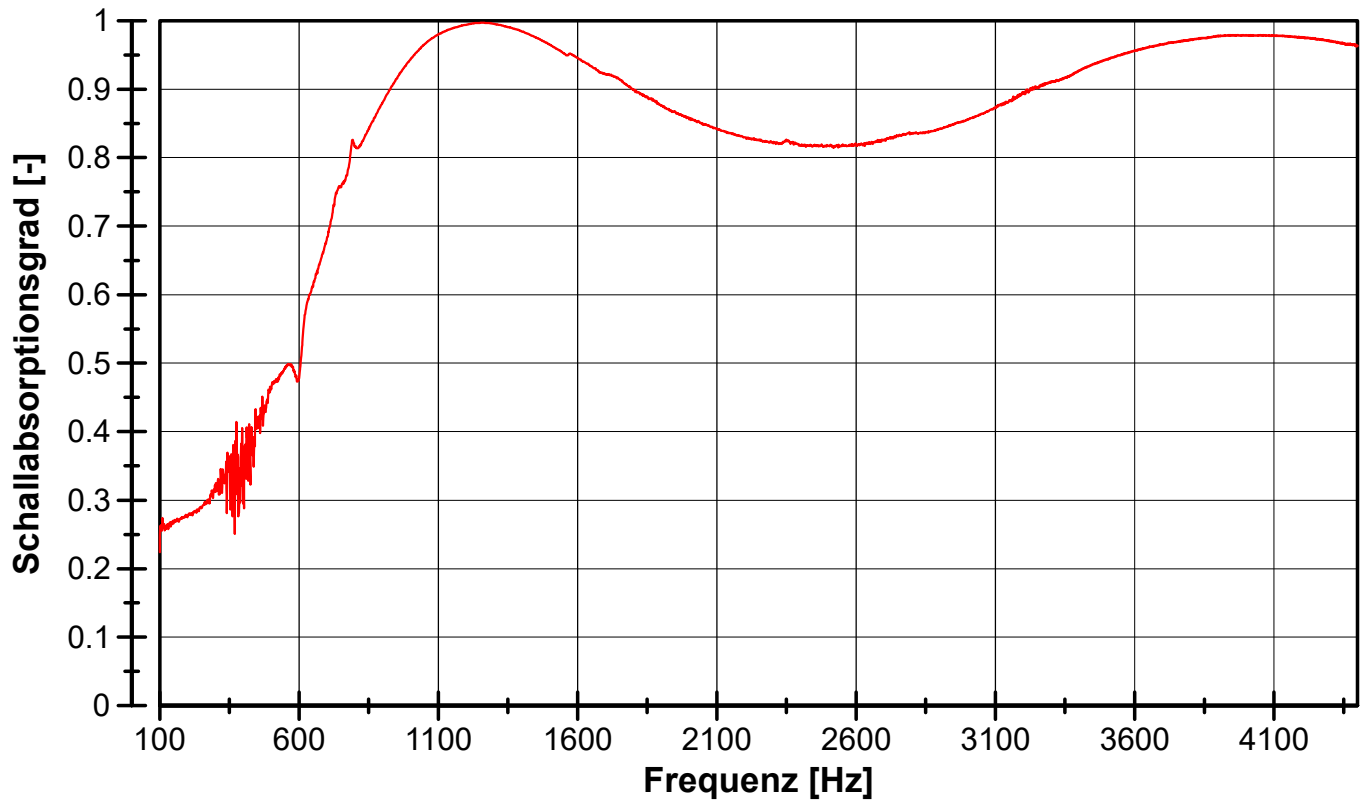


Prüfobjekt



Terzfrequenzen	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
Schallabsorptionsgrad	0.262	0.270	0.278	0.293	0.324	0.354	0.459	0.583	0.801	0.940





Von: Pascal Burke <burke@hfm.tum.de>
Betreff: WG: HopfON - Nachhaltige Baumaterialien aus den Abfällen der Hopfenindustrie
Datum: 10. Mai 2023 um 15:24:20 MESZ
An: "marlene.stechl@gmail.com" <marlene.stechl@gmail.com>
Kopie: "trs@mpm-ag.de" <trs@mpm-ag.de>, Mauricio Fleischer <mauriciofleischer@yahoo.de>, Niklas Fanelisa <niklas.fanelisa@tum.de>, "Sarmite Polakova" <sarmite.polakova@gmail.com>, Rupert Ehrlenspiel <ehr@tum.de>

Hallo Marlene,
Hallo Alle weiteren,

ich stelle euch kurz die Ergebnisse der orientierenden Prüfung vor. Die von euch eingereichten Proben (bez. 1. Hopfen getrocknet u. gereinigt, 2.Hopfen getrocknet, 3. Hopfen Ranken) wurden nach EN 13238 konditioniert. Zur Orientierung haben wir diese nach DIN 4102-1 Kleinbrennerprüfung bzw. EN ISO 11925-2 geprüft. Ich habe pro Material eine Prüfung durchgeführt, diese war bei allen drei der Norm entsprechend. Somit ist das eingereichte Prüfmaterial in die Klasse B2 der DIN 4102-1 einzustufen bzw. in Klassen E,F der DIN EN 13501. Für ein weiteres Vorgehen könnt ihr euch gern per E-Mail bei mir melden.

Beste Grüße

Pascal Burke
Holzforschung Brand
Technische Universität München

Winzererstraße 45
80797 München
Tel. 089 2180 6482
Fax. 089 2180 6487

burke@hfm.tum.de

Brandprüfstelle: www.ls.tum.de/index.php?id=126