



## BRANDVERHALTEN BRENNBARER DÄMMSTOFFE MIT ZUMISCHUNG NATÜRLICHER FLAMMSCHUTZMITTEL – ERSTE ERGEBNISANALYSE

Sabine Scheidel, Tobias Götz<sup>2</sup>, Sebastian Dienst<sup>3</sup>, Oliver Kornadt<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau, Deutschland,

E-Mail: [sabine.scheidel@rptu.de](mailto:sabine.scheidel@rptu.de)

<sup>2</sup> Pirmin Jung Deutschland GmbH, 53424 Remagen, [Tobias.Goetz@pirminjung.de](mailto:Tobias.Goetz@pirminjung.de)

<sup>3</sup> Pirmin Jung Deutschland GmbH, 53424 Remagen, [Sebastian.Dienst@pirminjung.de](mailto:Sebastian.Dienst@pirminjung.de)

<sup>4</sup> Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau, Deutschland,

E-Mail: [oliver.kornadt@rptu.de](mailto:oliver.kornadt@rptu.de)

### Kurzfassung

Um die Nutzung ökologischer Dämmstoffe, die meist brennbar sind, für Baukonstruktionen zu erleichtern, wurden Entwicklungen durchgeführt, wie diese durch den Zusatz von natürlichen Flammenschutzmitteln in ihrem Brandverhalten verbessert werden können. Dabei wurden gängige Dämmstoffe, überwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen mit Stoffen kombiniert, die neben dessen natürlichen Vorkommens auch Ansprüche an die Nachhaltigkeit und ökologische Aspekte erfüllen. Der Beitrag gibt einen Überblick über die Ergebnisse von Vorversuchen, bei dem es darum ging, eine erste Auswahl an Kombinationen von Dämmstoff und Flammenschutzmittel zu überprüfen und zu bewerten.

### Abstract

In order to promote the use of combustibile insulation materials, it was investigated how their fire behaviour can be improved through the use of natural flame retardants. Common insulation materials, predominantly consisting of renewable raw materials, were combined with materials that, in addition to their natural origin, also meet sustainability and ecological requirements. The article provides an initial overview of the results of the first series of tests, in which an initial selection of combinations of insulation material and flame retardants was tested and evaluated.

### Einleitung

Der Förster Hans Carl von Carlowitz (1645-1714) formulierte 1713 den Begriff der Nachhaltigkeit in Bezug auf die Forstwirtschaft: Es dürfe nur so viel Holz geschlagen werden, wie durch planmäßiges Aufforsten wieder nachwachsen kann (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft [BMEL], 2023). Längst wird der Begriff jedoch nicht nur im Bereich der Forstwirtschaft verwendet. Vielmehr findet sich das Thema „Nachhaltigkeit“ in allen Bereichen wieder. Dabei geht es laut Definition darum, nicht mehr zu verbrauchen, als bereitgestellt werden kann

(Deutscher Bundestag, NaN). Für den Bausektor bedeutet dies ein Umdenken in der Wahl der Bauweisen und Baustoffe. Hierzu zählen neben den Konstruktionsbaustoffen, wie Holz, Mauerwerk, Beton oder Stahl, auch Dämmstoffe. Dies erfordert zusätzlich zu den „klassischen“ Dämmstoffen wie Steinwolle oder Glaswolle, die Einbindung von natürlichen Dämmstoffen, welche bislang aus Brandschutzgründen für den Einsatz in Gebäuden der Gebäudeklasse 4 und höher, vor allem bei Holzbauten, nicht zulässig sind (Scheidel, et al., 2022a, MBO, 2022/November 2002; MVVTB, 2023; MHolzBauR, 2021). Begründet wird dies durch deren brennbare Eigenschaft und somit mit einem selbstständigen weiterbrennen bei einer Entzündung. Aus diesen Gründen wird für den Holzbau in Gebäuden ab der Gebäudeklasse 4 Steinwolle als formstabile nichtbrennbare Dämmung vorgeschrieben (MholzBauR, 2021). In den heutigen Zeiten, in denen die Klimakrise, Energiekrise und Rohstoffverknappung immer deutlicher und präsenter werden, ist die Baubranche auf Alternativen angewiesen. Diese müssen unausweichlich auch im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe gesucht werden. Daher befasst sich das Fachgebiet Baulicher Brandschutz der Rheinland-Pfälzischen Technischen Universität (RPTU) Kaiserslautern im Forschungsprojekt zur brandsicheren Aufstockung bestehender Gebäude durch Holzbaugeschosse auch mit der Frage, wie Dämmstoffe aus natürlichen Rohstoffen optimiert werden können, um sowohl die ökologischen und nachhaltigen Aspekte als auch die des Brandschutzes abdecken zu können.

### Ziele der Versuchsreihe

Ein entscheidender Faktor von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen ist die Brennbarkeit. Anders als Steinwolle oder Glaswolle, die sich bei einem Brand nicht an dessen Geschehen beteiligen, brennen Dämmstoffe aus natürlichen Rohstoffen selbstständig mit und verlieren dadurch nicht nur deren dämmende und ggf. schützende Wirkung, sondern setzen zusätzliche Energie in Form von

Wärme mit frei. Diese Eigenschaft wird auch bei der Berechnung nach additiven Methoden zur Bemessung von Bauteilen berücksichtigt (Scheidel et al, 2022b, Scheidel et al., 2023) Bei den Versuchen zur Verbesserung brennbarer Dämmstoffe werden diese daher mit Flammschutzmitteln natürlichen Ursprungs versehen. Dabei werden nicht nur deren Wirkung zur verzögerten Entflammbarkeit des Dämmstoffs betrachtet, sondern auch die Möglichkeit, diese zu mischen, wie sich der Dämmstoff nach dem Mischen verändert und ob die Materialien in Deutschland oder angrenzenden Ländern hergestellt werden. Es soll eine Kombination gefunden werden, die das Potenzial aufweist, als ökologischer, nachhaltiger und langlebiger Dämmstoff weiterentwickelt zu werden.

## Versuche zu Flammschutzmittel und Dämmstoffen

Die Versuche zur Verbesserung brennbarer Dämmstoffe und natürlicher Flammschutzmittel wurden in mehreren Versuchsreihen durchgeführt. Dabei gliedern sich diese so, dass die Ergebnisse direkt in die nächste Versuchsreihe einfließen können. Untersucht wurden bis zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Beitrags die Dämmstoffe:

- Holzfaserdämmplatten
- Holzfaser-Einblasdämmung
- Zellulosedämmung (mit Flammschutzmittel)
- Zellulosedämmung (ohne Flammschutzmittel)
- Schafswolle
- Reet-Dämmplatten
- Flachsdämmplatten mit pflanzlicher Stützfaser
- Flachsdämmplatten ohne Stützfaser
- Blähton
- Blähton mit Stampflehm

Dabei ist der Blähton als natürlicher Dämmstoff, nicht aber in die Kategorie nachwachsender Dämmstoff einzuteilen. Dieser soll jedoch aufgrund seiner nichtbrennbaren Eigenschaft in die Untersuchungen mit eingebunden werden.

Als Flammschutzmittel werden die folgenden Stoffe in die Untersuchungen eingebunden:

- Lehmpulver
- Milchpulver
- Laktosepulver
- Kartoffelstärke
- Maisstärke
- Leichtsoda
- Schwertsoda
- Blähgrafit (ES 700 F5 PH, ES 299 B8 DS, ES 100 C10)

## Vorversuchsreihe: Verhalten der Flammschutzmittel bei Temperaturbeanspruchung

Damit für die Planung der Kombinationen von Dämmstoff und Flammschutzmittel eine erste Abschätzung erfolgen konnte, wie sich insbesondere die gewählten Flammschutzmittel bei einer Temperaturbeanspruchung verhalten, wurden diese in einem Abzug (Digestorium) untersucht. Hierzu wurde das Flammschutzmittel auf eine Messingplatte gegeben und mit einem Gasbrenner indirekt beaufschlagt, siehe Abbildung 1.



Abbildung 1: Versuchsaufbau Flammschutzmittel

Für die anschließende Beurteilung wurden der Temperaturverlauf im untersuchten Stoff und deren optische Reaktion auf die Temperatureinwirkung beobachtet. Die verwendete Messeinrichtung konnte eine Temperatur bis 400 °C aufzeichnen, welche für diese Versuche als ausreichend zu betrachten sind. Die Versuche sollen vor allem die Reaktionen bei Temperaturen zu Brandbeginn zeigen. Bei Kartoffelstärke konnte hier eine Selbstentzündung bei ca. 220 °C festgestellt werden, siehe Abbildung 2. Die weiteren Stoffe entzündeten sich bis zu einer Temperatur von 400 °C nicht, zeigten aber teilweise deutliche Reaktionsanzeichen.



Abbildung 2: Entzündete Kartoffelstärke

Die Reaktionen der Stoffe durch die Temperaturbeaufschlagung spiegelten sich in Form von Verfärbungen, und Karamellisierung wieder. Blähgrafit intumesziert wie erwartet und vergrößert sich dabei erheblich in dessen Ausdehnung, siehe Abbildung 3.



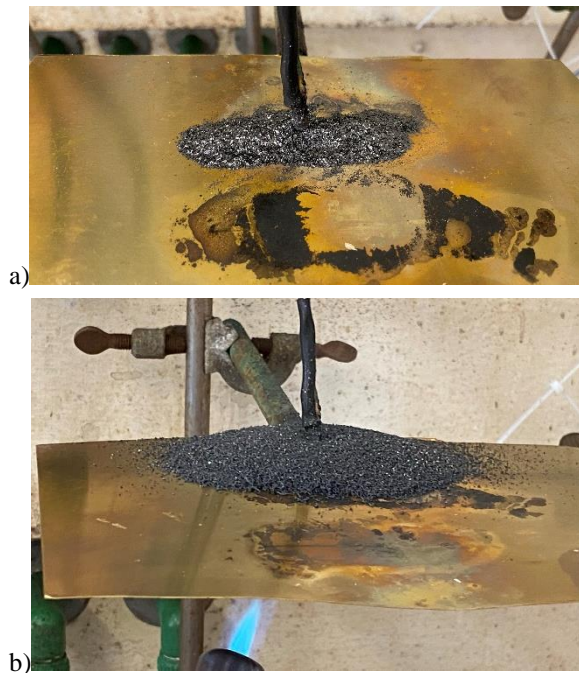


Abbildung 3: Intumeszierter Blähgrafit ES 200B8 DS  
a) kalt, b) Temperaturbeaufschlagt

Dabei kann ein deutlicher Unterschied in der Ausdehnung zwischen den drei Arten des Blähgrafits bei den Untersuchungen festgestellt werden. Den endgültigen Expansionsgrad erhält das Material bei einer Temperatur von 1.000 °C, was bei diesen Versuchen nicht erreicht wird. Dabei soll sich nach Herstellerangaben das Blähgrafit ES700 F5 pH am stärksten ausdehnen.

Anhand dieser ersten Untersuchungen, wurde die Kartoffelstärke bereits als möglicher Flammschutz aufgrund seiner frühzeitigen Selbstentzündung ausgeschlossen.

#### **Versuchsreihe: Kombinationen von Flammschutzmittel und Dämmstoffen**

Bei der Untersuchung möglicher Kombinationen von Flammschutzmittel und Dämmstoffen wurden drei unterschiedliche Gruppen definiert. Die erste Gruppe bezieht sich auf die Plattendämmstoffe, welche in einer Suspension bzw. Lösung des Flammschutzmittels getaucht wurden. In der zweiten Gruppe erfolgte die trockene Mischung aus losen Dämmstoffen, wie Zellulose und Holzfasereinblasdämmung mit den pulverförmigen Flammschutzmitteln. Die dritte Gruppe beinhaltet ein Aufbringen der Suspension/Lösung der Flammschutzmittel auf die Dämmstoffe durch besprühen. Hierfür wird in den ersten beiden Gruppen jeweils eine Auswahl getroffen, welche Kombinationen bei den Zwischenversuchen am besten überzeugen konnten.

Unabhängig von dieser Gruppeneinteilung wird der Blähthon sowie der Blähthon mit Stampflehm betrachtet. Da hier eine Brennbarkeit ausgeschlossen werden

kann, besteht das Interesse bei diesem Dämmmaterial darin, eine Formstabilität durch natürliche Zusatzstoffe zu erreichen. Der Stampflehm erreicht diese Formstabilität durch die Zugabe von Wasser. Der reine Blähthon wurde für diese Betrachtung mit einer Maisstärkesuspension gemischt. Für die Verwendung von Blähthon mit Stampflehm wird vom Hersteller eine erdfeuchte Einbringung in das Bauteil vorgeschrieben. Weitere Angaben zum Mischungsverhältnis mit Wasser erfolgt hier nicht (Pilosith GmbH, 2014b). Daher wurde die Mischung mit 62 ml Wasser und 130 ml Wasser auf jeweils ~0,5 kg Blähthon mit Stampflehm (Pilosith GmbH, 2014a, Pilosith GmbH, 2017). Für den reinen Blähthon wurde ~0,3 kg des Dämmmaterials mit 60 ml Maisstärkesuspension in einem Mischungsverhältnis von 1:2 vermischt. Nach dem Trocknen konnte festgestellt werden, dass die Mischung aus Blähthon und Stampflehm mit 130 ml Wasser auch nach dem ausschalen der Probekörper einen besseren Zusammenhalt bietet. Allerdings lösen sich, wie auch bei dem anderen Probekörper viele Blähthonsteine ab.

Die Mischung des Blähthons mit Maisstärke zeigt, dass der Zusatz eines natürlichen Klebemittels einen Zusammenhalt der Steine ermöglicht, siehe Abbildung 4. Um hier allerdings eine zuverlässige Formstabilität zu erhalten, muss die erste Mischung weiter angepasst werden.



Abbildung 4: Blähthon und Maisstärke

Bei der Gruppe der Dämmstoffplatten, welche in das Flammschutzmittel getaucht wurden, ist, wie erwartet, eine Verhärtung der Stoffe festzustellen. Die Dämmung wird steifer und verliert bei einigen Mischungen an Dicke. Besonders deutlich ist dies am Beispiel Schafswolle in Abbildung 5 zu sehen.



Abbildung 5: Vergleich Schafswolle pur und mit Maisstärke

Um dieses Problem zu minimieren soll in der dritten Gruppe der Probekörper zu den unterschiedlichen Kombinationen die Lösung bzw. Suspension auf den Dämmstoff aufgesprüht werden. Für eine spätere Herstellung eines Dämmstoffes mit Flammenschutzmittel wäre eine Aufbringung auf die Fasern vor der Fertigstellung als Plattendämmstoff sinnvoll um die positiven Eigenschaften des Flammshutzes zu nutzen und gleichzeitig die Dämmwirkung des Stoffes nicht zu schwächen.

Die Einwirkung auf die Probestücke erfolgte durch eine Feuerzeugflamme für 15 sek. als direkte Beanspruchung. Nach weiteren 15 sek. erfolgte das Ablöschen der Probekörper. Die Ergebnisse aus der ersten Gruppe zeigen teilweise schon deutlich Verbesserungen der Entflammbarkeit im Vergleich zu den unbehandelten Probestückern. Ein Beispiel hierfür ist unter Abbildung 6 gezeigt. Die betrachtete Flachsdämmung ohne werkseitig eingebrachte Stützfasern verbesserte durch die Zumischung der gewählten Flammshutzmittel deutlich die Entflammbarkeit. Neben Soda schützte vor allem Milchpulver sehr effektiv vor einer Ausbreitung des Brandes. Jedoch erloschen die Flammen nach entfernen der Zündquelle nicht vollständig. Dies konnte bei der Kombination mit Maisstärke betrachtet werden. Hier ist sehr deutlich zu erkennen, das der Dämmstoff nur in den Bereichen brannte, die nicht, oder nur unzureichend mit Maisstärke behandelt wurden. Die Bereiche des Probekörpers, bei denen die Maisstärke deutlich erkennbar ist, entzündeten sich bei der Beanspruchung durch die Flamme nicht. Dies zeigt deutlich, welch große Rolle die vollständige und gleichmäßige Mischung der Dämmstoffe und Flammshutzmittel spielen.

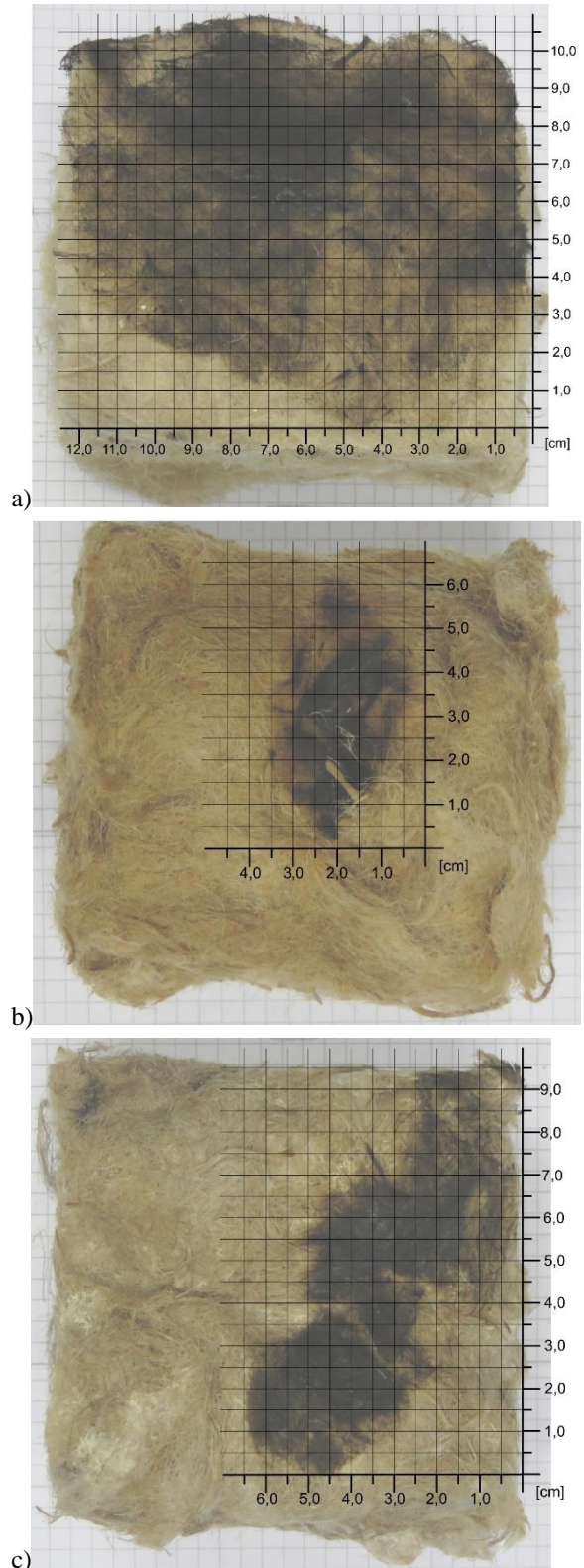


Abbildung 6: Vergleich Flachs ohne Stützfasern  
a) pur b) Milchpulver c) Maisstärke

Aus der Gruppe der losen Dämmstoffe konnte mit der Zumischung von Blähgrafit gute Ergebnisse erzielt werden. Diese sind vor allem beim Zellulosedämmstoff ohne bereits werkseitig zugeführtes Flammshutzmittel erkennbar. Neben dem Blähgrafit ES 100 C10 zeigt aber auch



Leichtsoda eine gute Wirkung, wobei hier eine deutlich größere Rauchausbreitung zu erkennen ist. Einen Vergleich zwischen der Probe ohne Zusatzstoffe und mit Blähgrafit oder Leichtsoda nach 14 sek. Befkammung ist in Abbildung 7 zu sehen. Dabei ist die Reaktion des Blähgrafits durch ein leises knistern erkennbar. Die Dämmstoffmischung mit Leichtsoda wies im Vergleich zu der mit Blähgrafit eine stärkere Rauchentwicklung auf.

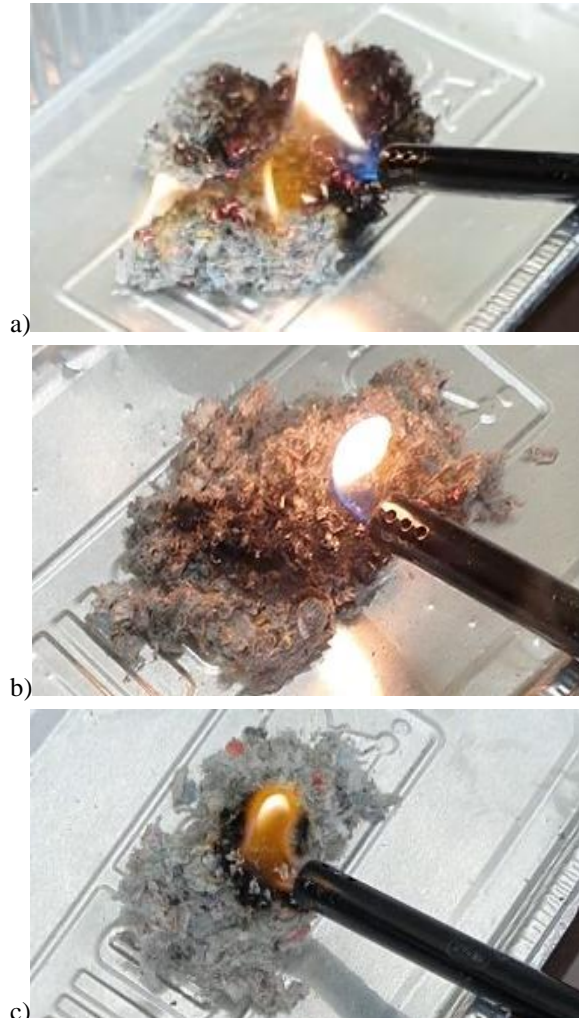


Abbildung 7: Vergleich Zellulose ohne Flammschutz  
a) pur b) Blähgrafit ES 100 C10 c) Leichtsoda

Bei den Dämmstoffen *Zellulose mit Flammschutz* und *Holzfasern-Einblasdämmung* konnten diese beiden Zusatzstoffe ebenfalls mit einer guten Wirksamkeit nachgewiesen werden, allerdings ist die Brandausbreitung hier deutlich geringer einzustufen, da die Dämmstoffe werkseitig bereits mit einem Flammschutzmittel versehen wurden.

#### Weitere Untersuchungen

In der nun ausstehenden Versuchsreihe sollen die Kombinationen mit den am Besten zu bewertenden Ergebnissen betrachtet werden. Die Plattendämmstoffe werden hierzu mit dem Flammschutzmittel besprüht. Für die Gruppe der losen

Dämmstoffe ist vorgesehen, ein besprühen durch einzelne Schichten des aufgeblasenen Dämmstoffs umzusetzen. Dabei muss ein Verkleben der Dämmstoffe vermieden werden. Die Versuche sollen zeigen, welche Unterschiede zwischen den einzelnen Verfahren des Auftrags bestehen.

Als Ergebnis der ersten Versuchsreihe der Dämmstoffkombinationen, insbesondere in Bezug auf deren Herstellung, ist die Mischbarkeit der Stoffe mit in die Beurteilung aufzunehmen. Bei den losen Dämmstoffen wurde festgestellt, dass sich dieses, je grober das zugegebene Flammschutzmittel ist, nur schwer gleichmäßig miteinander mischen lassen. Ebenso muss die Änderungen der Flexibilität der Plattendämmstoffe bei der Auswahl mit betrachtet werden.

#### Fazit

Es konnte gezeigt werden, dass die Zumischung natürlicher Flammschutzmittel eine Entzündung der Dämmstoffe und eine Brandausbreitung auf diesen wirksam eingegrenzen können. Weitere Untersuchungen sollen nun zeigen, dass diese auch Potenzial für neu entwickelte Dämmstoffkombination aufweisen. Hierfür sind weitere Untersuchungen geplant, um die Möglichkeiten und Wirksamkeiten der Dämmstoffproben mit den natürlichen Flammschutzmitteln weiter bestimmen zu können.

#### Danksagung

Die Autoren danken dem „Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)“ für die finanzielle Unterstützung der Forschungsarbeit „Entwicklung einer Methodik zur beschleunigten Nachverdichtung durch brandsichere Aufstockungen von Wohngebäuden in Massivbauweise mittels leichter Holzbaugeschosse“.

#### Literatur

- Bauministerkonferenz, Juni 2021. Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise (MHolzBauR).
- Bauministerkonferenz, September 2022. Musterbauordnung. MBO.
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Wald in Deutschland - Über 300 Jahre forstliche Nachhaltigkeit. Zugang: <https://www.bmel.de/DE/themen/wald/wald-in-deutschland/carlowitz-jahr.html> [04.12.2023].
- Deutscher Bundestag. Was ist Nachhaltigkeit? Zugang: [https://www.bundestag.de/ausschuesse/weitere\\_gremien/pbne/vorstellung/was-ist-nachhaltigkeit-890694](https://www.bundestag.de/ausschuesse/weitere_gremien/pbne/vorstellung/was-ist-nachhaltigkeit-890694) [04.12.2023].
- Deutsches Institut für Bautechnik, 2023. Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen. MVVtB.

Pilosith GmbH, August 2014. Technisches Merkblatt  
Lehmmörtel LMN.

Pilosith GmbH, November 2014. Technisches  
Merkblatt Stampflehm-Blähton-Leichtlehm.

Pilosith GmbH, Oktober 2017. Technisches Merkblatt  
Unterputz UPS 20.

Scheidel, Sabine; Dienst, Sebastian; Kornadt, Oliver:  
Anwendungsmöglichkeiten der neuen „Muster-  
Holzbaurichtlinie“ für Holzrahmenbauteile,  
Bauphysik 44 (2022) Heft 1

Scheidel, Sabine; Dienst, Sebastian; Götz, Tobias;  
Kornadt, Oliver:  
Berechnungsverfahren von Holzrahmenbauteilen  
mit brandschutztechnischer raumabschließender  
Funktion, Bauphysik-Kalender 2022: Holzbau.  
Herausgegeben von Nabil A. Fouad, S. 115 –  
146

Scheidel, Sabine; Dienst, Sebastian; Götz, Tobias;  
Kornadt, Oliver:  
Bauteiluntersuchung von Holzrahmenwänden  
mit Verwendung brennbarer Dämmstoffe,  
Bauphysik 45 (2023): Heft 3

<https://www.conftool.pro/bauphysiktage2024/>

