

Brandsichere Holzfaser-WDVS für die Gebäudeklassen 4 und 5

Björn Kampmeier
Hochschule Magdeburg-Stendal
Magdeburg, Deutschland



Brandsichere Holzfaser-WDVS für die Gebäudeklassen 4 und 5

1. Einleitung

Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) werden zur Dämmung von Gebäudeaußenwänden sowohl bei Neubauten als auch zur energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden eingesetzt. Derzeit werden häufig Dämmstoffe auf Polystyrolbasis oder Mineralwolle verwendet. Aus ökologischen Gründen ist jedoch der vermehrte Einsatz von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen wie Holzfaserdämmplatten anzustreben. Dem stehen jedoch bei Gebäuden mit mehr als drei Vollgeschossen bauaufsichtliche Anforderungen entgegen. So müssen Oberflächen und Dämmstoffe von Fassaden bei Gebäuden der Gebäudeklassen 4 und 5 mindestens schwerentflammbar sein. Gängige brennbare Dämmstoffen in diesem Anwendungsbereich sind polymere Hartschäume, die zwar formal eine Zulassung als schwerentflammbarer Baustoff aufweisen, aber dennoch aufgrund vergangener z. T. sehr heftiger Brandereignisse in die Diskussion geraten sind. Hinzu kommt, dass die Dämmstoffe aus ökologischer Sicht als bedenklich anzusehen sind, da Biozide von den Oberflächen ausgewaschen werden und im Falle einer Entsorgung die Dämmstoffe als Sondermüll einzustufen sind. Eine ökologisch sinnvolle Alternative sind WDVS auf Basis von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen wie Holzfaserdämmstoffe, die bereits in den Gebäudeklassen 1 bis 3 erfolgreich eingesetzt werden. Bei höheren Gebäuden dürfen sie jedoch nicht eingesetzt werden, da sie aufgrund ihrer Schwelneigung nicht die Baustoffklasse schwerentflammbar erreichen (Abbildung 1).

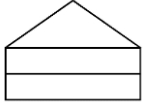

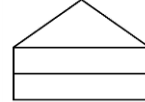
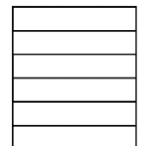
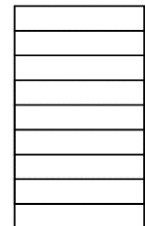
Gebäudeklassen	1	2	3	4	5
	freistehend OKF $\leq 7\text{m}$ $\leq 2\text{ NE}$ $\leq 400\text{m}^2$	OKF $\leq 7\text{m}$ $\leq 2\text{ NE}$ $\leq 400\text{m}^2$	OKF $\leq 7\text{m}$	OKF $\leq 13\text{m}$ je NE $\leq 400\text{m}^2$	sonstige Gebäude ($\leq 22\text{m}$)
					
Außenwandbekleidung	normalentflammbar			schwerentflammbar	

Abbildung 1: Bauaufsichtliche Anforderungen an die Oberflächen von Außenwänden

Ziel des durch das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) geförderten Forschungsvorhabens [1, 2, 3, 4, 5, 6] war es, WDVS auf Basis von Holzfaserdämmstoffen zu entwickeln, mit denen die Schutzziele des Brandschutzes eingehalten werden können.

2. Lösungsstrategien für WDVS der GK 4 und 5

Die Muster-Bauordnung definiert in § 14 als Schutzziele des Brandschutzes, dass

- die Brandentstehung behindert werden muss,
- die Brandausbreitung begrenzt sein muss,
- wirksame Löscharbeiten möglich sein müssen
- und die Rettung von Menschen und Tieren möglich sein muss.

Diese Schutzziele sind selbstverständlich auch an der Fassade einzuhalten und gelten bei Ausführung einer Fassade mit schwerentflammbaren Dämmstoffen für Gebäude der GK 4 und 5 als erfüllt.

Die Brandentstehung und Brandausbreitung kann an der Fassade durch die Wahl des Baustoffs beeinflusst werden. Die Baustoffklassifizierung erfolgt nach dem europäischen System durch Prüfungen im Kleinbrennertest und im SBI-Test in Abhängigkeit der Entzündbarkeit und Brandausbreitungsgeschwindigkeit. Hier können Holzfaserdämmstoffe durchaus die europäische Baustoffklassifizierung C erreichen, was grundsätzlich zur Einstufung als schwerentflammbarer Baustoff genügt. Problematisch ist an dieser Stelle, dass gemäß MVV TB in Deutschland auch ein Nachweis bezüglich der Schwelneigung der Dämmstoffe erforderlich ist (Abbildung 2). Dies bedeutet, dass die Dämmstoffe nach Wegfall des Feuers nicht selbstständig weiterschwelen dürfen und selbstständig verlöschen müssen. Dies betrifft die Schutzziele Brandausbreitung und wirksame Löscharbeiten. Zwar haben Untersuchungen gezeigt, dass die Schwelgeschwindigkeit in Holzfaser-WDVS bei ca. 1 mm/min. sehr langsam verläuft, jedoch kann ein Schwelbrand durch die Feuerwehr nur zuverlässig gelöscht werden, wenn diese die Konstruktion öffnen kann. Dies bedeutet zum einen, dass durch das Schwelen der Personenschutz nicht gefährdet ist, sofern sichergestellt ist, dass die Brandgase nicht ins Innere des Gebäudes gelangen können. Auf der anderen Seite bedeutet dieses Verhalten, dass Fassadenbereiche, die für die Feuerwehr nicht direkt erreichbar sind, nicht wirksam gelöscht werden können. Daher sind unkontrolliert verlaufende Schwelbrände auszuschließen. Hierzu kommen drei Strategien in Frage, die innerhalb des Forschungsvorhabens verfolgt wurden und in diesem Beitrag näher erläutert werden:

- 1) Entwicklung eines nicht schwelenden Dämmstoffes
- 2) Verhinderung eines Schwelbrandes durch die Putzschicht (thermische Schutzschicht)
- 3) Kontrolle eines Schwelbrandes durch Schwelbarrieren



Abbildung 2: Verlauf einer Schwelprüfung nach DIN EN 16733 mit Holzfaserdämmplatten (v.l.n.r.) während der Beflammung, unmittelbar danach, sowie zwei und sechs Stunden nach der Beflammung

2.1. Variante 1: Dämmstoff ohne Schwelneigung

Ein Lösungsweg, um das gesetzte Ziel zu erreichen, wäre somit die Entwicklung nicht-schwelender Holzfaserdämmplatten: Durch eine brandschutztechnisch optimierte Rezeptur zum Beispiel mit Hilfe von Flammschutzmitteln könnten diese als schwerentflammbarer Baustoff klassifiziert werden und dürften bauordnungskonform in den GK 4 und 5 eingesetzt werden. Während des Projektes wurde dieser Ansatz zwar anfänglich verfolgt, konnte jedoch für gängige Wärmeleitfähigkeiten nicht erfolgreich abgeschlossen werden. Dabei zeigte sich, dass klassische Flammschutzmittel keinen Mehrwert bringen und zudem ökologisch als bedenklich anzusehen sind. Flammschutzmittel auf natürlicher Basis konnten noch nicht erfolgreich getestet werden. Für ein kürzlich vorgestelltes Produkt auf Basis einer Eigenentwicklung eines Industrieunternehmens konnte dieses Ziel für Materialdichten $\geq 190 \text{ kg/m}^3$ erreicht werden [7].

In Anlehnung an die reale Einbausituation des Dämmstoffes im WDVS wurden ebenfalls Untersuchungen unter einer Putzschicht durchgeführt. Diese aus Holzfaserdämmplatten

hergestellten und mit einem Putzsystem verschlossenen Probekörper wurden im Schwelprüfstand, abweichend von DIN EN 16733, solange beflammt bis ein Schwelprozess im Dämmstoff ausgelöst wurde. Entgegen der weitestgehend gleichmäßigen und kompletten Zersetzung der unverputzten Holzfaserdämmplatten im Schwelprüfstand, zeigten die verputzten Probekörper eine oder mehrere Schwelfronten auf, welche den verputzten Dämmstoff nur teilweise zersetzten. Vorder- und Rückseite sowie die Seitenränder wiesen nach Versuchsende stets ungefähr 3 mm unbeschädigte Holzfaserdämmung auf, mit Ausnahme des Initialbereichs. In diesem war der Dämmstoff bis an den Putz zersetzt. Im Vergleich zur identischen, unverputzten Holzfaserdämmplatte wiesen die verputzten Probekörper geringere Schwelgeschwindigkeiten (unverputzt ca. 1,7 mm/min, verputzt ca. 0,2 mm/min bis 0,4 mm/min) und niedrigere Maximaltemperaturen (unverputzt 625 °C bis 650 °C, verputzt 160 °C bis 430 °C) auf. Es wird angenommen, dass das Putzsystem für einen gewissen Luftabschluss sorgt und die Schwelprozesse durch den gesteigerten Sauerstoffmangel beeinflusst werden.

In den Bereichen der schwelenden Holzfaserdämmung (außerhalb des Initialbereichs) reduzierte sich die Temperatur auf der Putzaußenseite erwartungsgemäß mit zunehmender Dicke des Putzsystems. So wurden für ein 6 mm starkes Putzsystem bis zu 135 °C und für ein 40 mm starkes Putzsystem maximal 44 °C auf der Putzoberfläche festgestellt.

Die in Abbildung 3 dargestellten Zersetzungsmuster in Dämmstoffmitte, nach dem selbstständigen Erlöschen der Probekörper, sowie die Temperaturentwürfe im Holzfaserdämmstoff, belegen einen richtungsändernden Fortschritt der Schwelfronten. Bei der Mehrzahl der Probekörper wurden tendenziell vertikal aufsteigende Schwelvorgänge aufgezeichnet. Bis zu ihrem selbstständigen Erlöschen verliefen die Schwelvorgänge im verputzten Holzfaserdämmstoff, bei 12 der 14 bisher untersuchten Probekörper, insgesamt zwischen 46 und 105 Stunden. [3]



Abbildung 3: verputzter Probekörper nach der Beflammung (links), sowie typische Schwelverläufe nach Versuchsende in Holzfaserdämmstoffmitte

2.2. Variante 2: WDVS mit Dickschichtputzsystem

Der zweite Lösungsweg, der aus Sicht der Forschungspartner ausgewogen zwischen Brandsicherheit und Wirtschaftlichkeit vermittelt, sieht vor, dass die Glimmneigung des Dämmstoffes akzeptiert wird, allerdings ein Dickschichtputzsystem als thermische Schutzschicht im Brandfall die Auslösung von Schwelprozessen im Holzfaserdämmstoff verhindert. Für die Auslegung dieser Putzsysteme wurde für die verwendeten Holzfaserdämmplatten zunächst die Initialtemperatur des Schwelvorgangs unter einer Abdeckung (vergleichbar dem Putz eines WDVS) im Labormaßstab mittels Cone-Kalorimeter bestimmt [2, 5]. Die Initialtemperatur ist die niedrigste Temperatur zwischen Probekörperabdeckung und Dämmstoffoberfläche, bei der ein kontinuierlicher Schwelprozess ausgelöst wurde. Die Untersuchungen zeigten, dass erst bei einer Initialtemperatur von 350 °C ein kontinuierlicher Schwelprozess ausgelöst wurde (Abbildung 4).

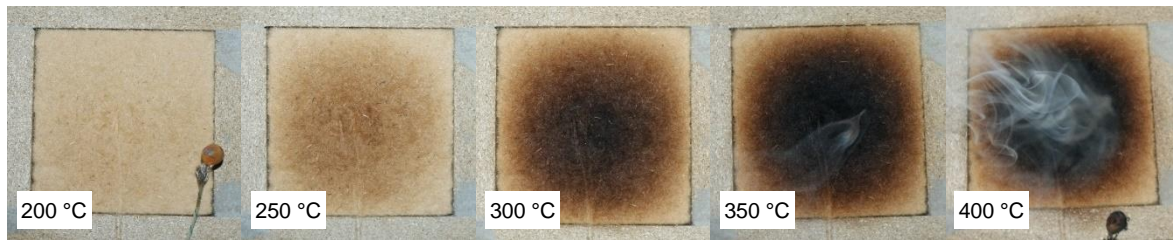


Abbildung 4: Oberfläche des Holzfaserdämmstoffes unter der Abdeckung nach dem Erreichen einer dargestellten Temperaturstufe

Die Auswertung bereits durchgeführter Brandversuche der Forschungspartner führte zu der Entscheidung, dass ein Sturz- und Laibungsschutz aus nichtbrennbaren und nicht-schmelzenden Dämmstoffen zusätzlich zum Dicksicht-Putzsystem im direkt beflamten Fensterbereich erforderlich ist, da eine Auslegung des Putzsystems auf die thermischen Einwirkungen in diesem Bereich unwirtschaftlich erschien. Außerdem zeigten die Versuche, dass sich der Putz im Sturzbereich während der Beflammung öffnen kann. Dieser Mechanismus wurde jedoch bei keinem Brandversuch im Rahmen des Forschungsvorhabens beobachtet. Außerhalb des Sturz- und Laibungsschutzes soll das Putzsystem die Holzfaserdämmung vor einem Temperaturanstieg über die Initialtemperatur von 350 °C hinaus schützen.

Die speziell für das Forschungsvorhaben entwickelten Putzvarianten wurden entsprechend dieses Leistungskriteriums untersucht und optimiert [2, 5]. Im Labormaßstab wurden verschiedene Putzdicken untersucht und für die Großbrandversuche eine Mindestputzdicke von 25 mm (Dickschichtputz) ausgewählt, die auch im abschließenden Belegversuch verwendet wurde. Die am Fassadenprüfstand durchgeführten Beleg-Versuche erfolgten in Anlehnung an DIN 4102-20. Hierbei handelt es sich um einen realmaßstäblichen Systemaufbau von ca. 6m Höhe mit einer Brandeinwirkung von 350 kW über 20 min mit einem Gasbrenner. Bei den Großbrandversuchen wurde eine 100 mm starke Holzfaserdämmplatte mit Flammschutzmittel eingesetzt, die die Euroklasse C-d0-s1 erfüllt. Für den Sturz- bzw. Laibungsschutz wurde Steinwolle verwendet.

Während der Beflammung und der anschließenden Beobachtungszeit von insgesamt 65 min bis zur Abkühlungsphase wurde die Initialtemperatur von 350 °C nicht erreicht. Dies zeigt auch das Öffnen des Systems nach der Beflammung (Abbildung 5).



Abbildung 5: Holzfaser-WDVS während der Beflammung im Fassadenprüfstand (links); nach Versuchsende geöffnetes System mit ungeschädigtem Holzfaserdämmstoff im Bereich über der Brandraumöffnung (rechts)

Das Dickschicht-Putzsystem sollte zusätzlich dem sogenannten Sockelbrandversuch unterzogen werden, der insbesondere für Systeme auf Basis von Polystyrol entwickelt wurde im Rahmen von allgemein bauaufsichtlichen Zulassungen durchgeführt wird. Hierbei erfolgt die Brandeinwirkung über eine 200 kg Holzkrippe, welche einen Müllcontainerbrand mit einer Brandleistung von ca. 2,5 MW repräsentieren soll. Geplant und realisiert wurde der Ausschnitt des Holzfaser-WDVS für den Sockelbrandversuch mit einem 60 cm hohen XPS-Sockelbereich mit 80 mm Dämmstoffdicke. Damit ergab sich zum eigentlichen WDVS ein deutlicher Versprung, der brandschutztechnisch einen kritischen Bereich darstellt und untersucht werden sollte. In diesem Übergangsbereich wurde ein Brandriegel aus Steinwolle eingesetzt, da ein Schmelzen des klassisch, dünn-schichtig verputzten XPS erwartet wurde.

Die Temperaturoaufzeichnung während der Beflammung und die anschließenden Beobachtungs- bzw. Abkühlzeiten ließen vermuten, dass keine selbsterhaltenden Schwelprozesse im Holzfaser-WDVS ausgelöst wurden. Dies wurde durch Öffnen des Systems nach der Abkühlzeit bestätigt. In Abbildung 6 ist nach dem Rückbau zu erkennen, dass es zu leichten Verfärbungen auf der Dämmstoffoberfläche im unteren Bereich des Holzfaser-WDVS gekommen ist. Die Putzschichtdicke in diesem Bereich wurde beim Rückbau gemessen und lag bei ca. 30 mm. Das System scheint damit an seiner Auslegungsgrenze.



Abbildung 6: Holzfaser-WDVS während der Beflammung im Sockelbrandversuch (links); Nach Versuchsende geöffnetes System im Sockelbrandversuch, mit leichten Verfärbungen im Bereich der Holzkrippe (rechts)

2.3. Variante 3: WDVS mit Schwelbarrieren

Bei diesem System könnte im Brandfall zwar ein Schwelbrand in der Holzfaserdämmung ausgelöst werden, wäre jedoch durch die Anordnung von horizontalen und vertikalen Schwelbarrieren räumlich begrenzt, um einen Schwelprozess auch in Fassadenbereichen zuverlässig stoppen zu können, die für die Feuerwehr nicht unmittelbar erreichbar sind. Die Wirtschaftlichkeit dieses Systems hängt daher in erster Linie vom erforderlichen Abstand der Schwelbarrieren ab und ist Gegenstand der laufenden Risikoanalyse. Hierbei spielen die Schwelgeschwindigkeit, CO-Freisetzung und Rauchdichtigkeit der Außenwandbauteile eine entscheidende Rolle.

3. Zusammenfassung und Ausblick

Die hier vorgestellten Ergebnisse beruhen auf Forschungsvorhaben, welche durch das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie durch die Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR) im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft gefördert wurden. Forschungspartner waren die TU Braunschweig, die Hochschule Magdeburg-Stendal, das Fraunhofer

Institut für Holzforschung (WKI) und das Institut für Brand- und Katastrophenschutz in Heyrothsberge. Industriepartner waren die Wolfgang Endress Kalk- und Schotterwerk GmbH & Co. KG, die Holzbau Weizenegger GmbH und die HOMANIT Building Materials GmbH & Co. KG.

Basierend auf den in [1, 2, 3, 4, 5] veröffentlichten Grundlagenuntersuchungen wurden Großbrandversuche durchgeführt. Es konnte nachgewiesen werden, dass WDVS auf Basis von Holzfaserdämmplatten mit entsprechenden Brandschutzmaßnahmen das Schutzziel Begrenzung der Brandausbreitung erreichen. Durch den Dickschichtputz wird sichergestellt, dass sich der brennbare Dämmstoff nicht am Brandgeschehen beteiligt und somit auch kein Schwelbrand ausgelöst wird. Auch beim sogenannten Sockelbrand, der mit 2,5 MW eine deutlich stärkere Brandeinwirkung darstellt und für die meisten Brandszenarien abdeckend ist [8, 9], wurde das Auslösen selbsterhaltender Schwelprozesse verhindert. Das Brandverhalten der Fassade entspricht bei den durchgeführten Brandversuchen damit sogar eher dem einer nichtbrennbaren Fassade. Selbst für den unwahrscheinlichen Fall, dass der thermische Schutz der Putzschicht aufgrund einer ungewöhnlich hohen Brandbelastung oder Ausführungsfehlern nicht funktioniert, ist das daraus resultierende Brandverhalten weiterhin beherrschbar. Der sich dann im System entwickelnde Schwelbrand breitet sich nur sehr langsam aus, sodass der Feuerwehr ausreichend Zeit für die erforderlichen zusätzlichen Löschmaßnahmen bleibt. Es handelt sich daher im Vergleich zu den konkurrierenden Systemen auf Polystyrolbasis um ein äußerst robustes System. Eine derart rasche Brandausbreitung wie bei den Systemen auf Polystyrolbasis (siehe Schadensfälle der letzten Jahre [10]) ist bei den untersuchten Systemen nicht zu befürchten.

Die derzeitige Regelung der Landesbauordnungen, dass keine schwelenden (und damit normalentflammbaren) Dämmstoffe bei mehrgeschossigen Gebäuden verbaut werden dürfen, auch wenn das Gesamtsystem die Anforderungen an eine schwerentflammbare Außenwandbekleidung erfüllt, sind auf Grundlage der Forschungsergebnisse nicht mehr nachvollziehbar. Die Forschungsergebnisse werden deshalb an die Projektgruppe Brandschutz der Bauministerkonferenz herangetragen, um zu prüfen, ob sie zukünftig Einzug in die bauaufsichtlichen Regelungen erhalten können.

Die bisherigen Forschungsergebnisse liefern aber auch jetzt schon wertvolle Erkenntnisse, die beispielsweise für Zustimmungen im Einzelfall zur Realisierung mehrgeschossiger Holzfaser-WDVS genutzt werden können. Referenzobjekte bzw. -fassaden würden den Prozess zur zukünftigen baurechtlichen Regelung unterstützen und könnten zur Verbreitung der Systeme beitragen. Bei Interesse bieten die Autoren gerne ihre Unterstützung bei der Realisierung von Referenzfassaden an.

4. Literatur

- [1] Kampmeier, B.: Fassaden mit brennbaren Dämmstoffen – eine nachhaltige Lösung? In: Tagungsband der 66. Jahresfachtagung der Vereinigung zur Förderung des deutschen Brandschutzes am 27.- 29. Mai 2019
- [2] Küppers, J.; Steeger, F.: Verwendung brennbarer Dämmstoffe bei mehrgeschossigen Gebäuden. In: Zehfuß, J. (Hg.): Braunschweiger Brandschutz-Tage 21.- 22.09.2016, Tagungsband, Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, TU Braunschweig, 2016, ISBN 978-3-89288-213-8.
- [3] Steeger, F.; Küppers, J.; Brunkhorst, S.: Untersuchungen zum Schwel- und Glimmverhalten von Holzfaserdämmstoffen zur Verwendung im Wärmedämmverbundsystem. In: Krause, U.(Hg.): 5. Magdeburger Brand- und Explosionsschutz-tage 23.-24.03.2017, Tagungsband, Institut für Apparate- und Umwelttechnik, Magdeburg, 2017.
- [4] Steeger, F.; Küppers, J.; Brunkhorst, S.: Schwel- und Brandverhalten von Wärmedämmverbundsystemen aus Holzfaserdämmplatten. In: Bautechnik 94, Heft 6, S. 361-367, 2017. (<https://doi.org/10.1002/bate.201700027>)
- [5] Küppers, J.; Zehfuß, J.; Steeger, F.; Kampmeier, B.: Fire safety of ETICS with wood fibreboards for multi-storey buildings. In: 2nd International Seminar on Fire Safety of Facades, 11.-13. May 2016, Lund, Schweden. (<http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/20164605007>)
- [6] Kampmeier, B.; Zehfuß, J.; Küppers, J.; Steeger, F.: Brandschutzmaßnahmen bei Holzfaser-WDVS, In: Bauen mit Holz, Bruderverlag GmbH & Co. KG; Heft 1/2019 und 2/2019
- [7] Technisches Merkblatt: Gutex Pyroresist ® wall; 12/2018
- [8] Kotthoff, I.: Grundlagen für die Zulassung und Normung des Brandverhaltens von Fassadenbekleidungen, In: Hosser, D. (Hg.): Braunschweiger Brandschutz-Tage 19.-20.09.2012, Tagungsband, Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, TU Braunschweig, 2012, Heft 218
- [9] Bachmeier, P.: WDVS mit Polystrol-Dämmstoffen - welche Maßnahmen sind notwendig? In: FeuerTrutz Magazin 1.2015.
- [10] Feuerwehr Frankfurt am Main: Zusammenstellung von Brandereignissen in Verbindung mit WDVS im Auftrag der AGBF-Hessen, AGBF-Bund und des Deutscher Feuerwehrverband e.V. (www.feuerwehr-frankfurt.de/index.php/mediathek/category/31-wdvs?download=145:brandereignisse-in-verbundung-mir-waermedaemmverbundsystemen).