

Studie

Dämmstoffe und Schimmelpilze

von Dr. Wolfram Scheiding und Dipl.-Biol. Katharina Plaschkies
Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH Dresden

erstellt im Rahmen des Verbundprojektes

**"Mehr als nur Dämmung - Zusatznutzen von Dämmstoffen aus
nachwachsenden Rohstoffen (NawaRo-Dämmstoffe)"**



gefördert von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)
[Förderkennzeichen 22004216]

Inhalt

1	Grundsätzliche Anforderungen an Bau- und Dämmstoffe	4
1.1	Anforderungen auf europäischer Ebene an Produkte auf Basis hEN oder EAD	4
1.2	Anforderungen aus dem nationalen Baurecht an Produkte mit ETA.....	5
1.3	Anforderungen aus nationalen Bau-Normen.....	6
1.4	Anforderungen aus der Baubiologie	7
2	Bedeutung von Schimmelpilzen an Baustoffen und in Gebäuden	7
2.1	Gesundheitliche Relevanz von Schimmelpilzen	7
2.2	Hintergrundkonzentration.....	7
2.3	Mögliche Auswirkungen von Schimmelpilzbefall an Dämmstoffen auf Innenräume.....	8
2.4	Sanierung von Schimmelpilzbefall.....	9
3	Schimmelpilzprüfung bei Bauprodukten.....	10
3.1	Produkte auf Basis harmonisierter europäischer Normen (hEN)	10
3.2	Produkte auf Basis Europäischer Anforderungsdokumente (EAD).....	10
3.3	Produkte mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung	11
4	Durchführung und Bewertung von Schimmelpilzprüfungen	11
4.1	Prüfbedingungen	11
4.2	Bewertung des Schimmelpilzwachstums im Rahmen von Materialprüfungen	13
4.3	Normungsarbeit bei CEN zur Schimmelpilzprüfung von Dämmstoffen.....	13
5	Thesen zur Notwendigkeit einer Schimmelpilzprüfung von Dämmstoffen.....	14
	Literatur und technische Regelwerke (Auswahl)	16
	Normen mit Bezug zum Thema (Auswahl).....	17

Vorbemerkungen

Diese Studie entstand im Rahmen des von der FNR geförderten Forschungsprojektes "Mehr als nur Dämmung - Zusatznutzen von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen" (FKZ 22004216) sowie der Mitarbeit in der Arbeitsgruppe Schimmelpilzprüfung des Normungsgremiums CEN/TC 88 Wärmedämmstoffe WG 1 Prüfmethode. Der Begriff Dämmstoffe bezieht sich hier auf Wärmedämmstoffe für den Hochbau.

Die Studie soll einen Überblick über die spezielle Thematik geben; sie bildet zudem eine Grundlage für den Transfer der Projektergebnisse in die Praxis sowie für die weitere Forschungs- und Normungsarbeit.

WICHTIGER HINWEIS: Die Inhalte wurden nach bestem Wissen der Autoren zusammengestellt. Eine Diskussion ist ausdrücklich erwünscht, Hinweise zu Fehlern oder Ergänzungen sind jederzeit willkommen. Jedwede Haftung für falsche oder fehlerhafte Inhalte oder für Folgen aus deren Anwendung wird nicht übernommen!

1 Grundsätzliche Anforderungen an Bau- und Dämmstoffe

1.1 Anforderungen auf europäischer Ebene an Produkte auf Basis hEN oder EAD

Gemäß der EU-Bauproduktenverordnung müssen Bauprodukte über einen geeigneten Brauchbarkeitsnachweis verfügen. Die europäischen technischen Spezifikationen zur Bewertung von Bauprodukten sind europäisch harmonisierte Normen (hEN) und europäisch technische Bewertungen (ETAs) auf der Basis von europäischen Bewertungsdokumenten (EAD). Die Bewertung wird durch ein CE-Zeichen auf der Basis einer Leistungserklärung (DoP) dokumentiert. Die vor Inkrafttreten der EU-Bauproduktenverordnung 2013 als Bewertungsdokumente verwendeten Leitlinien für Europäische Technische Zulassungen (ETAG) können aber weiterhin verwendet werden.

Anforderungen an die Schimmelpilzresistenz von Baustoffen und damit auch von Dämmstoffen resultieren zunächst aus den grundsätzlichen Anforderungen an Bauwerke, die in der europäischen Bauproduktenverordnung (CPR) von 2013 im Anhang I formuliert sind. Baustoffe müssen so beschaffen sein, dass Bauwerke diese Forderungen erfüllen können.

Relevant in Bezug auf Schimmelpilze sind die Grundanforderungen an Bauwerke bezüglich Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz, die sinngemäß und verkürzt wie folgt lauten:

Während des Lebenszyklus darf ein Bauwerk weder Hygiene noch Gesundheit gefährden. Die Emission gefährlicher Stoffe, flüchtiger organischer Verbindungen oder gefährlicher Partikel darf sich nicht übermäßig stark auf die Umweltqualität auswirken.

Für werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe sind die harmonisierten Normen EN 13162 bis EN 13171 verfügbar. An Dämmstoffe auf Basis dieser harmonisierten Normen bestehen keine Anforderungen an die Resistenz gegenüber Schimmelpilzen.

Grundlagen für ETA sind in der Regel europäische Bewertungsdokumente (EAD), die von der europäischen Organisation für technische Bewertungen (EOTA) erarbeitet und bereitgestellt werden. Für Dämmstoffe relevante EAD sind in Tabelle 1 aufgeführt. Die Erteilung von ETA erfolgt durch technische Bewertungsstellen, die von den EU-Mitgliedsstaaten benannt werden. ETA können auch auf Basis von Leitlinien für bestimmte Produktgruppen erteilt werden, sofern diese

Leitlinien vor Inkrafttreten der CPR am 01.07.2013 erarbeitet und veröffentlicht wurden. Anforderungen an die Schimmelpilzresistenz von Dämmstoffen betreffen derzeit nur Produkte mit einer Europäischen Technischen Bewertung Zulassungen (ETA). Diese basieren auf folgenden EAD:

Tabelle 1: Europäische Bewertungsdokumente zu Wärmedämmstoffen

EAD-Nr.	EAD Title	OJEU*
040005-00-1201	Factory-made thermal and/or acoustic insulation products made of vegetable or animal fibres	2016/C 054/14
040138-00-1201	In-situ formed loose fill thermal and/or acoustic insulation products made of vegetable fibres	2016/C 172/03
040456-00-1201	In-situ formed loose-fill thermal and/or acoustic insulation material made of animal fibres	2017/C 343/06

*) Official Journal of the European Union; Europäisches Amtsblatt

Für Bauprodukte werden zunehmend Aussagen zu der erwarteten Gebrauchsdauer (expected/estimated service life, ESL) gefordert. Für Wärmedämmstoffe als Bestandteil der (thermischen) Gebäudehülle ist von einer zu erwartenden Gebrauchsdauer von 50 Jahren auszugehen; Basis ist insbesondere der Eurocode 0 (EN 1990); siehe Tabelle 2.

Tabelle 2: (EC 0) EN 1990 - Table 2.1 - Indicative design working life

Design working life category	Indicative design working life (years)	Examples
1	10	Temporary structures (1)
2	10 to 25	Replaceable structural parts, e.g. gantry girders, bearings
3	15 to 30	Agricultural and similar structures
4	50	Building structures and other common structures
5	100	Monumental building structures, bridges, and other civil engineering structures

(1) Structures or parts of structures that can be dismantled with a view to being re-used should not be considered as temporary.

1.2 Anforderungen aus dem nationalen Baurecht an Produkte mit ETA

Allgemeine Grundlage für die – rechtlich verbindlichen – Landesbauordnungen ist die Musterbauordnung (MBO). Die allgemeinen Anforderungen an Bauwerke werden gemäß § 85a Abs. 2 MBO durch Technische Baubestimmungen konkretisiert, die Planungs-, Bemessungs- und Ausführungsregelungen enthalten. Grundlage ist hier die Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), derzeit mit Ausgabe 2019/01. Diese ersetzt die bisherige Bauregelliste und die Liste der Technischen Baubestimmungen und enthält eine Reihe neuer Anforderungen an Gebäude.

Teil A der MVV TB enthält technische Baubestimmungen, die bei der Erfüllung der Grundanforderungen an Bauwerke zu beachten sind. In Teil A, Kapitel 3 "Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz", Abschnitt 3.1 "Allgemeines" heißt es:

"Gemäß § 3 und § 13 MBO¹ sind bauliche Anlagen so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden und durch pflanzliche und tierische Schädlinge sowie andere chemische, physikalische oder biologische Einflüsse keine Gefahren oder unzumutbaren Belästigungen entstehen. [...] Zum Nachweis der Einhaltung dieser Anforderungen sind bauliche Anlagen im Ganzen und in ihren Teilen so zu entwerfen und auszuführen, dass die Anforderungen bezüglich des Gesundheitsschutzes und des Schutzes von Boden und Gewässer aus Abschnitt A 3.2 erfüllt werden." [1 nach Landesrecht]

In Abschnitt A 3.2 der MVV TB wird auf die Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich des Gesundheitsschutzes (ABG) verwiesen, die sich im Anhang 8 der MVV TB finden. Dort (S. 218) heißt es: *"Die Gesundheits- und Hygieneanforderungen leiten sich aus den gesundheitsrelevanten Eigenschaften der verwendeten Bauteile, Bausätze und Baustoffe ab. Diese können durch Emissionen zu den Raumluftverunreinigungen beitragen und erhebliche Auswirkungen auf die Gesundheit verursachen. Dazu gehören potentielle Emissionen flüchtiger anorganischer und organischer Verbindungen ebenso wie von Partikeln. Zu berücksichtigen sind bauliche Anlagen, Bauteile und Baustoffe mit direktem oder indirektem Kontakt zum Innenraum, das heißt auch solche Produkte, die zwar mit anderen Produkten verkleidet oder abgedeckt, aber nicht diffusionsdicht abgeschottet sind."*

Im Anhang 8 Abschnitt 2.2 *"Besondere Anforderungen an Bauprodukte in Aufenthaltsräumen und baulich nicht davon abgetrennten Räumen"* werden nur Emissionen durch chemische Stoffe berücksichtigt, jedoch keine biogenen Schadstoffe. Anforderungen an die Emission betreffen 9 Produktgruppen; bei Dämmstoffen werden nur Phenolharzschäume und UF-Ortschäume genannt. In der Anlage A 6 *"Wärmeschutz"* heißt es im Abschnitt 6.2/5 (S. 65) bezüglich der Ausführung von Bauteilen mit Dämmprodukten mit ETA (nach EAD/ETAG/CUAP): *"Hinsichtlich des Widerstandes gegenüber Schimmelpilz müssen die Dämmprodukte in die Klasse 0 eingestuft sein"*. Die Klasse 0 bezieht sich auf die Bewertung der Prüfergebnisse gemäß DIN EN 846 Tabelle 4.

Zusammenfassend lässt sich aus der MVV TB ableiten, dass durch Gebäude und Baustoffe keine schädlichen Wirkungen auf die Gesundheit oder unzumutbaren Belästigungen entstehen dürfen. Für Dämmstoffe aus pflanzlichen und tierischen Fasern mit einer Europäischen Technischen Bewertung (ETA) wird die Klasse 0 im Ergebnis einer Schimmelpilzprüfung gefordert.

1.3 Anforderungen aus nationalen Bau-Normen

Anforderungen an die wärme- und feuchteschutztechnische Planung und Ausführung von Gebäuden enthält die Normenreihe DIN 4108. Ziel des Mindestwärmeschutzes gemäß DIN 4108-2 ist ein hygienisches Raumklima, das sicherstellt, *"dass Tauwasserfreiheit und Schimmelpilzfreiheit an Innenoberflächen von Außenbauteilen im Ganzen und in Kanten und Ecken gegeben sind"*. Gemäß Abschnitt 6.3 *"Nachweise"* liegt die kritische Luftfeuchte nach DIN EN ISO 13788 für Schimmelpilzbildung auf der Bauteiloberfläche bei 80 %. Auch nach DIN 4108-3 liegt der kritische Wert der relativen Luftfeuchte für eine Schimmelpilzbildung an Bauteiloberflächen bei 80 % (vgl. der DIN 4108-3 Abs. 5.1.1 sowie Anhang A Abs. A.1.2). Die DIN 4108-10:2015 gilt für geregelte Dämmstoffe gemäß der Normenreihe harmonisierter europäischer Normen DIN EN 13162ff, aber nicht für in situ geformte Dämmstoffe bzw. für in WDVS verwendete Dämmstoffe. Bei den produktspezifischen Anforderungen wird auf die jeweiligen hEN verwiesen, z. B. DIN EN 13171 für Holzfaserdämmstoffe. Die Schimmelpilzresistenz wird nicht als Produkteigenschaft genannt.

1.4 Anforderungen aus der Baubiologie

Schimmelpilzbefall ("Schimmelpilzschäden") in Innenräumen einschließlich dessen Diagnose und Beseitigung ist ein wesentlicher Gegenstand des interdisziplinären Fachgebietes der Baubiologie. Zur Beurteilung werden verschiedene Regelwerke herangezogen, insbesondere der UBA- Schimmelpilzleitfaden oder die Richtlinie zum sachgerechten Umgang mit Schimmelpilzschäden in Gebäuden des Netzwerks Schimmel im Bundesverband öffentlich bestellter und vereidigter sowie qualifizierter Sachverständiger e.V. Hinweise zur Einordnung und Bewertung von Schimmelpilzbefall in Innenräumen aus medizinischer Sicht finden sich in der von der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften erstellten Leitlinie "Medizinisch klinische Diagnostik bei Schimmelpilzexposition in Innenräumen" (AWMF 2016). In dieser Leitlinie (AWMF-Register-Nr. 161/001) haben 28 namhafte Experten ihren gemeinsamen Standpunkt dargelegt. Für medizinische Laien wurde eine verständliche Kurzfassung erstellt.

2 Bedeutung von Schimmelpilzen an Baustoffen und in Gebäuden

2.1 Gesundheitliche Relevanz von Schimmelpilzen

Es ist heute unstrittig, dass gesundheitliche Risiken und Belastungen in direktem Zusammenhang mit der Innenraumluftqualität und Luftverunreinigungen stehen, wie dies auch in der MVV TB Anhang 8 ausgeführt wird. Eine Belastung mit mikrobiellen Verunreinigungen (luftgetragene Sporen, Myzelbruchstücke, MVOC) ist jedoch nur einer von zahlreichen möglichen Faktoren.

In grundlegenden Publikationen zum Thema zeigen die WHO (2009) und die Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin GHUP (Wiesmüller et al. 2013) auf, dass in feuchten bzw. verschimmelten Wohnungen ein erhöhtes Risiko für Atemwegserkrankungen und -infektionen bzw. die Verstärkung einer vorhandenen Erkrankung besteht. Es wird aber auch festgestellt, dass nicht klar ist, welche biologischen Partikel oder Substanzen tatsächlich die Ursache dafür sind, und dass ein ursächlicher Zusammenhang nur für Mykosen (Infektionen durch Schimmelpilze) besteht.

Der Ursache-Wirkungs-Zusammenhang zwischen einem Schimmelpilzbefall in Innenräumen und tatsächlichen Erkrankungen ist nach wie vor nicht nachgewiesen; siehe hierzu u. a. die Leitlinie "Medizinisch klinische Diagnostik bei Schimmelpilzexposition in Innenräumen" (AWMF 2016) und der Schimmelpilz-Leitfaden des Umweltbundesamtes (2017).

Im DIN-Fachbericht 4108-8:2010 heißt es: "Nach allgemeiner Auffassung [...] kann von einer erhöhten Feuchte und einem Schimmelpilzbefall im Innenraum eine gesundheitliche Belastung ausgehen. [...] Schimmelpilzwachstum in Innenräumen ist aus hygienischer Sicht aufgrund der möglichen toxischen Wirkungen und Allergien zu vermeiden". Das entspricht dem allgemein anerkannten Grundsatz, dass Schimmelpilzbefall in Innenräumen allein aus Vorsorgegründen zu vermeiden und – falls vorhanden – umgehend zu beseitigen ist.

2.2 Hintergrundkonzentration

In der Praxis steht mitunter die Frage, ob ein Gebäude oder ein Innenraum durch den Einbau schimmelpilzbelasteter Bau- bzw. Dämmstoffe "kontaminiert" wurde. Um dies zu beurteilen, muss die üblicherweise zu erwartende Hintergrundkonzentration der Baustoffe bekannt sein.

Derzeit sind keine Erkenntnisse zum Zusammenhang zwischen der Hintergrundkonzentration von Baustoffen und dem Schimmelpilzbefall im Gebäuden bekannt; hier besteht Forschungsbedarf.

Schimmelpilzsporen sind ubiquitär (allgegenwärtig) in der Umwelt vorhanden und finden sich als z. B. als Aerosole in der Luft oder als Deposition auf Oberflächen oder in porösen Stoffen. Die Artenzusammensetzung und die Konzentration auf bzw. in einem Material hängen von den Ausgangsstoffen und dem Herstellungsprozess ab und unterliegen zudem örtlichen und jahreszeitlichen Schwankungen. Der hieraus resultierende, typische Gehalt eines Materials an sogenannten koloniebildenden Einheiten bzw. KBE wird als Hintergrundkonzentration oder Hintergrundbelastung bezeichnet. Bezogen werden KBE auf die Oberfläche, das Volumen oder die Masse.

Voraussetzung für die valide Bestimmung der Hintergrundkonzentration sind normierte Verfahren, z. B. DIN ISO 16000 Teil 17 und 21. Ein allgemeingültiges Nachweisverfahren für Schimmelpilze in Materialien war erst mit der DIN ISO 16000-21 aus dem Jahr 2014 verfügbar, so dass nur wenige vergleichbare Daten vorliegen, die zunächst als Orientierungswerte zu verstehen sind. Bei zunehmend besserer Datenlage sollte es möglich werden, Rahmenwerte für bestimmte Baustoffe bzw. allgemeine Kategorien festzulegen.

Die materialtypische Hintergrundkonzentration gibt eine Orientierung bei der Beurteilung, ob ein Material unzulässig belastet ist und damit nicht eingebaut werden sollte, oder ob ein Befall vorliegt und das Material ausgebaut werden muss. Zur Beurteilung, ob ein Material mikrobiell belastet ist bzw. ob ein mikrobielles Wachstum stattgefunden hat, kann prinzipiell der UBA-Schimmelleitfaden (Umweltbundesamt 2017) herangezogen werden, wobei sowohl mikroskopische Untersuchungen als auch quantitative Analysen berücksichtigt werden. Danach kann bei den meisten Baumaterialien (Neubau und Altbau) ab Konzentrationen von 10^5 KBE/g von einem Wachstum im Material ausgegangen werden. Bei fabrikneuen und trocken gelagerten Materialien würden bereits Konzentrationen im Bereich von 10^3 KBE/g bis 10^4 KBE/g auf ein Wachstum hindeuten. Allgemein wird angenommen, dass die Richtwerte für Bakterienkonzentrationen jeweils um eine Zehnerpotenz höher liegen.

Berichte zu Untersuchungen der Hintergrundkonzentration von Dämmstoffen sowie zur Abgrenzung zu einer Kontamination bzw. Besiedlung finden sich u. a. bei Richardson und Grün 2005, Trautmann 2005, Scheiding und Plaschkies 2012, Fischer 2015, Trautmann und Meider 2018 sowie Meider 2019.

Im Rahmen des FNR-Verbundvorhabens "Mehr als nur Dämmung – Zusatznutzen von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen (FKZ 22004216; 2016-2020) wurde die Hintergrundkonzentration marktüblicher Dämmstoffe auf Basis von Cellulose sowie Jute-, Hanf- und Holzfasern im Neuzustand untersucht. Alle untersuchten Dämmstoffe waren unauffällig bezüglich der mikrobiellen Konzentration. In jedem Fall waren Bakterien dominierend, Schimmelpilze wurden nur in sehr geringen Konzentrationen detektiert. Eine Lagerung über zwei Jahre unter trockenen Bedingungen führte zu keiner Veränderung der Hintergrundkonzentration.

2.3 Mögliche Auswirkungen von Schimmelpilzbefall an Dämmstoffen auf Innenräume

Luftgetragene Schimmelpilzsporen können prinzipiell nur durch Konvektion aus einem gedämmten Hohlraum (Gefach) in den Innenraum gelangen; die Wahrscheinlichkeit hierfür ist bei einer ordnungsgemäß ausgeführten luftdichten Ebene als sehr gering einzuschätzen. Eine Konvektion ist jedoch prinzipiell möglich, da auch eine hinreichende Luftdichtheit von Gebäude oder Raum

Undichtheiten in begrenztem Maße zulässt (vgl. Anforderungen DIN 4108-7). Neben den Bauteilanschlüssen sind hier insbesondere Durchdringungen für Kabel, Rohre usw. zu beachten.

Ein Durchdringen von Sporen quer durch Bauteilschichten dürfte sehr unwahrscheinlich sein, jedoch sind hierzu keine speziellen Untersuchungen bekannt. Hingegen können gasförmige Stoffe, wie MVOC, durchaus Bauteilschichten durchdringen; dies gilt auch für geruchsbildende MVOC. Dies hängt u. a. vom Konzentrationsgefälle und dem Diffusionswiderstand ab. Wenn zugelassene NawaRo-Dämmstoffe in ordnungsgemäß geplante und hergestellte Konstruktionen verbaut wurden, sind negative Auswirkungen auf die Qualität der Innenraumluft sehr unwahrscheinlich. Sollten im konkreten Einzelfall Bedenken bestehen, ist das hierfür zu klären. Selbst wenn Schimmelpilzbefall im Gefach z. B. infolge von Bauschäden auftritt, ist eine Auswirkung auf die hygienische Qualität der Innenraumluft nur bei intensivem Befall und erheblicher Konvektion zu erwarten. Dieser Situation entspricht die Nutzungsklasse IV gemäß UBA-Schimmelleitfaden (siehe nachfolgender Abschnitt). Systematische Untersuchungen hierzu sind bekannt bzw. es besteht Forschungsbedarf.

2.4 Sanierung von Schimmelpilzbefall

Zur Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzbefall bzw. -schäden sind eine Reihe von Publikationen und technischen Unterlagen verfügbar. Beispielhaft seien zwei genannt:

DGUV-Information 201-028

Die DGUV-Information 201-028 "Handlungsanleitung – Gesundheitsgefährdung durch biologische Arbeitsstoffe bei der Gebäudesanierung" (vorher BGI 858) gibt Empfehlungen für den Umgang mit Schimmelpilzen bei der Gebäudesanierung und ist aus Sicht des Arbeitsschutzes eine wichtige Grundlage.

UBA-Schimmelleitfaden

Der vollständig überarbeitete UBA-Schimmelleitfaden (Umweltbundesamt 2017) definiert vier Nutzungsklassen¹ I – IV in Gebäuden. Dies sind Bereiche, bei denen aus der Nutzungsart und der innenraumhygienischen Bedeutung eines Schimmelpilzbefalls verschiedene Anforderungen an die Sanierung resultieren. Die Nutzungsklasse IV ist dabei wie folgt beschrieben:

6.1.4 Nutzungsklasse IV

Die Nutzungsklasse IV beinhaltet gegenüber der Innenraumluft luftdicht oder diffusionsdicht abgeschottete Bauteile und Hohlräume (siehe Tab. 11). Für solche Hohlräume gelten verringerte Sanierungsanforderungen bei Schimmelbefall. Dies ist vor allem bei ausgebauten Dachkonstruktionen von Bedeutung. Falls der Schimmelbefall innerhalb der Dachkonstruktion, aber dauerhaft außerhalb der mit Dampfsperre o. Ä. abgedichteten Wohn- und Ausbauebene liegt, können deutlich reduzierte Anforderungen an die Sanierung gestellt werden.*

Bei Schäden außerhalb der Diffusionsdichtheitsebene ist daher zunächst zu prüfen, ob diese fachgerecht ausgeführt ist und ein Eintrag von Mikroorganismen oder mikrobiell bedingten Gerüchen in den Innenraum sicher und auf Dauer auszuschließen ist. Nur dann gilt die Nutzungsklasse IV und das mikrobiell besiedelte Material kann an Ort und Stelle verbleiben, wenn die Bauteile hinter der Absperrung bestimmungsgemäß (nach DIN 4108-7) trocken bleiben.

*) Gemäß Tabelle 11 bestehen in der Nutzungsklasse IV deutlich reduzierte Anforderungen an die Innenraumhygiene bzw. hinter der Abschottung sind keine Maßnahmen erforderlich.

¹ "Nutzungsklasse" ist hier ungünstig, da es bereits Nutzungsklassen in DIN EN 1995-1-1 (Eurocode 5 Holzbau) gibt.

3 Schimmelpilzprüfung bei Bauprodukten

3.1 Produkte auf Basis harmonisierter europäischer Normen (hEN)

Die Prüfung und Bewertung CE-gekennzeichneter, werkmäßig hergestellter Dämmstoffe aus Holzwolle, expandiertem Kork und Holzfasern (EN 13168, EN 13170, EN 13171) entfällt, da hier keine Anforderungen bestehen.

Die DIN 68800 Holzschutz Teil 2 "Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau" unterscheidet „grundsätzliche“ und „besondere“ Maßnahmen, wobei letztere dazu dienen, Bauteile der Gebrauchsklasse (GK) 0 zuordnen zu können. Grundsätzlich geht es in dieser Norm um die Vermeidung von Bauschäden infolge einer unzuträglichen Feuchteerhöhung und damit eines Befalls durch holzerstörende Pilze, jedoch nicht um Schimmelpilze.

Die Norm hat auch Auswirkungen auf die Verwendbarkeit von Dämmstoffen, denn die Zuordnung zur GK 0 ist gemäß DIN 68800-2 möglich, wenn als Dämmung ein "mineralischer Faserdämmstoff nach DIN EN 13162, Holzfaserdämmplatten nach DIN EN 13171 oder ein Dämmstoff, dessen Verwendbarkeit für diesen Anwendungsfall durch einen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis nachgewiesen ist", eingesetzt wird. Allerdings geht es hier darum, eine unzuträgliche Auffeuchtung von Holzbauteilen durch andere Bau- und Dämmstoffe und damit eine Schädigung durch holzerstörende Pilze zu vermeiden. Der Schutz vor bzw. die Bekämpfung von Schimmelpilzbefall ist nicht Gegenstand der DIN 68800. Natürlich sind Holzschutzmaßnahmen fast immer Feuchteschutzmaßnahmen und bewirken damit auch einen Schutz vor Schimmelpilzbefall.

3.2 Produkte auf Basis Europäischer Anforderungsdokumente (EAD)

Die Prüfung werkmäßig hergestellter Produkte aus Tier- oder Pflanzenfasern zur Erlangung einer ETA auf Basis EAD 040005-00-1201, Annex B, erfolgt gemäß ÖNORM B 6010 mit unsterilen, nicht beimpften Proben, die über 4 Wochen bei 23 °C über einer Wasserfläche, d. h. in feuchtegesättigter Luft, inkubiert werden. Das Ergebnis ist gemäß DIN EN ISO 846 anzugeben (siehe Kap. 7).

Die Prüfung für in situ geformte lose Produkte aus Pflanzenfasern zur Erlangung einer ETA auf Basis EAD 040138-00-1201 kann nach zwei Methoden erfolgen:

- Methode A → siehe EAD Annex B: Prüfung gemäß ÖNORM B 6010 (s. o.), Bewertung gemäß DIN EN ISO 846 Tabelle 4 (siehe Kap. 7).
- Methode B: Prüfung gemäß DIN EN 15101-1 Anhang F; Angabe des Ergebnisses gemäß DIN EN 15101-1 Tabelle 5 (siehe Kap. 7).

Die Prüfung für in situ geformte lose Produkte aus Tierfasern zur Erlangung einer ETA auf Basis EAD 040456-00-1201 erfolgt nach zwei Methoden:

- Methode A → siehe EAD Annex C: Prüfung gemäß ÖNORM 6010 (s. o.), Bewertung gemäß EN ISO 846 Tabelle 4,
- Methode B: Prüfung gemäß EN 15101-1 Anhang F; Angabe des Ergebnisses gemäß EN 15101-1 Tabelle 5.

3.3 Produkte mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (abZ) des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) enthalten meist keine konkreten Anforderungen an die Schimmelpilzbeständigkeit bzw. Prüfverfahren, jedoch wird im Abschnitt "Andere Eigenschaften" darauf verwiesen, dass das Produkt auch den Anforderungen der entsprechenden ETA genügen muss.

Soll eine abZ für ein Produkt erteilt werden, dass nicht bereits über eine ETA verfügt, erfolgt – soweit dem Autor bekannt – die Schimmelprüfung gemäß DIN EN 60068-2-10. Hierbei wird das unsterile Prüfmaterial mit Sporensuspension beimpft und im Klima 28/> 91 inkubiert (vgl. Tabelle 3). Die Bewertung erfolgt gemäß DIN EN 60068-2-10 Abs. 12.3 (s. Kap. 7). Für Zellulosedämmstoffe wird die DIN EN 15101-1, Anhang F, angewendet.

4 Durchführung und Bewertung von Schimmelpilzprüfungen

4.1 Prüfbedingungen

Die Schimmelpilzprüfung beinhaltet die Probenahme, die Probenvorbereitung, die Inkubation (Bebrütung) in einem bestimmten Prüfklima über eine vorgegebene Zeitdauer sowie die Auswertung nach verschiedenen Bewertungsschemata. Die zu prüfenden Materialproben werden entweder im Originalzustand getestet oder sterilisiert und mit einer Sporensuspension beimpft. Die Tabelle 3 enthält eine Auswahl aktueller Schimmelpilz-Prüfnormen mit Angabe des Prüfklimas.

Tabelle 3: Schimmelpilzprüfnormen mit Inkubationsbedingungen

Norm	Titel	Temp. [°C]	rH [%]	Daue r [d]
DIN EN ISO 846	Kunststoffe – Bestimmung der Einwirkung von Mikroorganismen auf Kunststoffe	29 ± 1	≥ 95	28
ASTM C1338-14	Standard Test Method for Determining Fungi Resistance of Insulation Materials and Facings	28-30	95 ± 4	28
DIN EN 15101-1 (2013)	Wärmedämmstoffe für Gebäude – An der Verwendungsstelle hergestellter Wärmedämmstoff aus Zellulosefüllstoff (LFCI) – Teil 1: Spezifikation für die Produkte vor dem Einbau; Anhang F: Verfahren zur Bestimmung des Widerstands gegen Schimmelpilzbefall	28 ± 2	95 ± 4	28
EN 60068-2-10 (2006)	Umgebungseinflüsse - Teil 2 - 10: Prüfverfahren - Prüfung J und Leitfaden: Schimmelwachstum (Anwendungsbereich dieser Norm sind elektrotechnische Erzeugnisse)	29 ± 1	> 90 < 100	28

Im Rahmen der aktuellen Normungsarbeit auf europäischer Ebene (vgl. 4.3) spielt das Prüfklima bei der Schimmelpilzprüfung eine besondere Rolle, da hiervon maßgeblich das Schimmelpilzwachstum und damit die Bewertung und Einstufung bzw. Klassifizierung abhängen. Vielfach wird gefordert, die Schimmelpilzprüfung nicht in einem Extremklima, sondern in einem eher bau-typischen (Feucht)Klima durchzuführen (siehe hierzu 4.3). Zur Orientierung sind in Tabelle 4 die derzeit in verschiedenen nationalen und europäischen Normen berücksichtigten bzw. vorgegebenen Klimabedingungen zusammengestellt.

Tabelle 4: Klimabedingungen in verschiedenen Normen zu Bauprodukten

Norm	Titel	Temp. [°C]	rH [%]	Daue r [d]
DIN EN 318 (2002)	Holzwerkstoffe - Bestimmung von Maßänderungen in Verbindung mit Änderungen der relativen Luftfeuchte	20 ± 1	85 ± 3	EMK
DIN 4108-2 (2013)	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz	kritische rel. LF nach DIN EN ISO 13788 auf der Bauteiloberfläche: 80 %		
DIN 4108-3 (2018)	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung Abschnitte 5.1.1 und A.1.2	kritischer Wert der rel. LF für Schimmelpilzbildung: 80 %		
DIN 4108-4 ² (2017)	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte	23	80	EMK
DIN-Fachbericht 4108-8 (2010)	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 8: Vermeidung von Schimmelwachstum in Wohngebäuden	Schimmelpilzbildung möglich bei > 80 % rel. LF an 5 Tagen und ≥ 12 h/d auf der Bauteiloberfläche; Wasser nicht erforderlich.		
DIN EN ISO 13788 (2001)	Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen. Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren. Berechnungsverfahren Abschnitt 5.1 Allgemeines	Risiko eines Schimmelbefalls an Oberflächen, wenn die relative Luftfeuchte über mehrere Tage den Wert 0,8 übersteigt.		
DIN EN 15101-1 (2013)	Wärmedämmstoffe für Gebäude – An der Verwendungsstelle hergestellter Wärmedämmstoff aus Zellulosefüllstoff (LFCI) – Teil 1: Spezifikation für die Produkte vor dem Einbau; Anhang F: Verfahren zur Bestimmung des Widerstands gegen Schimmelpilzbefall	28 ± 2	95 ± 4	28
DIN EN 15101-1 (2013)	Anhang B.1: Bestimmung des Setzmaßes unter zyklischer Luftfeuchtebeanspruchung; Phase 1 (hohe Luftfeuchte) (Verweis hierauf in EAD 04038-00-1201)	23 ± 5	90 ± 5	14
ISO/CD 18393	Thermal insulation products – Determination of ageing by settlement – Part 1: Blown loose-fill insulation for ventilated attics (method D)	40 ± 2	90 ± 5	EMK
DIN 52184 (1979)	Prüfung von Holz; Bestimmung der Quellung und Schwindung; Feuchtklima gemäß Abschnitt 3.5	20 ± 1	80...90	EMK ¹

4.2 Bewertung des Schimmelpilzwachstums im Rahmen von Materialprüfungen

Derzeit existieren verschiedene Bewertungsschemata zur Bestimmung des Verhaltens von Materialien gegenüber Schimmelpilzen². Beispielhaft ist in Tabelle 5 die Bewertung der DIN EN ISO 846:1997 aufgeführt, für die Schimmelpilzprüfung gemäß EAD herangezogen wird.

Tabelle 5: DIN EN ISO 846:2019 (Stufen der Wachstumsintensität und verbale Beurteilung)

Stufe	Bewertung
0	kein Wachstum bei mikroskopischer Betrachtung erkennbar
1	kein Wachstum mit bloßem Auge, aber unter dem Mikroskop klar erkennbar
2	Wachstum mit bloßem Auge erkennbar, bis zu 25 % der Probenoberfläche bewachsen
3	Wachstum mit bloßem Auge erkennbar, bis zu 50 % der Probenoberfläche bewachsen
4	beträchtliches Wachstum, über 50 % der Probenoberfläche bewachsen
5	starkes Wachstum, gesamte Probenoberfläche bewachsen

In den Normprüfungen wird das Schimmelpilzwachstum bewertet, das innerhalb des Prüfzeitraumes stattgefunden hat. Wachstum beinhaltet hier die Auskeimung von Sporen, die Bildung von Hyphen (Pilzfäden) und von Myzel (Pilzgeflecht) sowie die Bildung von Fruchtkörpern und Sporen. Im praktischen Sprachgebrauch wird meist von Befall, Bewuchs bzw. Kontamination durch Schimmelpilze gesprochen.

4.3 Normungsarbeit bei CEN zur Schimmelpilzprüfung von Dämmstoffen

Die Arbeitsgruppe TG "Mould growth" im CEN/TC 88 "Thermal insulation materials" WG 01 "Prüfmethoden" bearbeitet derzeit ein vorläufiges Normungsvorhaben PWI 00088439 "Assessment of the resistance of insulation products against mould development". Ziel ist es, eine horizontale Prüfnorm (Laborprüfmethode) zum Schimmelpilzverhalten von Wärmedämmstoffen zu erarbeiten, die für alle Arten von Wärmedämmstoffen anwendbar ist. Grundlage ist insbesondere EN 15101-1. Die Beständigkeit gegen Schimmelpilzbefall ist gemäß Anhang F zu prüfen und gemäß Abs. 4.3.6 dieser Norm zu klassifizieren und anzugeben.

Bei der Erarbeitung der Prüfmethode werden formale, prüftechnische sowie baupraktische Aspekte in die Diskussion einbezogen. Der aktuelle Entwurf vom 21.02.2020 ist die Grundlage für die weitere Erarbeitung der Norm.

Einen besonderen Diskussionspunkt bildeten die Prüfbedingungen, d. h. das Klima, bei welchem die Bebrütung (Inkubation) der zuvor mit einer Sporensuspension beimpften Proben erfolgt. Im Ergebnis der bisherigen Diskussionen soll das bisher übliche Prüfklima 28/95 beibehalten werden, um die Widerstandsfähigkeit eines Materials gegenüber Schimmelpilzen oder die fungistatische Wirksamkeit eines zugegebenen Biozids zu bestimmen. Zudem sind die Ergebnisse mit anderen Schimmelpilzprüfungen vergleichbar. Zusätzlich wurde das Prüfklima 28/85 in den Entwurf aufgenommen, um die Empfindlichkeit gegenüber Schimmelpilzen unter eher bautypischen Verhältnissen zu bestimmen. Maßstab für ein "baupraktisches Feuchtklima" sind die Klimabedingungen, die sich im Mittel in einer ordnungsgemäß geplanten und ausgeführten Konstruktion einstellen. Die Prüfdauer von 28 Tagen soll nach derzeitigem Stand beibehalten werden.

² Eine Übersicht kann von den Autoren zur Verfügung gestellt werden.

5 Thesen zur Notwendigkeit einer Schimmelpilzprüfung von Dämmstoffen

Auf Grundlage bisheriger Arbeiten sowie im Ergebnis der Recherchen und Untersuchungen im FNR-Forschungsprojekt "NawaRo-Dämmstoffe" wurden nachfolgende Thesen aufgestellt, die als Grundlage für die Diskussion und weiterführende Aktivitäten gedacht sind.

- 1) Bei der Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Baustoffen ist grundsätzlich vom Normalfall, d. h. von ordnungsgemäßer (mangelfreier) Herstellung sowie Bauplanung und -ausführung auszugehen und nicht vom Schadensfall, wie bei Leckagen oder außergewöhnlichen Naturereignissen (z. B. Starkregen mit Sturm, Hochwasser).
- 2) Bauhygienisch relevant ist Schimmelpilzbefall auf Bauteil- bzw. Baustoffoberflächen, die mit der Innenraumluft im direktem Kontakt stehen. Dies ist entsprechend in einschlägigen Regelwerken berücksichtigt, wie DIN Fachbericht 4108-8, DIN 4108-10 oder UBA-Schimmelpilzleitfaden. Zum einen ist Schimmelpilzbefall meist die Folge von Tauwasserbildung auf Oberflächen, zum anderen entstehen gesundheitliche Risiken nur dann, wenn Personen tatsächlich exponiert sind, d. h. über die Innenraumluft mit befallenen Oberflächen in Kontakt stehen. Beides ist für den regelkonformen bautechnischen Normalfall, d. h. ordnungsgemäß geplante und ausgeführte Bauwerke, sehr unwahrscheinlich. Für Wärmedämmstoffe im Hochbau ist daher das Verhalten gegenüber Schimmelpilzen im Grunde irrelevant. Dies spiegelt sich letztlich auch darin wider, dass die harmonisierten europäischen Normen zu werkmäßig hergestellten Wärmedämmstoffen im Hochbau (DIN EN 13162 bis 13171) diese Eigenschaft nicht beinhalten bzw. keine entsprechenden Anforderungen nennen.
- 3) Bei ordnungsgemäßer Planung und Ausführung der luftdichten Ebene von Gebäuden ist ein Luftaustausch (Konvektion) zwischen den gedämmten, geschlossenen Bauteilschichten (Gefachen) und den Innenräumen sehr gering. Sofern eine Konvektion über Leckagen überhaupt möglich ist, wird aufgrund der Temperatur- und Druckdifferenzen viel wahrscheinlicher Innenraumluft in den Hohlraum einströmen als umgekehrt. Eine relevante mikrobielle Belastung der Innenraumluft aufgrund einer Schimmelpilzbelastung des Dämmstoffs, die mehr als tolerierbar über die Hintergrundkonzentration hinausgeht, ist daher sehr unwahrscheinlich und das Gesundheitsrisiko grundsätzlich gering. Selbstverständlich sind mikrobielle Kontaminationen infolge von Feuchte- und Wasserschäden insbesondere in Fußbodenaufbauten völlig anders zu betrachten.
- 4) Erhöhte Feuchten in der Dämmebene können vor allem durch Konvektion warmer Luft und Kondensation der Luftfeuchtigkeit in kühleren Bauteilbereichen entstehen. Daher sind Baustoffe mit glatten und wenig saugfähigen Oberflächen eher gefährdet als solche mit poröser und saugfähiger Oberfläche. Die Sorptionsfähigkeit von Baustoffen ist daher in Bezug auf Schimmelpilzbefall eine positive Eigenschaft. NawaRo-Dämmstoffe weisen poröse und saugfähige Oberflächen und damit grundsätzlich positive Eigenschaften auf; zudem ist hier die Verringerung der Dämmwirkung bei erhöhter Materialfeuchte vergleichsweise gering, wie auch im FNR-Projekt "NawaRo-Dämmstoffe" erneut nachgewiesen wurde.
- 5) Schimmelpilze schädigen die Baustoffsubstanz bzw. die strukturelle Integrität der Dämmstoffe nicht, daher reduziert sich deren Relevanz auf hygienische bzw. gesundheitliche Aspekte. Diese sind allerdings eine wesentliche Anforderung an Bauwerke (vgl. EU-Bauproduktenverordnung, Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen).

- 6) Das Bedürfnis, für bestimmte Dämmstoffe eine Schimmelpilzprüfung vorzusehen bzw. Anforderungen an die Schimmelpilzbeständigkeit zu stellen, entstand hauptsächlich aus der Skepsis und den geringen Erfahrungswerten zu diesen Produkten. Dazu kam, dass die eingebauten Dämmstoffe üblicherweise nicht mehr kontrollierbar sind.
- 7) Auch für geformte, werkmäßig hergestellte Dämmstoffe aus Holzfasern gemäß DIN EN 13171 besteht unter ungünstigen bauklimatischen Bedingungen vor allem in der Bauphase ein Befallsrisiko. So können Holzfaserdämmplatten aus dem Trockenverfahren, aber auch OSB, Sperrhölzer oder Massivholz (Rahmenhölzer) befallen werden. Anforderungen an die Schimmelpilzresistenz werden aber weder an werkmäßig hergestellte Holzwerkstoffe nach DIN EN 13986³, an Holzwole-, Kork- und Holzfaserdämmstoffe nach DIN EN 13168, 13170 und 13171 noch an Bauholz nach DIN EN 14081-1 gestellt.
- 8) Da in Gebrauchsklasse GK 0 gemäß DIN 68800-1 die Verwendung von Produkten ohne nachgewiesene Schimmelpilzresistenz bzw. ohne schimmelpilzwidrige Ausrüstung möglich ist, bräuchten an Dämmstoffe generell keine diesbezüglichen Anforderungen gestellt werden.
- 9) Aktuelles Bestreben auf EU-Ebene ist die Einführung horizontaler, d. h. für verschiedene Bauprodukte anwendbarer, Prüfnormen zu bestimmten Leistungseigenschaften. Dies gilt z. B. für das Brandverhalten und das Emissionsverhalten (VOC, Formaldehyd). Die Erarbeitung einer horizontalen Prüfnorm zur Schimmelpilzresistenz erfolgt derzeit durch CEN/TC 88 "Wärmedämmstoffe" WG 1 "Prüfmethoden", TG "mould testing".
- 10) Im Rahmen der Mitwirkung an der europäischen Schimmelpilzprüfnorm Normungsarbeit wird versucht, dass baupraktische Aspekte ausreichend berücksichtigt werden, z. B. Prüfung im "baupraktischen Feuchtklima" zusätzlich zum "Worst-case-Klima".
- 11) Es ist derzeit wenig wahrscheinlich, dass in naher Zukunft Anforderungen an die Schimmelpilzresistenz von Dämmstoffen völlig entfallen und Prüfungen (sowie eine ggf. erforderliche Biozidzugabe) damit obsolet werden. Auf der anderen Seite zeigen viele NawaRo-Dämmstoffe, dass bereits die aktuellen Anforderungen erfüllbar sind und viele Produkte trotz einer bioziden Ausrüstung beim Planer, Bauherrn bzw. Verbraucher Akzeptanz finden.
- 12) Das Schimmelpilzverhalten sollte nicht als wesentliche Eigenschaft ("essential property" im Sinne der EU-Bauproduktenverordnung) betrachtet werden. Die Notwendigkeit einer Prüfung könnte sich – wie bei einigen anderen Eigenschaften auch – aus der konkreten Anwendung ergeben. Die Anforderung an Wärmedämmstoffe hinsichtlich ihres Verhaltens gegenüber Schimmelpilzen könnte allgemein wie folgt formuliert werden:

Wärmedämmstoffe müssen ein Verhalten gegenüber Schimmelpilzen aufweisen, durch das gewährleistet ist, dass in ordnungsgemäß errichteten Bauwerken und unter normalen bauklimatischen Bedingungen keine gesundheitliche Gefährdung und keine unzumutbare Belastung in Innenräumen entsteht. Normale bauklimatische Bedingungen sind anzunehmen, wenn die Anforderungen der Normenreihe DIN 4108 eingehalten werden oder die Nutzungs-kategorie 2 gemäß DIN EN 1995-1-1 bzw. die Gebrauchskategorie 0 gemäß DIN 68800-1 vorliegt.

³ Berücksichtigt wird in DIN EN 13986 lediglich die biologische Dauerhaftigkeit gegenüber holzerstörenden Pilzen, wobei die Ausführungen hierzu aus fachlicher Sicht kritikwürdig sind.

Literatur und technische Regelwerke (Auswahl)

AA-20-24 Prüfung der Schimmelpilzbeständigkeit von Dämmstoffen. IHD-Arbeitsanweisung

BG Bau (2006): DGUV-Information 201-028 Handlungsanleitung Gesundheitsgefährdungen durch biologische Arbeitsstoffe bei der Gebäudesanierung

CPR (construction products regulation – Bauproduktenverordnung): Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates

EAD 040005-00-1201 Factory-made thermal and/or acoustic insulation products made of vegetable or animal fibres

EAD 040138-00-1201 In-situ formed loose fill thermal and/or acoustic insulation products made of vegetable fibres

EAD 040456-00-1201 In-situ formed loose-fill thermal and/or acoustic insulation material made of animal fibres

Fischer G. (2015): Bestimmung von Hintergrundkonzentrationen von Schimmelpilzen in Dämmstoffen und anderen Materialien im Innenraum im Hinblick auf Sanierungsempfehlungen. Abschlussbericht UBA-Projekt

Meider, J. (2019) Abgestimmte Hintergrundkonzentrationen von Schimmelpilz- und Bakterienbelastungen in Estrichdämmschichten. Vortrag. 10. Grazer Pilztagung. 20./21. Mai 2019, Graz.

MVV TBB Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen Ausgabe 2019/1

Richardson, N.; Grün, L. (2005). Schimmelpilze in Innenräumen – Sanierung betroffener Wohnungen und Gebäude. In: Handbuch für Bioklima und Lufthygiene. Lose-Blatt-Sammlung. 15. Erg. 9/2005. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.

Scheidung W, Plaschkies K (2012): Hygienische Qualitätssicherung stofflich und energetisch genutzter nachwachsender Rohstoffe (HYNAR). Studie in Auftrag des Fördervereins des NA Holzwirtschaft und Möbel e. V., Berlin (FVNHM)

Trautmann, C. (2005). Aussagekraft von Schimmelpilzuntersuchungen, in: VDB Tagungsband 9. Pilztagung des VDB: Schimmel sicher erkennen, bewerten und sanieren. AnBUS e.V.

Trautmann, C.; Meider, J. (2018) Ableitung von Hintergrundkonzentrationen. In: Tagungsband der 22. Pilztagung, 19. bis 20. Juni 2018, Wiesbaden.

Umweltbundesamt (2017): Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden. Umweltbundesamt, Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes [Hrsg.]

WHO (2009): Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness and Mould. WHO, Kopenhagen

Wiesmüller, G. A., Heinzow, B., Herr, C. E. W. [Hrsg] (2013): Gesundheitsrisiko Schimmelpilze im Innenraum. ecomed Medizin, Heidelberg, München, Landsberg, Frechen, Hamburg

AWMF (2016): Medizinisch klinische Diagnostik bei Schimmelpilzexposition in Innenräumen. AWMF-Schimmelpilz-Leitlinie. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften, AWMF-Register-Nr. 161/001 (<http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/161-001.html>)

Normen mit Bezug zum Thema (Auswahl)

DIN EN 318:2002 Holzwerkstoffe - Bestimmung von Maßänderungen in Verbindung mit Änderungen der relativen Luftfeuchte

DIN EN 335:2013 Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten – Gebrauchsklassen: Definitionen, Anwendung bei Vollholz und Holzprodukten

DIN EN ISO 846:1997 Kunststoffe - Bestimmung der Einwirkung von Mikroorganismen auf Kunststoffe

ASTM C1338-14 Standard Test Method for Determining Fungi Resistance of Insulation Materials and Facings

DIN EN 1995-1-1:2010 Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau

ASTM D3273-12 Resistance to Growth of Mold on the Surface of Interior Coatings in an Environmental Chamber

DIN 4108-2: 2013 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

DIN 4108-3:2018 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung

DIN 4108-4:2017 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte

DIN-Fachbericht 4108-8:2010 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Teil 8: Vermeidung von Schimmelwachstum in Wohngebäuden

4108-10:2015 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 10: Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe - Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe

DIN EN 1995-1-1:2004+A1:2008 Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau

DIN EN 13162 Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) - Spezifikation; Deutsche Fassung EN 13162:2012+A1:2015

DIN EN 13171 Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Holzfasern (WF) – Spezifikation

DIN EN 13501-1:2019-05 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten

DIN EN ISO 13788:2001 Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen. Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren. Berechnungsverfahren

DIN EN 13986: 2015 Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen – Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung

DIN EN 14081-1:2016 Holzbauwerke — Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt — Teil 1: Allgemeine Anforderungen.

DIN EN 15101-1:2013 Wärmedämmstoffe für Gebäude - An der Verwendungsstelle hergestellter Wärmedämmstoff aus Zellulosefüllstoff (LFCI) – Teil 1: Spezifikation für die Produkte vor dem Einbau

DIN ISO 16000-17:2010 Innenraumluftverunreinigungen - Teil 17: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen - Kultivierungsverfahren

DIN ISO 16000-21:2014 Innenraumluftverunreinigungen - Teil 21: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Probenahme von Materialien (ISO 16000-21:2013)

ISO/CD 18393-1:2012 Thermal insulation products – Determination of ageing by settlement – Part 1: Blown loose-fill insulation for ventilated attics

DIN 52184:1979 Prüfung von Holz; Bestimmung der Quellung und Schwindung

DIN EN 600680-2-10:2006 Umgebungseinflüsse – Teil 2 – 10: Prüfverfahren – Prüfung J und Leitfaden: Schimmelwachstum (IEC 60068-2-10 2005)

DIN 68800-2:2012 Holzschutz – Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau

ÖNORM B 6010:1999 Dämmstoffe für den Wärme- und/oder Schallschutz im Hochbau - Prüfmethode