Schimmelpilzbefall auf Holz

Merkblatt E-1-12
Ausgabe: 09.2026/D
Einspruchsfrist: 31.03.2027

Mould growth on wood

Formation de moisissures sur le bois

Deskriptoren
Schimmel, Schimmelpilze, Schimmelpilzbefall, Holz, Holzwerkstoffe

Key Words
Mould, mould fungi, mould infestation, timber, wood-based materials

Mots-Clés
Moisissure, spores de moisissures, formation de moisissures, bois, matériaux dérivés du bois

Erläuterungen zum Merkblatt

Ergänzend sind folgende WTA-Merkblätter in der jeweils aktuellen deutschen Fassung zu beachten:

4-12 Ziele und Kontrolle von Schimmelpilzschadensanierungen in Innenräumen
6-16 Technische Trocknung durchfeuchteter Bauteile – Planung, Ausführung und Kontrolle

Inhalt

		Seite
1	Inhalt und Ziel	4
2	Grundlagen und Definitionen	5
2.1	Schadensbilder	5
2.2	Befall und Besiedlung	6
2.3	Kontamination	6
2.4	Hintergrundbelastung	6
2.5	Bedingungen für Schimmelpilzwachstum auf Holz- und Holzwerkstoffen	6
3	Vermeidung von Schäden	6
3.1	Planungphase	6
3.2	Bau-/Sanierungsphase	8
4	Maßnahmen im Schadensfall	10
4.1	Schadensbilder Schimmelpilzbefall erkennen	10
4.2	Ermittlung Sanierungsbedarf	11
4.3	Sanierungsziel	12
4.4	Schadensbeseitigung und Sanierungstechniken	12
4.5	Kontrolle des Sanierungserfolges	15
5	Glossar	15
6	Literatur	16

Freiexemplar

ENTWURF

© Copyright by Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege International e.V.

Vertrieb: WTA Publications, Tel. +49-89-57 86 97 27, Fax +49-89-57 86 97 29, email: info@wta-international.org

Fraunhofer IRB | Verlag

Schimmelpilzbefall auf Holz

Deutsche Fassung vom September 2026

Referat 1 Holz und Holzschutz

Leiter des Referates

Gero Hebeisen

Leiter des Arbeitsgruppe

Prof. Dr. Constanze Messal, Dr. Andre Peylo

Mitglieder der Arbeitsgruppe

Ulrich Arnold
Norbert Becker
Björn Dinger
Ekkehard Flohr
Mario Hänseler
Pia Haun
Jochen Kern
Judith Meider
Martin Merkel
Constanze Messal
Uwe Münzenberg
Peter Newcombe
Andre Peylo
Katharina Plaschkies
Michael Resch
Angela Steinfurth

Erarbeitung des Merkblattes

Beginn der Arbeiten: 2015
Ende der Arbeiten: Juli 2026
Merkblattentwurf: September 2026
Endgültige Fassung:

ISBN (E-Book) 978-3-7388-1117-9

Freiexemplar

WTA-Merkblätter

Herausgeber

WTA International e.V., Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege International e.V.

Schriftleitung

Clemens Hecht, Tobias Steiner

Vertrieb

WTA Publications
Telefon +49-89-57 86 97 27, Fax +49-89-57 86 97 29, email: info@wta-international.org

Die WTA ist stets bemüht in ihren Merkblättern den jeweiligen aktuellen Stand des Wissens festzuhalten. Wenn Sie vor Ablauf der Einspruchsfrist Verbesserungen, Änderungen vorschlagen möchten, wenden Sie sich bitte direkt an den Leiter der Arbeitsgruppe.

© Alle Rechte bei der WTA International e.V.. Nachdruck und Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung gestattet.

Die Angaben in diesem Merkblatt stützen sich auf den derzeitigen Stand unserer Kenntnisse. Die WTA International e. V. kann jedoch keinerlei Haftung übernehmen. Vorschläge oder Einwände, die gegebenenfalls bei einer Neuauflage berücksichtigt werden können, sind an die Geschäftsstelle der WTA International e.V. zu richten.

Bei Streitfällen ist die deutsche Fassung gültig.

Den auftragvergebenden Architekten, Denkmalpflegeämtern und den staatlichen, kommunalen und kirchlichen Bauämtern wird nahegelegt, auf dieses und die weiteren Merkblätter der WTA zum Bautenschutz und zur Bauwerksinstandsetzung in Ausschreibungen und Aufträgen Bezug zu nehmen und deren Kenntnisnahme allen Auftragnehmern zur Auflage zu machen.

Fraunhofer IRB Verlag, 2026
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB
Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart
Telefon +49 7 11 9 70-25 00
Telefax +49 7 11 9 70-25 99
E-Mail: irb@irb.fraunhofer.de
http://www.baufachinformation.de

Kurzfassung

Aufgrund der Eigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen werden die Ursachen für Schimmelpilzbefall an Holz und Holzwerkstoffen in Planung, Ausführung und Nutzung behandelt. Im Vergleich zu Schimmelpilzbefall an mineralischen Baustoffen werden die Besonderheiten der Schadensproblematik herausgestellt und Sanierungsmöglichkeiten aufgezeigt. Ziel ist es, den Beteiligten bei der Formulierung von Sanierungszielen, deren Umsetzung und fachgerechten Kontrolle behilflich zu sein.

Deskriptoren: Schimmel, Schimmelpilze, Schimmelpilzbefall, Holz, Holzwerkstoffe

Abstract

Given the properties of timber and timber-based materials, the causes of mould growth on these materials are addressed in the planning, construction and use phases. In comparison with mould growth on mineral building materials, the specific characteristics of this type of damage are highlighted and remediation options are outlined. The aim is to assist those involved in formulating restoration objectives, implementing them and carrying out professional monitoring.

Key Words: Mould, mould fungi, mould infestation, timber, wood-based materials

Résumé

Compte tenu des propriétés du bois et des matériaux dérivés du bois, les causes de l'apparition de moisissures sur ces matériaux sont formation de moisissures au niveau de la conception, de la réalisation et de l'utilisation. Par rapport à l'apparition de moisissures sur les matériaux de construction minéraux, les particularités de ce type de dégradation sont mises en évidence et les possibilités d'assainissement sont présentées. L'objectif est d'aider les parties prenantes à définir des objectifs d'assainissement, à les mettre en œuvre et à en assurer un contrôle dans les règles de l'art.

Mots-clés: Moisissure, spores de moisissures, formation de moisissures, bois, matériaux dérivés du bois

Freiexemplar

Einleitung

Schimmelpilzbefall ist eine Folge von unzuträglichem Feuchteeintrag. Schimmelpilze schädigen Holz faktisch nicht.

Schimmelpilze sind ein natürlicher Bestandteil unserer Umwelt, Schimmelpilzbefall soll in Innenräumen jedoch verhindert werden. Die Eigenschaften von Schimmelpilzen und Möglichkeiten zur Untersuchung und Beseitigung werden im Schimmelleitfaden des Umweltbundesamts (UBA aktuellste Version 2024) beschrieben. Inhalt dieses Merkblattes ist die Präzisierung im Umgang mit Schimmelpilzbefall auf Holz und Holzwerkstoffen.

1 Inhalt und Ziel

Schimmelpilzbefall auf Holz und Holzwerkstoffen kann in Gebäuden z. B. aus folgenden Gründen auftreten:

- Einbau befallener Hölzer und Holzwerkstoffe
- Planungsfehler
- Ausführungsfehler
- Baumängel im Bestand
- Ungenügendes Feuchtemanagement während der Bauphase
- Feuchteeintrag während der Bau- und Nutzungsphase
- fehlender Unterhalt

Das Merkblatt beschreibt die Bewertung, Prävention und Sanierung von Schimmelpilzbefall auf Holz und Holzwerkstoffen sowie Kriterien zur Festlegung geeigneter Sanierungsziele.

Schäden durch holzzerstörende Pilze sind nicht Gegenstand dieses Merkblattes.

Freiexemplar



Bild 1 Schimmel im Neubau



Bild 2 Schimmel im Altbau



Bild 3 Schimmel im Neubau



Bild 4 Schimmel im Neubau

2 Grundlagen und Definitionen

2.1 Schadensbilder

Holz und Holzwerkstoffe können durch zahlreiche Organismen besiedelt werden. Im Sinne dieses Merkblatts stehen hierbei die Schlauchpilze (Ascomycota) sowie die Jochpilze (Zygomycota) im Vordergrund. Schlauchpilze können verschiedene Schadensbilder verursachen, die – obwohl von derselben Organismengruppe verursacht – im Kontext möglicher negativer Einflüsse auf bautechnische und hygienische Parameter unterschiedlich zu bewerten sind.

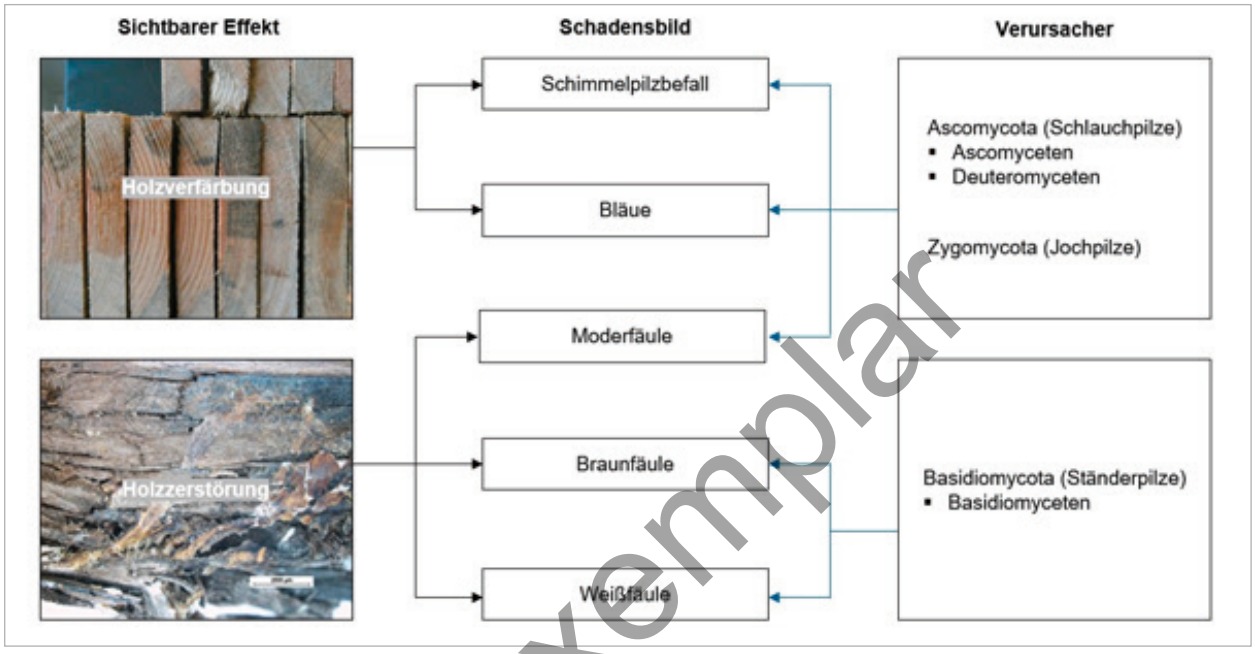


Bild 5 Besiedlung von Holz und Holzwerkstoffen durch Pilze und mögliche Schadensbilder

Freiexemplar

Unter **Schimmelpilzbefall** versteht man einen überwiegend oberflächig auftretenden Bewuchs.

Auf Vollholz tritt Schimmelpilzbefall oberflächig bzw. im oberflächennahen Bereich von wenigen Millimetern Tiefe auf und führt nicht zu einer Zerstörung des Holzes.

Holzwerkstoffe können auch in tiefen Schichten besiedelt werden. Das Schadensbild „Schimmelbefall auf Holz und Holzwerkstoffen“ ist nicht durch eine Holzzerstörung definiert, sondern durch eine potentielle negative Beeinflussung der Innenraumhygiene durch Freisetzung von Sporen und anderen Pilzbestandteilen gekennzeichnet.

Durch Schimmelpilzbefall auf Holz oder in Holzwerkstoffen können Sporen und Stoffwechselprodukte an die Umgebungsluft abgegeben werden. Aufgrund des sensibilisierenden, reizenden, allergieauslösenden und toxischen Potentials kann dies relevant für die Innenraumhygiene sein.

Bläue bezeichnet die hellblaue bis schwarze Verfärbung im Holz aufgrund der vorhergehenden Besiedlung im Wesentlichen durch Ascomycota in tieferen Schichten. Die Hyphen wachsen über die Markstrahlen tief in den Holzquerschnitt ein. Luftgängige Zellbestandteile treten nicht auf. Die zurückbleibenden, braun gefärbten Hyphen werden vom menschlichen Auge aufgrund der Lichtbrechung als Blaufärbung wahrgenommen.

Bläue stellt keinen Einflussfaktor auf die Innenraumhygiene dar. Nur wenn ein Wachstum auf der Oberfläche feststellbar ist, liegt das Schadensbild Schimmelbefall vor.

Moderfäule ist makroskopisch an langfristig feuchtem Holz als dunkle, modrige, weiche Oberfläche erkennbar. Im Trockenen zeigt sich ein kleinformatiger Würfelbruch mit dunkler Verfärbung. Moderfäule entsteht durch partiellen Zelluloseabbau in der Zellwand und führt zu typischen, unter dem Mikroskop erkennbaren Kavernen.

Moderfäule wird vorrangig aufgrund der langsam fortschreitenden Holzzerstörung bewertet. Kommt es zur Bildung von Sporen und Stoffwechselprodukten, kann ein Einfluss auf die Innenraumhygiene vorliegen.

Übergänge zwischen „Moderfäule“ und „Schimmelpilzbefall“ können fließend und parallel möglich sein. Die am Schadensort vorherrschenden Klimabedingungen, insbesondere die Feuchtebelastung und die Schadensdauer entscheiden darüber, welches Schadensbild dominiert.

Holzzerstörende Pilze
Weitere Schadensbilder, die jedoch von Pilzen aus der Abteilung Basidiomycota (Ständerpilze) ausgelöst werden, sind die Braunfäule und die Weißfäule. Diese Fäulearten können parallel zu den oben aufgeführten Schadensbildern auftreten. Diese Schadensbilder sind hinreichend in den Holznormen (z. B. DIN 68800) und WTA-Merkblättern (z. B. der Echte Hausschwamm) beschrieben, so dass hier nicht weiter darauf eingegangen wird.

Schimmelpilze sind ein Bestandteil unserer Umwelt. Bei einem mutmaßlichen Schadensfall ist daher zunächst zwischen Befall, Kontamination und Hintergrundbelastung zu differenzieren.

2.2 Befall und Besiedlung

Befall/Bewuchs/Besiedlung sind synonyme Begriffe, die beschreiben, dass mikrobielles Wachstum stattgefunden hat oder aktiv stattfindet und ist insbesondere gekennzeichnet durch das Vorhandensein von Myzelien und Fruchtkörpern, die je nach Art und Ausprägung makroskopisch oder mikroskopisch erkennbar sind.

2.3 Kontamination

Kontamination im Sinne dieses Merkblattes bedeutet eine über das übliche Maß hinausgehende Verunreinigung/Verschmutzung des Materials mit Sporen und anderen Schimmelpilzbestandteilen. Eine Vermehrung oder ein Bewuchs findet nicht statt.

2.4 Hintergrundbelastung

Im schadensfreien Zustand sind auf Holz und Holzwerkstoffen Hintergrundwerte in Abhängigkeit von Nutzung und Alter der Konstruktion zu erwarten. Als übliche Hintergrundbelastung wird nach aktuellem Kenntnisstand die natürlich vorhandene Konzentration mit Schimmelbestandteilen verstanden, wie sie in der Raumluft und auf Oberflächen in vergleichbaren Innenräumen mit vergleichbarer Nutzung ohne erkennbaren und nachgewiesenen Schimmelpilzschaden angetroffen wird. Hintergrundwerte sind aktuell in VDI 4300-13 aufgeführt.

2.5 Bedingungen für Schimmelpilzwachstum auf Holz- und Holzwerkstoffen

Im Gegensatz zu holzzerstörenden Pilzen haben Schimmelpilze einen geringeren Feuchteanspruch und wachsen daher schon bei relativen Luftfeuchte um 80 % an der Bauteiloberfläche, flüssiges Wasser ist nicht notwendig. Dies entspricht einem aW-Wert von 0,8 (Wasserverfügbarkeit).

Durch organische Ablagerungen oder Zusatzstoffe bei der Verarbeitung kann ein Befall gefördert werden.

Holz und insbesondere Holzwerkstoffe sind im Vergleich zu mineralischen Baustoffen aufgrund der Oberflächenverfügbarkeit von Nährstoffen, dem Feuchteverhalten sowie der offenen Struktur bei Holzwerkstoffen als anfälliger gegenüber Schimmelpilzbefall einzustufen.

Abhängig vom Holz bzw. Holzwerkstoff kann unter entsprechenden Bedingungen Schimmelpilzbefall innerhalb weniger Tage entstehen. Deshalb ist zu berücksichtigen, dass Schimmelpilzbefall auf Holz und Holzwerkstoffen sowohl bei Anlieferung vorliegen als auch während und nach Erstellung des Bauteils entstehen kann.

3 Vermeidung von Schäden

3.1 Planungphase

Unter der Planungsphase werden im Sinne des Merkblattes alle Tätigkeiten der Planung inkl. zu planende flankierende Maßnahmen vor Aufnahme der Bautätigkeit verstanden.

3.1.1 Vorgaben aus Regelwerken

Die bauphysikalischen Bedingungen zur Vermeidung von Schimmelpilzbefall werden in DIN 4108-2 (Wärmeschutz) und DIN 4108-3 (Feuchteschutz) dargestellt.

Für Vollholz gilt in der Regel eine Einbau- und Lieferfeuchte ≤20 % insbesondere zur Vermeidung holzzerstörender Pilze (DIN 4074, DIN 18334, DIN 68800 in den Teilen 1 und 2 Die Materialfeuchten für Holzwerkstoffe richten sich nach den jeweiligen Produkten, wobei dort die Liefer- und Einbaufeuchten meist unter 20 % (Holzfeuchten immer in Masse-%) liegen.

Freiexemplar

3.1.2 Feuchteanspruch von Schimmelpilzen

Als Vereinfachung wird nach DIN/TS 4108-8 angenommen, dass Schimmelpilzwachstum auftreten kann, wenn an mindestens fünf aufeinander folgenden Tagen die relative Luftfeuchte auf der Bauteiloberfläche mindestens 12 Stunden/Tag einen Wert von mehr als 80 % aufweist.

Somit kann eine Besiedlung durch Schimmelpilze auf Holz in sehr kurzen Zeiträumen und bei vergleichsweise geringen relativen Luftfeuchten auftreten. Holzzerstörende Pilze benötigen dagegen mehrere Monate konstant hohe Feuchte zur Entwicklung.

Holz und Holzwerkstoffe nehmen Feuchtigkeit je nach Produkt/Holzart unterschiedlich schnell auf, bzw. geben sie ab. Die Materialausgleichsfeuchte hängt dabei von den Umgebungsbedingungen ab. 80 % rel. Luftfeuchtigkeit entsprechen etwa 17-18 % Holzfeuchte, abhängig vom Material und Temperatur.

Zur Abschätzung der Materialfeuchte sollten Messungen durchgeführt werden. In der Praxis haben sich dabei folgende Verfahren bewährt:

a) **Elektrische Leitfähigkeit** zwischen zwei Elektroden. Durch die herstellerseitig im Gerät hinterlegten Kalibrierkurven kann in Abhängigkeit der Holzart die Feuchte abgelesen werden. Für eine genaue Messung ist zusätzlich eine Temperaturkompensation notwendig, da auch die Temperatur die Leitfähigkeit eines Materials beeinflusst.

   Es bietet sich dabei abweichend von den üblichen Messungen mit isolierten Elektroden an, nicht-isolierte Elektroden zu verwenden. Dadurch wird die maximale Holzfeuchte ermittelt, unabhängig von der Einschlagtiefe im Holz .

b) **Hygrothermische Messung** des Oberflächenklimas: Durch Erstellen eines kleinen abgeschlossenen Raumes/Volumens – z. B. Abkleben mit Folie, Erstellen eines Bohrloches –- über der Holzfläche können mit einem Thermohygrometer die Luftfeuchte und die Temperatur über dem Holz ermittelt werden. Diese Messmethode ermöglicht auch eine Abschätzung der Oberflächenfeuchte zur Bestimmung des aW-Wertes. Mit Hilfe eines Holzfeuchteausgleichsdiagramms (z. B. Keylwerth-Diagramm) kann dann die Gleichgewichtsholzfeuchte entnommen werden.

c) Das **Darrverfahren** stellt die genaueste Methode der Holzfeuchtebestimmung dar. Dabei wird das Holz bis zur Gewichtskonstanz bei 103 °C getrocknet und aus der Gewichtsdifferenz die Wassermasse bestimmt.

d) Nicht geeignet sind **kapazitive Messungen** mittels Kugelkopf-Kondensator. Die gemessenen Werte stellen dimensionslose Zahlen dar, die relative Vergleiche aber keine quantitative Aussage über den Wassergehalt zulassen, da das zu Grunde liegende Porenvolumen unbekannt ist.

3.1.3 Ergänzende Hinweise zur Planung bei Sanierung und Neubau

Der Witterungs- und Feuchteschutz in der Bauphase ist, da gewerkeübergreifend, im Vorfeld zu planen, zu beauftragen und zu überwachen.

3.1.4 Auswahl von Holz und Holzwerkstoffen

Die Anfälligkeit von holzhaltigen Materialien gegenüber einem Befall durch Schimmelpilze hängt von unterschiedlichen Faktoren wie verwendete Grundmaterialien, Herstellungsart und Oberflächenstruktur ab. Es sollte unterschieden werden zwischen Vollholzprodukten, die aus dem ganzen Stamm geschnitten werden, und Holzwerkstoffen, die durch das Zerkleinern und wieder Zusammensetzen von Holz mit Hilfe von Klebstoffen oder anderen Bindemitteln erfolgt.

Bei Vollholzprodukten hängt die Befallsanfälligkeit von der Oberflächenfeuchte und den holzeigenen Inhaltsstoffen der jeweiligen Holzarten ab. Das Splintholz enthält die höchsten Konzentrationen an Nährstoffen für Schimmelpilze, sodass Vollholzprodukte mit Splintholz stärker gefährdet sind als das Kernholz.

Holzwerkstoffe, die aus miteinander verklebten Holzbrettern bestehen, verhalten sich in der Anfälligkeit in der Regel wie die Holzart der verwendeten Bretter, sofern produktionsbedingt keine Hohlräume eingebaut werden (z. B. Entlastungsnuten etc.).

Bei Holzwerkstoffen, die aus Furnieren, Fasern und Spänen bestehen, wird die Anfälligkeit für Schimmelpilze zusätzlich zum verwendeten Holz auch durch die Herstellungsweise, den Klebstoff und mögliche Zusatzstoffe beeinflusst. Beispielsweise gelangen bei einigen Herstellungsweisen Nährstoffe aus dem Holz an die Oberfläche, sodass bei einer späteren Befeuchtung diese Materialien leicht zur Schimmelbildung neigen. Einige Holzarten haben aufgrund ihres hohen natürlichen Stärke- bzw. Zuckergehaltes ein höheres Risiko für Schimmelpilzwachstum. Betroffen sind z. B. Seekiefer, Birke, Buche, während z. B. Fichte weniger empfindlich ist [19].

Freiexemplar

Bei Holzwerkstoffplatten aus Spänen und Fasern entstehen produktionsbedingt immer innere Hohlräume, die als Siedlungsraum dienen können.

3.1.5 Modifizierte Hölzer

Modifizierte Hölzer entstehen meist durch eine thermische oder chemische Behandlung von Holz. Durch die Verfahren werden die Eigenschaften der Ursprungsprodukte erheblich verändert. Da sich die Ergebnisse erheblich von den verwendeten Verfahren und den Rohstoffen unterscheiden, werden diese Produkte nicht in diesem Merkblatt berücksichtigt.

3.1.6 Holzschutzmittel

Grundsätzlich ist von Holzschutzmitteln, die zur Vorbeugung oder Bekämpfung von holzzerstörenden Pilzen und Insekten eingesetzt werden, keine Wirksamkeit gegen Schimmelpilze zu erwarten. Vorbeugende Holzschutzmittel gegen Bläuepilze können unter Umständen auch gegen Schimmelpilze wirksam sein, in der Regel ist diese dann ausgelobt.

Flammschutz- und Holzschutzmittel auf Basis von Ammoniumsulfat, Ammoniumchlorid, Natriumacetat können auf Holz unter Umständen eine fördernde Wirkung auf die Entwicklung von Schimmelpilzen haben. Außerdem können die hygroskopischen Eigenschaften von Salzen zur Erhöhung der Oberflächenfeuchte des Holzes führen und auf diese Weise indirekt einen Befall fördern.

3.2 Bau-/Sanierungsphase

Unter der Bauphase werden alle Maßnahmen vom Rohbau über den Innenausbau sowie Umbau und Sanierung verstanden.

3.2.1 Ausführungsfehler

Gelangen Holzbauteile fachgerecht und unter Beachtung der Güte- und Lieferbestimmungen auf die Baustelle, sind sie frei von sichtbaren Schimmelpilzbefällen. Spätere Feuchtebelastungen können zu Schimmelpilzbefall führen. Deshalb haben ausführende Firmen und Bauleitung dafür zu sorgen, dass während der Bauphase keine geeigneten Lebensbedingungen für Schimmelpilze entstehen.

3.2.2 Eingangskontrolle und Lagerung

Holz und Holzwerkstoffe sind bei der Anlieferung zu kontrollieren und müssen während der Bauphase so gelagert werden, dass sie keiner erhöhten Feuchtebelastung ausgesetzt sind. Insbesondere sind Holzwerkstoffe durch Feuchtigkeit gefährdet, da diese zu Veränderungen der Produkte führen können, sodass diese die zugesicherten technischen Eigenschaften verlieren können. Dies gilt insbesondere für tragende und aussteifende Bauteile.

Bei Produkten, die temporär einer erhöhten Feuchtebelastung ausgesetzt werden dürfen, wie beispielsweise bestimmte Dach- und Wandplatten, sind die Herstellervorgaben zu berücksichtigen.

3.2.3 Feuchtemanagement

Das Feuchtemanagement während der Bauphase hat das Ziel, eine relative Luftfeuchtigkeit von >80 % auf der Bauteiloberfläche bzw. eine Durchfeuchtung der Baustoffe im Gebäude zu vermeiden. Folgende Punkte sind insbesondere zu berücksichtigen:

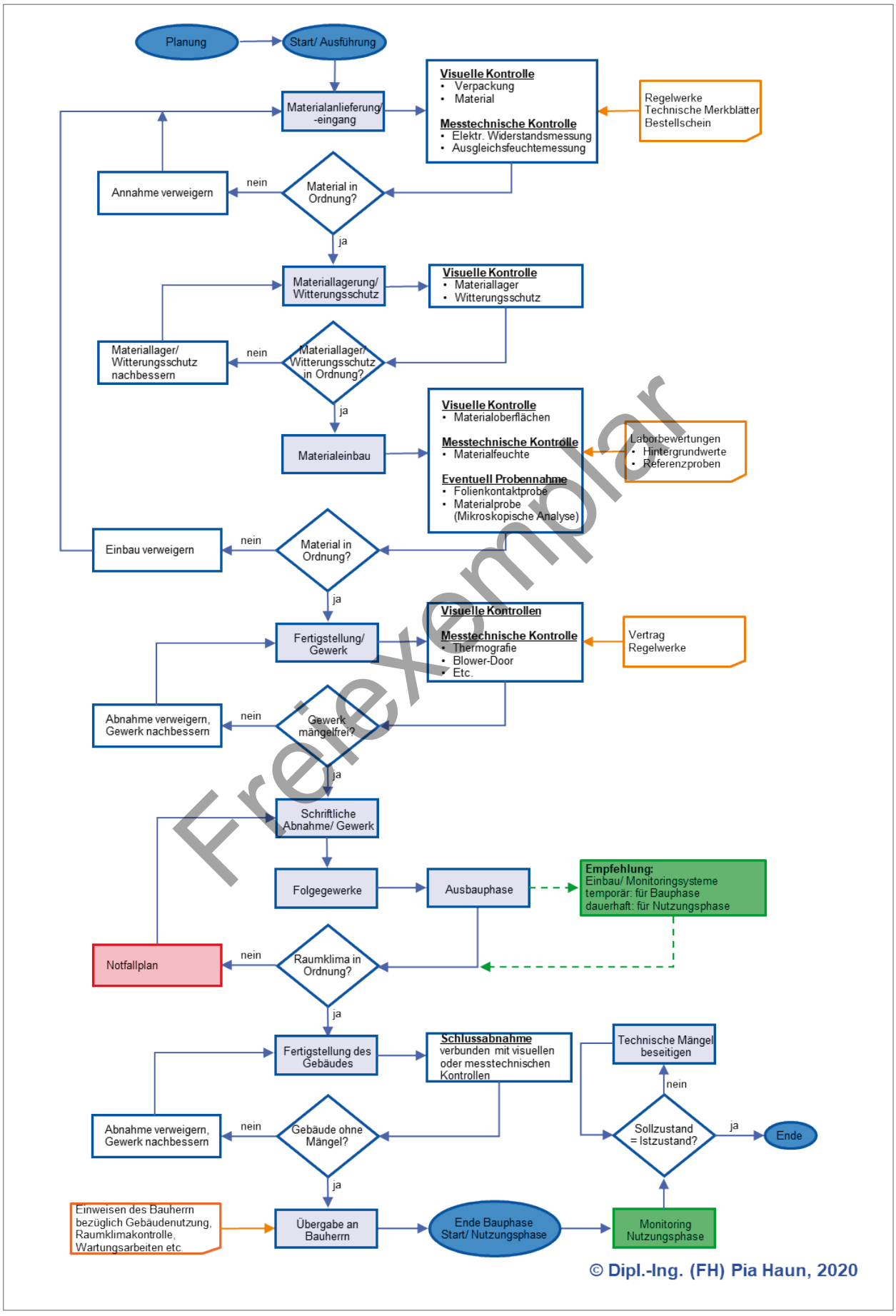
- Einhaltung des Witterungsschutzes auch bei Lagerung und Transport
- Ableitung von Niederschlagswasser
- Vermeidung ungenügender Lüftung während der Trocknungsphasen (anderer Baumaterialien, z. B. Estrich, Putz)
- Bauheizung und Lüftung während der kalten Jahreszeit (Winterbaustellen)
- Technische Bautrocknung

Bei unvorhergesehenem Feuchteeintrag sind der Umfang zu erfassen und unverzüglich Trocknungs- sowie ggfs. Rückbaumaßnahmen einzuleiten, um Folgeschäden zu vermeiden.

3.2.4 Dokumentation der Klimabedingungen

Es wird empfohlen, in der Bauphase regelmäßig durch Kontrolle der Klimabedingungen Lager- und Einbaubedingungen zu überprüfen und zu dokumentieren.

Freiexemplar



Freiexemplar

4 Maßnahmen im Schadensfall

4.1 Schadensbilder Schimmelpilzbefall erkennen

Schimmelpilzbefall auf Holz ist häufig durch farbige punktuelle bis hin zu rasen- oder mattenartigen Befällen gekennzeichnet (siehe Bild 1-Bild 4).

4.1.1 Methoden zum Nachweis von Schimmelpilzbefall

Methoden zur Untersuchung von Schimmelwachstum auf Vollholz und an Holzwerkstoffen müssen so gewählt werden, dass folgende typische Fragestellungen sicher zu beantworten sind:

Handelt es sich bei dem Erscheinungsbild um Schimmelpilzbefall?
Mit Erfahrung kann optisch vor Ort eine erste Einschätzung erfolgen. Ob es sich tatsächlich um einen Schimmelpilzbefall handelt, kann sicher mit einer mikroskopischen Labor-Untersuchung, z. B. anhand einer Klebefilmprobe erfolgen. (siehe z. B. Schimmelpilzleitfaden des UBA, VDI 4300-13 oder DIN ISO 16000-19)

Liegt ein Befall oder eine Kontamination vor?
Wenn ein makroskopisch sichtbares Schadensbild vorliegt, kann eine Kontamination ausgeschlossen werden. Um bei optisch unauffälligen Oberflächen Wachstumsstrukturen nachzuweisen, muss eine mikroskopische Untersuchung erfolgen.

Sind tiefere Schichten von Holzwerkstoffen befallen?
Materialproben, die aus einer tieferen Schicht entnommen wurden, müssen als Oberflächenkontaktproben mikroskopisch untersucht werden.

Ist ein Einfluss auf die Innenraumluft nachweisbar?
Hinweise auf eine Beeinflussung der Innenraumluft können mit Messungen nach DIN ISO 16000 in den Teilen 16–20 (z. B. Gesamtsporenanzahl, kultivierbare Schimmelpilze) erbracht werden.

Sind neben Schimmelpilzen auch holzzerstörende Pilze beteiligt?
Schimmelpilze und holzzerstörende Pilze können am selben Bauteil auftreten.

Wenn der Verdacht besteht, wird empfohlen, Sachverständige für Holzschutz hinzuzuziehen. Mikroskopisch können Schimmelpilze und holzzerstörende Pilze eindeutig voneinander unterschieden werden

4.1.2 Verwechslungsgefahr mit anderen Erscheinungen

Bei der visuellen Untersuchung von Holzoberflächen hinsichtlich Schimmelbefall ist zu berücksichtigen, dass auch andere Beläge makroskopisch einem Schimmelbefall ähneln können, z. B.:

- Holzzerstörende Pilze
- DDT-Kristalle
- Salze
- Kalkmilch, Mörtelspritzer etc.
- Alte Anstriche
- Auswaschungen, Verschmutzungen
- Verfärbungen (z. B. Eisengerbstoff-Reaktion)
- u. v. m.

Freiexemplar

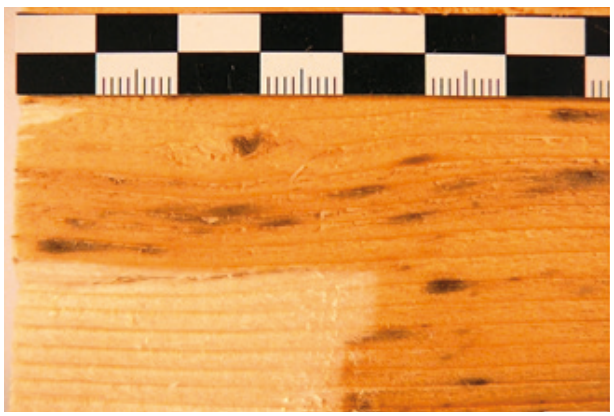


Bild 6 Eisengerbstoff-Reaktion



Bild 7 Feuerschutzsalze



Bild 8 Mazeration an Dachlatten



Bild 9 Verfärbungen



Bild 10 DDT-Kristalle

Freiexemplar

4.2 Ermittlung Sanierungsbedarf

Dieses Merkblatt berücksichtigt ausschließlich technische und hygienische Gründe zur Bewertung des Sanierungsbedarfs.

4.2.1 Technische Gründe

Aus einem Schimmelpilzbefall selbst ergeben sich keine technische Beeinträchtigung des Holzes oder der Holzwerkstoffe. Dennoch sind Schimmelpilzbefälle ein Indikator für am Holzbauteil auftretende, unzulässig hohe Feuchten, die zu einem technischen Schaden führen können. Insbesondere ist bei Holzwerkstoffplatten aus Spänen und Fasern (z. B. Spanplatten, OSB) zu berücksichtigen, dass die erhöhte Feuchtigkeit, die zu Schimmelpilzwachstum geführt hat, meist auch zu einem Quellen der Platten führt, sodass die zugesicherten technischen Eigenschaften nicht mehr sichergestellt sind. Eine weitere Verwendung der Platten ist deshalb ohne besondere Nachweise nicht mehr möglich.

Bei Holzwerkstoffen aus Brettern und Furnieren, die mit feuchtebeständigen Klebstoffen verleimt wurden, bleiben die technischen Eigenschaften nach dem Trocknen der Produkte in der Regel dagegen vollständig erhalten.

Hingegen kann das Entfernen (Abschleifen) der durch Schimmelpilze belasteten Oberflächen dazu führen, dass die technischen Eigenschaften der Produkte nicht mehr gegeben sind (z. B. Verlust der bauaufsichtlichen Verwendbarkeit). In der Praxis sollten daher feuchtegeschädigte Holzwerkstoffe aus Spänen und Fasern ersetzt werden. Bei Holzwerkstoffplatten aus Furnieren und dünnen Brettern (z. B. Dreischichtplatten) sollten die Eigenschaften bewertet werden.

4.2.2 Hygienische Gründe

Schimmelpilzschäden auf Holz und Holzwerkstoffen können zu einer Beeinträchtigung der Innenraumhygiene führen, welche je nach Sanierungsziel eine Sanierung notwendig machen.

Hygienische Gründe unter Berücksichtigung der Raumnutzung und Nutzergruppen können sein:

- erhöhte Schimmelbestandteile in der Innenraumluft,
- Besiedlung von Holzoberflächen, die in unmittelbarem Nutzerkontakt stehen,
- geruchlich wahrnehmbare Auffälligkeiten.

Die Notwendigkeit, Erstmaßnahmen zu ergreifen und die Dringlichkeit der fachgerechten Sanierung ergeben sich aus dem jeweils aktuellen Schimmelleitfaden.

4.3 Sanierungsziel

Sanierungsziel sollte grundsätzlich das Herstellen einer der Nutzung entsprechenden üblichen Hintergrundbelastung sein (WTA 4.12, vergl, 2.1.4). Schimmelfreiheit in Innenräumen, insbesondere die Beseitigung aller Sporen, kann nicht hergestellt werden und stellt keinen natürlichen Zustand dar.

Es wird empfohlen, das Sanierungsziel zwischen Auftraggebern und Auftragnehmern schriftlich zu fixieren. Der Sanierungserfolg sollte durch Sachverständige abschließend überprüft werden.

Ein dauerhafter Erfolg einer Sanierungsmaßnahme kann nur dann angenommen werden, wenn es zu keiner erneuten Feuchtebelastung der betroffenen Konstruktionen kommt.

Anmerkung: Konstruktionsbedingt können Knotenpunkte und Auflagerflächen ohne Rückbau nicht gereinigt werden.

4.4 Schadensbeseitigung und Sanierungstechniken

Bei allen nachfolgend aufgeführten Tätigkeiten sind die Anforderungen an den Arbeits- und Umgebungsschutz zwingend einzuhalten. Zur Gefährdungsbeurteilung können die Handlungsanleitungen der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) und anderer Institutionen herangezogen werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass neben Schimmelpilzen auch andere Gefährdungen wie z. B. Holzschutzmittel, Mineralfasern, Taubenkot etc. vorhanden sein können.

Grundsätzlich sind vor den Sanierungstätigkeiten die Oberflächen durch Absaugen mit geeigneten Industriesaugern der Staubklasse H vorzureinigen.

Freiexemplar

4.4.1 Sanierungsplanung

Um das zuvor definierte Sanierungsziel einzelfallbezogen zu erreichen, erfolgt eine Sanierungsplanung, die die nachfolgenden Punkte berücksichtigen sollte:

1. Ursachenermittlung und deren Beseitigung
2. Feststellung des Schadensumfanges: Was ist in welchem Umfang durch Schimmelpilze in welcher Art und Weise betroffen?
3. Festlegung des Sanierungsziels: In welchem Umfang sollen welche Sanierungsarbeiten mit welchem Ziel durchgeführt werden?
4. Erfolgskontrolle

Sind die Fragen mit den Beteiligten geklärt, kann die jeweilige technische Umsetzung unter Berücksichtigung der notwendigen Maßnahmen zum Arbeitsschutz geprüft werden.

Auswahl und Umfang der Sanierungsmethoden hängen von folgenden Kriterien ab:

- das festgelegte Sanierungsziel: Entfernen des sichtbaren Befalls, Vorgabe von Sanierungszielwerten, Erreichen von üblichen Hintergrundkonzentrationen etc.
- Materialart und Oberfläche: Vollholz oder Holzwerkstoff, sägerau oder gehobelt – entscheidend für die Auswahl der Sanierungsverfahren, Möglichkeiten der Reinigung oder Notwendigkeit eines (Teil-)Rückbaus

- Zugänglichkeit: sichtbare und im Innenraum verbaute Holzbauteile, Dachkonstruktionen, Wandaufbauten, die eine direkte Bearbeitung ermöglichen oder größere Bauteilöffnungen oder Rückbauszenarien erfordern

4.4.2 Entfernen von Schimmelbefall auf Holz und Holzbauteilen

Grundsätzlich ist eine Reinigung einem Rückbau im Sinne der Nachhaltigkeit vorzuziehen, sofern dies im Rahmen der Innenraumhygiene vertretbar ist.

Bevor schimmelbefallene Hölzer und Holzwerkstoffe mechanisch abrasiv bearbeitet werden, muss geprüft werden, ob durch den Materialabtrag die Eigenschaften (Optik, technische Eigenschaften) erhalten oder ungünstig beeinträchtigt werden. Ggfs. kann eine Abweichung mit dem Auftraggeber vereinbart werden. Das Anlegen von Testflächen ist sinnvoll.

Vor Aufnahme von Tätigkeiten im Zusammenhang mit einem Schimmelpilzbefall ist zwingend eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen; praxisnahe Hilfestellungen für die Planung und Umsetzung geeigneter Schutzmaßnahmen bietet hierfür die DGUV Information 201-028.

Absaugen: Grundsätzlich sollten zu sanierende Oberflächen in einem ersten Schritt abgesaugt werden. Das Absaugen ist für die Entfernung lose aufsitzender Partikel geeignet. Die Reinigung erfolgt durch Industriesauger der Staubklasse H mit Filtern der Kategorie H12/13. Dieses Verfahren ist geeignet für die Grob- und Feinreinigung. Das beste Ergebnis wird in Kombination mit entsprechenden Saugpinseln bzw. Bürstendüsen erreicht.

Vorteile/Nachteile
Durch die sehr geringe Abrasivität findet kein Materialabtrag statt und ist daher nur für oberflächlichen/aufsitzenden Befall geeignet. Die Oberflächen werden nicht beeinträchtigt. Durch den Unterdruck an der Düse/Bürste wird die Freisetzung von Schimmelpilzbestandteilen minimiert.

Hobeln: Mit Hand- oder heute üblicherweise Elektrohobeln können die Oberflächen mechanisch entfernt werden. So entsteht eine glatte Oberfläche.

Vorteile/Nachteile
Durch das Abhobeln kann ein Materialabtrag von einigen Zehntel- bis zu mehreren Millimetern erfolgen. Die Methode ist aufgrund des eher starken Materialabtrags überwiegend für massives Holz geeignet. Bei effektiver Absaugung erfolgt nur eine geringe Freisetzung von Schimmelpilzbestandteilen.

Fräsen: Mit elektrisch betriebenen Fräsen werden die Bauteilschichten abgetragen, wobei eine raue Oberfläche entsteht.

Vorteile/Nachteile
Das Abfräsen ist eine Methode mit einem Materialabtrag von einigen Zehntel- bis zu mehreren Millimetern. Bei effektiver Absaugung erfolgt nur eine geringe Freisetzung von Schimmelpilzbestandteilen.

Strahlen: Mit verschiedenen Strahltechniken (z. B. Trockeneisstrahlen, Feuchtstrahlen, Niederdruckwirbelstrahlverfahren) können die Oberflächen von Holz und Holzwerkstoffen abrasiv bearbeitet werden. Dabei ist die Bearbeitungstiefe abhängig vom verwendeten Strahlgut, dem Strahl-Druck und dem Volumenstrom. Durch das exakte Steuern dieser Parameter können Zehntel-Millimeter bis zu mehreren Millimetern abgestrahlt werden.

Vorteile/Nachteile
Diese Methode ermöglicht die Bearbeitung von Ecken und schlecht zugänglichen Bereichen. Je nach Strahlintensität werden größere Mengen an schimmelpilzbelasteten Stäuben freigesetzt.

Schleifen: Mit elektrisch betriebenen Schleifgeräten (z. B. Rotations-, Exzenter-, Schwing-, Bandschleifer) können mit Schleifmaterialien in unterschiedlicher Abrasivität einzelne Schichten von Holz und Holzwerkstoffen im Zehntelmillimeter- bis Millimeter-Bereich entfernt werden.

Vorteile/Nachteile
Gute Absaugbarkeit der abgeschliffenen Materialien/Schimmelpilzbestandteile. Schlechte Zugänglichkeit für Ecken und unzugänglichere Bereiche.

Abbürsten: Mit elektrisch betriebenen Bürstmaschinen können Oberflächen von Holz oder Holzwerkstoffen ebenfalls mechanisch abrasiv bearbeitet werden. Bei der Bearbeitung der Oberflächen handelt es sich bei dieser Technik eher um eine Reinigung als um eine Entfernung von Bauteilschichten.

Vorteile/Nachteile
Durch die geringe Abrasivität findet wenig/kaum Materialabtrag statt. Dadurch werden die Oberflächen selbst kaum/wenig beeinträchtigt.

Freiexemplar

Abwaschen: Holzoberflächen können mit geeigneten, auf das Material abgestimmten Reinigungspads abgewaschen werden. Dabei handelt es sich um Reinigungsgeräte, bzw. Hilfsmittel, die eine geringfügige abrasive Wirkung erzielen. Dabei sind dem Wasser Tenside zuzusetzen, um die Oberflächenspannung des Wassers zu reduzieren. Die Reinigung hat in Faserrichtung (mit dem Strich „striegeln“) zu erfolgen.

Vorteile/Nachteile
Durch die geringe Abrasivität findet kein Materialabtrag statt, daher vorwiegend für oberflächlichen/aufsitzenden Befall an glatten Flächen geeignet. Die Oberflächen werden kaum/wenig beeinträchtigt.

Sonderverfahren Latex-Reinigung: bei diesem Verfahren handelt es sich um eine spezielle Reinigungstechnik, bei der ein flüssiges Latex-Gemisch auf die zu reinigende Oberfläche im Streich- oder Spritzverfahren aufgetragen wird. Nach der Trocknung/Vulkanisation des Materials wird die Latexschicht abgezogen. Dabei werden die auf der Oberfläche aufsitzenden Partikel durch das Anhaften an der Latexschicht entfernt. Auch erhaltenswerte historische Oberflächen (Holzmalereien, Kunstgegenstände, Furniere) können bearbeitet werden. Sie findet vor allem im Bereich der Denkmalpflege Anwendung.

Vorteile/Nachteile
Durch die nicht vorhandene Abrasivität findet kein Materialabtrag statt, daher nur für oberflächlichen/aufsitzenden Befall geeignet. Die Oberflächen werden mechanisch nicht beeinträchtigt. Ggfs. chemische Verträglichkeit prüfen. Bei vorsichtiger Anwendung/Abziehen ist eine geringe Freisetzung von Schimmelpilzbestandteilen zu erwarten.

Der Reinigungserfolg ist abhängig vom Alter des Befalls sowie der zu behandelnden Oberfläche. Es sind stets zwei Arbeitsgänge erforderlich: Auftragen und nach dem Trocknen Entfernen der Latex-Schicht.

4.4.3 Fugen und Kontaktflächen zwischen Bauteilen

Konstruktionsbedingt können nicht einsehbare und nicht zugängliche Auflager-/Kontaktflächen und Fugen an Knotenpunkten oft ohne Rückbau nicht gereinigt werden. Eine Reinigung der im Vergleich zum Gesamtschaden meist kleinen Flächen würde zu erheblichen Eingriffen in die Bausubstanz führen.

Bei Untersuchung und Beurteilung durch Sachverständige sind im jeweiligen Einzelfall aus technischer Sicht durch diese die geeignet erscheinenden Sanierungsmethoden/Sanierungsziele darzustellen.

Das Sanierungsziel wird durch die Eigentümer, bzw. Auftraggeber nach fachlicher Beratung durch Sachverständige festgelegt.

4.4.4 Rückbau

Insbesondere bei Vollholzkonstruktionen sind oberflächenbezogene Sanierungsverfahren ausreichend. In der Regel ist ein Rückbau bei Vollholz nicht notwendig, da Schimmelpilze nur im oberflächennahen Bereich vorzufinden sind und kein Eindringen bzw. Wachstum in tiefere Schichten stattfindet (im Gegensatz zu holzzerstörenden Pilzen).

4.4.5 Bauteiltrocknung

Die Notwendigkeit einer schnell umgesetzten Bauteiltrocknung ergibt sich sowohl aus technischen als auch hygienischen Gründen. Die Vorgehensweise wird in im WTA-Merkblatt 6-15: Technische Trocknung durchfeuchteter Bauteile – Teil 1: Grundlagen und WTA Merkblatt 6-16: Technische Trocknung durchfeuchteter Bauteile - Planung, Ausführung und Kontrolle beschrieben.

Bei der technischen Bauteiltrocknung ist das Schwinden von Holz zu berücksichtigen, um Folgeschäden, wie z. B. Konvektionsfugenbildung, Risse und Verformungen, zu vermeiden.

4.4.6 Reinigung des Sanierungsbereiches nach Abschluss der Tätigkeiten (Feinreinigung)

Die Reinigung von Oberflächen im Sanierungsbereich, die während der Tätigkeiten mit Schimmelpilzbestandteilen kontaminiert werden können, sollte entsprechend dem vereinbarten oder dem üblicherweise für die Nutzung ausgelegten Sanierungsziel erfolgen.

4.4.7 Maskierung

Die Maskierung von Schimmelbefällen durch Beschichten von Holz und Holzwerkstoffen mit Spezialanstrichen ist in der Regel nicht sinnvoll, da die Oberflächen durch vorbereitende Arbeiten, wie Absaugen oder Anschleifen, ausreichend gereinigt wurden.

Freiexemplar

4.4.8 Biozide Behandlung von Bauteilen

Das Ziel einer fachgerechten Sanierung ist es, die Schimmelpilze bis auf eine natürliche Hintergrundkonzentration zu reduzieren. In diesem Sinn kann die Anwendung von Bioziden als Sanierungsmethode nicht empfohlen werden, da eine Reduktion der Keimfähigkeit allein nicht als ausreichend anzusehen ist. Biomasse wird nicht entfernt, so dass der Zustand vor dem Schaden nicht hergestellt wird.

4.5 Kontrolle des Sanierungserfolges

Der Erfolg der Sanierung wird gemäß des vereinbarten Sanierungszieles (siehe 4.1.1) überprüft.

Das WTA-Merkblatt 4-12 gibt hierzu Hilfestellungen.

Nach einer erfolgreichen Beseitigung des oberflächigen Befalls können Verfärbungen in tieferen Holzschichten zurückbleiben. In Abhängigkeit vom Sanierungsziel stellt dies keinen hygienischen Mangel dar.

5 Glossar

Braunfäule entsteht bei einem selektiven Abbau der weißen Zellulose, wodurch das bräunliche Lignin zurückbleibt. Sichtbar wird der Schaden durch eine braune Färbung und die typischen Schwindrisse, die eine würfelförmige Struktur (Würfelbruch) aufweisen.

Beim Schadensbild der **Weißfäule** sind sowohl Zellulose als auch Lignin abgebaut worden, wodurch das Holz teilweise wie gebleicht erscheint. Typisch ist die faserige Auflösung des Holzes bei fortgeschrittenem Befall.

Moderfäulepilze bilden oft keine typischen Fruchtkörper. Sie kommen überall in feuchtem Erdreich vor. In Gebäuden kommen sie in der Regel nur bei lang anhaltenden Leckagen schwacher Intensität (Abflussrohre) vor. Bei Trockenheit stellen sie ihr Wachstum ein, um dann bei erneuter Befeuchtung wieder aufzuleben. Sie zerstören das Holz in der Regel langsamer als Basidiomyceten. Einzelne Schimmelpilze können sich mit der Zeit bei anhaltender Feuchte zu Moderfäulen entwickeln.

Kontamination bedeutet Verunreinigung/Verschmutzung. Die Verunreinigung des Materials mit Sporen, Hyphen oder Bakterien nennt man Kontamination. Eine Kontamination bedeutet nicht, dass eine Vermehrung stattfindet oder eine Schädigung des Materials vorliegt. Es gibt verschiedene Arten der Kontamination:

- Zufällige Kontaminationen: Sporen, Bakterien und Hyphen befinden sich in der Umgebungsluft eines Innenraumes oder in der Außenluft. Die Mikroorganismen gelangen luftgetragen aus dem Innenraum oder von außen und sedimentieren auf Oberflächen.
- Produktionstechnische Kontaminationen: In den einzelnen Produktionsschritten oder während der Lagerung kann es zu einer mikrobiellen Kontamination kommen oder das Grundmaterial ist bereits naturgegeben mit Mikroorganismen belastet.
- Vektorielle Kontaminationen: Vektoren können z. B. Tiere und Menschen sein, welche die Schimmelpilze und Bakterien von einer befallenen Stelle zu einer noch nicht kontaminierten Stelle übertragen.

Freiexemplar

Holzwerkstoffe
Holzwerkstoffe entstehen durch Zerkleinern und wieder Zusammenfügen von Holz, meist durch den Zusatz von Klebstoffen. Überwiegend wird dies für plattenförmige Produkte angewandt.

aW-Wert
Die Wasseraktivität aW beschreibt das in einem Material frei verfügbare Wasser, das Mikroorganismen – insbesondere Schimmelpilze – für Wachstum und Stoffwechsel nutzen können. Sie ist daher nicht mit dem Gesamtwassergehalt (z. B. M-% bei Holz) gleichzusetzen, da Wasser in Materialien teilweise physikalisch oder chemisch gebunden sein kann und biologisch dann nur eingeschränkt zur Verfügung steht.

Der aw-Wert ist eine dimensionslose Kenngröße im Bereich von 0 bis 1. Dabei gilt: aw = 0 steht für praktisch wasserfrei, aw = 1 für Wassersättigung bzw. das Gleichgewicht mit reinem Wasser.

Thermodynamisch ist die Wasseraktivität als Verhältnis des Wasserdampf-Partialdrucks über der Probe im Gleichgewicht (p) zum Sättigungsdampfdruck über reinem Wasser bei gleicher Temperatur (p_S) definiert:

Praktisch wird dieser Zusammenhang über das Feuchtegleichgewicht mit der umgebenden Luft beschrieben: In einem abgeschlossenen Messraum (mit möglichst geringem Luftvolumen im Verhältnis zur Probenoberfläche) stellt sich zwischen Material und Luft ein Dampf- und Temperaturgleichgewicht ein.

Die Größe wurde eingeführt, da der Feuchtegehalt eines Materials häufig nicht in einem direkten Zusammenhang mit dem für Mikroorganismen maßgeblichen frei verfügbaren Wasser steht.

Kern/Splint

Splintholz ist das am Stamm äußere Holz, und damit jüngster Teil des Stammes, das im lebenden Baum der Wasserversorgung dient. Das Splintholz enthält lebende parenchymatische Zellen. Dieses ist, unabhängig von der Holzart, nicht dauerhaft.

Splintholz hat einen hohen Gehalt an Eiweiß, Stärke und Zucker, die leicht verwertbare Nährstoffe für Holz zerstörende Organismen sind. Es ist in der Regel heller als das Kernholz.

Das **Kernholz** ist beim lebenden Baum der zentrale, nicht mehr wasserführende Teil des Stammes mit deutlich geringerer Holzfeuchte. Es enthält in der Regel keine lebenden Zellen mehr, ist meist dunkler und dauerhafter als das Splintholz.

Sanierungsziel

Ein Sanierungsziel definiert den angestrebten Endzustand nach Abschluss von Sanierungsmaßnahmen (= Soll-Zustand). Es bildet die Grundlage für die Sanierungsplanung bis hin zur Sanierungskontrolle. Das Sanierungsziel wird nach entsprechender Beratung durch Sachverständige durch die Eigentümer festgelegt.

6 Literatur

[1]	Keylwerth, R.; Noack, D.	Betriebsblatt 1 Neufassung 1964: Die Kammertrocknung von Schnittholz; in: Holz als Roh- und Werkstoff, Jahrgang 22, Heft 1, S. 29–36; Hrsg.: Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Reinbek, 1964
[2]	VDI 4300 Blatt 13:2025-03 Entwurf	Messen von Innenraumluftverunreinigungen – Durchführung mikroskopischer Analysen von Materialproben zur Beurteilung von mikrobiellem Wachstum; Hrsg.: VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V., DIN Media GmbH, Berlin
[3]	DGUV Information 201-028: 2022-11	Gesundheitsgefährdungen durch Biostoffe bei der Schimmelpilzsanierung; Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), Berlin
[4]	TRBA 500:08-2025	Grundlegende Maßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen; Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund
[5]	WTA-Merkblatt 1-2 Ausgabe: 01.2021/D	Der Echte Hausschwamm – Erkennung, Lebensbedingungen, vorbeugende Maßnahmen, bekämpfende chemische Maßnahmen, Leistungsverzeichnis; Hrsg. Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege International, Referat 1 »Holz und Holzschutz«; Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2021
[6]	WTA-Merkblatt4-12 Ausgabe: 05.2021/D	Ziele und Kontrolle von Schimmelpilzschadensanierungen in Innenräumen; Hrsg. Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege International, Referat 4 »Bauwerksabdichtung«; Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2021
[7]	WTA-Merkblatt 6-15 Ausgabe: 08.2013/D	Technische Trocknung durchfeuchteter Bauteile – Teil 1: Grundlagen; Hrsg. Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege International, Referat 6 »Bauphysik«; Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2010
[8]	WTA-Merkblatt 6-16 Ausgabe: 01.2019/D	Technische Trocknung durchfeuchteter Bauteile – Planung, Ausführung und Kontrolle; Hrsg. Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege International, Referat 6 »Bauphysik«; Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2010
[9]	DIN ISO 16000-16:2009-12	Innenraumluftverunreinigungen – Teil 16: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Probenahme durch Filtration (ISO 16000-16:2008), DIN Media GmbH, Berlin

Freiexemplar

[10]	DIN ISO 16000-17:2010-06	Innenraumluftverunreinigungen – Teil 17: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Kultivierungsverfahren (ISO 16000-17:2008), DIN Media GmbH, Berlin
[11]	DIN ISO 16000-18:2012-01	Innenraumluftverunreinigungen – Teil 18: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Probenahme durch Impaktion (ISO 16000-18:2011), DIN Media GmbH, Berlin
[12]	DIN EN ISO 16000-19:2014-2	Innenraumluftverunreinigungen – Teil 19: Probenahmestrategie für Schimmelpilze (ISO 16000-19:2012); Deutsche Fassung EN ISO 16000-19:2014, DIN Media GmbH, Berlin
[13]	DIN 4108-2:2026-05	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Wärmeschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung, DIN Media GmbH, Berlin
[14]	DIN 4108-3:2024-03	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung, DIN Media GmbH, Berlin
[15]	DIN 18334:2023-09	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Zimmer- und Holzbauarbeiten, DIN Media GmbH, Berlin
[16]	DIN/TS 4108-8:2022-09	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 8: Vermeidung von Schimmelwachstum in Wohngebäuden, DIN Media GmbH, Berlin
[17]	Schimmelleitfadenn Ausgabe: 04-2014	Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden; Hrsg.: Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau
[18]	DHBV Merkblatt 02/15/S Ausgabe: 10/18	DHBV Merkblatt 02/15/S: Schimmelpilzbefall an Holz und Holzwerkstoffen in Dachstühlen, 3. Aufl.; Hrsg.: Deutscher Holz- und Bautenschutzverband e.V.; DHBV GmbH, Köln
[19]	DGfH-Merkblatt	Vermeidung von Schimmelpilzbefall an Anstrichflächen außen; Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V. (DGfH), München

Freiexemplar