

1

Einführung

Norbert Nieke

■ 1.1 Bedeutung des Holzschutzes

Seit tausenden von Jahren wird Holz durch die Menschen als Baustoff genutzt. Doch genauso lange wissen die Menschen, dass Holz ein sehr vergänglicher Werkstoff ist, wenn man es nicht richtig schützt. Warum ist das so?

Holz ist ein Teil der Natur, genauer: verholztes Gewebe der autotrophen Pflanzen im weiteren Sinne und von Bäumen im engeren Sinne.

Im „Normalfall“ existiert es solange wie die Pflanze. Nach dem Ende von deren Lebensdauer wird die Pflanze einschließlich der verholzten Bestandteile dem Lebenskreislauf wieder eingegliedert. Das erledigen unter anderem Pilze, Insekten und Bakterien, die sich infolge der Evolution auf das Holz spezialisiert haben.

Auch wenn das Holz vor dem Zerfall der Pflanzen geerntet und durch den Menschen als Baumaterial genutzt wird, machen diese Pilze und Insekten nicht Halt vor dem Holz. Im Gegenteil, die Evolution hat dafür gesorgt, dass es Pilze und Insekten gibt, die sich auf den Abbau von verbautem Holz spezialisiert haben und zum Teil auch mit den Klimabedingungen in unseren Gebäuden gut zurechtkommen. Holz ist und bleibt Teil eines globalen Naturkreislaufes (Bild 1.1).

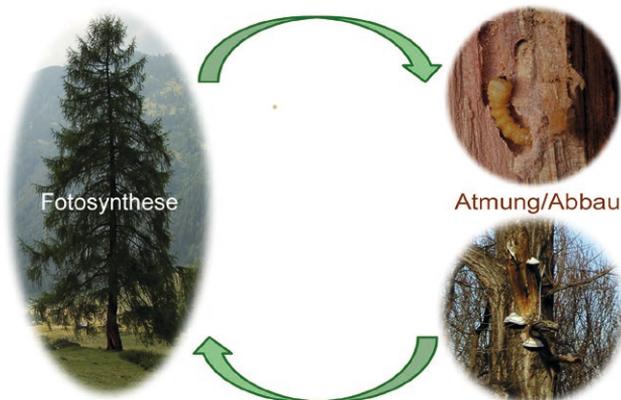


Bild 1.1 Naturkreislauf

Autotrophe Pflanzen binden mithilfe der Photosynthese den Kohlenstoff, heterotrophe Lebewesen (Tiere, Pilze) bauen diese Pflanzen wieder ab und produzieren dabei u. a. Kohlendioxid.

Aus dieser Grundbetrachtung lassen sich viele für den Holzschutz wichtige Schlüsse ziehen:

- Die Zerstörung oder besser der Abbau von Holz durch Pilze und Insekten ist in der Natur für den Fortbestand des Lebens auf der Erde notwendig.
- Der Kreislauf darf nur unterbrochen werden, solange das Holz genutzt werden soll.
- Der Kreislauf kann nicht „zurückgedreht“ werden: Holzsubstanz, die einmal durch Pilze oder Insekten abgebaut ist, kann nicht zurückgewonnen werden.
- Pilze sind keine Pflanzen: sie haben kein Chlorophyll und betreiben keine Photosynthese; sie erzeugen aus dem gebundenen Kohlenstoff mithilfe von Enzymen Kohlendioxid.
- Alle Maßnahmen, die dazu beitragen, diesen Kreislauf – egal zu welchem Zeitpunkt und wie dauerhaft – zu unterbrechen, können als Holzschutzmaßnahmen bezeichnet werden.

Holz kann auf unterschiedliche Weise geschützt werden. Man spricht von organisatorischem, baulich-konstruktivem und chemischem Holzschutz. Die Priorität der Maßnahmen entspricht genau dieser Reihenfolge.

Organisatorischer Holzschutz

Von der Ernte im Wald bis zur Pflege und Erhaltung im eingebauten Zustand kann Holz durch einfache Maßnahmen geschützt werden. Das setzt Kenntnisse und Erfahrungen von allen Beteiligten im Umgang mit dem natürlichen Werkstoff voraus: richtiger Fällzeitpunkt, fachgerechte Lagerung vom Wald bis zum Einbauort (Bild 1.2), korrekte Logistik auf der Baustelle, korrektes Management aller Feuchtprozesse beim Bauen, fachgerechte Pflege aller Holzprodukte während der Nutzung. Dies sind nur einige Beispiele für Maßnahmen, die bei meist wenig Aufwand einen großen Beitrag zum Schutz des Holzes leisten.



Bild 1.2 Fachgerechte Holzlagerung im Wald

Baulich-konstruktiver Holzschutz (vgl. Abschnitt 5)

Hierunter werden alle Maßnahmen verstanden, die den Materialeigenschaften des Holzes baukonstruktiv Rechnung tragen. Das beginnt damit, dass in bestimmten Bereichen gezielt auf Holz verzichtet wird (z. B. im Spritzwasserbereich durch Aufständern von Pfosten auf Stahlfüße). Weiterhin gehört dazu die Auswahl der richtigen Holzart unter Beachtung der natürlichen Dauerhaftigkeit, des richtigen Einschnittes und der richtigen Einbaufeuchte. Bei der Auslegung der Konstruktion sind Belange des Wetterschutzes (Bild 1.3) genauso zu beachten wie die der Bauphysik. Gerade im Zeitalter des energiebewussten Bauens kommt bauphysikalischen Problemen eine steigende Bedeutung zu. Baulich-konstruktiver Holzschutz endet jedoch nicht am Computer, sondern alle am Bau Beteiligten müssen die planerischen Vorgaben fachgerecht umsetzen. So sollte es z. B. selbstverständlich sein, dass bei frei bewitterten Konstruktionen scharfe Holzkanten vor der Beschichtung abzurunden sind.



Bild 1.3 Baulicher Holzschutz bei einer Brücke

Chemischer Holzschutz (vgl. Abschnitt 6)

Vielfach wird Holzschutz in erster Linie als chemische Maßnahme wahrgenommen. Fachleute bemühen sich mindestens seit den 80er bis 90er Jahren des 20. Jahrhunderts, dieses Vorurteil zu beseitigen. Das Normenwerk und das ökologische Bewusstsein verlangen, zunächst alle organisatorischen, planerischen und konstruktiven Möglichkeiten auszuschöpfen. Nur wenn darüber hinaus weiterer Schutzbedarf besteht, der sich mit den vorgenannten Maßnahmen nicht realisieren lässt, werden chemische Holzschutzmittel eingesetzt.

Nach wie vor besteht dieser Bedarf, womit chemische Holzschutzmaßnahmen, vorbeugender und bekämpfender Art, in vielen Bereichen unumgänglich sind.

Dabei gilt: So wenig wie möglich – so viel wie nötig!

Genauso wie der übertriebene Einsatz chemischer Produkte zu Gefährdungen führen kann, ist dies auch durch unterlassenen chemischen Holzschutz möglich, etwa wenn die Standicherheit gefährdet ist.

Daher ist der zielgerichtete und fachgerechte Einsatz von Biozidprodukten bis auf weiteres unerlässlich (Bild 1.4). Allerdings wird in Wissenschaft und Praxis nach Alternativen gesucht. Hierzu zählen z.B. neuartige Schutzkonzepte wie die Holzmodifizierung (vgl. Abschnitt 7).

Durch Kenntnisse der biologischen und physikalischen Zusammenhänge rund um das Holz im Bauwerk und durch bautechnisch-konstruktive und chemische Maßnahmen ist es möglich, den Werkstoff Holz als langlebigen, ökologischen und ästhetischen Baustoff einzusetzen. Dazu muss der Widerspruch zwischen Holz als natürliche, vergängliche Substanz und unserem Nutzungsanspruch als Baustoff gelöst werden. Auf der Grundlage von Kenntnissen der Holzeigenschaften, möglicher schädlicher Einflüsse auf das Holz und der Einsatzbedingungen, kann das Holz wirksam geschützt werden.



Bild 1.4 Imprägnierte Holzmasten

■ 1.2 Geschichte des Holzschutzes

Holz ist einer der ältesten Bau- und Werkstoffe des Menschen. Genau so lange, wie Menschen das Holz nutzen, wissen sie, dass sie es schützen müssen. Es sind sowohl chemische und physikalische Maßnahmen wie Tauchen oder Lagern in Meerwasser oder Salzsole, Beflammen, Ankohlen, Behandlung mit Erdpech, Bitumen, Naturasphalt, toxischen Ölen (z.B. Nardenöl) als auch konstruktive Maßnahmen wie Niedrighalten der Baufeuchte oder Auswahl des richtigen Fällzeitpunktes bis 5000 v. Chr. belegt (Bild 1.5).

Bereits im Alten Testament der Bibel sind Empfehlungen zum Schutz des Holzes zu finden. So steht im 1. Buch Mose, Kap. 6 Vers 14, dass Noah für den Bau der Arche Zypressenholz verwenden und dieses mit Pech schützen soll. Aber auch mit der Beseitigung von Holzschäden mussten sich die Menschen frühzeitig auseinandersetzen. Der bekannteste Hinweis auf bekämpfende Holzschutzmaßnahmen findet sich ebenfalls in der Bibel. Im 3. Buch Mose, Kap. 14 Vers 33 – 54 wird im „Gesetz über Aussatz an Häusern“ beschrieben, wie Hauschwamm zu bekämpfen ist.



Bild 1.5 Sonnenobservatorium Goseck, 5000 v. Chr., Rekonstruktion

Über Jahrtausende wurde das Wissen um die Eigenschaften des Holzes und die entsprechenden Schutzmöglichkeiten als Erfahrungsschatz weitergegeben und erweitert. In der Blüte des Holzbaues im Hochmittelalter (15./16. Jh.) entstanden Fachwerkstädte, die uns heute noch beeindruckend. Konstruktive Schutzmaßnahmen wie überkragende Geschosse, Wasserschenkel, Tropfkanten usw. trugen dazu bei, dass viele der Bauwerke bis heute erhalten geblieben sind.

Auch chemische Holzschutzmaßnahmen wurden ständig weiterentwickelt, wobei die Entwicklung hier ab dem Mittelalter vor allem aus dem Bereich der Alchemie vorangetrieben wurde (Einsatz von Quecksilber, Kupfer, Arsen usw.). Ab dem 19. Jh. begann jedoch auch eine systematische Holzschutzforschung. 1832 wurde das erste britische Patent für Quecksilberchlorid erteilt. 1838 wurden das Kesseldruckverfahren und die industrielle Anwendung von Steinkohlenteeröl patentiert.

Im 20. Jh. beeinflusst die Entwicklung der Chemie den Holzschutz noch stärker. In den 20er Jahren des 20. Jahrhunderts beginnt der Einsatz chlorierter Naphthaline als organisches Holzschutzmittel; der Markenname „Xylamon“ wird zum Inbegriff des Holzschutzes. Es folgen in den 40er Jahren die Entdeckung des DDT (Dichlordiphenyltrichlormethylmethan) als Insektizid, die Übernahme von Wirkstoffen aus der chemischen Kampfstoffindustrie während und nach dem 2. Weltkrieg, wie HCH (Hexachlorcyclohexan, auch bekannt als Lindan), und der Import des Pilzgiftes PCP (Pentachlorphenol) aus den USA (50er Jahre).

Der Einsatz von Holzschutzmitteln wird zum Sinnbild für den Begriff „Holzschutz“.

In den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts ist der Höhepunkt des Holzschutzmitteleinsatzes zu sehen. Danach beginnt durch die negativen Begleiterscheinungen dieser Entwicklung ein generelles Umdenken; man besinnt sich stärker auf die Möglichkeiten des baulichen Holzschutzes.

Die Neufassung der einzelnen Teile der DIN 68800 von 1990 – 96 belegt die steigende Bedeutung des konstruktiven Holzschutzes; damit einher geht seitdem das Bemühen um die Minimierung des Wirkstoffanteiles in Holzschutzmitteln bzw. der Aufwandmengen.

Der Einfluss der europäischen Biozidgesetzgebung und die erneute (erstmalig komplette) Überarbeitung der DIN 68800 und deren Erscheinen 2011/12 haben nachhaltigen Einfluss auf die Entwicklung des Holzschutzes. Mit der aktuellen Überarbeitung der Holzschutznorm 2019–2021 wird diese Entwicklung fortgeschrieben. Chemische Holzschutzmaßnahmen sollen auf das notwendige Minimum reduziert und die Einsatzmöglichkeiten nichtchemischer Verfahren weiter verbessert werden.

2

Gebrauchsklassen

Norbert Nieke

Um Holz richtig schützen zu können, muss zunächst festgestellt werden, vor welcher Gefährdung es überhaupt geschützt werden muss. Dies ist vor allem vom Einbauort bzw. den Bedingungen an diesem Ort abhängig. Eine wichtige Hilfe und Grundlage bildet die (DIN 68800-1, 2019), die, basierend auf der Europäischen Normung (DIN EN 335, 2013), sechs Gebrauchsklassen (GK, früher: „Gefährdungsklassen“) definiert (Tabelle 2.1). Diese gehen von kumulierenden Gefahrenfaktoren aus.

Tabelle 2.1 Gebrauchsklassen nach DIN 68800-1:2019

GK	Holzfeuchte/ Exposition	Allgemeine Gebrauchs- bedingungen	Gefähr- dung durch Insekten	Gefähr- dung durch Pilze	Aus- waschbe- anspru- chung	Gefähr- dung durch Moder- fäule	Holz- schäd- linge im Meer- wasser
0	Trocken (ständig $\leq 20\%$) mittlere relative Luftfeuchte bis 85 %	Holz oder Holzpro- dukt unter Dach, nicht der Bewitte- rung und keiner Be- feuchtung ausge- setzt, die Gefahr von Bauschäden kann entsprechend 5.2.1 ausgeschlossen wer- den *)	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
1	Trocken (stän- dig $\leq 20\%$) mitt- lere relative Luftfeuchte bis 85 %	Holz oder Holzpro- dukt unter Dach, nicht der Bewitte- rung und keiner Be- feuchtung ausgesetzt	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein
2	Gelegentlich feucht ($> 20\%$) mittlere relative Luftfeuchte über 85 % oder zeitweise Be- feuchtung durch Konden- sation	Holz oder Holzpro- dukt unter Dach, nicht der Bewitte- rung ausgesetzt, eine hohe Umgebungs- feuchte kann zu gele- gentlicher aber nicht dauernder Befeuch- tung führen	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein

Tabelle 2.1 Gebrauchsklassen nach DIN 68800-1 (Fortsetzung)

GK	Holzfeuchte/ Exposition	Allgemeine Gebrauchs- bedingungen	Gefähr- dung durch Insekten	Gefähr- dung durch Pilze	Aus- waschbe- anspru- chung	Gefähr- dung durch Moder- fäule	Holz- schäd- linge im Meer- wasser
3.1	Gelegentlich feucht (> 20%) Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, nicht zu erwarten	Holz oder Holzprodukt nicht unter Dach, mit Bewitterung, aber ohne ständigen Erd- oder Wasserkontakt, Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, ist aufgrund von rascher Rücktrocknung nicht zu erwarten	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
3.2	Häufig feucht (> 20%) Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, zu erwarten	Holz oder Holzprodukt nicht unter Dach, mit Bewitterung, aber ohne ständigen Erd- oder Wasserkontakt, Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, zu erwarten	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
4	Vorwiegend bis ständig feucht (> 20%)	Holz oder Holzprodukt in Kontakt mit Erde oder Süßwasser und so bei mäßiger bis starker Beanspruchung vorwiegend bis ständig einer Befuchtung ausgesetzt	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein
5	ständig feucht (> 20%)	Holz oder Holzprodukt ständig Meerwasser ausgesetzt	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

GK = Gebrauchsklasse

*) Punkt 5.2.1 besagt sinngemäß: Das Risiko von Bauschäden durch Insekten wird vermieden, indem Holz in Räumen mit üblichem Wohnklima oder vergleichbaren Räumen verbaut ist oder die Bauteile in entsprechender Weise beansprucht werden,

oder

indem das Holz gegen Insektenbefall allseitig durch eine geschlossene Bekleidung abgedeckt ist, oder indem das Holz ... so offen angeordnet ist, dass es kontrollierbar bleibt und entsprechend darauf hingewiesen wird.

Die Gefahr eines Insektenbefalls ist fast immer gegeben. Unter bestimmten Bedingungen kann diese Gefahr jedoch ohne weitere Maßnahmen toleriert werden, wenn das Holz ständig kontrollierbar, insektendicht bekleidet oder technisch getrocknet ist. Letzteres ist in der Praxis allerdings umstritten.

Bei gelegentlicher Befeuchtung bzw. einer umgebenden Luftfeuchte von über 85 % kommt die Gefährdung durch holzzerstörende Pilze hinzu.

Weiter steigt die Gefährdung bei frei bewittertem Holz, wo zusätzlich eine Auswaschbeanspruchung in der Regel zusammen mit UV-Strahlung einwirkt. Dabei wird hier noch unterschieden, ob sich Feuchtigkeit im Holz anreichern kann oder nicht.

Schließlich liegt die höchste Gefährdung vor, wenn Holz im ständigen Kontakt mit Erde oder Süßwasser steht und damit zusätzlich der Gefahr durch Moderfäuleerreger ausgesetzt ist.

Für den maritimen Bereich wird darüber hinaus noch eine Gebrauchsklasse definiert, bei der Holz ständig dem Meerwasser ausgesetzt ist. Hier besteht die Gefahr der Schädigung z. B. durch Bohrmuscheln oder Bohrasseln.

Die Zuordnung zu einer Gebrauchsklasse erscheint auf den ersten Blick einfach und übersichtlich. Doch am Beispiel eines einfachen Dachstuhls wird sichtbar, dass sehr differenziert herangegangen werden muss, um wirklich jedes Bauteil richtig zuzuordnen:

- Sichtbare Sparren/Pfetten im Wohnbereich – GK 0
- Sparren im Kaltdachbereich (z. B. Spitzboden) – GK 0 oder 1
- Sparren/Pfetten im kondensatgefährdeten Bereich (Durchdringungspunkte durch das Außenmauerwerk) – GK 2
- Flugsparren und relativ geschützt eingebaute Pfettenköpfe – GK 3.1
- Ungeschützte Pfettenköpfe (Wetterseite) – GK 3.2

Der Dachstuhl befindet sich also in 5 verschiedenen Gebrauchsklassen.

Das heißt, ein einheitlicher Holzschutz für die gesamte Konstruktion ist nicht sinnvoll. Vielmehr müssen unter genauer Risiko-Nutzen-Abwägung differenzierte Maßnahmen geplant werden. Dabei spielen auch örtliche Faktoren (Wetterbeanspruchung, Befallsdruck in der Umgebung, eventuelle Vorschäden usw.) und nicht zuletzt der Wunsch der Bauherren eine Rolle. Immer wichtiger wird die Aufgabe, die Auftraggeber umfassend zu beraten und in die Entscheidungen einzubeziehen.

Auch sollte bei der Einordnung in die Gebrauchsklassen die Entwicklung des Bauwerkes nach der Fertigstellung bedacht werden. So kann sich z. B. eine für die GK 3.1/3.2 geplante Brücke durch intensive Begrünung oder Verschmutzung unter den Bedingungen der GK 4 wiederfinden.

Der Gefährdung kann durch konstruktive Maßnahmen zur Reduzierung der Gebrauchsklasse (z. B. Abdeckung von bewitterten Pfettenköpfen), durch Auswahl dauerhafter Hölzer (entsprechende Farbkernhölzer in der GK 1 und 2) oder durch den Einsatz entsprechend zugelassener Holzschutzmittel begegnet werden. Dabei können anhand der Gebrauchsklasse die notwendige Dauerhaftigkeit des Holzes bzw. die Eigenschaften und das richtige Einbringverfahren des Holzschutzmittels bestimmt werden.

Neben den Gebrauchsklassen gibt es weitere Klassifizierungen und Zuordnungen der Holzbauteile, die je nach Kontext von Bedeutung sein können (Hähnel, 2010):

Klassifizierung	Normhinweis
▪ Baustoffklasse	DIN 4102
▪ Dauerhaftigkeitsklasse	DIN EN 350-2
▪ Dimensionsklasse	EN 1315-2
▪ Eindringtiefenklasse	EN 351-1
▪ Festigkeitsklasse BS-Holz	DIN 1052
▪ Festigkeitsklasse NSH	DIN EN 1912; EN 338
▪ Feuerwiderstandsklasse	DIN 4102-2
▪ Gebrauchsklasse	DIN EN 335-1
▪ Gefährdungsklasse	DIN 68800 Teil 3 bis 20121
▪ Güteklasse (Baurundholz)	DIN 4074, 1958
▪ Güteklasse (Bauschnittholz)	DIN 4074, alt
▪ Holzwerkstoffklasse	DIN 68754 7 1
▪ Maßtoleranzklasse	DIN EN 336
▪ Nutzungsklasse	Eurocode 5
▪ Schutzklasse	Fachregeln des Zimmererhandwerkes 02
▪ Penetrationsklasse	DIN 68800 Teil 3
▪ Qualitätsklasse (Laubschnittholz)	EN 975-1
▪ Resistenzklasse (zuk. Dauerhaftigkeitsklasse)	DIN 68364, DIN EN 350-2
▪ Schnittklasse	DIN 68365, DIN 18334
▪ Sortierklasse	DIN 4074
▪ Tränkbarkeitsklasse	DIN EN 350-2
▪ Zifferngüteklasse	nur nach Tegernseer Gebräuchen

Von besonderer Bedeutung sind neben den Gebrauchsklassen die Nutzungsklassen entsprechend Eurocode 5 (DIN EN 1995, 2004), die nachfolgend in Gegenüberstellung zu den Gebrauchsklassen nach (DIN 68800-1, 2019) aufgeführt sind (Tabelle 2.2).

Tabelle 2.2 Gegenüberstellung Gebrauchsklassen nach DIN 68800-1 und Eurocode 5 (nach Rüpke)

Nutzungsklassen nach Eurocode 5/DIN EN 1995-1-1 Abschn. 2.3.1.3			entspricht etwa
Nutzungs- klasse	Klimabedingungen	Anwendungsbereiche	GK
1	Die Nutzungsklasse 1 ist gekennzeichnet durch einen Feuchtegehalt in den Baustoffen, der einer Temperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchte der umgebenden Luft entspricht, die nur für einige Wochen pro Jahr einen Wert von 65 % übersteigt (bei den meisten Nadelhölzern nicht mehr als 12 % Holzfeuchte).	z. B. in allseitig geschlossenen und beheizten Bauwerken	GK 1
2	Die Nutzungsklasse 2 ist gekennzeichnet durch einen Feuchtegehalt in den Baustoffen, der einer Temperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchte der umgebenden Luft entspricht, die nur für einige Wochen pro Jahr einen Wert von 85 % übersteigt (bei den meisten Nadelhölzern nicht mehr als 20 % Holzfeuchte).	z. B. bei überdachten offenen Bauwerken	GK 2
3	Die Nutzungsklasse 3 erfasst Klimabedingungen, die zu höheren Feuchtegehalten als in Nutzungsklasse 2 führen.	z. B. für Konstruktionen, die der Witterung ausgesetzt sind	GK 3 und höher

Die Zuordnung von Bauteilen zu Nutzungsklassen ist für den Nachweis der Standsicherheit und Tragfähigkeit erforderlich, da die Festigkeitseigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen unter verschiedenen Klimabedingungen unterschiedlich sind. Im Gegensatz dazu steht bei der Einordnung nach den Gebrauchsklassen der Schutzgedanke im Vordergrund. Die Zuordnung von Holzwerkstoffen zu Nutzungsklassen bezieht sich auf die Feuchtebeständigkeit der Verklebung. Eine Eignung für eine bestimmte Gebrauchsklasse kann hieraus nicht abgeleitet werden, denn diese hängt ebenso von der natürlichen Dauerhaftigkeit des verwendeten Holzes oder der Ausrüstung mit einem geeigneten Holzschutzmittel ab. Gemäß DIN 68800-2 sollen Holzwerkstoffe nur dort eingesetzt werden, wo aufgrund der Feuchtebedingungen keine Gefahr eines Pilzbefalls besteht. Fassadenbekleidungen aus plattenförmigen Holzwerkstoffen benötigen einen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis. Dieser ist ebenfalls erforderlich, wenn Holzwerkstoffe für tragende Bauteile unter höheren Feuchtebelastungen als in DIN 68800-2 angegeben verwendet werden sollen. Bei Verwendung für nicht tragende Bauteile sollte je nach Anwendungsbereich ein Schutz nach DIN 68800-3 erfolgen. Wie diese Tabelle zeigt, ist es in der Praxis schwierig, die verschiedenen Zuordnungen und Klassifizierungen in Einklang zu bringen, da sie aus verschiedenen Herangehensweisen und Interessenlagen entstanden sind.

Quellen und weiterführende Literatur

Clausnitzer, K.-D.: Historischer Holzschutz – Zur Geschichte der Holzschutzmaßnahmen von der Steinzeit bis in das 20. Jahrhundert. – und Werkholzschädlinge, Staufeuern bei Freiburg, ökobuchverlag, 1990

DIN 68800-1:2019-06: Holzschutz – Teil 1: Allgemeines

DIN 68800-4:2020-12: Holzschutz – Teil 4: Bekämpfungs- und Sanierungsmaßnahmen gegen Holz zerstörende Pilze und Insekten

DIN EN 13183-1:2002-07: Feuchtegehalt eines Stückes Schnittholz – Teil 1: Bestimmung durch Darrverfahren; Deutsche Fassung EN 13183-1:2002

DIN EN 1995-1-2:2010-12: Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1 – 2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1995-1-2:2004 + AC:2009

Erler, K.: Alte Holzbauwerke beurteilen und sanieren, Berlin, Huss-Medien GmbH, 3. Auflage, 2004

Hähnel, E.: Fachwerkinstandsetzung – ein Praxishandbuch, Berlin, Huss-Medien GmbH, 2003

Hähnel, E.: Holzbau und Holzschutz von A bis Z, Berlin, Huss-Medien GmbH, 2007

Hähnel, E.: Holzbau. Tagungsmappe Sächsischer Holzschutzverband e.V. Leipzig: Sächsischer Holzschutzverband e.V., 2010

Marutzky, R. (Herausg.): Holzschutz – Praxiskommentar zur DIN 68800 Teile 1 bis 4, 2. vollständig überarbeitete Auflage, Berlin, Beuth-Verlag 2013

Plarre, R.: Thermische Bekämpfungsverfahren im Holzschutz durch Elektromagnetismus. Tagungsmappe Sächsischer Holzschutzverband e.V. Leipzig: Sächsischer Holzschutzverband e.V.; 2013

Rüpke, H.-J.: www.holzfragen.de. Abgerufen 2014

WTA-Merkblatt 1-1-06/D.: Heißluftverfahren zur Bekämpfung tierischer Holzzerstörer in Bauwerken, 2008

WTA-Merkblatt 1-2-21/D.: Der Echte Hausschwamm, 2021

Index

A

Abdeckungen 200
Acetylierung 253
Actinobakterien 60, 107
Actinomycota
– Actinobakterien 107
Afrikanische Splintholzkäfer 124
Algen 60, 105
Ameisen 156
Anobium punctatum 116
Anschlusshöhe 201
Antrodia vaillantii 72
Antrodia xantha 72
Arthrosporen 49
Ascomycota 48
Aspergillus niger 100
Asterostroma 76
Aureobasidium pullulans 98
Ausgebreiteter Hausporling 58, 74
Austernseitling 58, 87

B

Bakterien 60, 106
Balkenblättling 58, 77
Balkenköpfe 215
Basidiomycota 48
Baulich-konstruktiver Holzschutz 182
Bauwerksabdichtungen 196
Bauwerksprüfungen 189
Becherlinge 60, 104
Befall durch den Echten Hausschwamm 55, 60
Begasung 286
Beschichtung
– Farblos 266
– Grundbeschichtung 268
– Lasierend 266
– Schlussbeschichtung 268
– Wasserdampfdiffusionswiderstand 265
– Zwischenbeschichtung 268

Beschichtungssystem 263
– deckend 266
Betriebsanweisung 242
biologische Bekämpfung 165
Biozid-Produkte-Richtlinie
– BPD 221
Biozid-Produkte-Verordnung 222
– BPR 222
Blaue Fichtenholzwespe 137
Blaue Kiefernholzwespe 137
Bläuepilze 59, 98
Blauer Fellkäfer 165
Blauer Scheibenbock 129
Bläueschutz 257
Blutender Schichtpilz 89
Bohrassel 162
Bohrlochverfahren 238
Bohrwiderstandsmessung 278
Borkenkäfer 141
Bostrychopsis jesuita 128
Bostrychus capucinus 127
Brauner Kellerschwamm 58, 69
Brauner Splintholzkäfer 123
Braunfäule 52
Buche 45
Buchennutzholzborkenkäfer 146
Buntkäfer 166

C

Callidium violaceum 129
Camponotus herculeanus 156
Chaetomium globosum 96
Chemische Modifizierung 254
Chemischer Holzschutz 13
Chemische Schädigungen 169
Clamydosporen 49
Cleridae 165
CMT 253
Coniophora puteana 69
Coprinus domesticus 103

Coprinus radians 103
 Criocephalus rusticus 133

D

Dacrymyces stillatus 102
 Daedalea quercina 82
 Dampfsperren 208
 Dauerhaftigkeit 248
 DDT 244
 Deuteromycota 48
 Diffusion 207
 DMDHEU 254
 DNA-Analysen 279
 Donkioporia expansa 74
 Douglasie 41
 Druckverfahren
 – Doppelvakuumverfahren 235
 – Rüping-Verfahren 235
 – Vakuum-Druck-Verfahren 234
 – Wechseldruckverfahren 235
 Dünnfleischiger Rindenpilz 95

E

Echter Hausschwamm 57, 62
 Eiche 42
 Eichenkernholzkäfer 146
 Eichennutzholzborkenkäfer 146
 Eichenporling 74
 Eichenwirrling 58, 82
 Entsorgung 245
 Ergatus faber 155
 Ernobius mollis 134

F

Fachregeln des Zimmererhandwerks 182
 Fagus sylvatica 45
 Fältlingshäute 57, 67
 Fassadenbekleidungen 193
 Feuchtholztermiten 159
 Fichte 36
 Fichtenwurzelschwamm 59, 92
 Flachdächer 214
 Frischholzinsekten 129
 Furfurylierung 254

G

Gallerträne 59, 102
 Gebrauchsklasse 0 184
 Gebrauchsklassen 17, 35
 Gefährdungsklassen 17
 Gegenspieler 165
 Gekämmter Nagekäfer 121
 Gelber Porenschwamm 72
 Gemeiner Spaltblättling 102
 Gescheckter Nagekäfer 147
 Gestreifter Nutzholzborkenkäfer 144
 Gewöhnlicher Nagekäfer 116
 Gewöhnlicher Werftkäfer 139
 Glänzendschwarze Holzameise 156
 Gleichgewichtsfeuchte 252
 Gloeophyllum abietinum 77
 Gloeophyllum cupiarum 77
 Gloeophyllum trabeum 77
 Großer Achtzähliger Fichtenborkenkäfer 141
 Großer Buchdrucker 141
 Großsporiger Feuerschwamm 86
 Grubenhalsiger Splintholzkäfer 127
 Grubenholzkäfer 151

H

Hadrobregmus pertinax 150
 Halsgrubenbock 133
 Hauptschnittrichtungen 27
 Hausbockkäfer 111
 Hausbuntkäfer 166
 Hausfäuleerreger 52
 Hemicellulosen 248 f.
 Heterobasidion annosum 92
 Heterobostrychus aequalis 128
 Hexarthrum exiguum 151
 Hirnholzschutz 205
 Holzbrütende Borkenkäfer 141
 Holzfenster 271
 Holzfeuchte 30
 Holzfeuchtebestimmung 277
 Holzschutz, baulich-konstruktiver 13
 Holzschutzmittel 224
 – Bekämpfungsmittel 225
 Holzschutzmittelschaumverfahren 288
 Holzschutzmittelverzeichnis 225
 Holzschutzverfahren
 – Druckverfahren 234
 – Nichtdruckverfahren 236
 Holzverfärbende Pilze 51

Holzwerkstoffe 21, 229
 Holzwespen 137
 Holzzerstörende Pilze 51
 Hydrophobierung 249, 259
 Hydroxylgruppen 248
 Hylecoetus dermestoides 139
 Hylotrupes bajulus 111
 Hymenoptera 166

I

Insekten 108
 Instandhaltung 189
 Ips typographus 141
 Isoptera 159
 ISPM 15 187

K

Kaloterme flavicollis 159
 Kaltdächer 212
 kapillare Wasseraufnahme 252
 Kapuzinerkäfer 127
 Kernholz 23
 Kernholzbildung 24
 Kernholzkäfer 146
 Kiefer 38
 Kiefernbaumschwamm 59, 93
 Kondensation 207
 Konvektion 207
 Korynetes caeruleus 165
 Kriechkeller 217
 Kupferstecher 144

L

Lachsfarbener Sternsetenpilz 76
 Lagerfäuleerreger 51
 Landesbauordnungen 182
 Lärche 39
 Larix decidua 39
 Lasius brunneus 156
 Lasius fuliginosus 156
 Lentinus lepideus 84
 Leptura rubra 153
 Leucogyrophana 67
 Limnoria lignorum 162
 Lindan 244
 Liniertes Laubnutzholzborkenkäfer 146
 Luftdichte Ebene 209
 Lyctus africanus 124

Lyctus brunneus 123
 Lyctus cavicollis 127
 Lymexylonidae 139
 Lymexylon navale 139

M

Marmorierter Kellerschwamm 70
 Maßhaltigkeit 263
 – begrenzt maßhaltig 264
 – maßhaltig 264
 – nicht maßhaltig 263
 Mastotermes darwiniensis 160
 Mauerwerksbehandlung 284
 Mindestschichtdicken 273
 Moderfäule 54
 Moderfäuleerreger 59, 96
 Moderfäulepilze 251
 Modifizierung 248
 Mosaik-Schichtpilz 89
 Mulmbock 155
 Muschelkrempling 58, 81

N

Natürliche Dauerhaftigkeit 29
 Nichtdruckverfahren
 – Fluten 236
 – Heiß-Kalt-Einstelltränkung 236
 – Schaumverfahren 236
 – Sprühen/Spritzen 236
 – Streichen 236
 – Tauch- und Trogtränkverfahren 237
 Nichttragende Bauteile 183
 Nützing 165
 Nutzungsklassen 20

O

Oberflächentemperatur 267
 Ockerfarbiger Sternsetenpilz 76
 Oligoporus placenta 72
 Ophiostoma 98
 Opilo domesticus 166
 Opilo mollis 166
 Oregon pine 41

P

parasitoide Wespen 164
 Paxillus panuoides 81

PCP 244
 Penicillium 100
 Pentarthrum huttoni 153
 Peziza 104
 Peziza repanda 104
 Phellinus contiguus 86
 Phellinus pini 93
 Phlebiopsis gigantea 94
 Phymatodes testaceus 131
 Physikalische Schädigungen 170
 Picea abies 36
 Pilzbestimmung 60
 Pinus sylvestris 38
 Pityogenes chalcographus 144
 Platypodidae 146
 Platypus cylindrus 146
 Pleurotus ostreatus 87
 Polycaon stouti 128
 Priobium carpini 150
 Produktart 221
 Pseudotsuga menziesii 41
 Ptilinus pectinicornis 121

Q

Quellen 32
 Quercus robur 42

R

RALGütezeichen 225
 Räuchern 249
 Ressource 259
 Reticularia lycoperdon 105
 Reticulitermes flavipes 160
 Rhyncolus culinaris 151
 Riesenholzwespe 137
 Riffelprofile 205
 Rindenbrütende Borkenkäfer 141
 Rindenpilze 59, 94
 Robinia pseudoacacia 44
 Robinie 44
 Rosafarbener Saftporling 72
 Rossameise 156
 Roteiche 43
 Rotfäule 53
 Rothalsbock 153
 Rotrückige Hausameise 156
 Rotstreifigkeit 54
 Royal-Verfahren 259

S

Saprophyten 51
 Schadensdiagnose 274
 Schaumverfahren 285
 Schichtpilze 58, 89
 Schiffsbohrmuschel 163
 Schiffswerftkäfer 139
 Schimmelpilze 59, 100
 Schizophyllum commune 102
 Schleimpilze 60, 105
 Schmetterlingsporling 59, 90
 Schuppiger Sägeblätling 58, 84
 Schwammholznagekäfer 150
 Schwarzflügeliger Holzbuntkäfer 166
 Schwellenhölzer 199
 Schwinden 32
 Scolytidae 141
 Sechszähliger Fichtenborkenkäfer 144
 Serpula himantoides 66
 Serpula lacrymans 62
 Sirex juvencus 137
 Sirex noctilio 137, 139
 Siricidae 137
 Spaltblätling 59
 Spathius exarator 166
 Spielplatzgeräte 189
 Splintholz 23
 Spritzwasser 197
 Stammfäuleerreger 51
 Stereum hirsutum 89
 Sternsetenpilze 58, 76
 Stictoleptura rubra 153
 Stieleiche 42
 Striegelige Tramete 91
 Sydowia 98

T

Tanne 37
 Tannenblätling 58, 77
 Tapinella panuoides 81
 Tauwasser 207
 Teredo navalis 163
 Termiten 159
 Thermische Behandlung 286
 Thermische Modifizierung 249
 Tillus elongatus 166
 Tintlinge 59, 103

TMT 250
Tragende Bauteile 183
Trametes versicolor 90
Tränkbarkeit 232
Traubeneiche 42
Trichoderma 100
Trockenholzinsekten 111
Trockenholztermiten 159
Trockenschichtdicke 265
Trockenstarre 57
Tropfkanten 203
Trotzkopf 150
Trypodendron lineatum 144

U

Ungleiche Holzbohrer 146
Untersuchungsbericht 280
Urocerus gigas 137

V

Veränderlicher Scheibenbock 131
Verbindungsmittel 203
Vergrauung 263
Violetter Schichtpilz 89

W

Warmdächer 213
Weicher Buntkäfer 166
Weicher Nagekäfer 134
Weißer Porenschwamm 58, 72
Weißfäule 52
Weißblochfäule 53
Werftkäfer 139
Wilder Hausschwamm 57, 66
winddichte Ebene 210
Wirkstoff 222
WTA-Merkblätter 182

X

Xestobium rufovillosum 74, 147
Xyleborus dispar 146
Xyloterus domesticus 146
Xyloterus lineatus 144
Xyloterus signatus 146

Z

Zähling 85
Zaunblättling 58, 77
Zimtbrauner Porenschwamm 58, 86
Zottiger Eichenschichtpilz 89
Zweifarbiger Harz-Rindenpilz 95
Zystidenrindenpilz 95