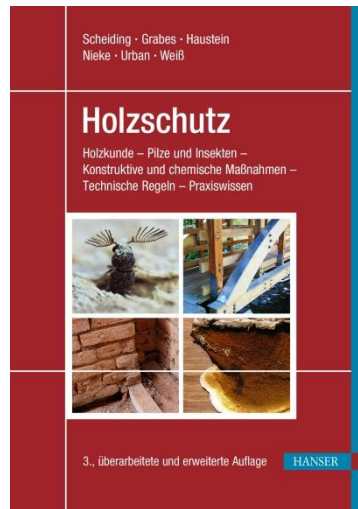


# HANSER



## Leseprobe

zu

## Holzschutz

von Wolfram Scheiding, Peter Grabes, Tilo Haustein,  
Vera Haustein, Norbert Nieke, Harald Urban and Björn  
Weiß

Print-ISBN 978-3-446-46578-7

E-Book-ISBN 978-3-446-47044-6

E-Pub-ISBN 978-3-446-47151-1

Weitere Informationen und Bestellungen unter

<https://www.hanser-kundencenter.de/fachbuch/artikel/9783446465787>

sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

# Vorworte

Holz ist ein seit Jahrtausenden verwendeter und bewährter Roh- und Werkstoff und auch im heutigen Industrie- und Computerzeitalter aus vielen Bereichen der Wirtschaft und des täglichen Lebens nicht wegzudenken.

Als Naturstoff unterliegt auch Holz den natürlichen Kreislaufprozessen; durch Einwirkung abiotischer und biotischer Faktoren wird es letztlich wieder zu seinen elementaren Bestandteilen abgebaut. Zum Zwecke der Nutzung und für die angestrebte Gebrauchsdauer müssen diese natürlichen Abbauprozesse verhindert oder zumindest verzögert werden. Die hierfür erforderlichen Kenntnisse, Strategien sowie die technischen und auch organisatorischen Maßnahmen werden unter dem Begriff Holzschutz (engl. *wood protection*) zusammengefasst.

In verständlicher Form sind in diesem Lehrbuch alle wichtigen Aspekte des vorbeugenden und bekämpfenden Holzschutzes zusammengestellt und verständlich aufbereitet. Ausgehend von den naturwissenschaftlichen Grundlagen des Holzes und den abiotischen und biotischen Schadfaktoren, werden der Stand der Technik baulich-konstruktiver und chemischer Schutzmaßnahmen erläutert und dabei die aktuellen gesetzlichen, normativen und technischen Regelungen berücksichtigt. Auch wird auf holzverfärbende Mikroorganismen und die Sanierung von Schimmelpilzbefall eingegangen; Fragen des Brandschutzes werden jedoch nicht behandelt.

Das Buch entstand in Zusammenarbeit des Sächsischen Holzschutzverbandes e.V. und des Instituts für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH und baut auf den langjährigen Erfahrungen der Autoren in Theorie und Praxis des Holzschutzes auf.

Dieses Werk soll sowohl Lehrbuch als auch Ratgeber und Nachschlagewerk für die Praxis sein. Es richtet sich daher vor allem an Auszubildende und Studenten, aber auch an Architekten, Bauingenieure und Bauausführende, Sachverständige im Holz- und Bautenschutz sowie an Beschäftigte im Garten- und Landschaftsbau und im Holzhandel.

Wir Autoren wünschen dem Leser Erkenntnis und Erbauung mit diesem Lehrbuch; möge es ein nützlicher Helfer und Begleiter bei Ausbildung, Weiterbildung und im Berufsalltag sein und zur Verwendung des schönen Werkstoffs Holz beitragen.

Dresden, im November 2014

### **Vorwort zur zweiten Auflage**

Nach einer sehr positiven Aufnahme der Erstauflage liegt nun bereits die zweite Auflage vor, die überarbeitet und deutlich erweitert wurde. Dabei wurden auch verschiedene Hinweise von Rezensenten und Lesern berücksichtigt. Zahlreiche Abbildungen wurden graphisch überarbeitet oder ersetzt, insbesondere im Abschnitt zum baulich-konstruktiven Holzschutz. Dieser wurde insgesamt neu gestaltet, wobei Ludwig Nieke für die technische Umsetzung der Grafiken besonders zu danken ist. Deutlich ausführlicher sind auch die Abschnitte zur Modifizierung und Hydrophobierung von Holz sowie zu Besonderheiten bei Kunstgut und der Denkmalpflege; hier finden sich jetzt z. B. Erläuterungen zu Bekämpfungsmaßnahmen und zum Schimmelpilzbefall. Der Abschnitt zu den holzschädigenden Insekten wurde um deren natürliche Feinde (Antagonisten) erweitert. Für die Hinweise bei der Bearbeitung der holzzerstörenden Insekten in der zweiten Auflage danken wir sehr Frau Dr. Veronika Pohris (TU Dresden, Institut für Waldbau und Waldschutz, Tharandt). Ein Dank gebührt auch Frau Dr. Angelika Mann, ebenfalls vom Institut für Waldbau und Waldschutz, welche uns mit der Bereitstellung von ausgewählten Tierpräparaten unterstützte.

Dresden, im Juli 2016

### **Vorwort zur dritten Auflage**

In der nunmehr dritten, überarbeiteten und erweiterten Auflage wurden die neuesten Ausgaben relevanter Regelwerke berücksichtigt. Dies betrifft insbesondere die Ausgaben der Teile 1–4 der Holzschutznorm DIN 68800 aus den Jahren 2019 bis 2021, aktuelle Ausgaben der einschlägigen WTA-Merkblätter sowie Änderungen im Baurecht (MVV TB) und bei den Holzschutzmittelzulassungen.

Dresden, im September 2021

# Inhalt

<b>Vorworte</b>	<b>5</b>
<b>1 Einführung</b>	<b>11</b>
1.1 Bedeutung des Holzschutzes	11
1.2 Geschichte des Holzschutzes	14
<b>2 Gebrauchsklassen</b>	<b>17</b>
<b>3 Holzkundliche Grundlagen</b>	<b>23</b>
3.1 Aufbau und Struktur des Holzes	23
3.1.1 Aufbau des Stammquerschnitts	23
3.1.2 Kernholzbildung	24
3.1.3 Makroskopischer und mikroskopischer Aufbau des Holzes	25
3.1.4 Zellwandfeinbau	28
3.1.5 Chemischer Aufbau des Holzes	28
3.2 Eigenschaften von Holz	29
3.2.1 Natürliche Dauerhaftigkeit	29
3.2.2 Holzfeuchte; Quellung und Schwindung bei Vollholz	30
3.3 Holzarten, Holzartenauswahl	33
3.3.1 Wichtige Bauholzarten im Überblick	33
3.3.2 Holzauswahl und Sortierung für die Verwendung als Bauholz	34
3.3.3 Verwendung von Holz in den Gebrauchsklassen (ohne chemischen Holzschutz)	35
3.4 Beschreibung wichtiger Holzarten	36
3.4.1 Gemeine Fichte	36
3.4.2 Gemeine Kiefer	38
3.4.3 Europäische Lärche	39
3.4.4 Douglasie	41
3.4.5 Europäische Eiche	42
3.4.6 Robinie	44
3.4.7 Buche, Rotbuche	45
<b>4 Biotische und abiotische Schadfaktoren</b>	<b>48</b>
4.1 Holzzerstörende und holzverfärbende Pilze und Mikroorganismen	48
4.1.1 Taxonomische Zuordnung der Pilze	48
4.1.2 Entwicklung und Fortpflanzung	49

4.1.3	Einteilungsmöglichkeiten der Pilze und Fäuletypen .....	51
4.1.4	Lebensbedingungen .....	55
4.1.5	Übersicht der wichtigsten Pilze und Mikroorganismen .....	57
4.1.6	Pilzbestimmung und Probenahme .....	60
4.1.7	Beschreibung und Dokumentation holzerstörender und holzverfärbender Pilze und Mikroorganismen .....	62
4.1.7.1	Echter Hausschwamm ( <i>Serpula lacrymans</i> ) .....	62
4.1.7.2	Wilder Hausschwamm ( <i>Serpula himantioides</i> ) .....	66
4.1.7.3	Fähtlingshäute ( <i>Leucogyrophana</i> spp.) .....	67
4.1.7.4	Brauner Keller- oder Warzenschwamm ( <i>Coniophora puteana</i> ) .....	69
4.1.7.5	Weißer Porenschwamm ( <i>Antrodia vaillantii</i> ) .....	72
4.1.7.6	Ausgebreiteter Hausporling ( <i>Donkioporia expansa</i> ) .....	74
4.1.7.7	Sternsetenpilze ( <i>Asterostroma</i> spp.) .....	76
4.1.7.8	Tannen-, Zaun- und Balkenblättling ( <i>Gloeophyllum</i> spp.) ..	77
4.1.7.9	Muschelkrempling ( <i>Paxillus panuoides</i> ) .....	81
4.1.7.10	Eichenwirrling ( <i>Daedalea quercina</i> ) .....	82
4.1.7.11	Schuppiger Sägeblättling ( <i>Lentinus lepideus</i> ) .....	84
4.1.7.12	Zimtbrauner Porenschwamm ( <i>Phellinus contiguus</i> ) .....	86
4.1.7.13	Austernseitling ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ) .....	87
4.1.7.14	Schichtpilze ( <i>Stereum hirsutum</i> , <i>Stereum</i> spp.) .....	89
4.1.7.15	Schmetterlingsporling ( <i>Trametes versicolor</i> ) .....	90
4.1.7.16	Fichtenwurzelschwamm ( <i>Heterobasidion annosum</i> ) .....	92
4.1.7.17	Kiefernbaumschwamm ( <i>Phellinus pini</i> ) .....	93
4.1.7.18	Rindenpilze ( <i>Phlebiopsis gigantea</i> ) .....	94
4.1.7.19	Moderfäuleerreger (z. B. <i>Chaetomium globosum</i> ) .....	96
4.1.7.20	Bläuepilze .....	98
4.1.7.21	Schimmelpilze .....	100
4.1.7.22	Gemeiner Spaltblättling ( <i>Schizophyllum commune</i> ) .....	102
4.1.7.23	Gallerträne ( <i>Dacrymyces stillatus</i> ) .....	102
4.1.7.24	Tintlinge ( <i>Coprinus domesticus</i> , <i>C.</i> spp.) .....	103
4.1.7.25	Becherlinge ( <i>Peziza</i> spp.) .....	104
4.1.7.26	Schleimpilze ( <i>Reticularia lycoperdon</i> , ...) .....	105
4.1.7.27	Algen .....	105
4.1.7.28	Bakterien .....	106
4.2	Holzerstörende Insekten und Meerestiere .....	108
4.2.1	Entwicklung und Lebensbedingungen .....	109
4.2.2	Beschreibung der Arten .....	111
4.2.2.1	Trockenholzinsekten .....	111
4.2.2.2	Frischholzinsekten .....	129
4.2.2.3	Feucht- und Faulholzinsekten .....	147
4.2.2.4	Sonstige holzschädigende Insekten .....	156
4.2.2.5	Holzerstörende Meerestiere .....	162
4.3	Natürliche Feinde der Holzzerstörer .....	164
4.4	Chemische und physikalische Schadfaktoren .....	169
4.4.1	Chemische Schädigungen .....	169
4.4.2	Physikalische Schädigungen .....	170

4.4.2.1	Temperatur .....	170
4.4.2.2	Feuchteinfluss .....	171
4.4.2.3	Mechanische Beanspruchung .....	172
4.4.2.4	Strahlung .....	173

## **5 Baulich-konstruktiver Holzschutz ..... 182**

5.1	Einführung .....	182
5.2	Planungs-, Bau- und Nutzungsphase .....	185
5.2.1	Lagerung, Transport, Verarbeitung und Trocknung des Holzes ...	185
5.2.2	Bauplanung, Bauüberwachung .....	187
5.2.3	Instandhaltung .....	188
5.3	Schutz vor Feuchtigkeit von außen .....	190
5.3.1	Allgemeine Maßnahmen an Bauwerken .....	190
5.3.2	Abdichtungen .....	196
5.3.3	Spezielle Maßnahmen an Bauteilen .....	200
5.4	Schutz vor Feuchtigkeit von innen .....	207
5.4.1	Feuchtetransport durch Diffusion .....	207
5.4.2	Feuchtetransport durch Konvektion .....	209
5.4.3	Nassbereiche .....	210
5.5	Besondere Bauteile und Bereiche .....	212
5.5.1	Dächer .....	212
5.5.2	Balkenköpfe .....	215
5.5.3	Kriechkeller .....	217

## **6 Chemischer Holzschutz ..... 221**

6.1	Zulassung von Holzschutzmitteln .....	221
6.1.1	Gesetzliche Regelung der Zulassung von Holzschutzmitteln über die europäische Biozidverordnung .....	221
6.1.2	Zulassung von Holzschutzmitteln in Deutschland durch das DIBt .	224
6.1.3	Zulassung von Holzschutzmitteln durch die BAuA .....	226
6.2	Einteilung, Einstufung und Kennzeichnung von Holzschutzmitteln .....	228
6.2.1	Einteilung der Holzschutzmittel entsprechend ihrer Wirksamkeit	228
6.2.2	Einstufung und Kennzeichnung von Holzschutzmitteln .....	230
6.3	Einbringverfahren für Holzschutzmittel .....	232
6.3.1	Voraussetzungen und Ziele .....	232
6.3.2	Druckverfahren im vorbeugenden Holzschutz .....	234
6.3.3	Nichtdruckverfahren .....	236
6.3.4	Bohrlochverfahren .....	238
6.4	Qualitätssicherung .....	238
6.5	Gesundheits-, Arbeits- und Umweltschutz .....	239
6.5.1	Richtiger Umgang mit Holzschutzmitteln .....	239
6.5.2	Inverkehrbringen von behandelten Hölzern .....	242
6.5.3	Umgang mit Altlasten und Entsorgung von behandelten Hölzern .	244

<b>7</b>	<b>Modifizierung und Hydrophobierung von Holz</b>	<b>248</b>
7.1	Grundlagen der Modifizierung	248
7.2	Thermische Modifizierung	249
7.2.1	Definition und Wirkprinzip	249
7.2.2	Herstellungsverfahren	250
7.2.3	Eigenschaften	251
7.3	Chemische Modifizierung	253
7.3.1	Definition und Wirkprinzip	253
7.3.2	Herstellungsverfahren	253
7.3.3	Eigenschaften	254
7.4	Verwendung modifizierter Hölzer	255
7.5	Entsorgung modifizierter Hölzer	258
7.6	Hydrophobierung	259
7.7	WPC/NFC, Bambusprodukte	259
<b>8</b>	<b>Oberflächenbehandlung</b>	<b>262</b>
8.1	Beschichtungssysteme	263
8.2	Kombination von chemischem Schutz und Beschichtung	268
<b>9</b>	<b>Bekämpfender Holzschutz und Sanierung</b>	<b>274</b>
9.1	Grundsätzliches	274
9.1.1	Schadensdiagnose	274
9.1.2	Untersuchungsbericht	280
9.1.3	Vorbereitung der Sanierung	282
9.2	Bekämpfung eines Pilzbefalls	282
9.3	Maßnahmen bei Schäden durch holzerstörende Insekten	285
9.4	Besonderheiten Kunstgut und Denkmalpflege	287
9.4.1	Allgemeines	287
9.4.2	Anwendung von Bekämpfungsverfahren nach DIN 68 800-4	288
9.4.3	Thermische Verfahren	290
9.4.4	Begasungsverfahren und modifizierte Atmosphären	292
9.4.5	Schimmelpilzbefall	294
9.5	Konstruktive Ertüchtigung	297
	<b>Index</b>	<b>301</b>

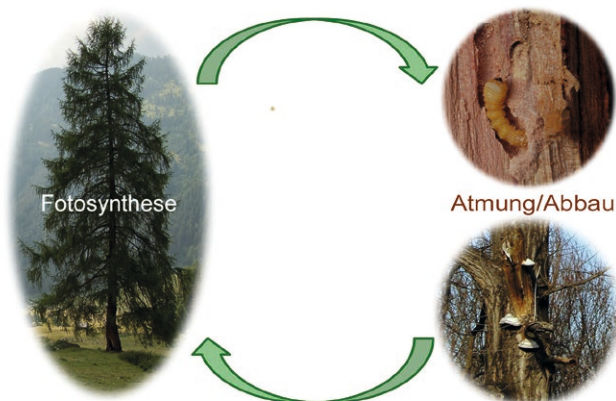
## ■ 1.1 Bedeutung des Holzschutzes

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 verbaumtem 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 Standortsicherheit 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 beeindruckten. 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 ge- legentlicher 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 be- grenzt, nicht zu erwarten	Holz oder Holzpro- dukt nicht unter Dach, mit Bewitte- rung, aber ohne ständigen Erd- oder Wasserkontakt, An- reicherung von Was- ser im Holz, auch räumlich begrenzt, ist aufgrund von ra- scher Rücktrocknung nicht zu erwarten	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
3.2	Häufig feucht (> 20 %) Anrei- cherung von Wasser im Holz, auch räumlich be- grenzt, zu er- warten	Holz oder Holzpro- dukt nicht unter Dach, mit Bewitte- rung, aber ohne ständigen Erd- oder Wasserkontakt, An- reicherung von Was- ser im Holz, auch räumlich begrenzt, zu erwarten	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
4	Vorwiegend bis ständig feucht (> 20 %)	Holz oder Holzpro- dukt in Kontakt mit Erde oder Süßwasser und so bei mäßiger bis starker Beanspru- chung vorwiegend bis ständig einer Be- feuchtung ausgesetzt	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein
5	ständig feucht (> 20 %)	Holz oder Holzpro- dukt ständig Meer- wasser ausgesetzt	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

GK = Gebrauchsklasse

\*) Punkt 5.2.1 besagt sinngemäß: Das Risiko von Bauschäden durch Insekten wird vermieden, in-  
dem 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 dar-  
auf 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, Staufeu 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](http://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  
*Crioccephalus 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  
 – Wecheldruckverfahren 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  
 Feuchtholztermite 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  
 Glänzenschwarze Holzameise 156  
 Gleichgewichtsfeuchte 252  
*Gloeophyllum abietinum* 77  
*Gloeophyllum cupiarum* 77  
*Gloeophyllum trabeum* 77  
 Großer Achtzähniger 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**

Kalotermes 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  
Liniierter Laubnutzholzborkenkäfer 146  
Luftdichte Ebene 209  
Lyctus africanus 124

Lyctus brunneus 123  
Lyctus cavicolis 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  
Nützling 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 Saftpörling 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 Sägeblättling 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  
 Spaltblättling 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  
 Tannenblättling 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  
Trockenholztermite 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 Bunkkäfer 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