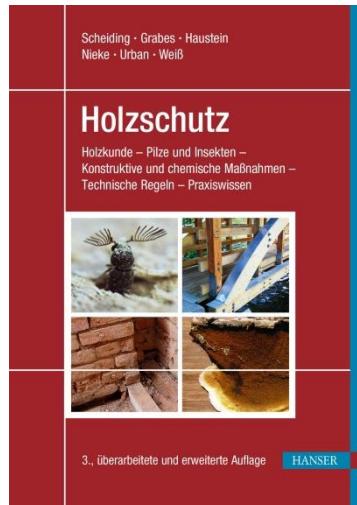


HANSER



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 Gebrauchsduer 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 Rezessenten und Lesern berücksichtigt. Zahlreiche Abbildungen wurden grafisch 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

| | |
|---|----|
| ■ Vorworte | 5 |
| 1 Einführung | 11 |
| 1.1 Bedeutung des Holzschutzes | 11 |
| 1.2 Geschichte des Holzschutzes | 14 |
| 2 Gebrauchsklassen | 17 |
| 3 Holzkundliche Grundlagen | 23 |
| 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 |
| 4 Biotische und abiotische Schadfaktoren | 48 |
| 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 holzzerstörender 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 himantiooides</i>) | 66 |
| 4.1.7.3 | Fältlingshäute (<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>Astrostroma</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 | Gallertröhre (<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 | Holzzerstörende 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 | Holzzerstörende 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 |

| | | |
|--------------|--|------------|
| 7 | Modifizierung und Hydrophobierung von Holz | 248 |
| 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 |
| 8 | Oberflächenbehandlung | 262 |
| 8.1 | Beschichtungssysteme | 263 |
| 8.2 | Kombination von chemischem Schutz und Beschichtung | 268 |
| 9 | Bekämpfender Holzschutz und Sanierung | 274 |
| 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 holzzerstörende Insekten | 285 |
| 9.4 | Besonderheiten Kunstmateriale 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 |
| Index | | 301 |

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).

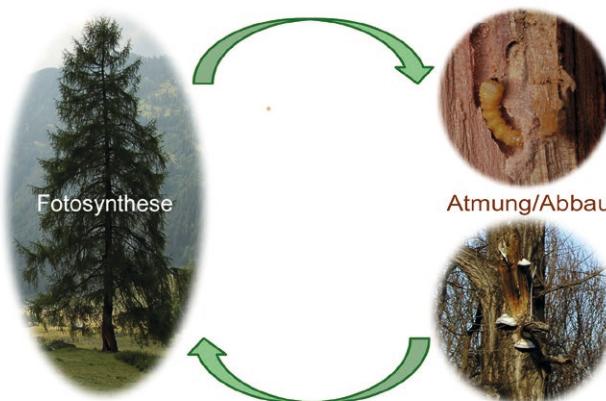


Bild 1.1 Naturkreislauf

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 Standsicherheit 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 Holzbaus im Hochmittelalter (15./16. Jh.) entstanden Fachwerkstädte, die uns heute noch beeindrucken. 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 (erstmals komplett) 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 ≤ 20 %) mittlere relative Luftfeuchte bis 85 % | Holz oder Holzpro- dukt unter Dach, nicht der Bewit- terung 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 (ständig ≤ 20 %) mittlere relative Luftfeuchte bis 85 % | Holz oder Holzpro- dukt unter Dach, nicht der Bewit- terung 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 Bewit- terung 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 Befeuchtung 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, insektenfertig 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
- Fluspsparren 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 | |
|---|---|---|----------------|
| Nutzungsklasse | 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, Staufen 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
Bostrychopis 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 Achtzähniger Fichtenborkenkäfer 141
 Großer Buchdrucker 141
 Großsporiger Feuerschwamm 86
 Grubenhalsiger Splintholzkäfer 127
 Grubenholzkäfer 151

H

Hadrobregmus pertinax 150
 Halsgrubenbock 133
 Hauptsnittrichtungen 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
 Linierter 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
 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
 Polyaon stouti 128
 Priobium carpini 150
 Produktart 221
 Pseudotsuga menziesii 41
 Ptilinus pectinicornis 121

Q

Quellen 32
 Quercus robur 42

R

RALGütezeichen 225
 Räuchern 249
 Resoursa 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
 Schiffbohrmuschel 163
 Schiffswerftkäfer 139
 Schimmelpilze 59, 100
 Schizophyllum commune 102
 Schleimpilze 60, 105
 Schmetterlingsporling 59, 90
 Schuppiger Sägeblättling 58, 84
 Schwammmholznagekäfer 150
 Schwarzflügiger Holzbuntkäfer 166
 Schwellenhölzer 199
 Schwinden 32
 Scolytidae 141
 Sechszähniger 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
 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
 Weißlochfäule 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
 Zweifarbigter Harz-Rindenpilz 95
 Zystidenrindenpilz 95