

***Special measures in wood protection,
Part 2: Preventional measures in buildings***

***Mesures spéciales en protection du bois,
part 2: Mesures préventives***

Deskriptoren

Bauholz, Baulicher Holzschutz, Gebrauchsklasse, Beschichtung, Holzmodifikation, Holzschutz, holzerstörende Insekten, holzerstörende Pilze, Hydrophobierung

Key Words

Structural timber, structural timber protection, service class, coating, timber modification, timber protection, wood-destroying insects, wood-destroying fungi, hydrophobisation

Mots-Clés

Bois de construction, Protection du bois de construction, Classe de service, revêtement, modification du bois, protection du bois, insectes xylophages, champignons xylophages, hydrofugation

Erläuterungen zum Merkblatt

Dieses Merkblatt gibt Hinweise zur Auswahl von Sonderverfahren zur Vorbeugung gegen holzerstörende Organismen in Holzkonstruktionen und beweglichen Gütern.

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

- 1-1 Heißluftverfahren zur Bekämpfung tierischer Holzzerstörer
- 1-2 Der Echte Hausschwamm – Erkennung, Lebensbedingungen, vorbeugende Maßnahmen, bekämpfende chemische Maßnahmen, Leistungsverzeichnis ...
- 1-6 Probenahme am Holz – Untersuchungen hinsichtlich Pilze, Insekten, Holzschutzmitteln, Holzalter, Holzarten
- 8-2 Fachwerkinstandsetzung nach WTA II: Checkliste zur Instandsetzungsplanung und -durchführung

Inhalt

	Seite
1 Einleitung	4
2 Begriffsdefinitionen	4
3 Schadeinflüsse	5
3.1 Physikalische, chemische Einflüsse	5
3.2 Biotische Einflüsse	6
4 Planung und Organisation	7
4.1 Voruntersuchung	7
4.2 Gefährdungseinschätzung	7
5 Baulicher Holzschutz	8
6 Vorbeugender Holzschutz	9
6.1 Maskierung (gegen holzerstörende Insekten)	9
6.2 Kapselung	11
6.3 Modifikation von Holz	11
6.4 Holz Auswahl nach Sonderkriterien	15
7 Literaturangaben	16
8 Bildnachweis	16

Sonderverfahren im Holzschutz, Teil 2: Vorbeugende Maßnahmen

Deutsche Fassung vom Mai 2023

Referat 1 Holz

Leiter des Referates

Dipl. Ing. Gero Hebeisen

Leiter der Arbeitsgruppe

Lutz Parisek

Mitglieder der Arbeitsgruppe

Stefan Biebl
Wolfgang Böttcher
Ekkehard Flohr
Lutz Kriegerowski
Peter Newcombe
Robert Ott

Michael Pallaske
Lutz Parisek
Hans Joachim Rüpke
Marek Richter
Steffen Steinbach

Erarbeitung des Merkblattes

Beginn der Arbeiten: 20. Mai 2013
Ende der Arbeiten: 30. Oktober 2018
Merkblattentwurf: Mai 2023
Endgültige Fassung:

ISBN 978-3-7388-0834-6

WTA-Merkblätter

Herausgeber

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

Schriftleitung

Clemens Hecht, Tobias Steiner

Vertrieb

WTA Publications
Telefon +49-89-57 8697 27, Fax +49-89-57 8697 29, email: info@wta-international.org

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

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

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

Bei Streitfällen ist die deutsche Fassung gültig.

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

Fraunhofer IRB Verlag, 2023
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB
Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart
Telefon +49 7 11 970-2500
Telefax +49 7 11 970-2599
E-Mail: irb@irb.fraunhofer.de
<http://www.baufachinformation.de>

Kurzfassung

Die Regelverfahren zu vorbeugenden holzschutztechnischen Maßnahmen sind ausführlich in der DIN 68800-2:2022-02 und der DIN 68800-3:2020-03 behandelt und als anerkannte Regel der Technik eingeführt. Dieses Merkblatt schafft eine Übersicht zu den in der Holzschutzpraxis immer wieder vorzufindenden unregulierten vorbeugenden Holzschutzmaßnahmen.

Im Vorfeld der Erörterung und Bewertung diverser Sonderverfahren werden in Abschnitt 1–3 die für alle Holzschutzverfahren grundsätzlich bestehenden Sachverhalte und gültigen Regeln zusammengefasst, die bei Untersuchung, Planung und Durchführung jeglicher Maßnahmen zu beachten sind.

Deskriptoren: Bauholz, Baulicher Holzschutz, Gebrauchsklasse, Beschichtung, Holzmodifikation, Holzschutz, holzzerstörende Insekten, holzzerstörende Pilze, Hydrophobierung

Abstract

The standard procedures for preventive wood preservation measures are dealt with in detail in DIN 68800-2:2022-02 and DIN 68800-3:2020-03 and introduced as a recognised rule of technology. This guideline provides an overview of the unregulated preventive wood preservation measures that are frequently found in wood preservation practice.

Prior to the discussion and evaluation of various special procedures, Section 1–3 summarises the facts and valid rules that basically exist for all wood preservation procedures and that must be observed during the investigation, planning and implementation of any measures.

Key Words: Structural timber, structural timber protection, service class, coating, timber modification, timber protection, wood-destroying insects, wood-destroying fungi, hydrophobisation

Résumé

Les procédures régulières relatives aux mesures techniques préventives de protection du bois sont traitées en détail dans les normes DIN 68800-2:2022-02 et DIN 68800-3:2020-03 et introduites comme règles techniques reconnues. Cette fiche technique donne un aperçu des mesures préventives de protection du bois non réglementées que l'on rencontre régulièrement dans la pratique de la protection du bois.

Avant de discuter et d'évaluer divers procédés spéciaux, les sections 1 à 3 résumant les faits existants et les règles valables pour tous les procédés de protection du bois, qui doivent être respectés lors de l'étude, de la planification et de l'exécution de toute mesure.

Mots-Clés: Bois de construction, Protection du bois de construction, Classe de service, revêtement, modification du bois, protection du bois, insectes xylophages, champignons xylophages, hydrofugation

1 Einleitung

Wesentliche Säule aller vorbeugenden Holzschutzmaßnahmen ist grundsätzlich das Ausschöpfen aller Möglichkeiten des konstruktiv-baulichen Holzschutzes.

Der Erfolg von Holzschutzmaßnahmen beruht wie im Teil 1 dieses Merkblattes auch hier auf vier Säulen:

- Ausschöpfung aller Möglichkeiten des konstruktiven Holzschutzes
- Genaue Kenntnis der Schadorganismen
- Systematische Planung und Organisation
- Laufende Bauwerkskontrolle und frühzeitige Reparaturmaßnahmen

Neben den normierten Holzschutzverfahren zur Vorbeugung gegen einen Befall durch holzerstörende Insekten und Pilze bestehen schon immer unregelmäßige Holzschutzverfahren, die parallel zu den geregelten Verfahren angewandt werden.

Dieses WTA-Merkblatt soll Möglichkeiten und Grenzen unregelmäßiger Sondermaßnahmen aufzeigen. Auch verzahnt es die Sonderverfahren eng mit dem baulich/konstruktiven Holzschutz welcher die erste und vorrangigste Holzschutzmaßnahme darstellt. Diese Verknüpfung erfolgt aus der Erfahrung heraus, dass der baulich konstruktive Holzschutz in der Praxis oft vernachlässigt wird.

2 Begriffsdefinitionen

- **Baulicher Holzschutz**
Der bauliche Holzschutz beinhaltet alle planerischen, organisatorischen, konstruktiven und bauphysikalischen Maßnahmen. So sind z. B. durch Gestaltung der Konstruktion und Auswahl von geeigneten Baumaterialien, erhöhte Feuchtigkeit möglichst dauerhaft vom Holz fernzuhalten. Ist dies nicht hinreichend ausführbar, muss zumindest ein schnelles Abfließen des Wassers gewährleistet und eine Abtrocknung ermöglicht werden. Dies betrifft alle Formen der Feuchtebelastung (z. B. Niederschlagswasser, Spritzwasser, Kondenswasser).
- **Chemischer Holzschutz**
Als chemischer Holzschutz wird die Behandlung des Holzes mit Holzschutzmitteln bezeichnet, die eine Schädigung durch holzerstörende Insekten oder Pilze verhindern soll. Der chemische Holzschutz ist dem baulichen Holzschutz nachgeordnet und versteht sich als ergänzende Maßnahme im Sinne eines vorbeugenden Holzschutzes
- **Maskierung**
Durch eine Maskierung wird die Holzoberfläche so weit verfremdet, dass das Holz von den holzerstörenden Insekten nicht mehr als solches erkannt und nicht zur Eiablage genutzt wird.
- **Kapselung**
Bei der Kapselung eines Bauteils wird der Zugang von Sporen und Insekten über eine allseitig angebrachte mechanische Barriere verhindert.
- **Nicht genormte Verfahren**
sind solche, die in keinem Normenwerk aufgeführt, aber in der Praxis anzutreffen sind.
- **Sonderverfahren**
Sonderverfahren sind Verfahren, die sich in der Praxis bewährt haben, aber noch keine Regelverfahren darstellen. Sie sind stets dem speziellen Einzelfall anzupassen.
- **Graue Energie**
Die graue Energie eines Produktes ist die gesamte benötigte Energie, die für dessen Herstellung, Transport, Lagerung, Verkauf und Entsorgung aufgewendet wurde.
- **Regelverfahren**
Verfahren, die sich als allgemein anerkannte Regeln der Technik bei sachgemäßer Anwendung in der Praxis bewährt haben. Sie können eingesetzt werden, ohne sie durch zusätzliche Maßnahmen dem speziellen Einzelfall anzupassen.
- **Standzeit**
Die geschätzte Zeitspanne, in der ein Bauelement für seinen beabsichtigten Zweck genutzt werden kann, bevor wesentliche Reparaturen, Modernisierungen oder ein Austausch erforderlich wird.

3 Schadeinflüsse

Die Schadeinflüsse auf Bau- und Werkhölzer können physikalischer, chemischer oder biotischer Natur sein. Sie stehen häufig in enger Wechselwirkung zueinander.

3.1 Physikalische, chemische Einflüsse

Physikalisch, chemische Einflüsse sollten bei den Überlegungen zu Art und Umfang von Holzschutzmaßnahmen nicht unterschätzt werden. Sie können die Standzeit von Hölzern auch ohne Einwirkung biotischer Schadorganismen verringern.

3.1.1 Belastungen innerhalb des Gebäudes

Nutzung und Gebrauch

Der Einfluss der Abnutzung ist bei privaten Gebäuden eher als gering einzuschätzen. Bei stark genutzten Bauten ist z. B. durch die häufigeren Pflegintervalle eine oberflächliche Schädigung des Holzes z. B. durch Reinigungsmittel oder Wischwasser möglich.

Fehlerhafte Nutzung und Gebrauch, sowie eine Umnutzung von Räumlichkeiten, stellen eine nicht zu unterschätzende Gefährdung dar.

Beispiele:

- Einlagerung organischen Materials in einem feuchten Keller (z. B. Holz, Papier, Pappe)
- Intensive Pflanzen- und Tierhaltung
- unzureichende Bauunterhaltung
- Unsachgemäßer Ausbau von Dachstühlen und Kellerräumen.
- Fehlerhafte Ausführung von Dämmmaßnahmen



Bild 1 Hausschwammbefall an Lagergut im Keller

Wasserentnahme oder Schmutzwasserentsorgung

Im Bereich von Wasserversorgung oder Schmutzwasserentsorgung besteht immer eine erhöhte Gefährdung von Holzbauteilen z. B. durch Spritzwasser, Leckstellen, Rückstau, Havarien, Kondensat an Kaltwasserleitungen. Häufig betroffen sind z. B. Bäder, Küchen, Toiletten, Waschküchen, Saunen, Schwimmbäder.

Von außen eindringendes Wasser

Am Gebäude gibt es je nach Bauart bzw. -ausführung Bereiche mit erhöhtem Risiko.

Beispiele:

- Kelleraußenwände (z. B. erhöhte Feuchte durch unzureichende Abdichtung)
- Kellerböden (z. B. aufstauendes Wasser)
- Mauerkronen (z. B. direkte Bewitterung)
- Dachrinnen, Fallrohre und Anschlüsse (z. B. Verschlüsse, Undichtheiten, Traufblechanschlüsse)
- Balkone (z. B. Kontergefälle)
- Fenstersohlbänke (z. B. zu geringes Gefälle, fehlerhafte Anschlüsse an Laibungen)
- Dachdurchdringungen und Anschlussverblechungen (z. B. undichte Lüfterrohre und Kehlbleche)

Belastungen aus bauphysikalischen Prozessen

Eine besondere Belastung für Holzbauteile ist die Kondensationsfeuchte (im Bauteilquerschnitt und Bauteiloberfläche). Diese kann an Dachstühlen, Balkenköpfen im Außenmauerwerk, inneren Vorsatzschalen etc. zu Bauschäden führen. Weiterführende Hinweise zur Planung geben z. B. DIN 68800 Teil 2, DIN 4108-3.

3.1.2 Belastungen im bewitterten Bereich

Wasser

Holzbauteile im Außenbereich sind je nach Lage (Holzgeometrie, Wetterbelastung) in unterschiedlichem Maß Feuchtigkeit ausgesetzt.

Niederschlagswasser stellt dabei die Größte Belastung von Hölzern im Außenbereich dar. Besonders horizontal liegende Holzoberflächen, Stirnhölzer und wasserfangende Holzgeometrien (z. B. Zapfenlöcher, konkave Flächen) sind hiervon betroffen. Die Gefährdung besteht weiter durch , anliegende Feuchte aus Erdreich, Laub, Pfützen, Teichen oder Ähnlichem.

Bei der Ausrichtung und Lage der Hölzer sind über eine mögliche Schlagregenbelastung (siehe Karte in DIN 4108-3) hinaus weitere Einflussfaktoren wie Wetterseite, erhöhte Windgeschwindigkeiten, Gewässernähe oder Verschattung zu berücksichtigen.

Auch Feuchteinträge wie Schnee, Eis, Hagel und Nebel führen zu einem erhöhten Feuchtegehalt der Hölzer. Insbesondere Schnee dringt auch in Bereiche (z. B. Traufkassen, Dachböden) vor, in die Niederschlagswasser nicht gelangt.

Abnutzung, Verschmutzung und Lagerung

Der Grad der Abnutzung außerhalb des Gebäudes ist grundsätzlich als erhöht einzuschätzen, da es hier durch Ablagerung von Sand, Erdreich, Laub auf horizontalen und besonders auf den begangenen Flächen zu einem erhöhten abrasiven Effekt durch Nutzung kommt.

Auch können Abnutzungen an den Holzoberflächen zu Formveränderungen führen, die wiederum eine Ansammlung von Schmutz, Laub und Erdreich begünstigen wodurch Feuchte länger im Holz verbleiben kann.

Verschmutzung von Fugen und Rissen verändern das Milieu zugunsten holzschädigender Organismen.

Zusätzlich behindern auf dem Holz aufliegende Gegenstände im Außenbereich eine zügige Abtrocknung der darunterliegenden Oberflächen.

Chemische Einflüsse

Streusalze, saurer Regen, Waschlauge, Salzwasser, Harnsäure etc. sind bei den weiteren Überlegungen zum Holzschutz zu berücksichtigen. Auch die Wahl von ungeeigneten Oberflächenbeschichtungen kann zu Holzerstörungen führen.

Licht, Sonne, Temperaturschwankungen

Umwelteinflüsse wie Infrarot- und UV-Strahlung sowie Temperatur haben regional unterschiedlich starke Auswirkungen (z. B. Vergrauung, Rissbildung, Verformung) auf Holzoberflächen. Hierdurch kann sich die Anfälligkeit für holzerstörende Insekten erhöhen. Weiterhin wird auch die Dauerhaftigkeit gegen Pilze, Algen und Flechten gemindert.

3.2 Biotische Einflüsse

3.2.1 Holzerstörende Insekten und Pilze

Die häufigsten holzerstörenden Insekten und Pilze werden im ersten Teil des Merkblattes in ihrer spezifischen Entwicklung, Ökologie und Verhaltensweisen ausführlich dargestellt. Die Kenntnis der Biologie der Schadorganismen ist für einen erfolgreichen Holzschutz unerlässlich.

3.2.2 Pionierorganismen (Holzbewohnende Pilze, Algen, Flechten)

Bei der Betrachtung der Gefahr biotischer Schädigungen des Holzes werden die Einflüsse von Bakterien, nicht holzerstörenden Pilzen, Algen und Flechten oft zu gering bewertet. Diese Organismen sind Wegbereiter für nachfolgende Holzschädlinge.

Algen und Flechten

Algen sind feuchteliebende Pflanzen, die ihre Energie aus der Photosynthese gewinnen. Deshalb finden wir sie auch an Gebäuden, wo sie meistens zu einer Vergrünung von Fassaden oder Dächern führen.

Flechten sind Lebensgemeinschaften zwischen Pilzen und Algen, die aufeinander angewiesen sind und voneinander profitieren (Symbiose).

Die von diesen Organismen verursachten Schäden sind einerseits die optische Beeinträchtigung, aber andererseits auch ihre Funktion als Wasserspeicher, die zur weiteren Durchfeuchtung von Bauteilen und folglich Ansiedlung von Insekten und Pilzen führen können. Algen bilden auch organische Säuren, die in der Lage sind, Baustoffe oder Beschichtungen anzugreifen.

Bläuepilze

Holzverfärbende Pilze benötigen für das Wachstum eine Holzfeuchte über 20 %. Diese Pilze verfärben das Holz bläulich bis schwarz, beeinträchtigen aber in der Regel nicht die Festigkeit des Holzes, wie holzerstörende Pilze. Jedoch beeinflusst Bläuebefall die Holzfeuchte. Dadurch können holzerstörende Pilze wachsen. Der Bläuepilz ist deshalb als »Türöffner« für die Holzzerstörung anzusehen.

Die Anstrichbläue führt bei Beschichtungen als Folge von Wassereinlagerungen mindestens zu einem optischen Schaden, insbesondere bei hellen transparenten Beschichtungen. Fruchtkörper des Bläuepilzes können die Beschichtung durchwachsen und zerstören. Kernholz ist in der Regel nicht gefährdet. Splintholz insbesondere von Nadelholz (z. B. Kiefer, Lärche, Douglasie, Fichte, Tanne) aber auch vom Laubholz (z. B. Light Red Meranti) sowie verschiedene modifizierte Hölzer (z. B. Accoya) sind anfällig gegen Bläue.

4 Planung und Organisation

Bei Errichtung, Umbau und Sanierung von Gebäuden ist es wesentliche Aufgabe des Planers und des ausführenden Handwerkers die zu erwartenden Belastungen und Schadeinflüsse auf die eingesetzten Bau- und Werkhölzer abzuschätzen.

Inzwischen stellen die Normen und Regelwerke sehr differenzierte und hilfreiche Einstufungsmodelle für die Belastungen und Dauerhaftigkeiten der Hölzer zur Verfügung. Die DIN 68800-2:2022-02 verlangt in der Planung und Ausschreibung eine dokumentierte und bauteilbezogene Zuordnung zu einer Gebrauchsklasse. Diese kann auch bei Umbauten sowie Sanierungsmaßnahmen in Verbindung mit Nutzungsänderungen erfolgen. Neben dieser Systematisierung muss eine sorgfältige Abwägung der Gefährdungssituation vor Ort im Einzelnen vorgenommen werden. Diese Einstufung bildet dann auch die Basis für die Auswahl der geeigneten vorbeugenden Holzschutzmaßnahmen.

4.1 Voruntersuchung

Durch die Voruntersuchung der Holzkonstruktion sollen die Erfordernisse und die Art der vorbeugenden Maßnahmen ermittelt werden. Hierbei sind bewitterte Holzbauteile, die nur partiell einer höheren Belastung (z. B. Pfetten- und Balkenköpfe) ausgesetzt sind, unter Umständen auch abschnittsweise in ihrer Belastung einzustufen. (siehe hierzu auch DIN 68800-1:2019-06, Punkt 5.1.4)

Deshalb ist in Form einer holzschutztechnischen Vorbewertung (siehe hierzu auch DIN 68800-1/5.1.3) die Frage zu klären welche eingesetzten Holzbauteile (ganz oder auch teilweise) in welche Beanspruchungsgruppe je nach Regelwerk z. B. in Gebrauchsklasse, Nutzungsklasse, Schutzklasse einzustufen sind.

Hier sollten unabhängig von einer rein schematischen Gebrauchsklasseneingliederung die einzelnen Holzbauteile je nach Einbausituation gesondert bewertet werden. Dies schließt die Überprüfung weiterer möglicher Belastungen, sowie deren Wechselwirkungen z. B. Bereiche mit erhöhtem Havarierisiko wie der Wasserversorgung oder Schmutzwasserentsorgung ein. Die Standzeit von Bauelementen ist in die Überlegungen mit einzubeziehen (z. B. Zinkbleche 40 Jahre).

Besonders bei der Sanierung oder Umnutzung von Gebäuden sollten im Einzelfall die ursprünglichen Einstufungen in die Gebrauchsklassen überprüft werden. Beispielweise bestehen in vielen Bestandsgebäuden nicht zu klärende Vorbelastungen durch holzschädigende Organismen z. B. Befallsmerkmale mit unbestimmbarer Vitalität.

4.2 Gefährdungseinschätzung

Die DIN 68800-1:2019-06, Allgemeine Anforderungen (Abs.5) und DIN 68800-2:2022-02, Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau (Abs.4) fordern jeweils im Grundsätzlichen vom Planer, dass baulichen Maßnahmen bei der Planung und Ausschreibung der Vorrang zu geben ist.

Die allgemein für die Planung und Ausschreibung von Holzschutzmaßnahmen nötigen Angaben bei Sanierungsmaßnahmen können je nach Einzelfall verschieden sein:

- Objektbeschreibung,
- Raumvolumen und Gebäudegeometrie,

- Konstruktion, tragend und nicht tragend,
- Holzquerschnitte,
- Holzauswahl (Holzart, Anteile Kernholz, Splintholz, juveniles Holz)
- angrenzende Bauteile, Raumbegrenzung,
- derzeitige und geplante Nutzung,
- Untersuchungsergebnisse,
- Zukünftiges Gefährdungspotential (Einbausituation, Gefährdungen aus dem Umfeld),
- Dokumentierte Zuordnung und Angabe der Gebrauchsklassen der Bauteile,
- Empfindlichkeit von Bauteilen und Materialien,
- Prüfung auf eine vorhandene chemische Vorbehandlung der Hölzer,
- behördliche Auflagen (z. B. Denkmalschutz, Naturschutz),
- Maßnahmen zum Schutz des Holzes in Hinsicht auf die Nutzungsdauer unter Beachtung besonderer Bedingungen und zeitlicher Abstimmung beim Bauablauf.

5 Baulicher Holzschutz

Am Bauwerk sind Holzbauteile den Wechselwirkungen aus Feuchtebelastung und natürlicher Widerstandsfähigkeit ausgesetzt. Für verbautes Holz dürfen jedoch keine Gefahren durch Holz zerstörende Pilze und Insekten entstehen. Bauliche Anlagen sind so zu errichten, dass ein Schutz gegen schädliche Einflüsse gewährleistet ist (Länderbauordnungen).

Das Ziel des konstruktiven Holzschutzes ist es, entsprechend der unten aufgeführten 3 Rangfolgen, den Grad der Belastung der natürlichen Dauerhaftigkeit der vorhandenen Holzart im Gebrauch anzupassen.

1. Wasser ist vom Holz durch konstruktive Maßnahmen fernzuhalten.
2. Ist dies nicht möglich, ist auf Holzoberflächen angefallenes Wasser schnellstmöglich abzuleiten.
3. Ist Wasser ins Holz eingedrungen, ist eine schnelle Abtrocknung zu ermöglichen.

Ursache von Schäden am Konstruktionsholz im Gebäudebestand ist oft eine übermäßige Feuchtebelastung. Konstruktive Schutzmaßnahmen sollen zur Minderung dieser Belastung und gleichzeitig zum Abstellen der Bauschadensursache führen. Die dazu nötigen baulichen Maßnahmen an der vorhandenen Baukonstruktion (siehe Tabelle 1) sind oft durch einfache Änderungen zu realisieren.

Baulicher Holzschutz im Gebäudebestand		
Maßnahmen zur Vermeidung von Holzschäden durch Feuchtebelastung		
allgemeine Feststellung	allgemeines Ziel	Maßnahmen (Beispiele)
Schadensursache ist die übermäßige Belastung im Gebrauch	Schadensursache abstellen durch Minderung der übermäßigen Belastung	<ul style="list-style-type: none"> • Ursachenbeseitigung mit Hilfe baulicher Schutzmaßnahmen
Feuchtebelastungen aus direkter Bewitterung	<ul style="list-style-type: none"> • Holz vor direktem und indirektem Niederschlagswasser schützen. • Aufgetroffenes Wasser schnell ableiten (Gefälle) • Rücktrocknungsmöglichkeit des Holzes (Sonne, Wind, s_d-Wert) fördern 	<ul style="list-style-type: none"> • Überdachung horizontaler Flächen • Tropfkantenausbildung an waagerechten Kanten • Überlauf bei Trogbildung an Dach, Loggia etc. • vorgehängte (anstatt aufliegende) Rinnen • kontrollierbare Regenwasserableitung • je nach Ausrichtung des Bauwerks eine seitliche Wetterhaut (z. B. hinterlüftete Vorhangfassade), • konstruktiv sich ausbildende 60° Regenschatten • Spitzwasserschutz bei waagrecht an die Baukonstruktion anschließenden Ebenen • Anschlussausbildung bei Dichtebenen • wirksame Entkopplung Balkonebene – Fassade • bauphysikalische Überprüfung des Wasserdampfdiffusionswiderstandes • offene Fugen gegen Staunässebildung

Tabelle 1 Baulicher Holzschutz mit Maßnahmen

Baulicher Holzschutz im Gebäudebestand		
Maßnahmen zur Vermeidung von Holzschäden durch Feuchtebelastung		
allgemeine Feststellung	allgemeines Ziel	Maßnahmen (Beispiele)
Feuchtebelastungen aus hoher rel. Luftfeuchte über 70 %	Minderung der (zu) hohen rel. Luftfeuchte auf unter 70 %	<ul style="list-style-type: none"> • geregelte Lüftung in Keller und Nassräumen • Zwangslüftung von innenliegenden Nassräumen • luftoffene Firstausbildung im (nicht ausgebauten) Dachraum und Garagen usw.
Feuchtebelastungen aus zeitweisem erhöhten Tauwasseranfall, vornehmlich in den Außenwänden	Minderung des Tauwasseranfall auf ein hinzunehmendes Maß	<ul style="list-style-type: none"> • Dämmmaßnahmen zur • Vermeidung von abrupten Wärmebrücken im Wand- oder Deckenaufbau, • thermisch wirksame Querlüftung von mehrschaligen Bauteilen • moderate kapillar durchgängig wirksame Innendämmung an Sichtfachwerk.
Feuchtebelastung aus kapillarer Feuchteleitung	Minderung der Feuchtebelastung	<ul style="list-style-type: none"> • Entkoppeln zwischen Holz und feuchten Baustoffen • Luftumspülte Bauweise
Beispiele der Anwendung		
Lokale Schadstellen mit Pilzbefall	Minderung der Holzfeuchte	<ul style="list-style-type: none"> • Abkoppelung der Konstruktionshölzer vom Mauerwerk • Holz im Mauerwerk mit luftumspülten Einbau • wärmetechnische Maßnahmen mit wirksamer Thermik an Sockelbereichen
Befall durch holzerstörende Insekten am Konstruktionsholz (z. B. Hausbock, Anobien)	Sichtkontrolle und Minderung der mittleren Holzfeuchte auf unter 11%	<ul style="list-style-type: none"> • eine Kontrollierbarkeit gewährleisten, wenn z. B. ein Lebendbefall nicht zu belegen ist oder ein geringer Befall vorliegt oder • Klimatisierung der Räume auf ca. 50 % rel. Luftfeuchte und ca. 20 °C bei Gewöhnlichen Nagekäfer.

Tabelle 1 Baulicher Holzschutz mit Maßnahmen

6 Vorbeugender Holzschutz

An erster Stelle aller nachfolgend beschriebenen Maßnahmen steht die Umsetzung des baulichen Holzschutzes wie unter Punkt 4 beschrieben.

Ist dies nicht oder nur teilweise möglich, bzw. angebracht, so muss bei Nichtanwendung der Regelverfahren eine Anwendung der nachfolgenden Sonderverfahren gewissenhaft auf ihre Eignung geprüft werden.

6.1 Maskierung (gegen holzerstörende Insekten)

Holzerstörende Insekten erkennen Holz in der Regel zuerst am Geruch, also über flüchtige Holzinhaltsstoffe. Die Art und Zusammensetzung dieser Holzinhaltsstoffe variiert mit Holzart und -alter. Zudem spielt die Beschaffenheit der Holzoberfläche (z. B. Risse, Spalten, Rauigkeit) bei der Wahl des Eiablageplatzes eine Rolle.

Die Zielsetzung von Maskierungsmaßnahmen ist, dass das Holz von den holzerstörenden Insekten nicht mehr als solches erkannt und zur Eiablage genutzt wird.

6.1.1 Maskierung durch Beschichtung

Durch eine Beschichtung des Holzes wird dessen Oberfläche insoweit verändert, dass sie für das eiablegende Insekt ungeeignet erscheint.

Eine derartige Beschichtung kann z. B. ein filmbildendes Anstrichsystem sein, das über ein Oberflächenverfahren (Streichen, Tauchen, Spritzen) aufgetragen wird oder ein Laminat (z. B. Kunstharz- oder Textilfolie), das sich über geeignete Kleber dauerhaft mit der Holzoberfläche verbindet.

Möglichkeiten

Bei Laub- und Nadelholz kann eine dauerhaft intakte Oberflächenbeschichtung den Befall durch holzerstörende Insekten verhindern.

Grenzen

Im bewitterten Bereich widersprechen die Beschichtungen den Grundsätzen des baulichen Holzschutzes. Im Streich- oder Spritzverfahren aufgetragene, handelsübliche Beschichtungen sind – ohne regelmäßige Nachpflege – fast ausnahmslos nicht in der Lage eine dauerhaft intakte Oberflächenschicht auf der Holzoberfläche zu gewährleisten. Daher kann, je nach Einbausituation, Feuchtigkeit eindringen und es infolge zu einer Aufweichung des Holzbauteiles kommen. Die Oberflächenbeschichtung wirkt dann als Diffusionsbarriere und verhindert eine schnelle Trocknung.

6.1.2 Maskierung durch Holzmodifikation

Durch geeignete Imprägniermittel, die im Holz polymerisieren oder mit dem Holz selbst reagieren, ist es möglich, tiefer liegende Holzschichten derart zu modifizieren, dass die flüchtigen Holzinhaltstoffe nicht mehr in der holztypischen Zusammensetzung abgegeben werden. In der Regel wird dieser Effekt durch geschlossene Diffusionsbarrieren im oberflächennahen Bereich des Holzes erreicht.

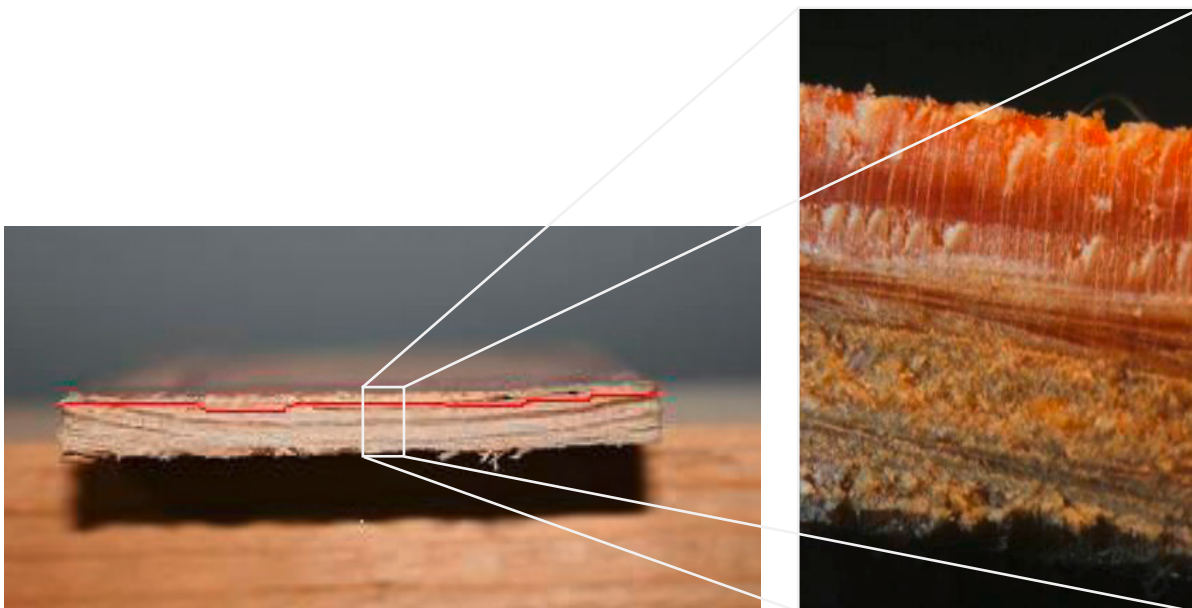


Bild 2 Probstücke ca. 0,2 mm Eindringtiefe bei Holz mit wenig Harzanteil

Geeignete Mittel, die im Holz polymerisieren oder mit dem Holz reagieren (z. B. Kunstharzsysteme auf Epoxidharzbasis), schaffen zusätzlich eine mechanische Barriere, die den Zugang von holzerstörenden Insekten und Pilzsporen verhindert.

Möglichkeiten

Bei der Behandlung von Holzoberflächen mit reaktiven oder oxidativ erhärtenden Beschichtungsmitteln findet meistens auch eine mechanische Verfestigung oberflächennaher Bereiche statt.

Grenzen

Entstehen Risse im Holz, die unter die Maskierung reichen, gilt Punkt 6.1.1 (Grenzen). Ein gesicherter Nachweis, dass Holz auf diesem Wege für holzerstörende Insekten dauerhaft unkenntlich gemacht werden kann, wurde bislang für kein Verfahren erbracht.

6.2 Kapselung

Die Kapselung eines Bauteils soll durch eine dauerhafte sporen- oder insektendichte Einhausung mit geeigneten Materialien (z. B. Laminat, Kunststoffe, Blech, Gipskarton, Lehm) auf rein mechanischem Weg erfolgen. Auch eine vollständige Verfüllung des holzumgebenden Hohlraums mit Schütt- oder Einblasmaterialien (z. B. Zellulose) kann einen vergleichbaren Effekt haben.

Möglichkeiten

Die Kapselung bietet sich als Ergänzung im Rahmen einer Bekämpfungsmaßnahme an. In der Baugeschichte wurde das Holz z. B. aus brand- und holzschutztechnischen Gründen auch mit Lehm ummantelt.

Die vollständige Verfüllung von anliegenden Hohlräumen mit geeigneten Materialien schränkt die Insektenentwicklung ein (erschwerter Partnerfindung).

Grenzen

Eine lückenhafte Kapselung des Holzes bzw. Verfüllung von Hohlräumen gewährleistet nicht die angestrebte Sicherheit. Auch müssen bei Schütt- oder Einblasmaterialien durch eine ausreichende Verdichtung des Materials Hohlräume vermieden werden.

6.3 Modifikation von Holz

Die Modifikation hat zum Ziel über thermische, chemische oder physikalische Verfahren der Zellwand oder der Holzstruktur eine Verbesserung der Dauerhaftigkeit herbeizuführen und so den Verzicht auf die Verwendung biozidhaltiger Holzschutzmittel zu ermöglichen.

Die aktuellen Verfahrensentwicklungen zur Modifikation von Hölzern stößt in Anbetracht der zunehmenden Bestrebungen einen chemischen Holzschutz zu reduzieren auf verstärktes Interesse. Mit der Gruppe der modifizierten Hölzer kann die Auswahl für den baulichen Einsatz erweitert werden.

Eine Übersicht über einige Modifizierungsverfahren ist in der folgenden Übersicht dargestellt:

Modifizierungsverfahren	Art der Modifizierung						auf dem Markt
	Füllung des Zelllumens	Füllung der Zellwand	Modifikation der Zellwandstruktur	Eliminierung von Hydroxylgruppen	Reaktion mit Hydroxylgruppen	Vernetzen von Hydroxylgruppen	
Hitzebehandlung			×	×			×
Hydrophobierung mit Öl oder Wachs	×						×
Acetylierung		×	×		×		×
Furfurylierung	×	×	×			×	×
Holzvernetzung		×	×		×	×	(x)
Melaminharz	×	×	×				(x)
Siliziumverbindungen	×	×	×		×	×	nein

Tabelle 2 Bewertung von Modifizierungsverfahren

Alle derzeitigen Modifizierungsverfahren haben zum Ziel, die Holzfeuchte dauerhaft in einem Bereich zu halten, der unterhalb der Wachstumsgrenze für holzerstörende Organismen liegt. Zur Vermeidung eines Befalls mit holzerstörenden Pilzen ist ein Holzfeuchtegehalt von <20 M-% erforderlich.. Bei holzerstörenden Insekten liegt diese Grenze unterhalb von 11 M-% (für Splintholzkäferarten noch tiefer).

6.3.1 Thermische Modifikation

Die thermische Modifikation von Holz wird durch eine in Dauer und Umgebungsbedingung definierte Hitzeeinwirkung bei Temperaturen zwischen 150 bis 240 °C auf das Holz vorgenommen.

Bei der thermischen Modifikation von Holz haben sich drei Haupttechnologien durchgesetzt:

- Erhitzung des Holzes unter Heißluft/Wasserdampf
- Erhitzung des Holzes in Inert-Gas (Stickstoff oder Kohlenstoffdioxid)
- Erhitzung des Holzes in Öl

Möglichkeiten

Das Holz gewinnt durch die Zerstörung der wasserbindenden Hydroxylgruppen an Maßhaltigkeit. Die Dauerhaftigkeit gegenüber holzerstörenden Insekten und Pilzen wird deutlich gesteigert. Art und Umfang dieser Verbesserungen sind stark abhängig von der Dauer der Hitzeeinwirkung und von der angewandten Technologie.

Grenzen

Bei der thermischen Modifikation von Holz werden wesentliche Komponenten der Zellwände zersetzt oder zerstört. In Abhängigkeit von der Dauer der Hitzeeinwirkung verliert das Holz etwa 10 bis 30 % an Festigkeit und die Bruchschlagfestigkeit wird um 30 bis 60 % reduziert. Dies schließt die Verwendung von thermisch modifiziertem Holz in entsprechenden Belastungssituationen (z. B. im Treppenbau, als tragende Terrassenbeläge, als tragende oder aussteifende Bauteile) aus.

6.3.2 Hydrophobierung durch Öle und Wachse

Die Hydrophobierung von Holz durch die Verwendung von Ölen und Wachsen hat das Ziel auf mechanischem Wege die Anlagerung von Wasser an die Hydroxylgruppen im Holz zu verzögern. Durch das Einbringen stark wasserabweisender Öle oder Wachse in das Holz wird der kapillare Zutritt von Wasser in das Holz wirksam verzögert. Gleichzeitig wird der Diffusionswiderstand des Holzes erhöht.

Möglichkeiten

Durch eine Behandlung mit geeigneten Ölen soll die Dauerhaftigkeit von Hölzern verbessert werden. Das Ausmaß der Verbesserung variiert stark mit den Eigenschaften der verwendeten Öle und der Verfahrenstechnik, mit der diese Hydrophobierungsmittel in das Holz eingebracht wurden.

Grenzen

Die Modifizierung von Holz mit nicht-trocknenden, natürlichen Ölen (z. B. Rapsöl, Sonnenblumenöl, Rizinusöl) führt bisher zu dauerhaft klebrigen Holzoberflächen und zu wenig ansprechenden Resultaten.

Im oberflächennahen Bereich können auf Öl als Nahrungsgrundlage spezialisierte Pilze den oberflächennahen Bereich besiedeln.

Bei der Volltränkung von Hölzern mit Paraffinen und Montanwachsen unterliegen diese an der Holzoberfläche einem, wenn auch verzögerten Abbau. Dies ist z. B. auf den Einfluss von Ozon und UV-Strahlung zurückzuführen.

6.3.3 Chemische Modifizierung

Ziel der meisten chemischen Modifizierungen ist die Passivierung der Hydroxylgruppen. Dies kann entweder direkt durch eine chemische Reaktion mit einem kleinen Reaktionspartner oder indirekt durch eine Vernetzung der Hydroxylgruppen untereinander erfolgen. Hierbei nehmen sowohl das Gewicht als auch das Volumen des Holzes zu, da anstelle des Wassers nun die entsprechenden Reaktionspartner in den Zellwänden eingelagert sind.

Acetylierung

Die chemische Modifizierung von Holz durch Acetylierung ist ein Beispiel für die direkte Passivierung der Hydroxylgruppen, die bei diesem Verfahren in Acetylgruppen überführt werden. Das Holz wird mit Essig-

säure-Anhydrid imprägniert und über mehrere Stunden bei ca. 120 °C verestert, anschließend werden die Reaktionsprodukte (Essigsäure) und das überschüssige Essigsäure-Anhydrid über die Verwendung eines Endvakuums mit nachgeschalteten Destillationsverfahren aus dem Holz entfernt. Nach Abschluss der Modifizierung ist das Holz, je nach gewünschter Qualität, etwa 10 bis 20 % schwerer und liegt in vollständig »gequollenem« Zustand vor. Das Zelllumen der Holzfasern wird bei der Acetylierung nicht ausgefüllt.

Möglichkeiten

Acetyliertes Holz wird erfolgreich im Fensterbau und für hochwertige Außentüren verwendet; in ersten Feldversuchen wird seine Eignung für den Wasserbau und für Holzbrücken geprüft.

Das Quell-/Schwindverhalten ist um 70–80 % reduziert und die Dauerhaftigkeit gegenüber holzerstörenden Pilzen und Moderfäule deutlich verbessert. Auch die mechanischen Eigenschaften werden in weiten Bereichen verbessert oder bleiben zumindest unverändert.

Grenzen

Acetyliertes Holz ist nicht in der Lage, das Wachstum von Moderfäulepilzen auf Dauer zu unterdrücken. Die modifizierten Hölzer sind im direkten Erdkontakt oder vergleichbaren Einbausituationen nur begrenzt verwendbar. Bei der Acetylierung stellt das Entfernen der im Holz verbliebenen Essigsäure bei höheren Acetylierungsgraden ein technisches Problem dar (Korrosion, Geruch).

Furfurylierung

Die chemische Modifizierung von Holz durch Furfurylierung ist ein Beispiel für die Passivierung der Hydroxylgruppen durch Vernetzung über Furfurylalkohol als Bindeglied. Das Holz wird mit Furfurylalkohol imprägniert und über 6 bis 8 Stunden bei 80 bis 120 °C ausgehärtet, anschließend wird das behandelte Holz getrocknet. Das Zelllumen der Holzfasern wird bei der Furfurylierung ganz oder teilweise ausgefüllt. Nach Abschluss der Modifizierung ist das Holz, je nach gewünschter Qualität, etwa 40 bis 100 % schwerer und liegt in vollständig »gequollenem« Zustand vor.

Möglichkeiten

Furfuryliertes Holz wird erfolgreich im Fassadenbau, für Terrassen- und Kaieläge und für den Yachtbau verwendet.

Das Quell-/Schwindverhalten ist um 30–80 % reduziert und die Dauerhaftigkeit gegenüber holzerstörenden Pilzen und Moderfäule verbessert.

Ein gewisser Schutz gegenüber holzerstörenden Insekten ergibt sich nach Herstellerangaben aus der Verfestigung des Holzes.

Grenzen

Furfurylierte Hölzer sind nicht in der Lage, das Wachstum von Moderfäulepilzen auf Dauer zu unterdrücken und im direkten Erdkontakt oder vergleichbaren Einbausituationen nur begrenzt verwendbar. Bei der Furfurylierung limitieren die Gewichtszunahme und die Abnahme der Bruchfestigkeit die Verwendung.

Die Reduktion der Bruchschlagfestigkeit um 20 bis 40 % macht die Verwendung furfurylierter Hölzer im konstruktiven Bereich eher unwahrscheinlich; die anderen mechanischen Eigenschaften werden entweder leicht verbessert oder bleiben zumindest unverändert.

6.3.4 Modifikation durch Vernetzung

Aufgrund der vernetzenden Wirkung wird diese Art der Modifikation Holzvernetzung genannt. Dies ist eine Modifizierung von Holz über reaktive N-Methylol-Harze. Hierfür finden verschiedene N-Methylol-Verbindungen Verwendung, die ihren Ursprung in der Textilindustrie haben. Für die Vernetzung von Holz wird derzeit DMDHEU (Dimethyloldihydroxyethylenurea) eingesetzt, ein Kunstharz, das schon seit langem bei der Veredelung von Baumwollfasern verwendet wird.

Dabei werden die Zellulosefasern miteinander zu einem dreidimensionalen Netzwerk verbunden, und das Holz ohne zwischengeschalteten Trocknungsprozess im gequollenen Zustand fixiert; während der sich nun anschließenden Trocknung kann es nur noch eingeschränkt schrumpfen.

Möglichkeiten

Angewandt wird dieses Verfahren z. B. für die nicht dauerhafte Buche, die nach der Behandlung von Dauerhaftigkeitsklasse 5 in Dauerhaftigkeitsklasse 1 bis 2 rückt und somit auch im Außenbereich verwendet wer-

den kann. Diese Methode wird bereits in Verwendungsbereichen mit stark wechselnder Feuchte, z. B. bei der Herstellung von Sitzmöbeln aus Buchenformholz für den Außenbereich angewendet.

Gegenüber unbehandelter Buche wird die Brinellhärte bei vernetztem Holz um das 2- bis 3-fache erhöht. Vernetzte Buche wird durch die Behandlung doppelt so hart wie Eiche. Hierdurch ist vernetztes Holz gut für Parkett geeignet und kann eine bessere Härte und Dimensionsstabilität als Laminat erzielen.

Ein Schutz gegenüber holzerstörenden Insekten ergibt sich aus der Verfestigung des Holzes. Die Tiere benötigen zum Zerkleinern der Holzsubstanz mehr Energie, als sie über die Verdauung daraus gewinnen können. Die Energiebilanz zwischen Nahrungserwerb und Nährwert der Nahrung wird negativ und die Tiere verhungern.

Bedingt durch die stark reduzierte Wasseraufnahme erfolgt ein Befall durch holzerstörende Pilze stark verzögert und deren Wachstumsbedingungen sind generell deutlich verschlechtert.

Grenzen

Aufgrund der erhöhten Härte lässt die Elastizität des Holzes nach, da durch die Vernetzung der Fasern die Bewegungsmöglichkeiten der einzelnen Faser eingeschränkt werden. Das Holz ist spröder (Verletzungsfahr durch Splitter) und die Bruchschlagfestigkeit deutlich reduziert. Die Verwendung vernetzend modifizierter Hölzer im konstruktiven Bereich ist deshalb zum jetzigen Zeitpunkt eher unwahrscheinlich.

Bei Holz im Erd- und Wasserkontakt findet eine langsame Auffeuchtung des modifizierten Holzes und ein Befall durch Moderfäule-Pilze statt.

6.3.5 Modifikation mit Kunstharzen

Zur Modifizierung der Hölzer werden methanol-veretherte Melamin-Formaldehyd-Harze (MMF-Harze) verwendet, die durch die Umsetzung von Melamin mit Formaldehyd und Methanol hergestellt werden.

Für die Holzbehandlung verwendet man in Wasser emulgierte, einkomponentige MMF-Vorkondensate, die im Vakuum-Druck-Verfahren eingebracht werden. Hierbei ist die Qualität der Holzmodifikation in hohem Maße abhängig von der Qualität und Molekülgröße der MMF-Vorkondensate; sie bestimmt die Eindringtiefe ins Holz und in die Zellwände. Nach der Imprägnierung wird das Holz zunächst getrocknet, anschließend werden die Vorkondensate mit Hilfe der im Holz vorhandenen, katalytisch wirkenden, organischen Säuren bei Temperaturen zwischen 90 und 140 °C ausgehärtet. Dabei reagiert das Harz nur mit Teilen der Hydroxylgruppen im Holz, bei den verbleibenden Hydroxylgruppen wird die Wasseranlagerung lediglich mechanisch blockiert. Ab einer Einbringmenge von ca. 10 % methanol-veretherten Melaminharzen im Holz findet eine ausreichende Blockierung der Hydroxyl-Gruppen statt.

Möglichkeiten

Durch die Melaminharzvergütung wird das Holz deutlich härter (bis zu 150 %) und abriebfester. Besonders ausgeprägt ist die Verbesserung dieser mechanischen Eigenschaften bei Kiefern- und Buchenholz. Weiterhin wird die Vergrauung und Verwitterung der Holzoberfläche mit zunehmendem MMF-Gehalt deutlich verzögert (Einbringmengen-abhängiger UV-Schutz).

Ein Schutz gegenüber holzerstörenden Insekten ergibt sich aus der Verfestigung des Holzes. Die Tiere benötigen zum Zerkleinern der Holzsubstanz mehr Energie, als sie über die Verdauung daraus gewinnen können. Die Energiebilanz zwischen Nahrungserwerb und Nährwert der Nahrung wird negativ und die Tiere verhungern.

Bedingt durch die stark reduzierte Wasseraufnahme erfolgt ein Befall durch holzerstörende Pilze stark verzögert und deren Wachstumsbedingungen sind generell deutlich verschlechtert.

Grenzen

Bei einer Holzmodifikation mit MMF-Harzen kann der E-Modul um bis zu 16 % erhöht werden, gleichzeitig verringert sich die Bruchschlagfestigkeit um bis zu 37 %. Dadurch ist die Verwendung derart modifizierter Hölzer im konstruktiven Bereich eher unwahrscheinlich.

Der erhöhten Dauerhaftigkeit und verbesserten UV-Beständigkeit steht bei der Verwendung MMF-Harz-modifizierter Hölzer im Außenbereich das bislang ungelöste Problem der stark erhöhten Rissbildung gegenüber.

Bei Holz im Erd- und Wasserkontakt findet eine langsame Auffeuchtung des modifizierten Holzes und ein Befall durch Moderfäule-Pilze statt.

6.3.6 Modifikation durch Siliziumverbindungen

In Versuchen wurden Holzproben mit Silizium- und Titanalkoholat-Lösungen auf Ethanol- oder Isopropanol-Basis im Vakuum durchtränkt. Die Alkoholate wurden hydrolysiert, wobei heterogene Stoffgemische entstehen, sogenannte Suspensionen, die Nanopartikel enthalten. Zur Anwendung kommt dabei der so genannte Sol-Gel-Prozess. Ein »Sol« ist eine Suspension von sehr kleinen festen Teilchen (mit einer Größe von einigen Nanometern) in einem flüssigen Medium. Der Sol-Gel-Prozess ist eine Synthesemethode, bei der durch Hydrolyse und Kondensationsreaktion zunächst ein Sol und dann durch Vernetzung der Solpartikel ein festes Gel gebildet wird.

Möglichkeiten

Ein imprägnierender kaum sichtbarer Schutz gegen Pilze verbunden mit einer stark verringerten Feuchteaufnahme des Holzes wurde nachgewiesen. Ein erhöhter Brandschutz wurde gleichfalls festgestellt.

Grenzen

Das Verfahren befindet sich in der Erprobungsphase. Das Holz wird härter und schwerer. Eine Marktreife ist noch nicht erreicht.

6.4 Holzauswahl nach Sonderkriterien

Für die Auswahl von Konstruktionshölzern haben Normen und Regelwerke sehr differenzierte und hilfreiche Einstufungsmodelle für die Belastungen und Dauerhaftigkeiten der Hölzer gefunden. In der baulichen Praxis finden jedoch auch diverse andere Auswahlkriterien immer wieder Beachtung.

6.4.1 Mondphasenholz

Unter »Mondphasenholz« wird Holz verstanden, das bei einer bestimmten, als »günstig« angesehenen Mondphase geerntet wird und dadurch eine Reihe außergewöhnlicher Holzeigenschaften besitzen soll.

Die durch Beachtung des richtigen Zeitpunktes für den Holzeinschlag angeblich zu erreichenden Effekte auf die Holzeigenschaften sind äußerst vielfältig. Dem Mondphasenholz werden neben vielen Eigenschaften wie »Nichtbrennbarkeit«, »Formstabilität« auch eine grundsätzliche Resistenz gegen Holzschädlinge nachgesagt.

In diversen wissenschaftlichen Untersuchungen konnten keine der oben genannten Eigenschaften belegt werden.¹

6.4.2 Winterholz

Im Winter steht der Baum nicht »im Saft«; das hat Auswirkungen im Zuwachsbereich, dem Splintholz. Hier sind Nährstoffe für den Frühjahrstrieb eingelagert, die zu einem erhöhten Nährwert des Splintholzes für Insekten und Pilze führen. Davon nicht betroffen ist das Kernholz. Es weist Winters wie Sommers keine nennenswerten Unterschiede der physikalisch-chemischen Eigenschaften auf. Nur das Kernholz bestimmt die Dauerhaftigkeit einer Holzart gegen holzerstörende Organismen. Nur dies ist beim vorbeugenden Holzschutz von Bedeutung. Das Splintholz wird bei allen Holzarten als nicht dauerhaft (Dauerhaftigkeitsklasse 5) eingestuft. Insoweit ist es unbedeutend, ob Splintholz im Sommer oder Winter geerntet wurde.

Grundsätzlich hat die Holzernte im Winter nach wie vor organisatorische Vorteile. Der gefrorene Boden erleichtert das bodenschonende Rücken und den Transport. Die niedrigen Temperaturen reduzieren während der Trocknungsphase die Rissbildung und erhöhen die Holzqualität. Die Umgebungsbedingungen zum Fällzeitpunkt sind umweltfreundlich, da im Tier- und Pflanzenreich Winterruhe herrscht.

6.4.3 Altholz

Grundsätzlich wird Altholz entsprechend der Altholzverordnung in die Altholzkategorie A4 eingeordnet. Wenn der Entledigungswille im Vordergrund steht, greifen obige Verordnungen.

¹ Triebel, J. 1998: Mondphasenabhängiger Holzeinschlag – Literaturbetrachtung und Untersuchungen ausgewählter Eigenschaften des Holzes von Fichten. Diplomarbeit, Professur Forstnutzung, Fachrichtung Forstwissenschaften Tharandt, TU Dresden
Hirmke, M. 1999: Einfluß des Schlägerungszeitpunktes auf die natürliche Dauerhaftigkeit von Fichte (*Picea abies* [L.] Karst.). Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien
Teischinger, J.; Fellner, A. 2000: Alte Regeln neu interpretiert – Praxisversuche mit termingeschlägertem Holz. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 151: 425–431

Soll Altholz aus Abbruch, Rückbau oder Ausbau als Bauholz im ökologisch angestrebten Sinn eines Erhalts der »Grauen Energie« wieder verwendet werden, so sind folgende Punkte zu beachten:

- Chemisch geschützte Hölzer sind auf ihre Schadstoffbelastung hin zu überprüfen; insbesondere wenn das Holz abrasiv bearbeitet bzw. in den Innenbereich verbracht werden soll. An typischen Schadstoffen können alte Holzschutzmittel, wie Teeröle, Lindan, PCP, DDT etc, aber auch Altöl und bleihaltige Beschichtungen vorhanden sein. Die hierfür zutreffenden Rechtsgrundlagen (z. B. Zulassungsgrundsätze des DIBt, PCP-Richtlinie) verbieten eine Verwendung im Innenbereich.
- Mit Teeröl behandelte Hölzer unterliegen der Gefahrstoff- bzw. Chemikalienverbotsverordnung, nationales Recht der Regelung der Europäischen Kommission zu Kreosot (Teeröl).
- Altholz, das polychlorierte Biphenyle enthält unterliegt der PCB/PCT-Abfallverordnung.
- Mit Teeröl behandelte Althölzer unterliegen seit dem 1.4.1992 einem generellen Handelsverbot an private Kunden. Diese dürfen nicht in Innenräumen eingebaut werden. Teerölhaltiges Holz darf nur für den ursprünglichen Herstellungszweck wieder verwendet werden (z. B. Bahnschwellen nur als Bahnschwellen).
- Bei der Wiederverwendung von Altholz sollte die Herkunftsquelle dokumentiert werden.
- Neben dem optischen Zustand ist auf einen möglichen Schädlingsbefall (Insekten, Pilze) zu prüfen und ggf. eine Bekämpfung durchzuführen.
- Die Hölzer sind auf die notwendige Tragfähigkeit zu überprüfen.

7 Literaturangaben

- | | | |
|-----|------------------------------|---|
| [1] | Grosser, D. | Pflanzliche und tierische Bau- und Werkholz-Schädlinge. DRW-Verlag, Leinfelden-Echterdingen, 159 S, 1985 |
| [2] | Huckfeldt, T; Schmidt O. | Hausfäule und Bauholzpilze; Diagnose und Sanierung; Hamburg 2015 |
| [3] | Müller, J. | Holzschutz im Hochbau : Grundlagen – Holzschädlinge – Vorbeugung – Bekämpfung. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 363 S., 2005 |
| [4] | Niemz, P. | Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe. DRW-Verlag Weinbrenner GmbH & Co., Leinfelden-Echterdingen, 1993 |
| [5] | Triebel, J. | Mondphasenabhängiger Holzeinschlag – Literaturbetrachtung und Untersuchungen ausgewählter Eigenschaften des Holzes von Fichten. Diplomarbeit, Professur Forstnutzung, Fachrichtung Forstwissenschaften Tharandt, TU Dresden, 1998 |
| [6] | Teischinger, J.; Fellner, A. | Alte Regeln neu interpretiert – Praxisversuche mit termingeschlägertem Holz. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 151: 425–431, 2000 |
| [7] | DIN 68800 | Holzschutz; Beuth Verlag GmbH, Berlin |
| | DIN 68800-1:2019-06 | Holzschutz – Teil 1: Allgemeines |
| | DIN 68800-2:2022-02 | Holzschutz – Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau |
| | DIN 68800-3:2020-03 | Holzschutz – Teil 3: Vorbeugender Schutz von Holz mit Holzschutzmitteln |
| | DIN 68800-4:2020-12 | Holzschutz – Teil 4: Bekämpfungsmaßnahmen gegen Holz zerstörende Pilze und Insekten und Sanierungsmaßnahmen |
| [8] | Kommentar: 2022-04 | Praxiskommentar zu DIN 68800 »Holzschutz« Teile 1 bis 4; Beuth Verlag GmbH, Berlin |

8 Bildnachweis

Bild 1 E. Flohr

Bild 3 P. Newcombe

Tabelle 1 und 2 nach H. J. Rüpke