

FACHHOCHSCHULE
HILDESHEIM/HOLZMINDEN/GÖTTINGEN

Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst
Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Leimer

Baukonstruktion und Bauphysik im Fachbereich Bau- und Holzingenieurwesen

**Vorlesungsskripte zur Bauphysik
der
Fachhochschule Hildesheim**

Holzschutz

1	Bedeutung des Holzschutzes	3
2	Schädlinge	3
2.1	Insekten	3
2.1.1	Bedingungen für Wachstum.....	3
2.1.2	Entwicklungsstadien.....	4
2.1.3	Frischholz – Insekten	4
2.1.4	Trockenholz-Insekten.....	4
2.2	Pilze	5
2.2.1	Bedingungen für Wachstum.....	5
2.2.2	Entwicklungsstadien.....	6
2.2.3	Einteilung der Pilze nach dem Zerstörungsbild	6
3	Chemischer Holzschutz	8
3.1	Anforderungen nach DIN 68 800 Teil 3 (1990)	8
3.1.1	Allgemeines.....	8
3.1.2	Anforderungen	8
3.1.3	Zuordnung zu den Gefährdungsklassen	9
3.2	Holzschutzmittel.....	10
3.2.1	Allgemeines.....	10
3.2.2	Prüfprädikate.....	10
3.2.3	Holzschutzmittelarten	10
3.2.4	Ölige Mittel	11
3.2.5	Wassergelöste Mittel.....	11
3.2.6	Einflüsse aus Holzschutzmitteln.....	11
3.3	Einbringmengen und Einbringverfahren	12
3.3.1	Erforderliche Einbringmengen.....	12
3.3.2	Einbringverfahren.....	12
3.3.3	Vorbehandlung schwer tränkbarer Hölzer	12
4	Formänderungen	13
5	Baulicher Holzschutz	13
6	Holzwerkstoffe	14
7	Literatur	14

1 Bedeutung des Holzschutzes

Bei Nichtbeachtung des baulichen und chemischen Holzschutzes sind Bauschäden an Holzkonstruktionen möglich durch

- Pilze
 - Insekten
- sowie durch
- unzulässige Formänderungen der Holzteile.

Solche Schäden machen bei Holzbauteilen den weitaus größten Anteil aus und erreichen volkswirtschaftliche Größenordnungen. Sie sind möglich bei Neubauten, wie aber auch nach (falschen) Renovierungs- und Sanierungsmaßnahmen.

Als weiteres Problem hat sich in den letzten Jahren die Gefahr der Umweltbelastung und gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch allzu sorglosen Umgang mit Holzschutzmitteln erwiesen; der chemische Holzschutz ist ins Gerede gekommen. Es ist daher dringend geboten, durch Ausschöpfung baulicher Maßnahmen für eine weitgehende Reduzierung bis zu einer teilweisen Eliminierung chemischer Mittel zu sorgen.

Der bauliche Holzschutz (vgl. Abschnitt 5) wird in DIN 68 800 Teil 2, der vorbeugende chemische Holzschutz (vgl. Abschnitt 3) in DIN 68 800 Teil 3 geregelt.

2 Schädlinge

2.1 Insekten

2.1.1 Bedingungen für Wachstum

Wichtigste Voraussetzungen für einen Befall und eine Beeinträchtigung des Holzes durch Insekten:

- a) Holzart
- b) Holzfeuchte u
- c) Temperatur θ
- d) Sauerstoff

Zu a):

- jeweils Spezialisierung der Insekten auf eine Holzart bzw. wenige Holzarten
- Anfälligkeit des Holzes abhängig von speziellen Extraktstoffen / Kernstoffen (toxisch für Pilze und Insekten); Anteil dieser Stoffe bei Hölzern gemäßiger Klimate ca. 1% bis 3%, bei tropischen Hölzern i.M. ca. 10% (...30%);
allgemeiner Aufbau von Hölzern gemäßiger Klimate: Zellulose (Gerüst) 40%...50%; Holzpolyosen (Begleiter der Z., Gemisch verschiedener Einfachzucker, bilden mit Z. Gerüstsubstanz + Reservestoff + Kittsubstanz) 15%...35%; Lignin (Kittsubstanz) 20%...35%; Extraktstoffe 1%...3%
- höherer Anteil von Eiweiß und Stärke (Extraktstoffe) im Splintholz, deshalb wird Splintholz von den meisten Larven bevorzugt

Zu b):

- Holzfeuchte u wichtigste Voraussetzung für Entwicklung der Insekten
Frischholzinsekten u > 20%
Trockenholzinsekten u > 10%

Zu c):

- Wachstum nur innerhalb gewisser Temperaturspanne möglich, außerhalb dieses Bereiches kein Wachstum bis zum Hitze- oder Kältetod
- $\theta \geq 56^\circ\text{C}$ für 1 h: Tod der Larven (Anwendung bei der Bekämpfung mit Heißluftverfahren)

2.1.2 Entwicklungsstadien

Man unterscheidet 4 Stadien: Ei, Larve, Puppe, Vollinsekt.

Eigentlicher Holzzerstörer ist i.d.R. die Larve, Entwicklungsdauer ca. 2 bis 10 Jahre (Ausnahme: Splintholzkäfer, ca. 5 bis 18 Monate), verpuppt sich in der Nähe der Holzoberfläche. Ferner sind beim Durchnagen der Oberflächenschicht durch fertige Käfer beträchtliche Schäden möglich (z.B. Zerstörung von Dachbahnen durch schlüpfende Frischholzinsekten).

2.1.3 Frischholz – Insekten

- Befall im Wald (kränkelnde Bäume) oder von frischem Holz in Sägewerken oder Holzlagern.
- Entwicklung wird im eingebauten Holz abgeschlossen, sofern das Holz zwischenzeitlich nicht künstlich getrocknet wird.
- Erneuter Befall des eingebauten Holzes findet nicht statt; deshalb wird die Tragfähigkeit des Holzes i.d.R. nicht beeinflusst.
- Jedoch Sekundärschäden möglich (Kunststoffbeläge, Dachabdichtungen können beim Schlupf durchnagt werden).
- Beispiele: Borkenkäfer, Holzwespe

2.1.4 Trockenholz-Insekten

Der Hausbock (*Hylotrupes bajulus*)

- mit Abstand das gefährlichste Insekt in Gebäuden
- Ablage von 150...300 Eiern in Rissen und Spalten (Juni bis August)
- Vorliebe: eiweißreiches Splintholz (Eiweiß + Zellulose); Holz wird nach ca. 100 Jahren nur noch ausnahmsweise vom Hausbock befallen werden, da Eiweiß abgebaut
- optimale Bedingungen: $\theta \approx 28^\circ\text{C} \dots 30^\circ\text{C}$, u $\approx 28\% \dots 34\%$, bevorzugt Dachkonstruktionen
- ausgewachsene Larven l ≈ 30 mm
- Ausfluglöcher oval, Durchmesser (längs) ca. 6...10 mm.

Der Gewöhnlicher Nagekäfer (*Anobium punctatum*)

- nach Hausbock gefährlichstes Insekt
- Ablage von ca. 20...40 Eiern
- Hauptnahrung Zellulose, weniger Eiweiß
- Spätholzschichten bleiben überwiegend unversehrt
- optimale Bedingungen: $\theta \approx 22^\circ\text{C} \dots 24^\circ\text{C}$, u $\approx 28\% \dots 30\%$

- ausgewachsene Larve $l \approx 6 \text{ mm}$
- runde Ausflughöcher, Durchmesser 1...2 mm

2.2 Pilze

2.2.1 Bedingungen für Wachstum

Analog Insekten (vgl. Abschnitt 2.1.1): a) Holzart, b) u, c) θ , d) O_2 .

Zu a):

- Splintholz bei allen Hölzern wenig oder gar nicht resistent
- Kernholz wird hinsichtlich Resistenz nach DIN EN 350-2 in 5 Klassen unterteilt (vgl. Tabelle 2-1) (infolge Kernstoffe, siehe Abschnitt 2.1.1 a)

Resistenz- klasse	Resistenz des ungeschützten Kernholzes	Beispiele für Zuordnung ¹⁾
1	sehr resistent	Teak (0,69) Afzelia (0,79) Azobé (Bongossi) (1,06) Greenheart (1,0)
1 bis 2	sehr resistent bis resistent	Makoré (0,66)
2	resistent	Eiche (0,69) Mahagoni (0,59)
2 bis 3	resistent bis mäßig resistent	
3	mäßig resistent	Oregon Pine (0,51)
3 bis 4	mäßig resistent bis wenig resistent	Douglasie (0,51) Kiefer (0,52) Lärche (0,59)
4	wenig resistent	Fichte (0,47) Tanne (0,45)
5	nicht resistent	Birke (0,65) Buche (0,72)

Tabelle 2-1 Resistenzklassen des Holzes nach DIN EN 350-2 nach dem Grad der Resistenz des ungeschützten Kernholzes gegen Befall durch holzerstörende Pilze; das Splintholz aller Holzarten ist den Klassen 4 und 5 zuzuordnen; 1) In Klammern mittlere Rohdichte (r_{15})

Zu b):

- $u > 30\%$ (ausgenommen Echter Hausschwamm, dieser wächst auch bei $u < 30\%$), Optimum je nach Pilzart unterschiedlich (ca. $u = 30\% \dots 60\%$)
- $u < 30\%$: Wachstum wird eingestellt (ausgenommen Echter Hausschwamm), freies Wasser wird benötigt; Winterfällung besser als Sommerfällung: kleineres u, andere Zuckerverteilung über Querschnitt; trotzdem Holz aber kaum resistenter als nach Sommerfällung

Zu c):

- Grenzwerte ca. $\theta = 3^{\circ}\text{C} \dots 38^{\circ}\text{C}$, Optimum bei ca. $\theta = 20^{\circ}\text{C} \dots 35^{\circ}\text{C}$; jenseits dieser Grenzwerte Kälte- oder Hitzestarre, Hitzetod oberhalb $\theta = 50^{\circ}\text{C} \dots 75^{\circ}\text{C}$ (bei genügend langer Einwirkungsdauer)

Zu d):

- Die meisten holzerstörenden Pilze sind aerobe (luftliebende) Organismen, d.h. sie benötigen Sauerstoff zu ihrer Atmung; unterschiedlicher Bedarf, besonders gering bei Moderfäuleerregern (erforderlicher Luftanteil im Porenraum 10%...20%)
→ saffrisches und wassergesättigtes Holz (z.B. im Süßwasser stehend) vor Pilzbefall geschützt
→ gut: Wasserlagerung oder Beregnung von Stämmen im Wald oder am Lager.

2.2.2 Entwicklungsstadien

- Spore (Dauerzelle, praktisch überall vorhanden) kommt auf Nährboden (Substrat)
- keimt unter günstigen Bedingungen aus → Keimhyph
- durch Verzweigung und Verschmelzung der Hyphen → Pilzgeflecht (Mycel, teilweise → Stränge)
 - a) Substratmycel: wächst im Innern des Substrats, lediglich Fruchtkörperbildung auf der Oberfläche, typische Vertreter: Blättlinge
 - b) Oberflächenmycel: wächst auf der Oberfläche, Substratmycel zusätzlich vorhanden; Holz wird von der Oberfläche her zerstört, typische Vertreter: die meisten Hausfäulen (bei einigen Arten, z.B. Blättlingen, bevorzugtes Wachstum im Inneren der Holzteile)
- nach Erreichen der Fruchtreife: Fruchtkörper
- Sporen

2.2.3 Einteilung der Pilze nach dem Zerstörungsbild

- Holzverfärbende: Bläuepilze, Schimmelpilze
- Holzerstörende: Braunfäule (Destruktionsfäule), Weißfäule (Korrosionsfäule), Moderfäule.

Holzverfärbende Pilze:

Ernähren sich von Zellinhaltsstoffen, nicht von Zellwand → keine Festigkeitseinbuße.

- a) Bläuepilze: Optische Verfärbungen, unschön. Aber auch Anstrichschäden (vor allem im Fensterbau). Insbesondere Kiefern-Splintholz betroffen. Durch Perforation der Zellwände wird die Wegsamkeit des Holzes für Flüssigkeiten stark erhöht.
- b) Schimmelpilze: Besiedeln nur Oberfläche (Zellinhaltsstoffe der angeschnittenen Zellen). Evtl. Vorboten eines holzerstörenden Pilzes. Gesundheitsschäden möglich (Mykose: Pilzkrankheit, z.B. Aspergillose, aber nur, wenn Widerstandskraft des Menschen gering, z.B. ältere Leute; Befall der Atemorgane, z.B. ähnlich Lungenentzündung).

Holzerstörende Pilze

a) Braunfäule

- bauen im wesentlichen in der Zellwand enthaltene Zellulose ab, Lignin bleibt praktisch unversehrt → Braunverfärbung
- durch Zelluloseverlust treten Spannungen auf, bei einer anschließenden Trocknung des Holzes würfelförmige Risse, auch quer zur Holzfasern

- Echter Hausschwamm, Weißer Porenschwamm, Kellerschwamm (Hausfäulen), Blättlinge (diese 4 Arten sind die gefährlichsten Zerstörer des verbauten Holzes)
- überwiegender Befall von Nadelhölzern

b) Weißfäule

- Zellulose + Lignin werden abgebaut, entweder gleichzeitig oder nacheinander
- Holz behält aber zusammenhängende Form, wird jedoch heller und leichter, wirkt "schwammig"
- vorwiegend bei Laubhölzern
- benötigt hohes u
- hat für das Bauwesen im Bereich der Zerstörung von Fachwerkstrukturen Bedeutung

c) Moderfäule

- nur bei sehr feuchtem Holz und stark wechselnder Holzfeuchte (Kühltürme, Schwellen, Masten), Übergangsbereich Erdreich - Luft (braucht wenig O_2)
- Holz wird immer von der Oberfläche her befallen
- unter der vermorschten Oberfläche noch lange gesundes Holz vorhanden
- äußere Merkmale ähnlich Braunfäule

Erläuterungen zu den wichtigsten Vertretern der Braunfäule:

Temperatur- und Holzfeuchte - Optima für Wachstum

	t_{opt}	u_{opt}
Echter Hausschwamm	18...22°C	30...40%
Brauner Kellerschwamm	22...24°C	50...60%
Weißer Porenschwamm	$\approx 27^\circ\text{C}$	$\approx 40\%$
Blättlinge	30...35°C	50...60%

Echter Hausschwamm (*Serpula lacrimans*)

- gefährlichster Schädling
- überwiegend im Altbau, Befall von Neubauten seltener
- befällt auch weit entferntes, trockenes ($u > 25\%$) Holz, wächst durch Mauerwerk hindurch, greift es aber nicht an, $\theta = 3^\circ\text{C} \dots 26^\circ\text{C}$

Brauner Kellerschwamm (*Coniophora puteana*)

- vor allem in Neubauten
- bei Austrocknung des Holzes stirbt er ab

Weißer Porenschwamm (*Poria vaillantii*)

- eisblumenartiges Aussehen

Blättlinge (*Gloeophyllum* sp)

- gefährlichster Zerstörer des im Freien verbauten Holzes
- Pilzschäden an Fenstern ausschließlich von Blättlingen
- gefährlich, weil kein Oberflächenmycel \rightarrow i.d.R. zu spät bemerkt (oft nur noch papierdünne Oberflächenschicht)

3 Chemischer Holzschutz

Alle nachstehenden Angaben beziehen sich auf Nadelholz.

3.1 Anforderungen nach DIN 68 800 Teil 3 (1990)

3.1.1 Allgemeines

Durch Holzschutzmaßnahmen ist dafür zu sorgen, daß eingebautes Holz, sofern es der Standsicherheit dient oder andere wichtige bautechnische Funktionen hat (z.B. Wärme-, Feuchte-, Schall-, Brandschutz), durch Holzschädlinge nicht unzulässig beeinträchtigt wird. Zunächst ist jedoch durch bauliche Maßnahmen so weit wie irgend möglich zu verhindern, daß die Holzschädlinge ausreichende Lebensbedingungen vorfinden (vor allem bezüglich Holzfeuchte). Zusätzliche chemische Schutzmaßnahmen sind dagegen erst dann erforderlich, wenn die baulichen Maßnahmen das Wachstum der Holzschädlinge nicht verhindern können.

3.1.2 Anforderungen

In DIN 68 800 Teil 3 sind in Abhängigkeit von der möglichen Beanspruchung des Holzes durch Holzschädlinge 5 Gefährdungsklassen (GK0 bis GK4) definiert. Zuordnung (vgl.

Tabelle 3-1):

Gefährdungsklasse 0:

- $u \leq 20\%$, daher keine Gefährdung durch Pilze,
- keine Bauschäden durch Insekten, da
 1. $u \leq 10\%$ (praktisch nicht zu erfüllen) oder
 2. Holzteile allseitig vollflächig abgedeckt oder
 3. Holzteile kontrollierbar (3seitig offen angeordnet)

Gefährdungsklasse 1:

- $u \leq 20\%$, daher keine Gefährdung durch Pilze
- Bauschäden durch Insekten ohne chemischen Holzschutz möglich, da keine der Bedingungen 1. bis 3. unter GK0 erfüllt (gilt auch für GK2 bis GK4)

Gefährdungsklasse 2:

- $u > 20\%$, Gefährdung durch Pilze
- keine Auswaschbeanspruchung durch Niederschläge oder dgl.

Gefährdungsklasse 3:

- $u > 20\%$
- Auswaschbeanspruchung durch Niederschläge oder dgl.
- kein ständiger Erd- oder Wasserkontakt, d.h. keine Gefährdung durch Moderfäule

Gefährdungsklasse 4:

- $u > 20\%$
- ständiger Erd- oder Wasserkontakt oder erhöhte Schmutzablagerungen an Außenbauteilen, d.h.

Gefährdung durch Moderfäule

GK	Gefährdung durch				Erforderliches Prüfprädi- kat der Holz- schutzmittel
	Insekten	Pilze	Auswa- schung	Moderfäule	
0	- ¹⁾	-	-	-	
1	+	-	-	-	lv
2	+	+	-	-	lv,P
3	+	+	+	-	lv,P,W
4	+	+	+	+	lv,P,W,E

Tabelle 3-1 Gefährdungsklassen GK und erforderliche Prüfprädikate für Holzschutzmittel

- keine Gefährdung,
- ¹⁾ Holz muss allseitig geschlossen bekleidet oder zum Raum hin offen sein,
- + Gefährdung

3.1.3 Zuordnung zu den Gefährdungsklassen

Tabelle 3-2 enthält die Zuordnung für die wichtigsten Anwendungsbereiche von Holzteilen im Holzbau. Für andere Anwendungsgebiete oder sofern von dieser Zuordnung abgewichen werden soll, ist ein gesonderter Nachweis zu führen.

GK	Innenbauteile ¹⁾		Außenbauteile	
	Beanspruchung durch Spritzwasser oder dgl.	Zusatz- Bedingungen	Beanspruchung durch Niederschläge oder dgl.	Zusatz- Bedingungen
0	nein	$_i,m \leq 70\%$ ²⁾	nein	-
1		$_i,m \leq 70\%$		
2		³⁾		
3	ja	-	ja	⁴⁾
4	-	-	ja	-

Tabelle 3-2 Zuordnung von Holzbauteilen zu den Gefährdungsklassen

- 1) Und gleichartig beanspruchte Bauteile (z.B. Dachkonstruktionen).
- 2) Siehe ferner 3.1.2, GKO.
- 3) Holzteile in Naßbereichen wasserabweisend abgedeckt.
- 4) Kein ständiger Erd- oder Wasserkontakt (ohne Berücksichtigung einer Ummantelung).

3.2 Holzschutzmittel

3.2.1 Allgemeines

Erfolg und Wirkungsdauer einer Holzschutzbehandlung sind abhängig von dem verwendeten Holzschutzmittel, von der ein- bzw. aufgetragenen Menge und der Verteilung im Holz bzw. auf der Holzoberfläche. Die chemische Behandlung erfordert eine gründliche Kenntnis und Erfahrung. Deshalb sollen nur fachkundige Personen und Unternehmen damit betraut werden.

Für tragende oder aussteifende Bauteile dürfen nur Holzschutzmittel verwendet werden, die ein gültiges Prüfzeichen des Deutschen Instituts für Bautechnik, Berlin (DIBt), haben. Für andere Konstruktionen wird der Einsatz von Holzschutzmitteln mit dem RAL-Gütezeichen empfohlen. Bei der Wahl und Anwendung der Holzschutzmittel sind neben DIN 68 800 Teil 3 die Bestimmungen des Prüfbescheides - z.B. hinsichtlich Verwendbarkeit in Aufenthaltsräumen - und die Gebrauchsanleitung des Herstellers zu beachten. Hinweise auf Sicherheitsvorkehrungen bringt das Merkblatt für den Umgang mit Holzschutzmitteln, das im Verzeichnis der Prüfzeichen für Holzschutzmittel (Holzschutzmittelverzeichnis) abgedruckt ist.

Die Wirkungsdauer des chemischen Holzschutzes für im Freien verbautes Holz ist begrenzt (grobe Schätzung: ca. 15...30 Jahre). Deshalb sind solche Bauteile in größeren Zeitabständen zu inspizieren und erforderlichenfalls nachzubehandeln.

3.2.2 Prüfprädikate

Entsprechend der Wirksamkeit der Holzschutzmittel werden folgende Prüfprädikate unterschieden (erforderliche Prüfprädikate in Abhängigkeit von den Gefährdungsklassen siehe

Tabelle 3-1):

Iv	gegen Insekten vorbeugend wirksam
P	wirksam gegen Pilze
W	wirksam gegen Pilze, auch bei Holz, das der Witterung ausgesetzt ist, jedoch nicht im Erdkontakt oder Gewässern
E	auch für Holz, das extremer Beanspruchung (Moderfäule) ausgesetzt ist (Erdkontakt, fließendes Wasser o.ä.)

3.2.3 Holzschutzmittelarten

Von Sonderfällen abgesehen werden im Hochbau wassergelöste und ölige Mittel verwendet. Einzelheiten über die einzelnen Mittel siehe das jeweils aktuelle Holzschutzmittelverzeichnis des IfBt.

Ölige Mittel sind allgemein anwendbar bei trockenem Holz ($u \leq 20\%$), bei besonderer Eignung des Mittels auch bei halbtrockenem Holz ($u > 20\% \dots 30\%$). Bei Vorhandensein von freiem Wasser sind die Zellhohlräume für Öle nicht aufnahmefähig.

Wassergelöste Mittel sind für trockenes und halbtrockenes, unter Einhaltung bestimmter Voraussetzungen auch für frisches Holz ($u > 30\%$) einsetzbar. In halbtrockenem und frischem Bauholz breiten sich wassergelöste Holzschutzmittel, soweit sie nicht ausschließlich fixierende Bestandteile enthalten, allmählich aus.

3.2.4 Ölige Mittel

Von den öligen Holzschutzmitteln kommen im Hochbau im allgemeinen nur lösemittelhaltige Präparate zur Anwendung, allerdings nur für die Gefährdungsklassen 1 bis 3, während Teerölpräparate und steinkohlenteerölhaltige und chlornaphtalinhaltige Präparate wegen ihres starken, anhaltenden Eigengeruchs i.d.R. ausscheiden (Ausnahme: Gefährdungsklasse 4). Steinkohlenteerölpräparate dürfen nur in stationären Anlagen verarbeitet werden (Teerölverordnung – TeerölV 1991)

3.2.5 Wassergelöste Mittel

Derzeit existieren folgende Gruppen mit Prüfzeichen:

CF-Salze	:	Alkalifluoride und Bichromat (P, Iv, W)
SF-Salze	:	Silicofluoride (P, Iv)
B-Salze	:	Anorganische Borverbindungen (P, Iv)
CK-Salze	:	Kupfersalze, Bichromat, Zusätze (P, Iv, W, E)
CFB-Salze	:	Chrom-, Bor- und Fluorverbindungen (P, Iv, W)
CKA	:	Kupfersalze unter Zusatz von Arsenverbindungen, Chromate (P, Iv, W, E)
CKB	:	Kupfersalze mit Zusatz von Borverbindungen, Chromate (P, Iv, W, E)
CKF	:	Kupfersalze mit Zusatz von Fluorverbindungen, Chromate (P, IV, W, E) Quaternäre Ammoniumverbindungen (P, IV, W) Quaternäre Ammonium- Borverbindungen (P, Iv [W]) Chromfreie Kupferpräparate (P, Iv, [W], [E])
Sammelgruppe	:	Andere Zusammensetzungen; unterschiedliche Wirksamkeit.

Nachteil der wassergelösten Mittel: in der getränkten Zone größere Erhöhung der Holzfeuchte mit allen Folgeerscheinungen (Formänderungen).

3.2.6 Einflüsse aus Holzschutzmitteln

Bei Anwendung der Mittel ist auf folgendes zu achten:

- Unter ungünstigen Voraussetzungen können sie zu Schäden an anderen Baustoffen führen (z.B. Ausblühen in Putz und Mauerwerk).
- Bei wassergelösten Mitteln kann die Korrosion von Metallteilen, insbesondere Nichteisenmetallen, gefördert werden.
- Fluorhaltige Mittel greifen keramische Baustoffe und insbesondere Glas an.
- Ölige Mittel können auf Kunststoffe (z.B. Dämmstoffe, elektrische Isolierungen) lösend einwirken.
- Bei zusätzlichem Anstrich muß die Verträglichkeit mit dem Mittel gegeben sein.
- Wird verleimtes Holz nachträglich mit einem Holzschutzmittel behandelt, so darf die Verleimung nicht beeinträchtigt werden.
- Werden zu verleimende Holzteile vor dem Leimauftrag mit Mitteln behandelt, dürfen nur dafür zugelassene Präparate in Verbindung mit den im jeweiligen Prüfbescheid angegebenen Leimtypen Anwendung finden.

3.3 Einbringmengen und Einbringverfahren

3.3.1 Erforderliche Einbringmengen

Die im Prüfbescheid für das jeweilige Holzschutzmittel genannten Einbringmengen sind abhängig von der Gefährdungsklasse, dem Einbringverfahren, der Art des Holzschutzmittels und den Querschnittsabmessungen des Holzes. Die Einbringmengen sind angegeben in g/m^2 bzw. ml/m^2 Holzoberfläche oder in kg/m^3 Holzvolumen (letztere Angabe nur bei Vakuum- und Kesseldrucktränkung oder dgl.). Die Mengen beziehen sich auf das Holzschutzmittel, nicht auf evtl. daraus hergestellte Verdünnungen oder Lösungen.

3.3.2 Einbringverfahren

Die Wahl des Einbringverfahrens erfolgt in Abhängigkeit von der Gefährdungsklasse, der Holzfeuchte und dem vorgesehenen Holzschutzmittel. Folgende Verfahren werden im wesentlichen unterschieden:

- Streichen, Spritzen (jeweils mindestens 2 Arbeitsgänge mit ausreichenden Wartezeiten (≥ 6 h) erforderlich)
- Sprühtunnel (bei öligen Präparaten mit erhöhter Wirksamkeit 1 Arbeitsgang ausreichend)
- Tauchen (das Holz ist Minuten bis Stunden schwimmend mit allseitiger Benetzung zu tränken)
- Trogtränkung (das Holz ist Tage untergetaucht zu tränken; Sonderfall Einstelltränkung)
- Vakuum- und Kesseldrucktränkung (Mittel werden durch Druckunterschiede eingebracht; bestmögliche Tränkung; verschiedene Verfahren)

Durch Spritzen, Streichen, Sprühen, Tauchen wird i.d.R. nur ein Oberflächenschutz erreicht, mit den übrigen Verfahren wird das Holz auch in tieferen Bereichen geschützt (bei schwer tränkbaren Holzarten, z.B. Fichte, allerdings sehr begrenzt).

Beim Spritzen, Streichen, Sprühen, Tauchen werden bei wassergelösten Mitteln in einem Arbeitsgang durch sog. Spontanaufnahme bei gehobelter Fichte ca. $100 \text{ g Lösung}/\text{m}^2$, bei sägerauer Fichte etwa doppelt so viel aufgenommen. Daher sind unter Beachtung einer ca. 20%igen Konzentration und einer geforderten Einbringmenge zwischen etwa 50 und $90 \text{ g Salz}/\text{m}^2$ mindestens 2 Arbeitsgänge erforderlich.

Erforderliche Einbringverfahren in Abhängigkeit von der vorliegenden Gefährdungsklasse:

GK1 und GK 2: Wahl des Verfahrens freigestellt

GK3: Trog-, Vakuum-, Kesseldrucktränkung, in Sonderfällen auch Streichen, Spritzen, Sprühen, Tauchen

GK4: Kesseldrucktränkung

3.3.3 Vorbehandlung schwer tränkbaren Hölzer

Bei schwer imprägnierbaren Hölzern (z.B. Fichte) sowie bei Schnitthölzern im Bereich des freigelegten Kernholzes (z.B. Kiefer, Kiefern-Splintholz ist dagegen leicht imprägnierbar) ist erforderlichenfalls eine mechanische Vorbehandlung (Perforation) vorzunehmen, wodurch eine größere Aufnahme, gleichmäßigere Verteilung und größere Eindringtiefe des Holzschutzmittels erreicht werden. Der Einfluß dieser Vorbehandlung auf die Tragfähigkeit des Holzes ist erforderlichenfalls zu untersuchen. Richtwerte für die Einstichtiefe t in Abhängigkeit von der Holzdicke d :

d (mm)	≤ 25	26...30	> 30
t (mm)	5	8	10

(Anmerkung: Eindringtiefe bei nicht vorbehandelter Fichte im Kesseldruck - Verfahren ca. 3 bis 5 mm)

Die schwere Tränkbarkeit der Fichte beruht darauf, daß die Verbindungen (Tüpfel) zwischen den Zellen, wodurch während der biologischen Aktivität des Holzgewebes Wasser geleitet wird, beim Trocknen des Holzes weitestgehend verschlossen werden.

4 Formänderungen

Schäden an Holzbauteilen wie auch an benachbarten Bauteilen durch feuchtebedingte Formänderungen des Holzes und der Holzwerkstoffe (Aufwölbungen senkrecht zur Bauteilebene, zu große Zwängungs – Druck- oder - Zugkräfte in Bauteilebene, Undichtigkeiten in Außenbauteilen gegenüber Niederschlägen) sind in der Praxis leider viel zu häufig zu verzeichnen, da diese Eigenschaft des Holzes immer noch zu wenig beachtet wird. Solche Schäden können ausschließlich durch bauliche Maßnahmen, nicht dagegen durch einen chemischen Holzschutz verhindert werden.

Einzelheiten hierzu siehe [1].

5 Baulicher Holzschutz (DIN 68800 Teil 2)

1. Zweck

Der bauliche Holzschutz ist der Feuchteschutz des Holzes und der Holzwerkstoffe mit baulichen Mitteln. Seine Aufgaben sind im wesentlichen:

- Wenn irgend möglich $u \leq 20\%$ erreichen.
- Holzfeuchteänderungen und damit Formänderungen der Holzbauteile so klein wie möglich halten, so daß Folgeschäden vermieden werden.
- Vermeidung des Funktionsverlustes von Holzwerkstoffen durch Feuchtebeanspruchung.

2. Zusammenwirken baulicher - chemischer Holzschutz

Dagegen wird der chemische Holzschutz - abgesehen vom Schutz gegen Insekten - erst dann erforderlich, wenn mit baulichen Mitteln $u > 20\%$ und damit die Gefahr des Pilzbefalls nicht zu verhindern ist.

Somit kann der bauliche Holzschutz in vielen Fällen den fungiziden (pilztötenden) Holzschutz ersetzen. Dagegen kann der chemische Holzschutz den baulichen nicht ersetzen, da er z.B. unzulässige Formänderungen und daraus resultierende Schäden nicht verhindert.

3. Feuchteschutz während Transport, Lagerung, Einbau

Der Feuchteschutz bezieht sich nicht nur auf den Nutzungszustand. Auch bei Transport, Lagerung und Einbau von Holz, Holzwerkstoffen und Holzbauteilen ist durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, daß sich ihr Feuchtegehalt durch nachteilige Einflüsse, z.B. aus Bodenfeuchte, Niederschlägen sowie infolge Austrocknung, nicht unzutraglich verändert.

4. Einbaufeuchte

Die Einbaufeuchte sollte stets im Bereich der mittleren Gebrauchsfeuchte liegen. Auch wenn die empfohlene Einbaufeuchte nach DIN 1052 Teil 1 für die Außenanwendung höher liegt, dürfen für die Herstellung von Brettschichtholz nur Lamellen mit höchstens 15% Holzfeuchte verwendet werden. Einzelheiten zum baulichen Holzschutz siehe [1].

6 Holzwerkstoffe

Einzelheiten hierzu siehe [2], z.B. Abschnitt 1 bezüglich Holzwerkstofftypen und deren Feuchtebeständigkeit, Abschnitt 5 bezüglich Anwendungsbereiche nach DIN 68 800 Teil 2.

Ergänzende Erläuterung zu den Höchstwerten der Plattenfeuchte:

Die in DIN 68 800 Teil 2 festgelegten Höchstwerte für die Plattenfeuchte z_{ul} basieren auf den in Tabelle 6-1 dargestellten Versagenskriterien:

Klasse	z_{ul}	Versagensursache bei $u > z_{ul}$
20	15%	Zerstörung der Verleimung
100	18%	Pilzbefall des Holzes
100G	21%	Funktionsverlust der Platte (z.B. unzulässige Formänderungen)

Tabelle 6-1 Zulässige Plattenfeuchte z_{ul} für Holzwerkstoffe und Versagensursachen bei deren Überschreitung

Alle Holzwerkstoffe sind während und nach Einbau unverzüglich vor Niederschlägen sowie vor anderen extremen Feuchtebeanspruchungen (z.B. sehr hohe Baufeuchte in massiven Rohbauten) zu schützen.

7 Literatur

- [1] Schulze, H. Baulicher Holzschutz. Informationsdienst Holz der EGH, München. 1981.
- [2] Schulze, H. Holzwerkstoffe, Konstruktionen, Bauphysik. Informationsdienst Holz der EGH, München. 1988.
- [3] Schulze, H. Vorschläge zur Reduzierung des chemischen Holzschutzes in Wohngebäuden. Holz als Roh- und Werkstoff 47 (1989).
- [4] Kommentare zu DIN 68800 T. 2 + 3