

P. Niemz: Holztechnologie I, Kapitel 5: Holzschutz

(Vollständiges Skript in der E-Collection der ETH-Bibliothek)

Inhaltsverzeichnis zu Kapitel 5

5. Holzschutz	2
5.1. Ziele Holzschutz; Nachteile von Holz	2
5.2. Gefährdungsklassen	4
5.3. Holzschutz	5
5.3.1. Chemisch	5
5.3.1.1. Mittel/Verbindungen	6
5.3.1.2. Wirkstoffe	7
5.3.1.3. Verfahren	8
5.3.1.4. Gütezeichen	10
5.3.1.5. Gefahrenpotential	11
5.3.2. Biologisch	11
5.3.3. Konstruktiv	12
5.3.4. Integrierter Holzschutz	13
5.3.5. Brandschutz	13
5.3.5.1. Feuerwiderstandsklassen	13
5.3.5.2. Feuerhemmende Schutzmittel	14
5.4. Literatur zu Kapitel 5	16

5. Holzschutz

5.1. Ziele Holzschutz; Nachteile von Holz

Es gilt die Nachteile des Holzes zu beheben, respektive zu vermindern:

- Holz brennt
- Holz fault und wird von Insekten zerstört
- Holz schwindet und quillt

Unter Holzschutz versteht man alle Massnahmen, die eine Wertminderung oder Zerstörung von Holz oder Holzwerkstoffen verhindern, bzw. verlangsamten.

Tabelle 1 Prozentuale Verteilung der Fehler und Mängel auf Haupt- und Untergruppen (aus Schweizer Holzbau 10/2000, S.23)

Material 21%	Festigkeitssortierung 19%
	Erscheinungssortierung 31%
	Holzfeuchte 50%
Holzbau 31%	Ausführung allgemein 49%
	Tragsicherheit (Statik) 28%
	Durchbiegung 15%
	Schwingen 8%
Schutzmassnahmen 14%	Baulich konstruktiv 42%
	Chemischer Holzschutz 19%
	Oberflächenbehandlung 39%
Bauphysik 11%	K-Wert, Speicher 6%
	Luftdichtigkeit 52%
	Dampfbremse, -sperre 42%
Schallschutz 3%	Trittschall 50%
	Luftschall 50%
Leistung, Lieferung 19%	Ausschreibung, Devis 58%
	Ausmass 17%
	Preis 25%
Restliche 1%	Arbeitssicherheit etc. 1%

Die Wahl des Materials, sowie die Schutzmassnahmen machen zusammen also mehr als 1/3 der Fehler und Mängel im schweizerischen Bau aus. Insbesondere deshalb ist darauf ein besonderes Augenmerk zu richten. Der Holzschutz beginnt also bereits auf dem Reissbrett des Architekten.

Holz bedingt aber neben einem Schutzeffekt auch einen regelmässigen Unterhalt. Durch periodische Unterhaltsarbeiten z.B. kann eine unbehandelte Fassadenverkleidung während vieler Jahre ihre Funktionalität gewährleisten,

während dem es bei ungenügendem Unterhalt nicht nur zu einem starken Verlust der Funktionalität kommen kann, sondern auch die schlussendlichen Unterhaltskosten grösser sind (vgl. Abbildung 1).

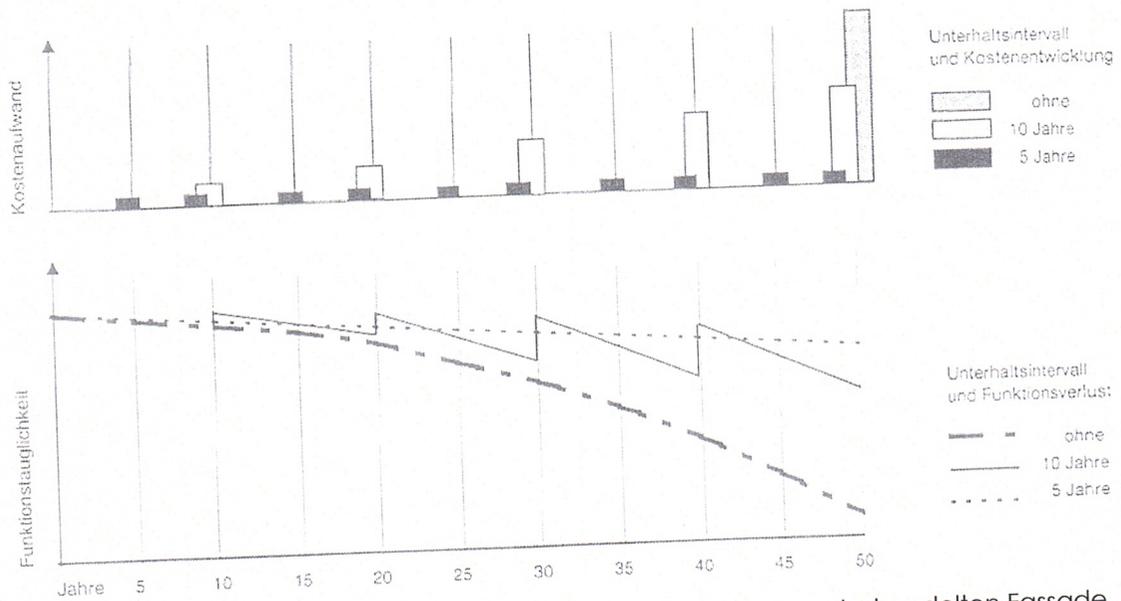


Abbildung 1 Entwicklung der Kosten und der Funktionalität einer unbehandelten Fassade

5.2. Gefährdungsklassen

Gefährdungsklassen bei Holzbauteilen

Die europäische Norm EN 335 unterscheidet ausserhalb des marinen Bereiches – der für die Schweiz keine Bedeutung hat – 4 Gefährdungsklassen. Massgebend für die Einteilung sind die Holzfeuchtigkeit und die Dauer ihrer Einwirkung (vgl. Tabelle 1).

Abbildung 1
Beispiele für Anwendungsbereiche und ihre Gefährdungsklassen

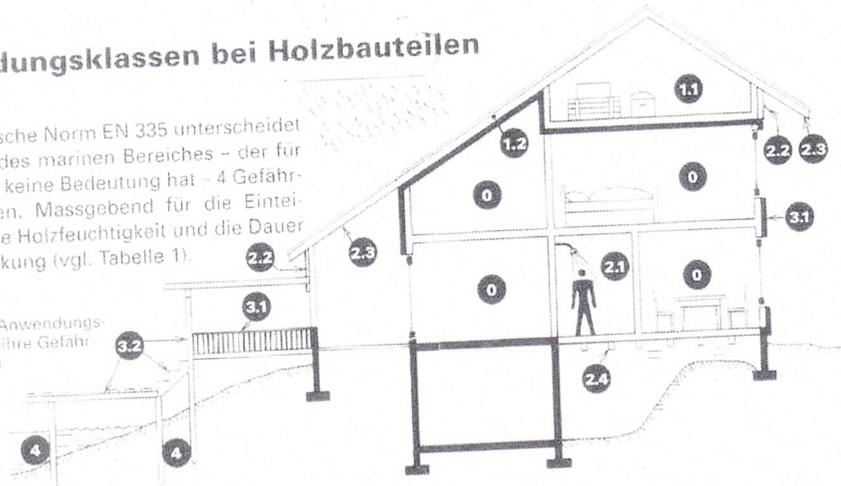


Tabelle 1

Gefährdungsklassen für verbautes Holz

Gefährdungsklasse	Allgemeine Gebrauchsbedingungen	Holzfeuchte	Anwendungsbereich	Art der Gefährdung ¹
0	Wohn-Werkräume, dauernd trocken	um 10%	Bauteile in zentral beheizten, bewohnten Räumen (Täfer, Böden, Möbel...)	keine
1	Ohne Erdkontakt, abgedeckt (trocken)	10–18%	leicht kontrollierbare Konstruktionshölzer in Dach und Keller	Insekten
1.1			schwer kontrollierbare Konstruktionshölzer	Insekten
1.2				
2	Ohne Erdkontakt, abgedeckt gelegentlich (Risiko einer Befeuchtung)	gelegentlich > 20%	Holzteile in Badezimmern, Küchen, Hallenbädern mit geringer Belüftung, rel. Luftfeuchte teils über 70%	Befall durch Schimmelpilze und holzerstörende Pilze nicht auszuschliessen
2.1	Nassräume			Bläuepilze; keine Fäulnis
2.2	Im Freien unter Dach, kleine Querschnitte (Dicke < 25 mm)			geschützte Fassadentäfer, Dachuntersichten
2.3	Im Freien unter Dach, mittlere bis grosse Querschnitte		Balkenteile unter Vordach, Konstruktionsholz in offenen Hallen, geschützte Fenster, evtl. Wand- und Dachkonstruktionen ²	Bläuepilze und Schimmelpilze, aber keine Fäulnis; Insekten
2.4	Nicht belüftete Keller		Tragkonstruktionen, Decken, Böden	Fäulnis, Insekten
3	Ohne Erdkontakt, nicht abgedeckt	häufig > 20%	Wetterbeanspruchung oder hohe Holzfeuchte in Innenräumen	
3.1	Kleine Querschnitte (Dicke < 25 mm)		ungeschützte Fassadentäfer, dünne Balkenteile und Zaunlatten	geringe Fäulnisgefahr, sofern Wasser ablaufen kann; Bläuepilze, Verwitterung
3.2	Mittlere bis grosse Querschnitte		Fenster, Fensterläden und Balkone ohne baulichen Schutz, Pergolen, Träger von Brücken, Lärm- und Sichtschutzwände	Fäulnis, Insekten, Verwitterung, Bläue
4	In Kontakt mit Erde oder Süsswasser	ständig > 20%	Masten, Schwellen, Pfähle, Holz in nicht belüfteten Fundationen, in Halbkellern, Holz im Wasser; Uferverbauungen, Kühltürme (Gefahr im Grenzbereich Luft/Wasser)	Fäulnis durch holzerstörende Pilze (inkl. Moderfäule); Insekten

¹ Je nach Holzart, Bauteil, Klima und Verbaueungsart kann die Gefährdung durch Insekten gering sein.
² Bei unzureichend belüfteten Wand- und Dachkonstruktionen von Altbauten können als Folge einer Sanierung Durchfeuchtungsprobleme auftauchen.

Abbildung 2 Die diversen Gefährdungsklassen beim Holzbau

Tabelle 2 Holzfeuchteanforderungen für die Entwicklung holzbewohnender Organismen (aus Biogene Schäden, E.Graf, EMPA St.Gallen)

Organismen	Holzfeuchte in %	
	minimal	Optimal
Splintholzkäfer	8	16 - 20
Hausbock	12	18 - 25
Nagekäfer	13	20 - 30
Schimmelpilze	18	25 - 70
Holzerstörende Pilze:		
Braunfäulepilze	20	30 - 60
Hausschwamm	20	30 - 40
Weiss- und Moderfäulepilze	30	40 - 70

5.3. Holzschutz

So viel baulicher Holzschutz wie möglich, so wenig chemischer Holzschutz wie nötig!

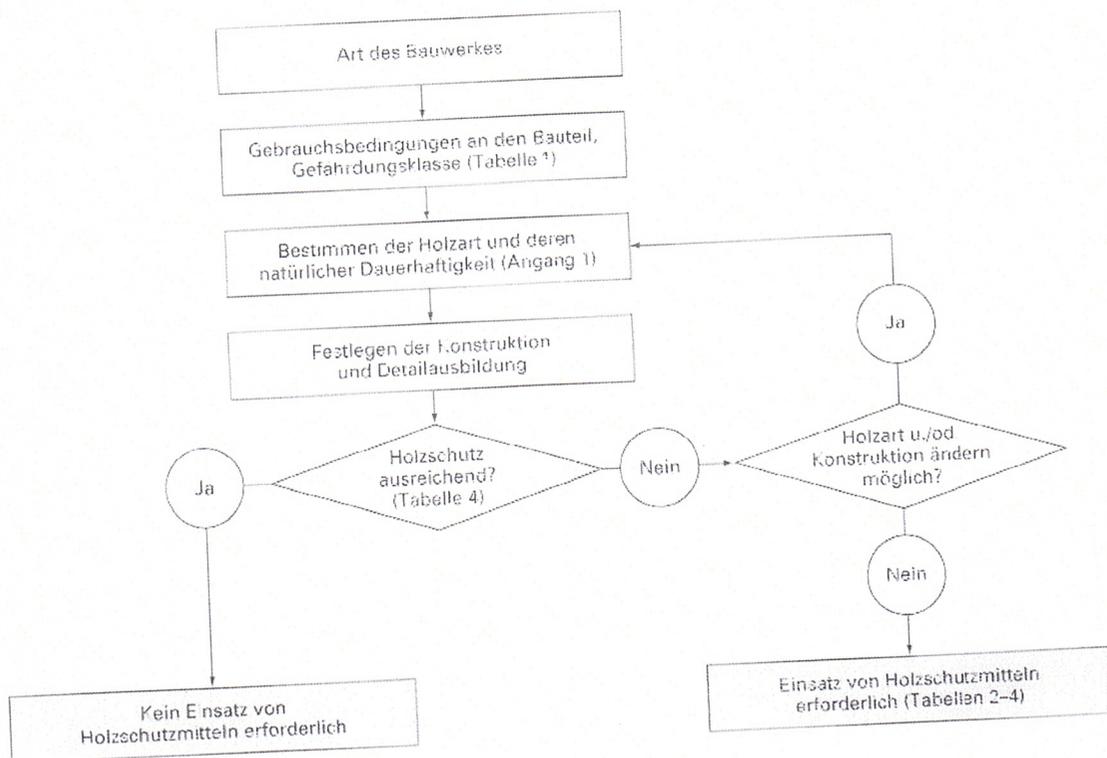


Abbildung 3 Entscheidungsbaum zum Einsatz von Holzschutzmitteln

5.3.1. Chemisch

Der chemische Holzschutz ist nur eine, und zwar die als letztes anzuwendende, Möglichkeit, die Gebrauchsdauer des Holzes zu erhalten. Während beim bekämpfenden Holzschutz Massnahmen ergriffen werden, um einen bereits erfolgten Insekten- oder Pilzbefall zu beseitigen, ist es das Ziel des

vorbeugenden Holzschutzes, einen solchen Befall von vornherein auszuschliessen, bzw. zu minimieren.

5.3.1.1. Mittel/Verbindungen

Holzschutzmittel bedürfen in der Schweiz einer Bewilligung des BUWAL. Die zugelassenen Mittel werden in einer Liste nachgeführt.

Holzschutzmittel bestehen in der Regel aus verschiedenen Stoffen, die eine spezifische Wirkung haben. Es sind dies:

- Wirkstoff
Verursacht die biozide Wirkung des Holzschutzmittels (Bsp. DDT (grösstenteils verboten), Lindan, Arsen).
- Bindemittel
Zur Fixierung des Wirkstoffes (Verhinderung des Auswaschens).
- Emulgator
Damit sich der Wirkstoff in der Flüssigkeit löst.
- Pigment
Ästhetische Wirkung, Kenntlichmachung des Holzschutzmittels.
- Lösemittel
Damit feste Verbindungen und/oder organische Wirkstoffe aufgetragen werden können.
- weitere Hilfsmittel
Zur Verbesserung der gewünschten Eigenschaften (z.B. Wachse zur Wasserabweisung).

Das Holzschutzmittel sollte folgende Bedingungen erfüllen:

- Spezifische Wirkung
- Wirkung in möglichst geringen Dosen
- Langandauernde Wirkung
- Kein Fisch- und Bienengift
- Gute biologische Abbaubarkeit
- Gute Abbaubarkeit im Wasser

5.3.1.2. Wirkstoffe

Es wird unterschieden zwischen den folgenden 3 Arten:

Tabelle 3 Zusammenstellung der unterschiedlichen Wirkstoffe in Holzschutzmitteln

Wasserlösliche Wirkstoffe	Steinkohleteeröl	Lösemittellösliche Wirkstoffe
Auf Basis von anorganischen Salzen	Besteht aus ausgewählten Fraktionen des Steinkohleteeröls (Dieses entsteht bei der Trockendestillation von Steinkohle zu Koks).	Organische Verbindungen, die bereits in geringen Mengen eine spezifische Wirkung haben.
Off in Form von Mischungen eingesetzt.		In Form von Lasuren, Grundierungen und Imprägnierungen.
Bezeichnungen: C Chromverbindungen F Fluorverbindungen A Arsenverbindungen B Borverbindungen K Kupferverbindungen	Viele der polyzyklischen aromatischen Verbindungen haben einen biozide Wirkung	
Das Chrom dient der Fixierung der Verbindungen auf dem Holz; die Auswaschung wird damit weitestgehend verhindert. Problem: Chrom gilt als ökotoxisch.		

B-Salze: Wirken insektizid und fungizid. Fixieren nicht direkt mit der Holzfaser, sind also sehr anfällig gegen Auswaschung. Für den Menschen praktisch ungiftig.

F-Salze: Wirken insektizid und fungizid. Nicht zur großflächigen Anwendung in Räumen, die dauernd für den Aufenthalt für Mensch oder Tier bestimmt sind. Die Ausgasung des Fluorwasserstoffes bei HF-Salzen ist sehr hoch (nach 1 Jahr ca. 75% Verlust).

C-Salze: Wirken insektizid und fungizid. Sind z.T. sehr giftig. CKA-, CKF- und CKB-Salze sind witterungsbeständig (auch bei ständigem Erd- oder Wasserkontakt), dürfen aber nicht für Holzbauteile verwendet werden, die häufig in direktem Hautkontakt mit Mensch und Tier kommen.

Steinkohleteeröle: Vor allem das Carbolineum (besteht aus mehreren Teerölen) ist eindeutig krebserzeugend und reizt die Haut und Atemwege (Carbolineum-Dämpfe). Aufgrund dessen ist der Einsatz stark eingeschränkt.

Lösemittelhaltige Holzschutzmittel: Je nach Bindemittelgehalt (üblicherweise Kunstharz) in Imprägnierungen, Imprägnierlasuren, Holzschutzlasuren und Holzschutzfarben unterteilt. Die biozide Wirkung wird durch organische Fungizide und Insektizide erreicht. Eine Anwendung in Innenräumen ist nicht nur überflüssig, sondern kann zu schweren Gesundheitsschäden führen.

5.3.1.3. Verfahren

Das Eindringen der Holzschutzmittel hängt sehr stark von der Holzart ab (vgl. Tabelle 4). Je mehr offene Zellen vorliegen und je besser die Verbindung der einzelnen Zellen untereinander ist, desto besser dringt die Flüssigkeit in das Holz ein. Holzanatomisch bedingt, sind in Längsrichtung die Laubhölzer den Nadelhölzern überlegen, während quer dazu die Nadelhölzer besser sind. Das Kernholz ist nur bei wenigen Hölzern tränkbar; normalerweise sind die Zellen durch Stoffwechselprodukte verstopft.

Tabelle 4 Vergleich der Imprägnierbarkeit einiger europäischer Holzarten; aus Leisse (1992)

Tränkbarkeit	Holzart
Sehr gut	Buche
Gut	Birke, Eiche (Splint), Erle, Pappel
Mittel	Ahorn, Esche, Linde
Schlecht	Weide, Eiche (Kern)
Sehr gut	Föhre (Splint)
Gut	Lärche (Splint)
Mittel	Tanne, Föhre (Kern), Douglasie (Splint)
Schlecht	Lärche (Kern), Fichte
Sehr schlecht	Douglasie (Kern)

Tabelle 5 Übersicht über die Einbringverfahren der chemischen Holzschutzmittel; aus Müller (1993)

Nichtdruckverfahren			Druckverfahren	
Langzeitverfahren	Kurzzeitverfahren	Sonderverfahren	Niederdruckverfahren	Hochdruckverfahren
Trogtränkverfahren	Streichen	Bohrlochtränkung	Saftverdrängungsverfahren	Kesseldruckverfahren
Diffusions-/Osmoseverfahren	Spritzen	Tränksondenverfahren		
	Beschäumen	Bandagen		
	Tauchen	Patronenverfahren		
	Spritz tunnelverfahren	Begasungsverfahren		

	Fluten			
	Giessen			

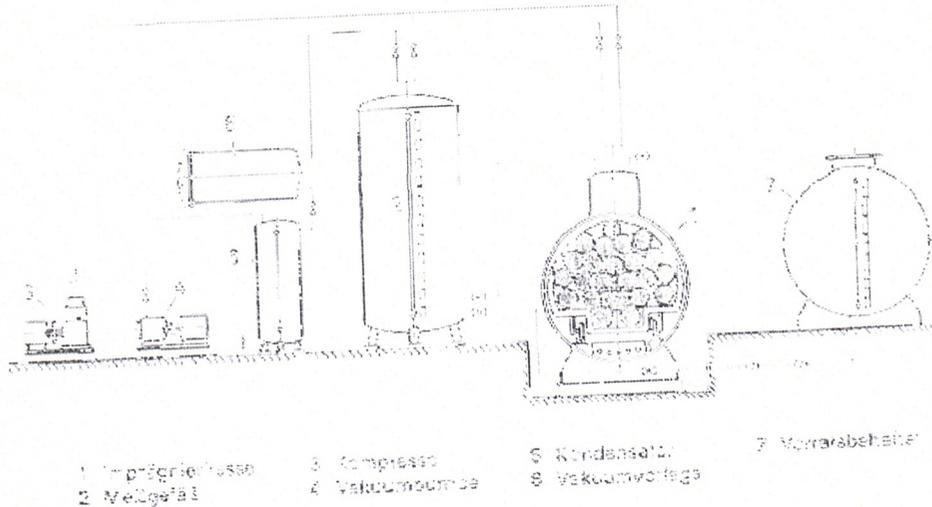


Abbildung 4 Anlage zur Kesseldruckimprägnierung

Tauchen

Die zu imprägnierenden Hölzer werden in das Tränkmittel eingetaucht und verbleiben dort schwimmend für einige Sekunden bis Minuten.

Trogtränkverfahren

Die zu imprägnierenden Hölzer werden mehrere Stunden bis Tage lang in (teils beheizten) offenen Trögen in dem Tränkmittel untergetaucht.

Osmose-/Diffusionsverfahren

Das pastenförmig aufgetragene Schutzmittel dringt aufgrund von Diffusionsvorgängen in das nasse weissgeschälte Holz ein. Das Verfahren ist witterungsabhängig und von März bis Oktober durchführbar.

Streichen/Spritzen

Das Holzschutzmittel wird manuell oder maschinell auf das Holz aufgetragen (per Pinsel, Bürste oder ähnlichem). Je nach dem sind mehrere Arbeitsgänge nötig.

Beschäumen

Wassergelöste Schutzmittel werden in Schaum überführt, womit die Holzoberfläche benetzt wird. Während des langsamen Schaumzerfalls (Depotwirkung) nimmt das Holz in kurzer Zeit relativ grosse Mengen des Schutzmittels auf.

Fluten/Giessen

Das Imprägniermittel wird mit Druck in Form einer "Fahne" auf die zu imprägnierenden Hölzer aufgebracht. Der hohe Schutzmittelüberschuss wird aufgefangen und zurück gewonnen.

Bohrloch-/Sondenverfahren

Dabei werden die in bestimmten Abständen im vorgeschriebenen Neigungswinkel angeordneten Bohrlöcher mehrmals nacheinander mit Holztechnologie I



Tränkmittel gefüllt, bis die vorgeschriebene Einbringmenge sich im Holz verteilt hat.

Patronenverfahren

Dabei werden in Bohrlöcher in Patronenform gepresste salzförmige Holzschutzmittel eingebracht, die im nassen Holz aufgelöst werden und in das Holz diffundieren.

Begasungsverfahren

Dabei werden holzschädigende Organismen durch Einwirkung toxisch wirkender Gase (Blausäure, Phosphorwasserstoff) auf das befallene Material abgetötet: Kurzzeitverfahren ohne vorbeugende Wirkung.

Saftverdrängungsverfahren

In saftfrische Stämme wird aus hochstehenden Vorratsbehältern durch Schläuche unter Verdrängung der Baumsäfte Schutzmittellösung eingepresst oder eingesaugt.

Hochdruckverfahren

Entrindetes Holz wird in einem verschliessbaren druckdichten Kessel getränkt, in welchem Tränkmittel mit Hilfe von Druckunterschieden in die Zellhohlräume des Holzes eingebracht wird (vgl. Abbildung 4)

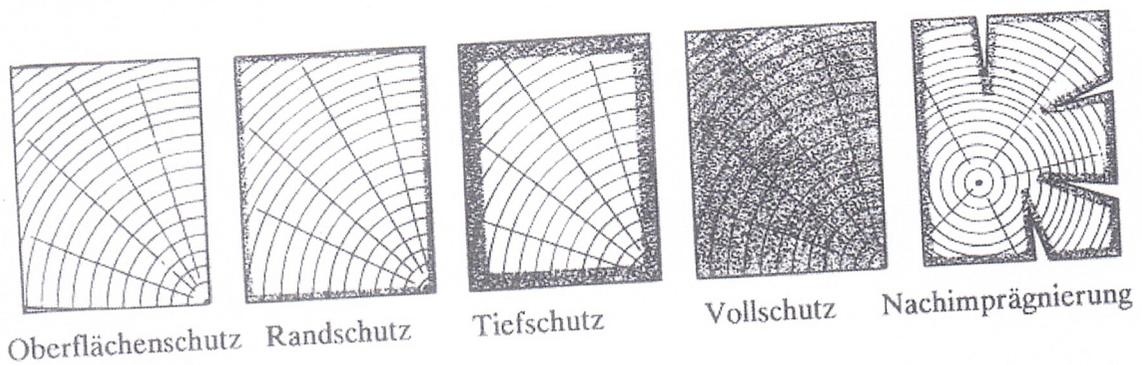


Abbildung 5 Einwirktiefen der Holzschutzmittel

5.3.1.4. Gütezeichen



Abbildung 6 Gütezeichen der LIGNUM für "Holzschutzmittel und wirkstofffreie Produkte zur Oberflächenbehandlung" (links) und "Druckimprägniertes Holz" (rechts)

5.3.1.5. Gefahrenpotential

Über alte Eisenbahnschwellen (die mit Teeröl imprägniert wurden) und nun z.B. auf Spielplätzen oder als Sitzgelegenheiten einen neuen Verwendungszweck fanden, wurde in letzter Zeit stark diskutiert. Die Gefahr geht hier vor allem von den polyzyklischen aromatischen Wasserstoffen (PAK) aus, welche Krebserrregend sind.

Aber unabhängig davon, ob es sich um ein chemisches, biologisches oder natürliches Holzschutzmittel handelt ist eine mögliche Giftigkeit immer gegeben.

Die chemische Behandlung stellt unter anderem auch gewisse Anforderungen an die Entsorgung dieser Hölzer (Altholzverbrennung nur mit speziellen Luftfiltern). So wird das Holz in folgende vier Kategorien eingeteilt:

Tabelle 6 Entsorgungskategorien für Holz und deren Herkunft

Kategorie	Herkunft	Entsorgung
Naturbelassenes Holz	Wald (auch in Form von Hackschnitzel oder Sägemehl)	Öfen, Holzheizkessel
Restholz	Holzverarbeitende Betriebe (Schwarten, Spanplatten, Schaltafeln, Kanthölzer,...)	Restholzfeuerungen sind meldepflichtig; es gelten niedrigere Emmissionsgrenzwerte als für naturbelassenes Holz
Altholz	Gebäudeabbrüche, Verpackungen, Möbel	Nur in Altholzfeuerungen, Zementöfen und Müllverbrennungsanlagen mit spez. Filtern
Problem. Holzabfälle	z.B. Platten mit PVC-Beschichtungen, Eisenbahnschwellen, Telefonstangen, sämtliches mit Holzschutzmitteln behandelte Holz, ...	Zementöfen und Müllverbrennungsanlagen mit spez. Filtern; die hohen Temperaturen führen zu einer praktisch vollständigen Verbrennung der org. Schadstoffe

5.3.2. Biologisch

Ein möglicher biologischer Holzschutz wäre das Beimpfen des Holzes mit nicht holzerstörenden Pilzen welche die Entwicklung von Holzschädlingen verhindern. Anwendbar sind solche Verfahren aber bisher noch nicht. Wird der Begriff aber etwas weiter gefasst, so kann auch der Einsatz von Naturstoffen aus Holz oder anderen Organismen verstanden werden, welche gegen Holzschädlinge wirksam sind. Wird beispielsweise Rinde kompostiert,

und die entstehende Brühe abgekocht, ergibt sich daraus ein sehr guter natürlicher Holzschutz.
Der Übergang zum chemischen Holzschutz ist hier aber fließend.

5.3.3. Konstruktiv

Wahl der Holzart

Geeignete Holzart, bzw. Holzwerkstoff wählen. Für welchen Zweck wird das Holz verwendet? → Beachtung des Feuchtegehaltes beim Einbau (Quellen/Schwinden → Masshaltigkeit).

Überhaupt Holz einsetzen?

Wird die falsche Holzart benutzt, bzw. Holz schlecht verbaut oder an nicht geeigneten Orten eingesetzt, ist ein chemischer Holzschutz unbedingt nötig. Durch unsachgemässen Einsatz wird für das Holz nur Negativ-Werbung gemacht!

Bauliche Details

Hauptziel des konstruktiven Holzschutzes ist es, einer Feuchtebildung vorzubeugen, um somit eine Anfälligkeit gegenüber Fäulnis, Bläue und Insektenbefall zu verhindern. Holz ist eigentlich erst gefährdet, wenn die Holzfeuchte ständig 18 - 20% übersteigt.

Als Stichworte seien hier genannt (vgl. auch Abbildung 7): "Offene" Konstruktionen; Hinterlüftungen; Vordächer; Hirnseite abdecken; Spritzwasserschutz am Boden (20cm vom Boden weg); kein direkter Bodenkontakt; Tropfnasen; Pfeiler/Stützen vom Boden abheben; Horizontale Flächen abschrägen; Fassaden-Stülpungen,...

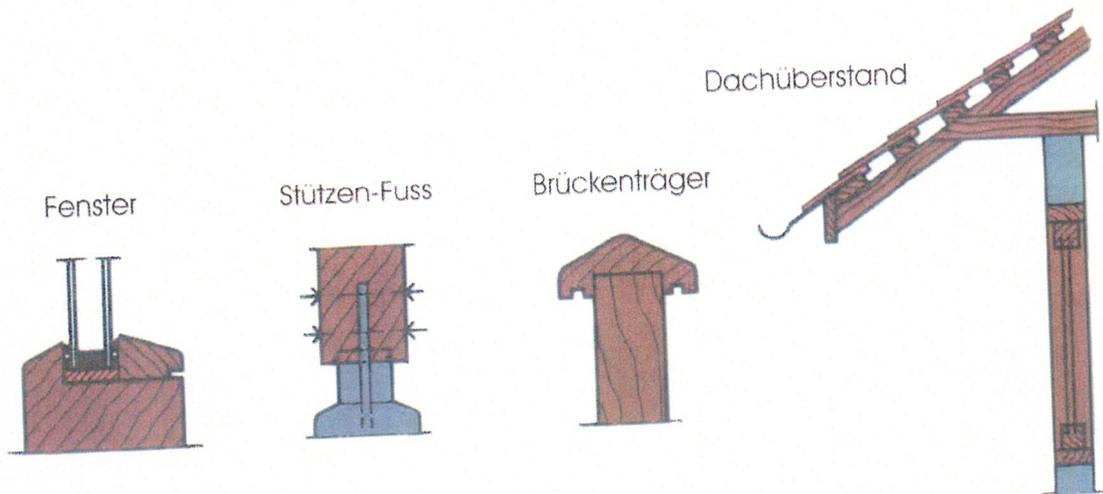


Abbildung 7 Beispiele für den konstruktiven Holzschutz

5.3.4. Integrierter Holzschutz

Im Zusammenspiel der verschiedenen Schutzmöglichkeiten soll ein ideales Verhältnis zwischen Aufwand und Ertrag erreicht werden. Das Ziel sollte sein, dass das Holz trotz allem noch ein ökologischer Werkstoff bleibt, und nicht unnötigerweise mit Chemie belastet wird.

5.3.5. Brandschutz

Holz als Baustoff ist in der Baustoffklasse B (=brennbar) eingeteilt. Unterschieden wird zwischen B1 (schwer entflammbar; z.B. Holzwolle-Leichtbauplatten) und B2 (normal entflammbar).

Tabelle 7 Thermische Kennwerte bei Feuereinwirkung auf Holz; aus Niemz (1993)

Temp. in °C	Kennwertbezeichnung	Erläuterung
>105	Therm. Zersetzung	Gasförmige Zersetzungsprodukte: Aceton, Methanol, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid
200 - 275	Flammpunkt	Holzgase entflammen kurzzeitig durch Fremdzündung; dünnes Holz kann sich bei Wärmestau und längerer Wärmeeinwirkung von Temp. < 200°C selbst entzünden
260 - 290	Brennpunkt	Holz brennt ohne Wärmeenergiezufuhr. Ausbildung einer Holzkohleschicht an der Holzoberfläche, deren Wärmeleitfähigkeit nur noch etwa 20% derjenigen von Holz beträgt; Abbrandgeschwindigkeit sinkt infolge erschwelter Wärmezufuhr in das Holzinnere
330 - 520	Zündpunkt	Holzgase entzünden sich selbst ohne Fremdzündung

5.3.5.1. Feuerwiderstandsklassen

Für die verschiedenen Klassen gilt:
Holztechnologie I

Gewährleistung von Funktionserhalt, Raumabschluss und Temperaturweiterleitung in erlaubten Grenzen über den Zeitraum von xx Minuten.

- F30 - feuerhemmend
- F60 - feuerbeständig
- F180 - hoch feuerbeständig

5.3.5.2. Feuerhemmende Schutzmittel

Anorganische Salze

Diese werden mit dem Kesseldruckverfahren ins Holz eingebracht, wodurch ein Tief- bis Vollschutz des Bauteiles erreicht wird. Die eingebrachte Salzschnmelze verdampft bei der Feuereinwirkung zu Löschgasen (Kohlendioxid, Ammoniak, Schwefeldioxid).

Schaumschichtbildner

Durch mehrmaliges Anstreichen des Holzes wird ein Deckschutz erzielt. Bei einer direkten Feuereinwirkung oder Strahlungswärme bildet sich eine mikroporöse Schaumschicht aus, welche die Sauerstoffzufuhr unterbindet.

Tabelle 8 Zusammenfassende Darstellung von diversen Schutzmassnahmen

Art der Maßnahme		Aufgabe	Beispiele	Bedeutung/Anmerkungen
Organisatorischer Holzschutz		Vermeiden von unzu-träglichen Bedingungen vor der endgültigen Nutzung durch Planung und Koordination	Abstimmung von Fül-lungszeit/Abtransport/ Einschnitt; trockene Lagerung von Holzbauteilen an der Baustelle	Besondere Bedeutung zum Vermeiden von Qualitätsverlusten des Rohstoffes Holz sowie zum Sicherstellen des Ver-bauens von trockenem Holz (zu feuchtes Holz kann von Fäulnispilzen zerstört werden)
Natürlicher Holzschutz		Auswahl der Holzarten auf Grund ihrer natürli-chen Dauerhaftigkeit	Einsatz natürlich dauer-hafter Holzarten je nach Gefährdung	Begrenzte Verfügbarkeit, insbesondere von Holzarten mit hoher Dauerhaftig-keit im Erdkontakt!
Baulicher Holzschutz	Konzeptioneller Holzschutz	Berücksichtigung der Eigenschaften des Bau und Werkstoffes Holz	Durchlässigkeit (Wieder-befeuchtung), Stehvermö- gen (Rißbildung), Di- mensionen, Jahrringlage, vorgegröcknete Hölzer	Gezielte Abstimmung der Wahl und Ausführung des Holzes auf die An- wendungsbedingungen, ist häufig mit größerem Aufwand und höheren Kosten verbunden
	Konstruktiver Holzschutz	Vermeiden von Bedin- gungen, die einen Schäd- lingsbefall ermöglichen	Gegen Pilzbefall z.B. wasserabweisende Kon- struktionen, Verhindern von Tauwasserbildung Fernhalten von Insekten durch vollflächige Ab- deckung	Von großer Bedeutung zur Verhinde- rung von Fäulnisschäden, die stets ein- treten können, wenn Holz lange Zeit zu feucht ist; gegen Insekten nur begrenzt möglich
Physikalischer Holzschutz		Verringern der Feuchte- aufnahme von Holz	Wasserabweisende Be- schichtung oder Imprä- gierung	Indirekte Maßnahme, die durch Ver- witterung oder Rißbildung hinfällig werden kann
Chemischer Holzschutz		Anwendung von Biozi- den gegen potentielle Holzschädlinge	Holzimprägnierung	Bei sorgfältiger Wahl der Holzschutz- mittel und Ausführung sehr effizient, in Teilbereichen der Holzverwendung (z.B. Erdkontakt) für zahlreiche Holz arten unerlässlich, doch Belastung der Umwelt möglich
Biologischer Holzschutz		Nutzung von Lebensvor- gängen zur Abwehr von Holzschädlingen	Einsatz von Antagonis- ten (natürlichen Feinden)	Erfolgversprechend aber noch nicht pra- ktisierf.; die Anwendung von Naturstoffen als Holzschutzmittel ist kein biol. HS und kann durchaus mit unerwünschten Ne- benwirkungen verbunden sein
Modifikation des Holzes	Chemisch	Veränderung der Holz- substanz um deren An- fälligkeit für Holzschäd- linge zu vermindern	Acetylierung (Behan- dung mit Essigsäurean- hydrit)	Noch zahlreiche ungelöste technische Probleme
	Thermisch		Hitzebehandlung	Beeinflussung der Holzfestigkeit
Einlagerung von Harzen		Einbringen von biozid- freien Stoffen in das Holzgefüge, um Holz weniger anfällig machen	Drucktränkung mit was- serlöslichen Harzen	Aufgrund der hohen Kosten nur für we- nige Anwendungen wirtschaftlich
Verkiesclung		Erhöhung der Wider- standsfähigkeit gegen Organismen ohne Bio- zide	Behandlung mit Kiese- säure und andere Silizi- umverbindungen	Wissenschaftlicher Nachweis einer Wirkung bisher nicht möglich verbessertes Brandverhalten

5.4. Literatur zu Kapitel 5

- Bosshard, H.H. (1984):** Holzkunde 3, Aspekte der Holzbearbeitung und Holzverwertung. Birkhäuser Verlag: 286 S.
- Graf, E. (XXXX):** Biogene Schäden. Artikel aus Beitragssammlung zum Thema Holzschutz am Bau. Vorlesung "Masch. Holzsortierung und Holzbaunormen", Richter/Steiger, ETH Zürich, 2001.
- Holz-Lexikon (1988):** 3. Nachdruck 1993. DRW-Verlag.
- Industrieverband Bauchemie und Holzschutzmittel (1997):** Foliensammlung "Holzschutz". Frankfurt am Main: 42 Folien.
- Müller, K. (1993):** Holzschutzpraxis, ein Handbuch in Tabellen. Bauverlag, Wiesbaden: 392 S.
- Langendorf, G. (1988):** Holzschutz. VEB Fachbuchverlag, Leipzig: 272 S.
- Leisse, B. (1992):** Holzschutzmittel im Einsatz: Bestandteile, Anwendungen, Umweltbelastungen. Bauverlag, Wiesbaden: 224 S.
- Lohmann, U. (1999):** Holz Handbuch. DRW-Verlag, Leinfelden-Echterdingen: 351 S.
- Niemz, P. (1993):** Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe. DRW-Verlag, Leinfelden-Echterdingen: 244 S.
- Vill, E. (1997):** Natürlicher Holzschutz, Wirksamer Schutz auch ohne Gift. Eigenverlag: 117 S.
- Weissenfeld, P. (1988):** Holzschutz ohne Gift. Ökobuch Verlag, Staufen b.Fr.: 192 S.

www.lignum.ch/deutsch/files/FP_PaLc14.pdf
und Insekten

→ Broschüre zu holzerstörenden Pilzen

www.pentol.ch

→ Hersteller von Holzschutzmitteln

www.schadstoffberatung.de/holzschz.htm

→ Chemischer Holzschutz

Weitere Literatur und Suchmöglichkeiten:

- Bibliothek der Gruppe Holzphysik (HIF E 27), Buchnummer in Klammern:
- **Leisse, B. (2002):** Holzbauteile richtig geschützt. DRW-Verlag, Leinfelden-Echterdingen, (4944)
 - **Vill, E. (1997):** Natürlicher Holzschutz. Wirksamer Holzschutz auch ohne Gift. Lier-Verlag, Petershausen, (4937)
 - **Weissenfeld, P.; König, H. (2001):** Holzschutz ohne Gift. Holzschutz und Oberflächenbehandlung in der Praxis. 14. Auflage. Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg, (4942)

Nebis (z.B. unter Stichwort Holzbrücken)

<http://www.lignum.ch>

<http://www.cedotec.ch>

<http://www.informationsdienst-holz.de> (Holzbau Handbuch)