



## „Holzschutz einmal anders - Chemische Holzmodifizierung verleiht europäischem Nadelholz hervorragende Dauerhaftigkeit“

Ernst Häring

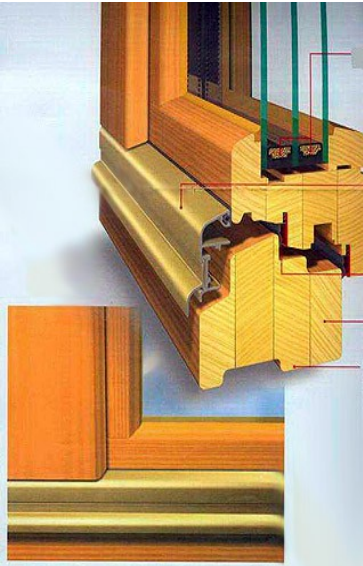


Abbildung 1: Holzfenster-Profil

Holz ist nach wie vor ein unentbehrlicher konstruktiver und häufig dekorativ genutzter Baustoff. Leider kann es durch verschiedene physikalische, chemische und biologische Einflüsse bis zum Totalverlust abgebaut werden. Regen und Luftfeuchte, besonders in Verbindung mit Sonnenlicht (UV), bauen Lignin ab. Bakterien, Pilze und Insekten besiedeln, verfärben und zerstören die Holzsubstanz. Die Dauerhaftigkeit eines Stückes Holz hängt zusätzlich von der Holzart und deren Herkunft ab.

Viele tropische Hölzer weisen gegenüber europäischen eine wesentlich höhere Resistenz gegen diese Einflüsse auf. Unter den Nutzhölzern schneiden die preiswerteren Nadelhölzer i. d. R. schlechter ab als die Laubhölzer. Andererseits soll der Raubbau an tropischen Wäldern eingedämmt werden. Damit nimmt die Erhöhung der Dauerhaftigkeit europäischer Nadelholzarten eine zentrale Rolle ein – und nicht nur aus wirtschaftlichen Gründen. Hochwertige Holzfenster sind dabei eine besondere Herausforderung.

### Klassischer chemischer Holzschutz

Unter den vielfältigen Methoden zum Schutz des Holzes – bauliche / konstruktive, physikalische und chemische – sind letztere in Form chemischer Holzschutzmittel besonders bekannt geworden. Diese tragen in ganz erheblichem Umfang zur Werterhaltung von Bausubstanz bei. Ihre Wirkstoffe können jedoch für Mensch und Tier zur Gefahrenquelle werden, da sie als biologisch wirksame, niedermolekulare Verbindungen aus dem Holz austreten und über Berührung, Auswaschung oder Atemluft in den Körper gelangen können.

Mit einer gesonderten Richtlinie 98/8/EG hat die EU das Inverkehrbringen von Biozidprodukten geregelt und damit auch den chemischen Holzschutzmitteln strenge Auflagen und hohen Prüf- und Nachweisaufwand für ihre in allen Phasen sichere Handhabung aufgebürdet.

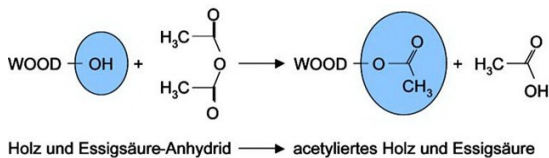
### Holzmodifizierung – Holzschutz *ohne* Wirkstoff

Mit einem anderen Gedankenansatz lassen sich die Probleme klassischer Holzschutzmittel in einigen Bereichen überwinden. Man hat chemische Verfahren entwickelt, die auf mobile, ggf. toxische, biozide Wirkstoffe verzichten. Hierbei werden niedermolekulare Chemikalien in das Holz eingebracht, wo sie mit dessen Bestandteilen chemisch reagieren. Die Reaktion bindet die Chemikalie dauerhaft in die Holzstruktur ein und blockiert dort OH-Gruppen, die ursprünglich chemische Schwachstellen des Holzes darstellten. Es bildet sich stattdessen ein innerer chemischer Schutz der Zellstruktur. Im Gegensatz zu anstrichtechnischen Anwendungen von Holzschutzmittel-Zubereitungen oder der Tränkung mit holzschützenden Wirkstoffen erfolgt durch die chemische

Modifizierung ein Eingriff in die Struktur des Holzes selbst. Dieser erhöht beträchtlich dessen Resistenz gegen physikalische Einflüsse und verdirbt den Mikroorganismen den Appetit auf die früher so leichte Beute. Damit ist man nicht mehr auf den Eigenschutz durch Inhaltsstoffe resistenter (Tropen-)Holzarten angewiesen. Der Weg ist frei für das mäßig dauerhafte aber in Europa fast unbeschränkt verfügbare, billige Kiefernholz.

Zwei Modifizierungsverfahren sollen hier vorgestellt werden, deren Produkte sich schon in der Praxis bewähren. Man findet sie z.B. im Fenster- und Fassadenbau aber auch in der Anwendung für Konstruktionen, die ständig dem Wetter ausgesetzt sind.

### Acetylierung von Holz mittels Essigsäureanhydrid



Zwei der drei wichtigsten Gerüstsubstanzen des Holzes, Cellulose und Hemicellulose, zeigen in ihrem polymeren Aufbau eine große Anzahl freier Hydroxylgruppen. Diese stellen reaktive Schwachstellen für die beschriebenen zerstörenden Einflüsse dar. Die Esterbildung an den OH-Gruppen mittels tief in das geschnittene rohe Holz eingebrachten Essigsäureanhydrids stabilisiert dieses gegen den üblichen Abbau durch Wetter und biologische Schädlinge. Man kann hier von einer Passivierung sprechen, die nicht die polymere Holzstruktur selbst verändert.

Das Holz kann bis ca. 15 Masse-% Acetylgruppen aufnehmen, wodurch das Endprodukt eine hohe Resistenz gegen holzerstörende Pilze erhält. Auch die geringere Quellung und Schrumpfung durch Feuchte (Dimensionsstabilität) verbessert die Dauerhaftigkeit bis hin zur besten Klasse „1“ (sehr dauerhaft, DIN EN 350-2).

Ein leichter Nachteil des Verfahrens ist die Entstehung von freier Essigsäure, die sich anfangs im Geruch des Produktes bemerkbar macht. Auch müssen metallische Anbauteile beständig gegen die schwache Säure sein.

Unter dem Markennamen Accoya ist acetyliertes Kiefernholz im Handel. Eine Vielzahl praktischer Anwendungen belegt den Nutzen.

Abbildung 2: Acetylierung, z.B. von Cellulose



Abbildung 3: Brückenbauwerk in Sneek/NL

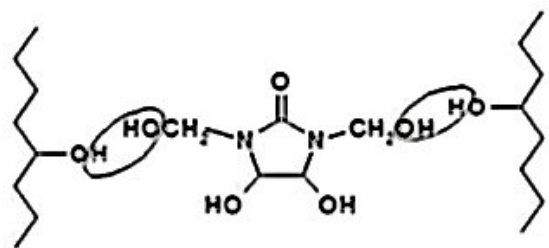
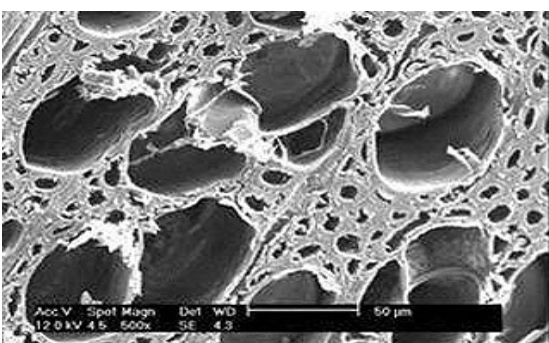


Abbildung 4 und 5: DMDHEU-Vernetzung, z.B. von Cellulose  
unten: Zellstruktur vernetzter Kiefer

### Vernetzung von Holz mittels DMDHEU

Das zweite Verfahren greift ebenfalls an den freien Hydroxylgruppen an: Hier wird als Chemikalie Dimethylol-dihydroxy-ethylen-urea, zunächst in einem Vakuum-Druck-Imprägnierverfahren tief in das Kiefernholz eingebracht. Anschließend erfolgt bei Temperaturen über 100 °C die Vernetzung des Holzes mittels DMDHEU. Durch dessen beiden Methylolgruppen, die unter Wasserabspaltung (Polykondensation) mit OH-Gruppen des Holzes und



mit sich selbst reagieren können, bilden sich Brücken zwischen benachbarten Cellulosemolekülen.

Das Produkt aus diesem Verfahren ist unter dem Markennamen *Belmadur* im Handel. Es weist die zu erwartende, vor allem für maßhaltige Bauteile wie Fenster und Außentüren wichtige, Dimensionsstabilität auf und eine Dauerhaftigkeit bis zu der besten Klasse "1". Gegenüber den Klassen 3 und 4 für unbehandelte Kiefer (mäßig dauerhaft und wenig dauerhaft, DIN EN 350-2) erreicht man durchgreifende Verbesserungen. Infolge der auch hier offen bleibenden Zellstruktur ändern sich die Verarbeitungseigenschaften des Holzes nur wenig.



Abbildung 6: Fenster, Landratsamt Würzburg



Abbildung 7: Freibewitterung von Fensterecken

Es kann daher mit den üblichen Maschinen und Werkzeugen bearbeitet werden. Solange die Vernetzungschemikalie nicht überdosiert ist, lässt sich die Holzoberfläche mit geeigneten Lacken und Lasuren funktionell und dekorativ beschichten. Ist ein Bläueschutz erforderlich, so kann er ebenfalls beschichtungstechnisch erzeugt werden. Die beschriebenen Verfahren der Holzmodifizierung alleine verhindern die Besiedelung des Holzes mit Bläuepilzen nicht.

Auch für *Belmadur* gibt es eindrucksvolle Praxisanwendungen.

#### **Ausblick**

In Freibewitterungsversuchen und an Praxisobjekten haben sich die neuen Werkstoffe bewährt. Die Pilotphasen sind abgeschlossen.

*Accoya* und *Belmadur* sind in die Liste der "Holzarten für den Fensterbau – Modifizierte Hölzer" aufgenommen worden (VFF Merkblatt HO.06-4). Jetzt ist diesen qualitativ überlegenen Materialien trotz des gegenüber nicht modifizierten Hölzern höheren Preises eine breite Anwendung im Markt zu wünschen. Ein renommierter Hersteller von Halbzeug für holzverarbeitende Unternehmen bringt es in seiner Werbung auf den Punkt: "**Tropenholz made in Germany**".

Kontakt:	Schlauer Fuchs
 <p data-bbox="432 215 767 427"> <b>Ernst Häring</b>            EXPERTISE IN COATINGS            Heinrich-Hertz-Strasse 5            50126 Bergheim            Tel.: +49(0)2271 6700-10            Fax: +49(0)2271 6700-14            E-Mail: <a href="mailto:ehagee@t-online.de">ehagee@t-online.de</a> </p>	<p data-bbox="927 215 1414 275">           Unsere Schlaue-Fuchs-Frage zu diesem Beitrag lautete:         </p> <p data-bbox="927 309 1430 398">           Was sind die chemischen Schwachstellen des Holzes, die dessen Dauerhaftigkeit herabsetzen?         </p>
<p data-bbox="180 589 587 633">           * EXPERTISE IN COATINGS         </p>	