

Entwicklung von dauerhaft schwer entflamm- baren Produkten aus Fichtenholz für Konstruktions- und Fassadenelemente

Development of Permanently Fire-retardant Products of Spruce for Construction and Facade Elements

Projektleiter

Project Leader:

Dr. Martin Fischer

Projektbearbeiter

Persons in-charge:

Prof. Dr. Mario Beyer,

Prof. Björn Weiß,

Dr. Martin Fischer,

Sebastian Kniep,

Thomas Hero,

Peter Pautzsch,

Falk Schäfer,

Ellen Faust,

Robert Piatkowiak,

Ines Großer,

André Voigt

Fördermittelgeber

Funded by:

BMW i (INNO-KOM-Ost)

Projektpartner

Project partner:

Fluna Tec & Research

GmbH, Wien,

Slavonia Baubedarf

GesmbH, Wien

Ziel und auch Ergebnis des Projektes war die Entwicklung eines Flammschutzmittels (FSM) für die schwer imprägnierbare Holzart Fichte, dessen Formulierung eine möglichst gute Penetrationsfähigkeit in dieses Holz aufweist.

Das Flammschutzmittel basiert auf gut wasserlöslichen Stickstoffverbindungen. Halogene treten mit Anteilen von < 0,1 % lediglich als technisch bedingte Verunreinigungen auf. Darüber hinaus ist das FSM frei von typischen toxikologisch kritischen Elementen bzw. organischen Begleitstoffen, deren Gehalte im Feststoff unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze der analytischen Methode (1 bis 10 µg/kg) liegen. Die Gehalte an kritischen Elementen unterliegen normativen Beschränkungen nach EN 71-3, der deutschen Altholzverordnung und der österreichischen Recyclingholzverordnung.

Das entwickelte FSM ist farb- und geruchlos, nicht hygroskopisch, dennoch sehr gut wasserlöslich. Reste davon sowie von imprägniertem Holz können als Düngemittel/zur Bodenverbesserung eingesetzt werden. Der Anteil an Phosphor ist minimiert, was der längerfristigen Rohstoffsituation entspricht. 15%ige wässrige Lösungen des FSM werden nicht von Mikroorganismen besiedelt; deren Haltbarkeit über mindestens ein Jahr wurde nachgewiesen. Mit diesem FSM wird eine Tiefenimprägnierung von getrocknetem Fichtenholz im Kesseldruckverfahren (KDI) sowie auch von ungetrocknetem Fichtenholz im Wecheldruckverfahren (WDI) erreicht. Durch die Tiefenimprägnierung lassen sich

The objective – and also the result – of the project was to develop a flame retardant (FR) for the low impregnable spruce wood (*Picea abies*), the formulation of which was desired to show the best possible degree of penetrating that timber. The flame retardant is based on well water-soluble nitrogen compounds.

With contents of < 0.1 %, halogens occur merely as impurities for technical reasons. Beyond that, the FR is free from typically toxicologically critical elements or derived organic substances, whose contents in solid FR range below their respective threshold of the analytic method (1 to 10 µg/kg). The contents of critical elements are subject to normative restrictions acc. to EN 71-3, the German Altholzverordnung or the Austrian Recyclingholzverordnung.

The developed FR is colourless and odourless, not hygroscopic, yet very well soluble in water. Residues of it as well as of impregnated wood can be used as fertilisers or for soil improvement. The share of phosphorus is minimal, which conforms to the source material situation in the long term. 15% aqueous solutions of the FR are not infested by microorganisms; the durability of the solutions for at least one year has been proven. In-depth impregnation of dried spruce in pressure treatment or also of non-dried spruce in alternating pressure impregnation is achieved with that FR. The in-depth impregnation can help to avoid the disadvantages of previously known or commonly used methods to increase effective-

die Nachteile bislang bekannter bzw. gebräuchlicher Verfahren zur Wegsamkeitserhöhung vermeiden. Dies betrifft vor allem die praktizierte mechanische Perforation, die bei nachfolgender Einbringung von Holzschutzmitteln zu einem Schutz der perforierten Bereiche vor biologischem Angriff führt, was aber bei Verwendung der üblicherweise nicht biozid wirksamen FSM nicht der Fall ist. Weiterhin verbieten sich Perforationen für die Herstellung von Sichtflächen, z. B. Fassadenplatten, außerdem kommt es durch derartige Maßnahmen zu tendenziell erhöhter Auswaschung an Wirkstoffen.

Die Imprägnierlösungen sind wiederverwendbar, wobei es sich empfiehlt, Schwebstoffe abzufiltern sowie den Gehalt an Flammenschutzsalz mittels Dichtemessung zu überprüfen/anzupassen.

ness. This, above all, relates to the practiced method of mechanical perforation that leads to the protection of the perforated areas from biological attack by subsequently applying wood preservatives – which, however, is not the case if the usual FR are used that have no biocidal effect. Furthermore, perforations disqualify if visual fronts, such as facade elements, are to be made. Besides, perforations generally cause increased leaching of active substances.

The impregnation solutions are reusable, whereas it is recommended to filter out suspended matter and also to check and, if necessary, adjust the content of the flame-retardant salt by density measurement.

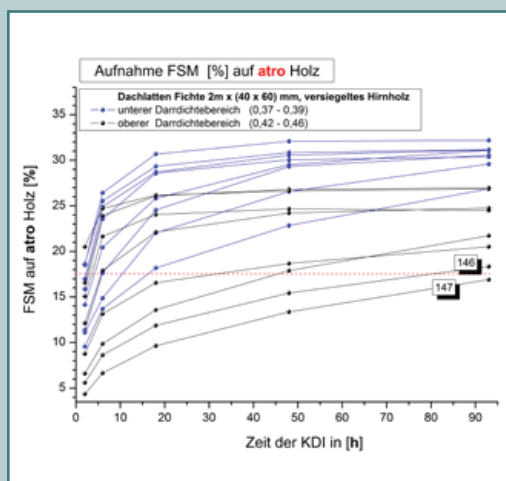


Abb. 1: Einbringmenge an FSM in trockene Dachlatten) in Abhängigkeit von Rohdichte und Dauer der Druckphase. Rote Horizontale bei 17 % Festanteil entspricht Solleinbringmenge.

Fig. 1: Quantity of flame retardants applied to roofing slats) depending on the density and the duration of the pressure phase. Red horizontal at 17 % solid share corresponds to the targeted quantity to be applied.



Abb. 2: FSM imprägnierte Fichte (oben, Mitte) sowie Referenz (unbehandelt, unten) nach Brandprüfung gemäß IMO 5(1) IMO Res. MSC. 307 (88) FTP Code 2010, Anlage 1, Teil 5 (IMO 5[1])

Fig. 2: Spruce impregnated with flame retardants (top, centre) as well as reference (untreated, bottom) after fire test acc. to IMO 5(1)

Tab. 1: Auswahl Holzarten für die Imprägnierung mit FSM sowie Angaben aus DIN EN 350-2 hinsichtlich Imprägnierbarkeit
 Tab. 1: Selection of wood species for the impregnation with fire retardants as well as details from DIN EN 350-2 regarding impregnability

Trivialname/ Trivial name	wissenschaftliche Bezeichnung/ Scientific name	Imprägnierbarkeit/ Impregnability DIN EN 350-2 : 1994	
		Kernholz/ Heartwood	Splintholz/ Sapwood
Douglasie/Douglas fir	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	4	2-3
Engelmann-Fichte/ Engelmann spruce	<i>Picea engelmannii</i>	3	2-3
Europäische Fichte/Norway spruce	<i>Picea abies</i>	3-4	3v
Küsten-Tanne/Grand fir	<i>Abies grandis</i>	2-3	2v
Berg-Hemlocktanne/ Mountain hemlock	<i>Tsuga spp.</i>	2-3	1-2
Küsten-Kiefer/Shore pine	<i>Pinus contorta</i>	(4)	(1)
Gelb-Kiefer/Yellow pine	<i>Pinus ponderosa</i>	(4)	(1)
Westamerikanische Lärche/ Western larch	<i>Larix occidentalis</i>	4	2v

v hohe Variabilität des Ergebnisses von Imprägnierungen

v high variability of the impregnation result

Praxistaugliche Parameter wurden in umfangreichen Versuchen erarbeitet und exemplarisch für weitere unterschiedlich gut imprägnierbare Nadelhölzer von nordamerikanischen Standorten untersucht (Tab. 1).

Practical parameters have been established by extensive testing and exemplarily investigated for further, differently well impregnated coniferous timbers from North America (Tab. 1).

PENETRATIONSVERHALTEN

Abb. 1 zeigt die Aufnahme an FSM (bezogen auf Feststoff) in Abhängigkeit von der Druckzeit in Dachlatten der Fichte im Format (2000 x 60 x 40) mm mit abgedichteten Hirnholzflächen. Zu erkennen ist der zusätzliche Einfluss der Darrdichte der Hölzer auf die aufgenommenen Salzmengen sowie die Geschwindigkeit der Imprägnierung.

PENETRATION BEHAVIOUR

Fig. 1 shows an image of FR (related to solid matter) depending on the pressurisation time in roof battens of spruce of the formatted size of 2000 x 60 x 40 mm with sealed off grain ends. What can be seen is the additional impact of the density of the timbers on the absorbed quantities of salt as well as the rate of impregnation.

Die erschwerte Einbringung von Imprägnierflüssigkeit in Kern-/Reifholz ist nach derzeitigem Kenntnisstand den dort vorhandenen Harzanteilen zuzuschreiben und lässt sich durch Temperaturerhöhung bei der Imprägnierung verbessern. Von Holzart, Kernanteil, Rohdichte und Holzfeuchte abhängige, geringere Aufnahmemengen an Imprägnierlösung lassen sich durch Anhebung der Konzentration an FSM kompensieren.

BRANDPRÜFUNGEN

Geprüft wurde die Oberflächen-Entflammbarkeit gemäß IMO p5 (2010) an aus Dachlatten im Querschnitt (60 x 40) mm durch mechanische Verbindung hergestellten Prüfkörpern.

Sämtliche Proben der acht verwendeten Holzarten bestanden den 10 Minuten Test ohne Flammenbildung. Abb. 2 zeigt mit FSM imprägnierte sowie einen unbehandelten Prüfkörper der Holzart Fichte nach der Prüfung.

STANDWEGVERSUCH

Mit Stoffen entsprechender Härte ausgerüstetes Holz kann zur Abnahme der Werkzeugstandzeiten führen, weshalb ein Nachweis zur Beurteilung derartiger Effekte infolge Imprägnierung mit FSM geführt wurde.

Ein vergleichender Fräsversuch mit identischen Schneiden über jeweils 3000 m bearbeitete Holzstrecke führte bei imprägniertem Fichtenholz mit einem Gehalt an FSM von ca. 17 % zu keinem zusätzlichen Verschleiß. Die Beurteilung der Wendeschneidplatten erfolgte nach ihrer Verwendung mikroskopisch sowie gravimetrisch.

The hampered accessibility of the impregnating fluid to the heartwood/riewood is – according to current knowledge – due to the resin present there and can possibly be improved by raising the temperature during impregnation. The absorbed quantity of the impregnation liquid is dependent on the wood species, the portion of heartwood, density and wood moisture. These limiting effects can partly be compensated by raising the concentration of the FR in the impregnation liquid.

RESISTANCE-TO-FIRE-TESTING

The surface flammability of samples made of roof battens, cross-section 60 x 40 mm and connected mechanically, was tested acc. to IMO p5 (2010).

All samples of the eight wood species that were put to the test passed the ten-minute test without ignition. Fig. 2 shows spruce samples impregnated with FR as well as one untreated sample, after testing.

TOOL LIFE TEST

Wood equipped with substances of appropriate hardness may result in a decrease of tool life, which is why proof to assess such effects due to impregnation with FR has been conducted.

A comparative milling test with identical cutting edges along 3,000 m of processed wood each led to no additional wear in the case of spruce impregnated with about 17 % FR. The indexable insert was assessed microscopically and gravimetrically after its use.