

Kurzbericht

31.12.2020

Titel

Entwicklung innovativer Brandschutzmittel unter Verwendung von Textilvernetzungschemikalien für Bauprodukte aus Holz im Außenbereich

Anlass / Ausgangslage

Das Brandverhalten von Holz erfordert vorbeugende Schutzmaßnahmen in der Bauanwendung. Derzeitig verfügbare Flammschutzsysteme basieren teils auf gesundheitlich bedenklichen Stoffen und sind nicht resistent gegenüber Witterungseinflüssen, sodass es bei Außenanwendung zu Auswaschungen kommt. Dies stellt gesundheitliche Risiken dar, als auch eine Einschränkung für einen permanenten Flammschutz im Außenbereich, was Forschungsbedarf aufwirft.

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, durch in der Textilindustrie bereits etablierte Produkte das Brandverhalten von Holz in einer baulichen Anwendung im Außenbereich zu verbessern. Der Fragestellung der gesundheitlichen Risiken wird mit Chemikalien begegnet, die frei von Halogenen und Boraten sind. Eine Auswaschung soll durch Vernetzung der Chemikalien mit dem Holz erreicht werden, sodass eine Anwendung im Außenbereich ermöglicht wird.

Der Forschungsplan folgte einem konsekutiven Aufbau und wurde in fünf Arbeitspakete unterteilt. Das erste Arbeitspaket diente der Identifikation vielversprechender Chemikalien. Ebenso wurden generelle Fragestellungen der Imprägnierbarkeit betrachtet. Zur Einbringung der Chemikalien in das verwendete Kiefer Splintholz (*Pinus sylvestris* L.) wurden Prozessparameter ermittelt, welche durch eine gezielte Variation der Druckbedingungen zwischen Vakuum und Überdruck eine gute und vorhersagbare Chemikalienaufnahme (Massenzunahme (Weight percent gain WPG)) gewährleisten. Als gutes Maß hat sich ein Feststoffgehalt der Chemikalien von 15 % in der Imprägnierlösung herausgestellt, was zu einem WPG von etwa 20 – 25 % führte. Eine Auswaschung gemäß EN 84 (beschleunigter Alterungszyklus) zeigte, dass Chemikalienkombinationen mit vernetzender Komponente in höherem Maße im Holz verblieben, wogegen die unvernetzten Chemikalien ausgewaschen wurden.

Das zweite Arbeitspaket beschäftigte sich mit Brandversuchen im Labormaßstab. In orientierenden Brandversuchen mit einem einfachen Versuchsaufbau, als auch im genormten Kleinbrennkasten (DIN EN ISO 11925-2) konnte qualitativ und quasiquantitativ die Brandschutzwirkung der verschiedenen Chemikalien gezeigt werden. Experimente in einem Cone- bzw. Massenverlust-Kalorimeter wurden sowohl an Referenzen, imprägnierten Probekörpern, als auch nach EN 84 ausgewaschenen Probekörpern durchgeführt. Bei allen verwendeten Chemikalien(kombinationen) konnte eine signifikante Verzögerung des Entzündzeitpunkts festgestellt werden – in vielen Fällen kam es zu keiner Flammbildung innerhalb der 30-minütigen Hitzebestrahlung mit 50 kW/m². Nach der Auswaschung zeigte sich jedoch, dass für alle unvernetzten Chemikalien keine Verringerung der Entzündzeit im

Vergleich zur Referenz mehr existierte. Lediglich bei einer Variante mit Vernetzer konnte die Entzündzeit weiterhin signifikant verzögert und gleichzeitig die freiwerdende Wärmemenge reduziert werden.

Arbeitspaket 3 beschäftigte sich mit sekundären Materialeigenschaften, die durch die imprägnierten Chemikalien beeinflusst werden (können). Analysen der mechanischen Eigenschaften nach DIN 52186 und DIN 52189 zeigten oft eine Reduzierung der Bruchschlagarbeit, wobei statische Kenngrößen wie die Biegespannung oder das Elastizitätsmodul weniger stark beeinflusst wurden. Generell wurden die Werte durch die Imprägnierung lediglich in einem geringen Maß verändert, so dass eine Verwendung in vielen Anwendungsbereichen weiterhin möglich ist. In Anlehnung an EN 113-2 wurde die Dauerhaftigkeit von imprägnierten Holz gegenüber holzabbauenden Pilzen überprüft. Hierzu wurden zwei vernetzte und zwei unernetzte Chemikalien, sowie Virulenzen / Referenzen mit einem Weißfäulepilz (*Trametes versicolor*) sowie zwei Braunfäuleerregern inkubiert (*Coniophora puteana*, *Rhodonia placenta*). Alle getesteten Brandschutzchemikalien erhöhen die Resistenz des Holzes, bis auf eine Ausnahme gegenüber der Braunfäule *Coniophora puteana*.

Das Upscaling von kleinen Probekörpern für Laborversuche hin zu Gebrauchsabmessungen wurde in Arbeitspaket 4 realisiert. Eine vollständige Imprägnierung mit den Chemikalienlösungen, wie auch die fehlerfreie Trocknung und Aushärtung der Wirkkomponenten in imprägnierten Vollholzprüfkörpern muss sichergestellt sein. Ein solcher Parametersatz konnte für beide Upscale-Prozesse ermittelt werden.

Für die in Arbeitspaket 5 angedachten Brandtests in Gebrauchsabmessung wurden die vorher mit der auswaschresistenten Brandschutzchemikalienkombination imprägnierten und getrockneten Bretter maschinell bearbeitet: Gehobelt, auf Länge gesägt und mit Nut und Feder versehen, um daraus Wandverkleidungen zu bauen. Eine Beflammung zeigte, dass sich die behandelten Wandverkleidungen im Kontrast zu den Referenzen nicht entzündeten.

Fazit

Ziel des Projektes war es mit Hilfe von halogen- und boratfreien Brandschutzchemikalien einen erhöhten und auswaschungsresistenten Brandschutz in Holzprodukten zu erbringen, indem die Wirkung von Textilvernetzern im Einsatz in Holz erprobt wird. Im Verlauf des Forschungsprojektes konnten über verschiedene Größenskalen vom kleinen Labormaßstab bis hin zu Gebrauchsabmessungen gezeigt werden, dass sich die verwendeten Chemikalien dazu eignen, Holz zu imprägnieren und mit diesen eine entsprechende Brandschutzwirkung zu erzielen und diese auch nach einem beschleunigten Alterungszyklus weitestgehend zu erhalten.

Eckdaten

Kurztitel: FiRetWood

Forscher: Philipp Sauerbier

Projektleitung: Prof. Dr. Holger Militz

Gesamtkosten: 205.848,78 €

Anteil Bundeszuschuss: 143.848,78 €

Projektlaufzeit: 24 Monate

Bilder / Abbildungen

Bild 1: 1-Einstellbarer_WPG.png

Exemplarische Auftragung des WPG nach Imprägnierung mit verschiedenen Feststoffgehalten einer Brandschutzchemikalie. Deutlich ist der lineare Zusammenhang über die Regressionsgerade zu sehen, über den der WPG eingestellt werden kann.

Bild 2: 2-Pries_et_al.png

Ergebnisse des Brandschutztest nach Pries et al. (2013). Vergleich zwischen Referenzmessungen (schwarz) und zwei verschiedenen 1-Komponenten Flammschutzchemikalien. Während rot eine sehr gute Brandschutzwirkung hat, zeigt die in grün dargestellte Variante eine geringe Wirkung.

Bild 3: 3-MLC_Bsp_ohne_Vernetzer

Gemittelte Massenverlustkalorimeter-Messungen. Aufgetragen ist die Wärmefreisetzungsrate (HRR) der unbehandelten Referenzen (schwarz), der mit 15 % Feststoffgehalt einer 1-Komponenten Brandschutzchemikalie in der Imprägnierlösung (rot), sowie der imprägnierten Prüfkörper nach Auswaschung (EN 84) (Blau). Deutlich ist die starke Reduzierung der HRR nach Imprägnierung zu sehen – es kommt zu keiner Entzündung des Prüfkörpers. Es zeigt sich jedoch auch, dass sich die Wärmefreisetzungsrate nach Auswaschung wieder der Referenz annähert. Es kommt zu keiner Verzögerung des Entzündzeitpunkts und lediglich die freigesetzte Wärmemenge wird reduziert.

Bild 4: 4-MLC_Bsp_mit_Vernetzer

Gemittelte Massenverlustkalorimeter-Messungen. Aufgetragen ist die Wärmefreisetzungsrate (HRR) der unbehandelten Referenzen (schwarz), der mit 15 % Feststoffgehalt von einer Brandschutzchemikalie mit zusätzlichem Textilvernetzer in der Imprägnierlösung (rot), sowie der imprägnierten Prüfkörper nach Auswaschung (EN 84) (Blau). Deutlich ist die starke Reduzierung der HRR nach Imprägnierung zu sehen – es kommt zu keiner Entzündung des Prüfkörpers. Auch nach Auswaschung kommt es lediglich verzögert und mit signifikant reduzierter HRR zur Entflammung der Probekörper.

Bild 5: 5-MLC_Vgl_nach_Auswaschung

Massenverlust-Kalorimeter Messungen nach Auswaschung (EN84) von einer unbehandelten Referenz (schwarz) und sieben verschiedenen Brandschutzchemikalien (grau). Mit Brandschutzchemikalie und zusätzlichem Textilvernetzer behandelte Prüfkörper (grün) zeigen eine signifikant verbesserte Brandschutzwirkung im Vergleich zu den anderen Brandschutzchemikalien.

Bild 6: 6-Beflammung_Gebrauchsabmessung

Eckbeflammung einer gebauten Holzverkleidung. Links unbehandelte Kiefer; rechts mit Brandschutzchemikalie und zusätzlichem Textilvernetzer behandelte Prüfkörper imprägniert. Während des Versuches zeigt sich bereits, dass das imprägnierte Holz keinen Beitrag zur Flammbildung leistet. Nach dem Experiment sind die Unterschiede in der Verkohlung sichtbar.