

Untersuchung des Abbrandverhaltens von geschütztem Vollholz mit dem Cone Calorimeter

Masterarbeit

Bestimmung der Schutzwirkung von intumeszierenden Beschichtungen und Gipsfaserplatten unterschiedlicher Schichtstärken

Problemstellung und Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist die Untersuchung des Abbrandverhaltens von geschütztem Vollholz durch Bestimmung der Schutzwirkung von:

- intumeszierenden Beschichtungen bei unterschiedlichen Auftragsmengen
- Gipsfaserplatten unterschiedlicher Schichtstärken.

Mittels Cone Calorimeter Tests werden Temperaturverläufe, Abbrand, Abbrandrate, Schaumhöhe, Zündzeitpunkt, Massenverlustrate und Wärmefreisetzungsrate bestimmt.

Kurzfassung

Die Anwendung von Brandschutzprodukten gewinnt zunehmend an Bedeutung. Durch diese kann das Brandverhalten von Holz von „normalentflammbar“ zu „schwerentflammbar“ verbessert werden. Demzufolge können brandschutzbehandelte Bauteile auch dort zum Einsatz kommen, wo naturbelassenes Holz nicht mehr den notwendigen Anforderungen gerecht wird. Im Stahlbau tragen Brandschutzprodukte dazu bei, den Feuerwiderstand tragender Bauteile zu erhöhen. Im Holzbau ist dies bisher nicht möglich, da noch keine ausreichenden Untersuchungen vorliegen, welche den Einfluss der Brandschutzprodukte auf den Feuerwiderstand behandeln. Im Rahmen dieser Masterarbeit wird Fichtenholz (*Picea abies* L.) in Kombination mit zwei Arten von Brandschutzprodukten untersucht. Dazu wird Vollholz mit zwei verschiedenen intumeszierenden Beschichtungen und unterschiedlichen Auftragsmengen behandelt und zum Vergleich von herkömmlich eingesetzten Brandschutz-Bekleidungen mit Gipsfaserplatten unterschiedlicher Dicken beplankt. Die Brandversuche werden mittels Cone Calorimeter Tests nach ISO 5660 durchgeführt. Als Wärmebeaufschlagung wird die Einheits-Temperaturzeitkurve nach ISO 834, welche einen natürlichen Brand simuliert, angewandt. Zur Untersuchung des Abbrandverhaltens und der brandverzögernden Wirkung werden Temperaturverläufe, Abbrand, Abbrandrate, Schaumhöhe, Zündzeitpunkt, Massenverlustrate und Wärmefreisetzungsrate bestimmt.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Ergebnisse der durchgeführten Versuche zeigen, dass durch die Anwendung von sowohl intumeszierenden Beschichtungen als auch Beplankungen durch Gipsfaserplatten der Beginn der Verkohlung deutlich verzögert wird und somit das Abbrandverhalten von Vollholz positiv beeinflusst wird. Es ist deutlich erkennbar, dass mit größer werdenden Schichtstärken der Verkohlungsbeginn zunehmend verzögert werden kann.

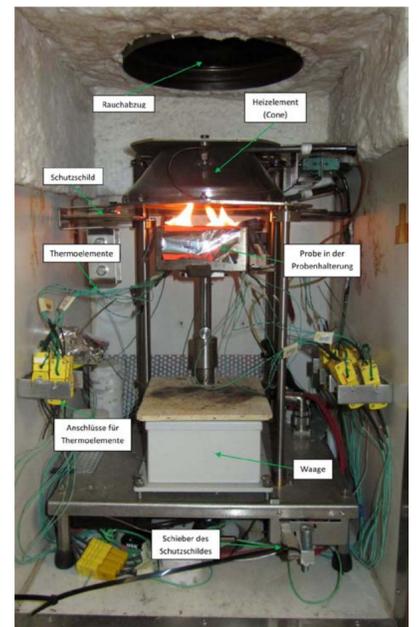
Bei den Versuchen mit den intumeszierenden Beschichtungen hat sich herausgestellt, dass, unabhängig von der Auftragsmenge, die transparente Beschichtung bei einer Prüfdauer von 30 Minuten eine höhere Schutzwirkung erzielt als die pigmentierte. Die Versuche mit einer Dauer von 60 Minuten ergaben, dass nach knapp 30 Minuten die Schutzwirkung der transparenten Beschichtung schneller nachlässt als jene der pigmentierten. Die Differenzen zwischen den Auswirkungen der beiden verwendeten Beschichtungen nehmen mit zunehmender Auftragsmenge ab. In den Ergebnissen wurde festgestellt, dass sich mit zunehmender Auftragsmenge höhere Schaumdicken ausbilden, welche die Schutzwirkung der Beschichtungen merklich verbessern. Bei einer Auftragsmenge von 200 g/m² ergab sich eine durchschnittliche Abbrandtiefe von 13,5 mm, bei 400 g/m² sind es 9,1 mm, bei 600 g/m² 6,5 mm und bei 800 g/m² beträgt die Abbrandtiefe 4,9 mm. Es hat sich gezeigt, dass durch den Einsatz größerer Auftragsmengen zwar eine höhere Schutzwirkung erzielt werden kann, jedoch der Zeitpunkt des Versagensbeginns der Schutzschicht mit ca. 30 Minuten annähernd gleich bleibt. Des Weiteren wurde festgestellt, dass die Schutzwirkung der intumeszierenden Beschichtungen nicht proportional mit zunehmender Auftragsmenge erhöht wird.

Hervorzuheben ist die Erkenntnis, dass der Abbrand der mit 800 g/m² beschichteten Proben nach einer Prüfdauer von 60 Minuten (durchschnittlich 22,1 mm) in der Größenordnung des Abbrands der ungeschützten Proben nach 30 Minuten (20,8 mm) liegt.

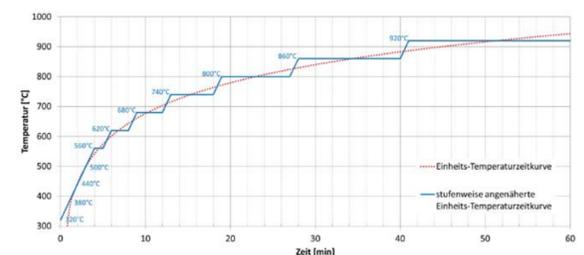
Die Untersuchungen der Versuchsreihen mit unterschiedlich dicken Gipsfaserplatten haben gezeigt, dass eine intumeszierende Beschichtung mit einer Auftragsmenge von 800 g/m² (Abbrand durchschnittlich 4,9 mm) und eine Beplankung durch eine 10 mm dicke Platte (Abbrand 5,3 mm) vergleichbare Auswirkungen auf das Abbrandverhalten des darunter liegenden Holzes haben. Bei Verwendung einer 18 mm dicken Gipsfaserplatte fand kein Abbrand des Holzes statt.

Anhand der Versuchsergebnisse konnte festgestellt werden, dass die von der EN 1995-1-2 vorgegebene Temperatur der Abbrandgrenze mit 300 °C zu hoch angesetzt ist.

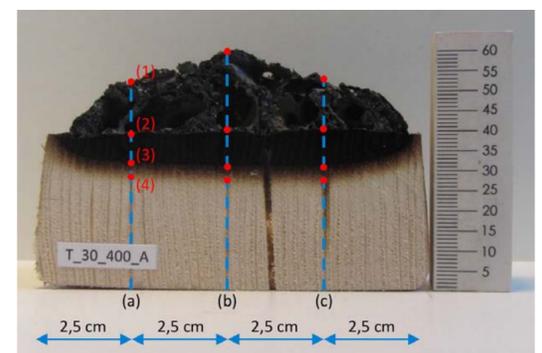
Zur Untersuchung der Entwicklung der Abbrandrate mit fortschreitender Zeit, sollten zukünftige Versuche mit unterschiedlichen Prüfdauern durchgeführt werden. Bezüglich der Untersuchung von mit Gipsfaserplatten beplankten Prüfkörpern sollten Versuche mit längerer Prüfdauer und konstanter Wärmebeaufschlagung gemacht werden. Berücksichtigt werden sollte dabei auch das Verhalten der Gipsplatten unter thermischer Einwirkung, mit besonderem Augenmerk auf die Wärmefreisetzungsrate. Da die Probekörper im Rahmen dieser Arbeit in horizontaler Position und mit Beflammung von oben getestet wurden, wären weitere Untersuchungen in vertikaler Position (als Beispiel für Wände und Stützen) und mit Beflammung von unten (als Beispiel für Decken und Balken) von Interesse. Somit könnte auch der Umstand, dass Teile der sich ausbildenden Schaumschicht abfallen könnten und infolgedessen die Schutzwirkung der Beschichtung reduziert wird, berücksichtigt werden. Zudem könnten sich weitere Forschungen mit Brandschutzbeschichtungen beschäftigen, deren Eigenschaften bzgl. unterschiedlicher Bauteile und Auftragsmengen optimiert sind. Um Ergebnisse zu erhalten, welche bei der Bemessung des Feuerwiderstandes Eingang finden, müssten Versuche mit direkter Beflammung durchgeführt werden. Zukünftige Untersuchungen von Brandschutzprodukten sollten sich auch mit Faktoren wie Feuchteempfindlichkeit, Alterungsbeständigkeit, Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit auseinandersetzen.



Brandraum des adaptierten Cone Calorimeters

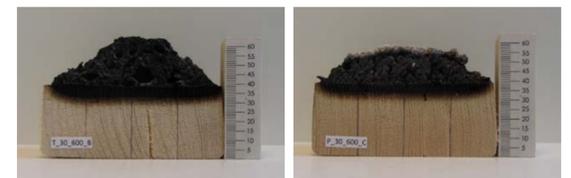


Wärmebeaufschlagung – Einheits-Temperaturzeitkurve nach ISO 834

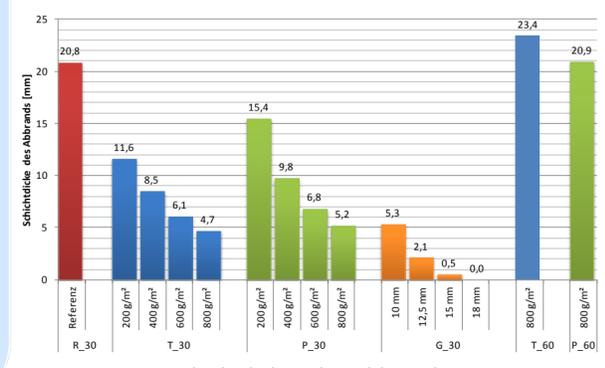


Versuchsprobe mit Kennzeichnung der gemessenen Werte:

- (1) Schaumhöhe, (2) Oberkante Holz,
- (3) Abbrandgrenze, (4) Pyrolysegrenze



Charakteristische Schaumbildung links: transparente Beschichtung rechts: pigmentierte Beschichtung



Schichtdicken des Abbrands