

Brandverhalten massiver flächiger Holzbauteile

Fire behaviour of solid timber constructions

Hosser, Dietmar; Kampmeier, Björn

Abstract

In this research project the fire behaviour of solid timber constructions has been investigated with the aim to enlarge the field of application for these products for the German building class 4. Thereby the possibility of reducing the non-combustible cladding has also been tested. The higher fire risk has to be compensated by alternative preventive fire protection measures to keep the present fire safety level.

1. Einführung

Durch die Novellierung der Musterbauordnung im Jahr 2002 und die Einführung der Muster-Holzbaurichtlinie ist es möglich, Gebäude der Gebäudeklasse 4 (bis zu 13 m Höhe) in Holzbauweise zu errichten. Voraussetzung für die Erweiterung der Holzbauweise auf die GK 4 war nachzuweisen, dass sich die Holzbauteile im Brandfall nicht schlechter verhalten als nichtbrennbare Massivbauteile aus dem Mauerwerks- oder Betonbau. Dazu wurde als Schutzziel definiert, dass sich die Holztragkonstruktion während eines Zeitraumes von 60 Minuten ab Brandbeginn nicht am Brandgeschehen beteiligen darf. Auf diese Weise werden die thermische Umsetzung der zusätzlichen immobilen Brandlast der Konstruktion ausgeschlossen, von der Feuerwehr schwer bekämpfbare Hohlraumbrände im Inneren der Holzbauteile wirksam verhindert und ein verzögertes Tragwerkversagen sowie ein unbemerkter Durchbrand in benachbarte Nutzungseinheiten ausgeschlossen. Dies wird durch die Anordnung einer mindestens zweilagigen Brandschutzbekleidung gewährleistet. Damit ist die Möglichkeit gegeben, Gebäude in Holzbauweise mit bis zu fünf statt wie bisher drei Vollgeschossen zu errichten. Die Muster-Holzbaurichtlinie bezieht sich dabei auf die stabförmige Bauweisen wie die Holztafel-, Holzrahmen und die Fachwerkbauweise. Die Verwendung von Brettstapeldecken stellt eine Ausnahme dar.

2. Forschungsziele

Ziel dieses Projektes war es, die Anwendung massiver flächiger Holzbauteile bei mehrgeschossigen Holzgebäuden bis zur GK 4 zu ermöglichen. Dabei wurden ebenfalls die Möglichkeiten zur Reduzierung der Brandschutzbekleidung bis hin zum vollständigen Verzicht

untersucht. Das daraus entstehende erhöhte Brandrisiko muss durch geeignete Kompensationsmaßnahmen ausgeglichen werden, damit das akzeptierte Sicherheitsniveau beibehalten wird. Dazu wurden Brandschutzkonzepte mit entsprechenden Kompensationsmaßnahmen erarbeitet. Der Eignungsnachweis erfolgte durch eine abschließende Risikoanalyse von massiven, flächigen Holzbauteilen im Zusammenwirken mit Kompensationsmaßnahmen im Vergleich mit der Holztafelbauweise entsprechend der Muster-Holzbaurichtlinie. Für die Risikobewertung wurde eine Indexmethode angewendet und weiterentwickelt, die sich bei der Bewertung des Brandschutzes in bestehenden, historisch wertvollen Gebäuden bereits bewährt hat.

3. Experimentelle Untersuchungen

Als Grundvoraussetzung für den Einsatz massiver flächiger Holzbauteile in Gebäuden der GK 4 musste das Löschverhalten der Bauteile untersucht werden. Neben dem zusätzlichen Eintrag von Brandlasten, der erhöhten Brandausbreitungsgeschwindigkeit auf brennbaren Oberflächen und der damit verbundenen Personengefährdung durch Rauchgase war zu klären, ob die Massivholzbauteile nach einem Vollbrand durch einen anschließenden üblichen Löschangriff der Feuerwehr gelöscht werden können. Entzünden sich die Massivholzelemente, entsteht als Produkt der Verbrennung eine Holzkohleschicht. Infolge ihrer geringen Dichte hat die Holzkohleschicht eine gute wärmeisolierende Wirkung. Dies hat den positiven Effekt, dass die Wärme des Brandes die Pyrolysefront langsamer erreicht und die Abbrandgeschwindigkeit abnimmt. Auf der anderen Seite kann bei Löschmaßnahmen die Kühlwirkung des Wassers ebenfalls schlechter bis zur Pyrolysefront vordringen. Die Auswirkungen dieser Verkohlungserschicht auf das Löschverhalten der Bauteile muss durch Brandversuche mit anschließendem Löschangriff geklärt werden. Des Weiteren war durch die Brandversuche die Rauchdichtigkeit der Elemente einschließlich ihrer Bauteilfugen zu belegen.

Die erste Untersuchungsreihe wurde im Brandofen nach DIN 4102-8 durchgeführt. Es konnte nachgewiesen werden, dass bei genagelten Brettstapelelementen nach einer Vollbrandbeanspruchung über 60 Minuten die Kühlwirkung des Löschwassers die Pyrolysefront er-

reicht. Zum Löschen der Glut sollte ein Wasserstrahl zum Einsatz kommen, der Einsatz von Wasserdampf ist nur zur Bekämpfung der offenen Flammen geeignet. Unbekleidete, genagelte oder gedübelte Brettstapelelemente weisen auf Grund ihrer durchgehenden Fugen keine Rauchdichtigkeit auf. Für die übrigen Massivholzelemente konnte die Rauchdichtigkeit nachgewiesen werden. In der anschließenden 2. Untersuchungsreihe im kleinen Deckenbrandofen wurde die Rauchdichtigkeit von Bauteil- und Elementfugen geprüft und das Löscherhalten unter realitätsnäheren Bedingungen untersucht. Durch die beiden Brandversuche konnte eine rasche Kühlwirkung des Löschwassers in den Bauteilen nachgewiesen werden. Die Rauchdichtigkeit der Element- und Bauteilfugen konnte bei Beachtung bestimmter konstruktiver Randbedingungen im Kleinmaßstab nachgewiesen werden. Der abschließende Großbrandversuch diente dem Beleg der zuvor gewonnenen Ergebnisse. Nach einer 60-minütigen Beflammung eines Raumes aus massiven Holzbauteilen erfolgte ein üblicher Löschangriff durch die Feuerwehr Braunschweig. Die Löscharbeit der Bauteile konnte grundsätzlich auch im Realmaßstab belegt werden. Das Herabkühlen der Brandraumtemperatur war jedoch auf Grund der hohen Energiefreisetzung der Bauteile sehr aufwändig. Die Rauchdichtigkeit der Elementfugen konnte im Realmaßstab nicht nachgewiesen werden. Der Grund hierfür liegt in kaum vermeidbaren Fertigungs- und Montageungenauigkeiten, die zu aufklaffenden Fugen von wenigen Millimetern führen. Zur Gewährleistung der Rauchdichtigkeit ist eine entsprechende Bekleidung anzuordnen.

4. Brandschutzkonzepte

Auf Basis der durchgeführten Untersuchungen wurden fünf verschiedene Brandschutzkonzepte entwickelt:

Konzept 1: K60-Kapselung

Durch die Kapselung aller tragenden und raumabschließenden Bauteile über die erforderliche Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten wird die thermische Zersetzung der Konstruktion verhindert. Die nichtbrennbaren Oberflächen unterbinden ebenfalls die Gefahr einer schnellen Brandausbreitung. Wie bei der Holztafelbauweise nach Muster-Holzbaurichtlinie sind in diesem Fall alle von der Holzbauweise ausgehenden speziellen Risiken durch die Brandschutzbekleidung beherrscht.

Konzept 2: K30-Kapselung

Alle tragenden und raumabschließenden Bauteile werden mit einem reduzierten Kapselungsschutz von 30 Minuten versehen. Damit existieren keine brennbaren Oberflächen, sodass die Gefahr der schnellen Brandausbreitung nicht besteht. Der Gefahr einer Entzündung der Bauteile nach 30 Minuten wird durch die Installation einer Brandmeldeanlage begegnet.

Konzept 3: automatische Löschanlage

Alle tragenden oder raumabschließenden Bauteile bleiben unbekleidet. Die Nutzungseinheit wird auf 400 m² begrenzt und zur Kompensation der zusätzlichen Brandlast der Konstruktion wird eine automatische Löschanlage installiert.

Konzept 4: unbekleidete Bauteile

Es werden unbekleidete Massivholzelemente im gewünschten Umfang verwendet. Die dadurch vergrößerte immobile Brandlast wird durch Reduktion der maximal zulässigen Größe der Nutzungseinheit kompensiert. Unter der Voraussetzung, dass alle brennbaren Holzoberflächen unbekleidet bleiben, ist die Größe der Nutzungseinheit auf 100 m² zu begrenzen. Zur Kompensation der schnellen Brandausbreitung über brennbare Oberflächen wird eine Brandmeldeanlage in Kombination mit klassifizierten Wohnungseingangstüren eingesetzt. Als Alternative zum Einbau klassifizierter Wohnungseingangstüren kann ein 2. baulicher Rettungsweg angeordnet werden.

Konzept 5: unbekleidete Deckenunterseiten

Dieses Konzept ist eine Kombination der Konzepte 2 und 4. Wenn maximal 50 % der Bauteiloberflächen unbekleidet ausgeführt werden, wobei es sich in der Regel um die Unterseiten der Decken handeln wird, ist die Größe der Nutzungseinheit auf 200 m² zu begrenzen. Die restlichen Oberflächen werden mit einer Brandschutzbekleidung mindestens der Qualität K30 geschützt. Die Kompensationsmaßnahmen zur Verbesserung der Rettungswegsituation sind entsprechend dem Konzept 4 zu wählen.

5. Risikovergleich

Zur risikogerechten Beurteilung der Brandschutzkonzepte wurde die speziell zur Bewertung des Brandrisikos mehrgeschossiger Wohngebäude entwickelte Index-Methode „Fire Risk Index Method for Multi-storey Apartment Buildings“ im Zuge des Projektes weiterentwickelt und anschließend angewendet. So konnte gezeigt werden, dass durch die in den Brandschutzkonzepten gestellten Anforderungen die Schutzziele der MBO in mindestens ebenbürtiger Weise erfüllt werden.

6. Literatur

- /1/ Hossler, D.; Kampmeier, B.: Bewertung des Brandverhaltens unbekleideter flächiger massiver Holzbauteile im Hinblick auf die Einsatzmöglichkeiten im mehrgeschossigen Holzbau unter Berücksichtigung des geltenden nationalen Sicherheitsniveaus sowie der DIN EN 1995-1-2; Forschungsauftrag der deutschen Gesellschaft für Holzforschung; Abschlussbericht Juli 2008