



Kurzbericht zum Forschungsvorhaben

Erarbeitung weiterführender Konstruktionsregeln/-details für mehrgeschossige Gebäude in Holzbauweise der Gebäudeklasse 4

Forschungsstelle:

Technische Universität München
Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter
Arcisstraße 21
80333 München

Projektleitung:

Dipl.-Ing. Michael Merk
Dipl.-Ing. Norman Werther

Projektbearbeitung:

Dipl.-Ing. Martin Gräfe

Projektmitarbeit:

Dr.-Ing. Claudia Fülle
Dipl.-Ing. (BA) Nadine Leopold
Dipl.-Phys. Dietmar Sprinz
Dipl.-Ing. Matthias Busch
Dipl.-Ing. (FH) Markus Brunn

Laufzeit: Dezember 2012 bis Juli 2014

gefördert durch:

Forschungsinitiative Zukunft Bau
Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
Deichmanns Aue 31-37
52179 Bonn

Das Vorhaben wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.

(Aktenzeichen: II 3-F20-11-1-114 / SWD-10.08.18.7-12.26)

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

Anlass und Ausgangslage

Nach rund 10 Jahren Anwendungspraxis der Musterrichtlinie für brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise (M-HFH HolzR) im mehrgeschossigen Holzbau hat sich vielfach gezeigt, dass die vorliegenden Regelungen an zahlreichen Stellen große baurechtliche und -technische Schwierigkeiten in der Umsetzung bereiten. Besonders anspruchsvoll stellen sich dabei der integrale Planungsprozess und die Verknüpfung von statisch-konstruktiven, bauphysikalischen und fertigungstechnischen Gesichtspunkten mit den Vorgaben der Musterrichtlinie und den Verwendbarkeitsnachweisen der Bauteile dar. Verzögerungen im Bauablauf, Mehraufwand und damit verbundene Kostensteigerungen sind oft die Folge von vorgenannten Schwierigkeiten im Planungsprozess, weshalb die Verbreitung und Anwendung des mehrgeschossigen Holzbaus sich in Deutschland nur sehr langsam entwickelt.

An dieser Stelle setzt dieses Forschungsvorhaben an, um die vorhandenen Regelungen im Hinblick auf die praktischen Erfahrungen zu hinterfragen und über dies hinaus Verbesserungsvorschläge für eine erleichterte und größtmöglich standardisierte Anwendung zu erarbeiten. Zu diesem Zweck wurde, neben den theoretischen und rechentechnischen Untersuchungen, eine Serie von Brandversuchen konzipiert und durchgeführt, um bestimmte vorher identifizierte Fragestellungen zu beantworten. Auf Basis dieser Versuche sowie den begleitenden theoretischen Untersuchungen wurden verbesserte Detaillösungen abgeleitet und als Vorschlag für künftige Anwendungen dargestellt. Die entwickelten Lösungen sollen später auch als Ausgangsbasis für eine Überarbeitung oder ggf. Neufassung der M-HFH Holz-Richtlinie dienen.

Vornehmliches Ziel des Vorhabens ist die Bereitstellung eines Kataloges mit zuverlässig einsetzbaren Bauteilaufbauten und Konstruktionsdetails, die alle technischen Anforderungen in Bezug auf das Tragwerk, den Brand-, Schall-, Wärme- und Feuchte- sowie den Holzschutz in möglichst optimaler Weise erfüllen. Die Erkenntnisse des Vorhabens sollen Architekten, Fachplanern und ausführenden Unternehmen als Hilfestellung dienen, wirtschaftlich und technisch attraktive mehrgeschossige Gebäude in Holzbauweise planungssicher zu entwerfen und zu realisieren.

Gleichzeit können die geführten Nachweise und Begründungen Behördenvertretern bzw. Prüfsachverständigen als Grundlage dienen, um über die geltende Richtlinie hinausgehende Entwürfe zu beurteilen und zu genehmigen.

Durch die anwenderfreundliche Aufbereitung und Zusammenfassung der vielfältigen rechtlichen und technischen Anforderungen und der daraus abgeleiteten Ausführungsvarianten soll dem mehrgeschossigen Holzbau in Deutschland eine einfache und planungssichere Anwendung ermöglicht werden, mit dem Ziel, langfristig eine Steigerung des Marktanteils gegenüber den konkurrierenden, mineralischen Bauweisen zu erreichen.

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Erster Schritt der Untersuchungen war die Zusammenstellung der vorliegenden nationalen und internationalen Literatur bezüglich des Brandschutzes im mehrgeschossigen Holzbau. In Bezug auf die Situation in Deutschland wurden die baurechtlichen und normativen Randbedingungen in Bezug auf den Brandschutz, Schallschutz und Wärme-, Feuchte- und Holzschutz ermittelt und systematisch zusammengestellt.

Es existieren insbesondere in Österreich und der Schweiz umfangreiche und detaillierte Regelungen und Ausführungsempfehlungen für die Planung mehrgeschossiger Gebäude mit Tragstrukturen aus Holz. Die meisten dieser Angaben lassen sich allerdings nicht direkt auf die Anwendung in Deutschland übertragen, da es erhebliche Unterschiede in den baurechtlichen Anforderungen gibt. Der wichtigste Unterschied liegt in der in Deutschland geforderten Einhaltung des Kapselkriteriums „K₂60“, welches in dieser Form in anderen Ländern nicht existiert. Die Erfahrungen und Konstruktionsempfehlungen anderer Länder wurden daher als Informationsgrundlage herangezogen und soweit möglich auf die deutschen Anforderungen angepasst. Alle Ergebnisse aus diesem Teil der Untersuchungen wurden als Grundlage für die Planung der folgenden Bauteilversuche und die Erstellung des Bauteil- und Konstruktionskataloges verwendet.

Es wurden vier Brandversuche mit ausgewählten Prüfkörpern in Holzrahmen- und Holzmassivbauweise geplant und durchgeführt. Die Versuchskörper bestanden aus jeweils einem Deckenelement und einem oder zwei Wandelementen, in welchen unterschiedliche, baupraktisch übliche Elektro- und Rohrinstallationen eingebaut wurden. Der sonstige Aufbau der Prüfkörper entsprach jeweils einem der aktuellen allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisse für hochfeuerhemmende Holzbauteile der Brandschutzklassifikation REI60/K₂60.

Der Aufbau der Versuchskörper und die Anordnung der Installationen wurden unter anderem mit dem Ziel der Beantwortung der folgenden Fragestellungen gestaltet:

- Wie können Elektroinstallationen hinter der Kapselebene so eingebaut werden, dass die gestellten Schutzziele eingehalten werden? Welche maximalen Größen von Aussparungen in der Kapselbekleidung sind möglich? Welche minimalen Abstände solcher Aussparungen zu Holzbauteilen sind notwendig?
- Welche Lösungen gibt es für den Einbau von Installationen in Massivholzbauteile?
- Haben Installationsmaterialien aus Kunststoff ein höheres Entzündungspotential als Holz? Entzünden sich Kabelisoliermaterialien mit „verbessertem Brandverhalten“ früher als Holz bzw. ist die Kapseleigenschaft auch für diese Materialien ausreichend?

- Welche Arten von Rohrinstallationen können unter welchen Bedingungen hinter die Kapselebene ohne Verlust der Schutzwirkung eingebaut werden?
- Wie können Beplankungsstöße wie z.B. Wand-Deckenfugen unter Berücksichtigung der Anforderungen an Brandschutz, Schallschutz, Montierbarkeit wirtschaftlich sinnvoll gestaltet werden?
- Wie können Leibungsecken z. B. an Fenster- oder Türöffnungen und zum Einbau von Brandabschottungen optimiert gestaltet werden?

Die Versuchskörper waren jeweils mit Thermoelementen zur Aufzeichnung der Temperaturverläufe im Bauteilinneren und an den als kritisch vermuteten Stellen ausgestattet. Die Brandbeanspruchung erfolgte in einem kombinierten Wand/Deckenprüfofen über 60 Minuten nach der Einheitstemperatur-Zeitkurve (ETK). Im Anschluss an die Prüfungen wurden die Prüfkörper zerlegt und visuell begutachtet sowie die Temperaturmessungen ausgewertet.

Ergebnis der Versuche waren entweder die Bestätigung, eine Abänderung oder der Ausschluss des konfigurierten Konstruktionsvorschlages. Auf Basis der Versuchsergebnisse konnten geeignete und wirtschaftlich sinnvolle Konstruktionen für den Detailkatalog entwickelt sowie detaillierte Aussagen zum Einbau der untersuchten Installationsarten in hochfeuerhemmende Holzbauteile getroffen werden.

Für alle Bauteile wurden die Schalldämmwerte ermittelt. Außerdem mussten bei der Gestaltung von Konstruktionsdetails schallschutztechnische Konstruktionsprinzipien berücksichtigt und angewendet werden.

Soweit möglich wurden dazu Schalldämmmaße aus der Literatur entnommen bzw. auf Basis von Erfahrungswerten und vorliegenden Prüfberichten abgeschätzt. Für einige Konstruktionen war keine ausreichend genaue Aussage auf dieser Grundlage möglich. In diesen Fällen wurden die erforderlichen Schalldämmmaße versuchstechnisch bestimmt. Die Untersuchungen zum Schallschutz wurden an der MFPA Leipzig GmbH durchgeführt.

Wichtiger Bestandteil des Vorhabens war ebenfalls die Untersuchung der bauphysikalischen Bauteileigenschaften im Hinblick auf den Holz-, Wärme- und Feuchteschutz der flächigen Bauteilaufbauten sowie ausgewählter Detailpunkte. Durch rechnerische Ermittlung wurden für alle Bauteile Wärmedämmwerte angegeben sowie die Wärmebrückenverlustkoeffizienten von Konstruktionsdetails bestimmt. Für alle Bauteile und Konstruktionsdetails wurde die Tauwasserfreiheit nachgewiesen sowie eine Einordnung in Gebrauchsklassen nach DIN 68800 vorgenommen. Konstruktionsdetails wurden grundsätzlich mit dem Ziel der Minimierung der Wärmebrückenverluste gestaltet. Die Berechnungen und weitere Untersu-

chungen zu bauphysikalischen Fragestellungen wurden von der MFPA Leipzig GmbH durchgeführt.

Fazit

Auf Basis der Brandversuche sowie der vorab durchgeführten Recherchen und technischen und baurechtlichen Randbedingungen wurden Empfehlungen für den Einbau von haustechnischen Installationen in tragende hochfeuerhemmende Holzbauteile ausgearbeitet. Insbesondere wurden Angaben gemacht,

- welche Mindestabstände von Aussparungen in der Kapselbekleidung zu Holzbauteilen erforderlich sind
- wie groß solche Aussparungen sein dürfen
- welche Abstände untereinander zwischen solchen Aussparungen erforderlich sind
- welche Art und Größe von Rohrinstallationen eingebaut werden darf
- wie haustechnische Installationen in Holzmassivbauteilen eingebaut werden können.

Die Empfehlungen dazu wurden in Form von deskriptiven Konstruktionsregeln und Zeichnungen dargestellt. Für den Einbau von Installationsschächten mit den zugehörigen Brandabschottungen wurden auf Basis von Literaturangaben und den durchgeführten Brandversuchen Einbaumöglichkeiten ausgearbeitet. Auf Basis der Ergebnisse der Brandversuche sowie unter Berücksichtigung der weiteren baupraktischen und bautechnischen Aspekte wurden Konstruktionsempfehlungen zu folgenden weiteren Detailbereichen dargestellt:

- Eckfugen der Brandschutzbekleidung an Wand/Deckenstößen
- Wandanschlüsse zu unbekleideten Massivholzdecken
- Eckfugen der Brandschutzbekleidung an Fensterleibungen sowie Vorgaben für den Einbau von Fenstern und Türen
- Fugenausbildung an sonstigen Bauteilecken, wie z.B. Installationsdurchführungen

Grundsatz bei der Entwicklung aller Konstruktionen war die Einhaltung der Schutzziele der M-HFHolzR und der allgemeinen Schutzziele im Brandschutz bei gleichzeitig gegenüber den Empfehlungen der M-HFHolzR verbesserter Ausführbarkeit und teilweise verbesserten bautechnischen Eigenschaften. Den Kern des Forschungsberichts bildet ein Bauteil- und Konstruktionskatalog mit baurechtlich und bautechnisch einwandfrei verwendbaren flächigen Bauteilaufbauten und ausgewählten zugehörigen Detailkonstruktionen. In Fällen, in denen andere Bauweisen aus bestimmten Gründen zu bevorzugen sind, können die dargestellten Bauweisen sinngemäß übertragen und z. B. Arten der Fugenausführung oder

Empfehlungen für den Einbau von Installationen übernommen werden. Bei allen Massivholzkonstruktionen können alternativ zum Brettsper Holz auch Brettstapelbauweisen und ähnliche Bauarten verwendet werden, sofern die Elemente mit dicht verlegten Lamellen hohlraumfrei ausgeführt werden.

Es wurden 16 Aufbauten für tragende hochfeuerhemmende Wand- und Deckenkonstruktionen in Holzständer- und Holzmassivbauweise ausgewählt und in Form von Bauteildatenblättern mit allen notwendigen technischen und baurechtlichen Angaben versehen. Auf Basis dieser Bauteilaufbauten wurden 37 Konstruktionsdetails entwickelt und zeichnerisch auf Detaildatenblättern dargestellt. Hierbei wurde darauf geachtet, eine möglichst vollständige Darstellung der Konstruktionsmöglichkeiten zu erreichen, um auch bei Verwendung alternativer Bauteilaufbauten eine sinngemäße Konstruktion der Detailpunkte zu ermöglichen.

Eckdaten

Kurztitel: Regeldetailkatalog mehrgeschossiger Holzbau

Projektleitung: Dipl.-Ing. Michael Merk

Projektbearbeitung: Dipl.-Ing. Martin Gräfe

Gesamtkosten: 145.591,50 €

Anteil Bundeszuschuss: 88.731,50 €

Projektlaufzeit: Oktober 2012 bis Juli 2014

Bilder

Bild 1: Detail Brandschutzschott

Bildunterschrift: Detaillösung für den Einbau von Brandschutzschotts in hochfeuerhemmende Holzbalkendecken

Bild 2: Detail Fenster

Bildunterschrift: Detaillösung für den Einbau von Fenstern in hochfeuerhemmende Außenwände in Holzständerbauweise

Bild 3: Detail Sockelpunkt

Bildunterschrift: Detaillösung für die Gestaltung von Sockelpunkten hochfeuerhemmender Außenwände

Bild 4: Brandversuch

Bildunterschrift: Brandversuch an einem hochfeuerhemmenden Wandbauteil mit Elektroinstallationen

Bild 5: Begutachtung Brandversuch

Bildunterschrift: Zerlegung eines Brandversuchskörpers nach Ende der Brandeinwirkung

Bild 6: Installation in Brettsperrholz

Bildunterschrift: Brandschutzanstrich im Bereich von Aussparungen für den Einbau von Elektroinstallationen in einem Brettsperrholzelement

Bild 7: Wärmebild Fundament

Bildunterschrift: Isothermenbild eines Sockelpunktes