

Verbundvorhaben (FSP-Brandschutz): Brandschutztechnische Grundlagenuntersuchung zur Fortschreibung bauaufsichtlicher Regelungen in Hinblick auf eine erweiterte Anwendung des Holzbaus (Akronym: TIMpuls)

Basic fire protection investigation for the updating of building regulations with regard to an extended application of timber construction – TIMpuls

Zehfuß, Jochen; Brunkhorst, Sven; Winter, Stefan; Werther, Norman; Engel, Thomas; Kurzer, Christoph; Kampmeier, Björn; Steeger, Felix; Neske, Michael; Butscher, Daniel

Abstract

The aim of the project is to provide a complete, scientifically based system to enable the use of load-bearing and space-forming timber constructions in multi-storey buildings up to the high-rise limit. In the project it is to verify that by using the constructions described in the project, fire protection solutions can be achieved that are equivalent in terms of fire safety to the constructions made of masonry and reinforced concrete or lightweight steel construction that are common today.

1. Einführung

Das Forschungsvorhaben TIMpuls, bearbeitet von der TU München, der Hochschule Magdeburg-Stendal, dem IBK Heyrothsberge und der TU Braunschweig, beschäftigt sich insbesondere mit den Auswirkungen der Brennbarkeit des Baustoffes Holz auf die Erfüllung der bauordnungsrechtlichen Anforderungen. Es soll gezeigt werden, dass bei geeigneter Ausführung und Dimensionierung sowie Anordnung konstruktiver und ggf. anlagentechnischer Maßnahmen eine Gleichwertigkeit in Bezug auf das Sicherheitsniveau für Holzbauwerke im Vergleich zu Bauwerken aus nichtbrennbaren Baustoffen (Mauerwerk, Stahlbeton oder Stahlleichtbau) erreicht werden kann. Die in den Bauordnungen definierten Schutzziele des Brandschutzes sollen dabei ohne eine wesentliche Veränderung des Sicherheitsniveaus gewährleistet bleiben.

Bisher limitierten die bauaufsichtlichen Anforderungen die Anwendung des Baustoffes Holz als tragende und aussteifende sowie raumabschließende Konstruktion auf die Gebäudeklasse 4, wobei die Bauteile als hochfeuerhemmend einzustufen sind. Die aus brennbaren Baustoffen geplanten Bauteile müssen mit einer allseitig brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen (Brandschutzbekleidung) und nichtbrennbaren Dämmstoffen bestehen.

Ziel des Vorhabens ist die Bereitstellung einer vollständigen, wissenschaftlich begründeten Systematik, um die Verwendbarkeit tragender und raumbildender Holzbaukonstruktionen in mehrgeschossigen Gebäuden bis zur Hochhausgrenze zu ermöglichen. Durch das Vorhaben ist nachzuweisen, dass durch die Verwendung der im Vorhaben erarbeiteten Konstruktionen brandschutztechnisch gleichwertige Lösungen im Vergleich zu den heute üblichen Konstruktionen aus Mauerwerk und Stahlbeton oder Stahlleichtbau erreicht werden können.

2. Experimentelle Untersuchungen

Zur Analyse der Grundlegenden Fragestellungen, wie der Branddynamik bei ungeschützten und anfänglich geschützten Holzbauteilen, der Leistungsfähigkeit von Brandschutzbekleidungen, dem Nachbrandverhalten von Holzbauteilen und dem Abbrandverhalten von Holz, erfolgten eine Vielzahl von experimentellen Untersuchungen in kleinen und mittleren Maßstäben. Für die Untersuchungen des Systembrandverhaltens mit der Betrachtung realmaßstäblicher Bauteilabmessungen / -konstruktionen und unter Berücksichtigung von Element- und Bauteilanschlüssen wurden anschließend Versuche im Großmaßstab durchgeführt. Die unterschiedlichen experimentellen Maßstäbe zeigt Bild 1.



Bild 1 Experimentelle Untersuchungen verschiedener Maßstäbe

Ausgewählte Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen sind in z. B. /1/ und /2/ veröffentlicht.

3. Numerische Untersuchungen

Begleitend und weiterführend zu den experimentellen Untersuchungen folgten numerische Analysen, welche die thermische Einwirkung als auch die thermische Bauteilreaktion umfassten. Zum einen wurde eine Erweiterung des vereinfachten Naturbrandmodells nach DIN EN 1991-1-2/NA mit Berücksichtigung des Einflusses von ungeschützten Holzoberflächen erarbeitet. Bild 2 zeigt exemplarisch den Vergleich zwischen den Raumtemperaturen aus dem erweiterten Naturbrandmodell und den Brandraumtemperaturen der Belegversuche. Zum anderen erfolgte die Erarbeitung eines Pyrolysemodells zur Berücksichtigung von ungeschützten Holzbauteilen in dem Fire Dynamics Simulator (FDS). Bei dem Pyrolysemodell erfolgt die Abbildung der thermischen Zersetzung und der gekoppelten Wärmefreisetzung von Holz vereinfacht in einer dreistufigen Zersetzungsreaktion.

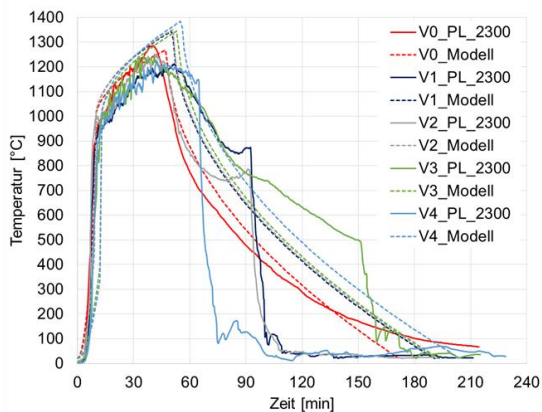


Bild 2 Vergleich zwischen dem erweitertem Naturbrandmodell und den Brandraumtemperaturen der Belegversuche

4. Erkenntnisse und Ausblick

Aus den experimentellen Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass sich durch die strukturelle Brandlast eine kürzere Brandentwicklungsdauer bis zum Eintritt des Flashovers und eine Steigerung der Wärmefreisetzung ergab. Zudem wurde durch die zusätzliche strukturelle Brandlast ein ventilationsgesteuertes Brandregime zu einem früheren Zeitpunkt im Brandverlauf erreicht, welches eine geringere maximale Wärmefreisetzung aber eine längere Branddauer zur Folge hatte. Mit den Versuchen konnte ein Selbstverlöschen immer beim Verlöschen der mobilen Brandlast zuverlässig beobachtet werden, sofern nur die Decke oder eine Wand als ungeschützte Holzoberfläche ausgeführt wurde. Der Einfluss des Beitrages von strukturellen Brandlasten wurde innerhalb der abschließenden Belegversuche deutlich in den

berechneten Wärmefreisetzungsraten des Gebäudes und in den Temperaturmessungen vor der Fassade sichtbar. Die Menge der am Brand beteiligten strukturellen Brandlast ist zudem als ein maßgebender Einflussparameter auf das Nachbrandverhalten und eines möglichen Selbstverlöschens zu nennen.

Unter Beanspruchung der Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK) konnte für unterschiedliche Kombinationen von Brandschutzbekleidungen die Leistungsfähigkeit, in Form des Schutzes vor einer Entzündung und dem selbstständigen Weiterbrennen der geschützten Trägerplatte, ermittelt werden. Grundsätzlich wurde hierzu festgestellt, dass bei einer Grenzschichttemperatur von ca. 270 °C sichtbare Verkohlungen, jedoch kein Entzünden der Trägerplatte, auftraten. Die Schutzwirkung der Brandschutzbekleidungen zeigt keine nennenswerten Unterschiede zwischen der Gipsfaserplatte und der Gipsplatte Typ DF. Für die Kombination von mehrlagigen gegenüber einlagigen Brandschutzbekleidungen konnte in den Versuchen eine höhere Leistungsfähigkeit ermittelt werden. Als maßgebender Einflussparameter einer Brandschutzbekleidung unter Brandbeanspruchung ist jedoch die Gesamtdicke zu nennen.

Die Umsetzung von wirksamen Löscharbeiten konnte bei den Versuchen unabhängig der jeweiligen Holzbauweise und unter der Beachtung der Versuchsrandbedingungen zielführend und ohne besondere Maßnahmen erfolgen.

Eine bereichsweise gute Übereinstimmung ist in Bild 2 zwischen den Berechnungsergebnissen des erweiterten Naturbrandmodells inklusive Abbrandmodell und den aufgezeichneten Brandraumtemperaturen der Belegversuche erkennbar.

Die Ergebnisse des Vorhabens sind bereits begleitend mit den zuständigen bauaufsichtlichen Gremien und Vertretern der Feuerwehren diskutiert worden, um eine nachfolgende Integration in die bauaufsichtlichen Vorschriften bestmöglich vorzubereiten. Im Oktober 2020 wurde zudem durch die Bauministerkonferenz die Projektgruppe Brandschutz Holzbau initiiert, welche durch Vertreter der beteiligten Institute und des projektbegleitenden Ausschusses als Teilnehmer den weiteren Entwicklungsprozess aus wissenschaftlicher und praktischer Sichtweise unterstützen.

5. Literatur

/1/ Brunkhorst, S.; Zehfuß, J. et al. (2021) TIMpuls Großversuche an Holzbauten. In: Zehfuß, J. (Hrsg.), Tagungsband Braunschweiger Brandschutz-Tage 2021.

/2/ Engel, T.; Brunkhorst, S.; Zehfuß, J. et al (2020): TIMpuls Grundlagenforschung zum Brandschutz im Holzbau. Bautechnik 97, Sonderheft Holzbau, Ausgabe 2. <https://doi.org/10.1002/bate.202000043>.