



Schadenerfahrungen bei Holz-Fertighäusern

Einleitung

Holz als Baustoff hat in unseren Breiten eine sehr lange Tradition. Noch vor 200 bis 300 Jahren wurden fast alle Gebäude als Holzkonstruktionen errichtet. Aus Gründen veränderter gestalterischer Anforderungen, aber auch unter dem Eindruck großer Brandkatastrophen wurde der Baustoff Holz im Bereich von Wohn-, Stall-, Industrie- und Gewerbebauten sowie öffentlichen Gebäuden immer weiter zurückgedrängt. Teilweise wurde sogar die Verwendung von Holz im Decken- und Wandbereich von Stadthäusern generell verboten. Holz und Brandschutz stellen jedoch keinen generellen Widerspruch dar.

Der richtige Einsatz von Holz ermöglicht es problemlos, abhängig vom Querschnitt eines Bauteils, Konstruktionen zu errichten, die einem Brand 30, 60 oder gar 90 Minuten widerstehen.

In der Brandentstehungsphase ist es vor allem die Brandlast, welche die Geschwindigkeit der Brandausbreitung wesentlich bestimmt. Beim Baustoff Holz spielten in diesem Zusammenhang neben seiner Menge auch die Rohdichte, der Querschnitt sowie der Konstruktionsaufbau der betroffenen Bauteile eine wesentliche Rolle.

Der weitere Brandverlauf wird außerdem vom Vorhandensein funktionierender Brandabschottungen (Trennwände, Decken) bestimmt. Diese müssen in der Lage sein, selbständig oder mit Unterstützung der Feuerwehr einen Brand innerhalb des Gebäudes auf einen bestimmten Bereich zu begrenzen und so eine Brandausbreitung zu verhindern.

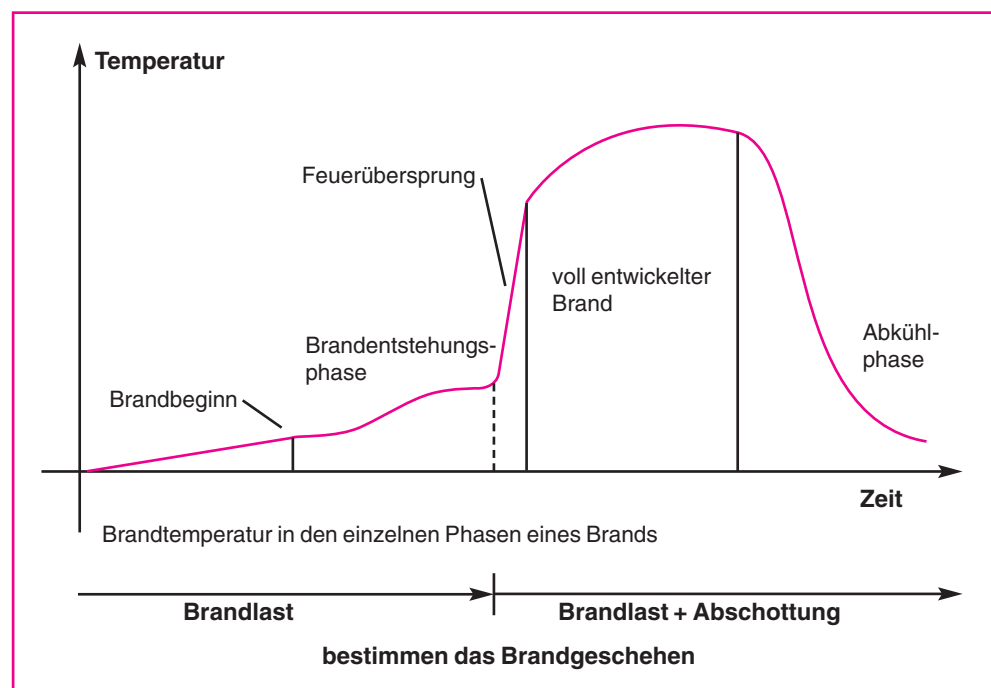
Darüber hinaus bestimmt der Feuerwiderstand im Bereich der Tragkonstruktion die Zeitdauer einer möglichen Zugänglichkeit von Gebäuden im Brandfall. Dies hat eine wesentliche Auswirkung auf die Flucht- und Rettungswegsituation sowie die Zugänglichkeit für die Feuerwehr.

4

Brandweiterleitung durch Holz

Holz als brennbarer Baustoff, aber auch brennbare Einbauten, Möbel oder Lagergüter stellen eine Brandlast im und am Gebäude dar.

Abb. 1:
Temperaturverlauf
bei einem Brand



Schadenerfahrungen

Ein Beispiel für Brände bei Holzbauwerken, das unrühmlich Popularität gewann, war der Brand der Herzogstandhäuser: Trotz massiven Einsatzes der Feuerwehr brannten die Gebäude bis auf die Grundmauern nieder.

Ein vom Hüttenwirt im Bereich des Kachelofens entdeckter Brand wurde von diesem vermeintlich gelöscht. Einige Stunden später entdeckte er an dieser Stelle wieder Rauch, worauf er die Feuerwehr alarmierte. Mittlerweile breitete sich der Brand über nicht zugängliche Hohlräume immer weiter aus. Obwohl bereits eine knappe halbe Stunde später die erste Löschgruppe eintraf, konnte diese – genau wie die nachfolgenden Kräfte – nicht verhindern, dass im Laufe der nächsten sechs Stunden alle drei Häuser abbrannten.

Ein weiteres Beispiel hierfür stellt nachfolgender Schaden in einem Kindergarten dar (Abb. 2): In diesem Fall

brach der Brand nicht einmal im Gebäude aus. Ausgangspunkt des Schadens war ein Müllcontainer, der vor dem Gebäude abgestellt gewesen war. Durch Brandstiftung wurde dieser entzündet. Das Feuer gelangte über den Giebel ins Gebäude und wurde in diesem Ausbreitungsstadium von der Feuerwehr gelöscht. Obwohl äußerlich und auch in den Kindergartenräumen selbst nur eine leichte bis mittlere Verrußung offensichtlich war, handelte es sich versicherungstechnisch nahezu um einen Totalschaden, wobei zu den reinen Wiederaufbaukosten auch noch die Abbruch- und Aufräumkosten hinzuzurechnen waren. Summa summarum ein Schaden von ca. 1 Mio. Euro.

Die Schadenerfahrungen zeigen, dass Totalschäden gerade bei solchen Holzbauten vorkommen, die mit Hohlräumen durchzogen sind. Auch bei Holzkonstruktionen, die durch den Einbau von Feuerschutzplatten auf einen bestimmten Feuerwiderstand ertüchtigt worden sind und deshalb Hohlräume erhielten, wurden Brandausbreitungen und damit verbundene Totalschäden beobachtet.



Abb. 2: Brand in einem Kindergarten



Abhängigkeit Konstruktion – Schadenhöhe

Verschiedene Schadenauswertungen innerhalb der Versicherungskammer Bayern zeigen, dass im Bereich Holzhäuser und Fertighäuser die Schadenssummen im Schnitt deutlich mehr als doppelt so hoch liegen wie im Bereich der Massivhäuser. Dies könnte durch die oben genannten Schadenerfahrungen erklärt werden, da bei den meisten der heute anzutreffenden Holzbauten (ohne Berücksichtigung einfacher Holzhütten) Hohlräume anzutreffen sind. Hinzu kommt, dass die Schadenhäufigkeit bei Holzbauten etwa der von Massivbauten entspricht.

Um genauere Anhaltspunkte für die Abhängigkeit von Konstruktion und Schadenhöhe zu erhalten, wurde von der Versicherungskammer Bayern ein Forschungsprojekt initiiert. Der Kernpunkt dieses Projekts ist eine Diplomarbeit der Universität Leipzig. Hier wurden zunächst Schadenakten ausgewertet und aktuelle Schäden konkret nach Brandausbreitungswegen untersucht. Außerdem wurden die entsprechenden Konstruktionsprinzipien erfasst. Parallel hierzu fanden Gespräche mit namhaften Fertighausherstellern statt, um aktuelle Konstruktionsdetails abzufragen und durch gezielte Konstruktionsmodifikationen erkannte Brandausbreitungswege zu unterbinden.

Umfang und Ergebnisse der Diplomarbeit

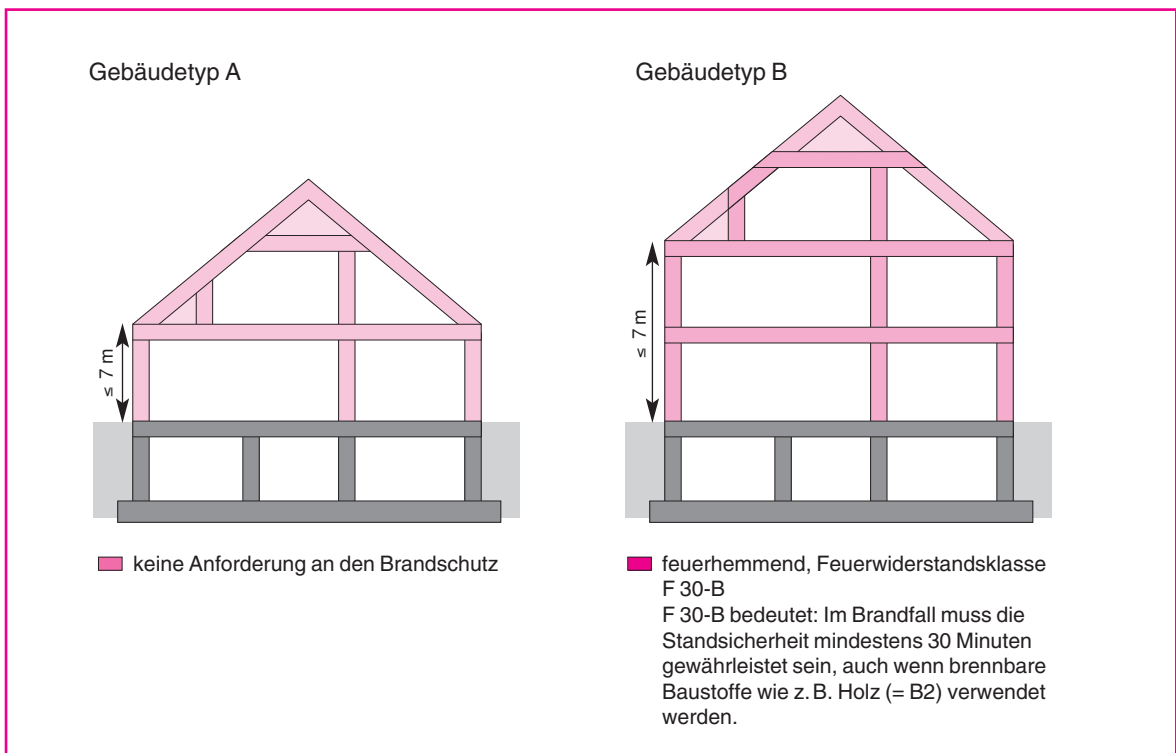
Die untersuchten Gebäude sind freistehende Ein- oder Zweifamilienhäuser, bei denen über einem zweiten Vollgeschoss keine Aufenthaltsräume möglich sind. Ist das der Fall, werden in Bayern keine bauaufsichtlichen Brandschutzanforderungen an Bauteile gestellt (Gebäudetyp A). Ist der Dachraum über einem zweiten Vollgeschoss aber so groß, dass Aufenthaltsräume möglich sind, erfolgt die Einstufung als Gebäudetyp B. An tragende Wände, Pfeiler und Stützen im Erd- und Obergeschoss sowie Decken zwischen den einzelnen Geschossen werden dann Brandschutzanforderungen gestellt (s. **Abb. 3**).

Bauaufsichtliche Brandschutzanforderungen stellen nur einen in sich geschlossenen Grundschutz dar. Versicherungsanforderungen können deutlich darüber liegen.

Ablauf von Raumbränden

Der Entstehungsbrand beginnt, wenn brennbare Materialien, Sauerstoff und eine Zündquelle vorhanden sind. Die Ausbrei-

Abb. 3:
Untersuchte
Gebäude, vgl. [7]



tung des Brands ist von der Entzündbarkeit und der Energiefreisetzungsrates der vom Brand ergriffenen Stoffe abhängig.

Ausgehend von der Verbrennungszone wird Wärme in alle Richtungen abgestrahlt. Parallel dazu findet ein Wärmetransport durch Konvektion vorwiegend in vertikaler Richtung statt. Der Brand breitet sich dadurch schneller in höher gelegene Bereiche aus.

Schon in dieser Frühphase eines Brands steigen die Rauchgase infolge der Dichteunterschiede zur Umgebung in einer Plume nach oben auf und bilden eine Rauchgasschicht unter der Decke. Für den weiteren Brandverlauf spielt die Rauchgasschicht eine entscheidende Rolle. Sie ist vergleichbar mit einem Heizstrahler, der flächendeckend an der Decke montiert ist. Bei Brandfortschritt bewegt sie sich immer weiter nach unten. Vom Brandentstehungsort weiter entfernte Gegenstände werden hierdurch mit Wärme beaufschlagt und geben weitere Pyrolysegase ab.

Beim Feuerübersprung (Flash-over) hat sich der Raum so weit aufgeheizt, dass die Pyrolysegase durchzündet. Durch den Flash-over geht das lokal begrenzte Feuer im Raum zu einem Vollbrand über. Die Raumtemperatur steigt sprunghaft an. Die Zeit bis zum Flash-over kann nach stofflichen und geometrischen Voraussetzungen sowie dem Sauerstoffangebot sehr unterschiedlich sein. Wird die Wärme in ausreichendem Maße abgeführt, ist ein Flash-over ausgeschlossen [8]. Nach Abbrand der Brandlasten oder nach Löschmaßnahmen kühlt der Raum in Abhängigkeit zum Wärmespeichervermögen der umgebenden Bauteile und Öffnungen langsam ab

Beurteilung von Wand- und Deckenbauteilen

Die Bewertung der raumabschließenden Wirkung von Wand- und Deckenbauteilen während eines Raumbrandes erfolgte mit dem Komponenten-Additiv-Verfahren [9], das in die ENV 1995-1-2, Ausgabe 1994 [10], eingebracht wurde. Dieses Verfahren bezieht sich auf Normbrandbedingungen. Es wird vorausgesetzt, dass die Brandbeanspruchung der Bauteile bei natürlichen Raumbränden durch eine fiktive Beanspruchung nach Einheits-Temperaturzeitkurve hinreichend abgebildet wird.

Bei dem Komponenten-Additiv-Verfahren werden einzelne Schichten eines Bauteils entfernt und für diese Schicht wird die

Durchbrandzeit ermittelt. Die Feuerwiderstandsdauer ist dann die Summe der Versagenszeiten der Einzelkomponenten.

Für den Nachweis des Raumabschlusses sind folgende Kriterien einzuhalten:

- ▶ verbleibende Schichten müssen noch eine Versagenszeit von 15 Minuten aufweisen;
- ▶ Fugen und Stöße müssen mit einer verbleibenden Versagenszeit von fünf Minuten vor unmittelbarer Brandbeanspruchung geschützt werden;
- ▶ für Wände mit Hausinstallationen muss nach rechnerischer Entfernung von 45 mm Materialdicke die Versagenszeit noch fünf Minuten betragen.

Mit diesem Verfahren können auch Aussagen über den Schädigungsgrad eines Holzbauteils getroffen werden. Indem die Durchbrandzeit einzelner Schichten bestimmt wird, können Rückschlüsse gezogen werden, zu welchem Zeitpunkt der Brand auf die Tragkonstruktion übergreift.

Beurteilung eines ausgewählten Anschlussdetails

Nachfolgend wird das Anschlussdetail Innenwand/Decke eines ausgewählten Brandobjekts bewertet. Die real brandgeschädigten Bauteile sind in **Abb. 4** dargestellt.



Abb. 4: Wohnzimmer nach Raumbrand
a) Innenwand – GKP sind großflächig abgefallen, mittlere Brandzehrung an darunter liegenden Sperrholzplatten



Abb. 4:
Wohnzimmer nach
Raumbrand
b) Decke – GKP und
Lattung sind
vollständig zerstört,
Dämmung wurde
durch Feuerwehr
entfernt, Durch-
feuchtung der
Spanplatte durch
Löschwasser



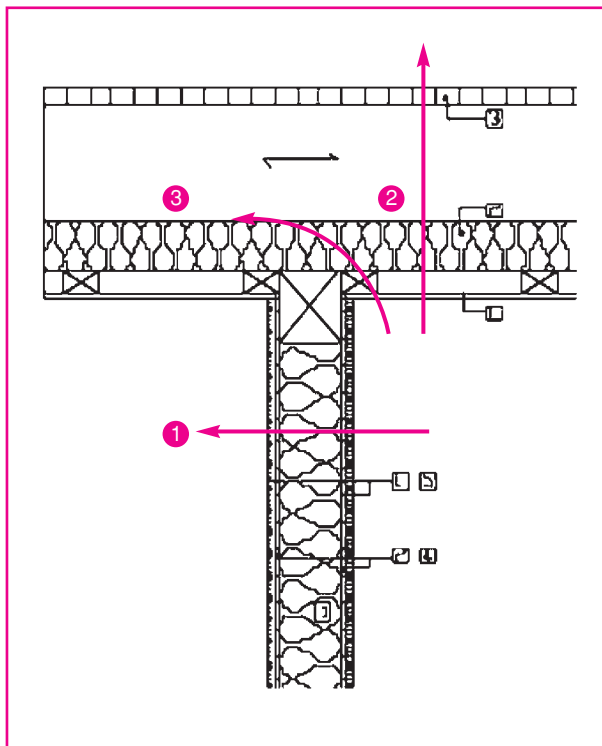
Der Brand entstand in diesem Fall durch die Implosion eines Fernsehgeräts im Wohnzimmer. Die Bewohner verließen umgehend das Haus und alarmierten über Nachbarn die Feuerwehr, die nach ca. 15 bis 20 Minuten vor Ort eintraf. In dem Zeit-

raum zwischen Alarmierung und Eintreffen der Feuerwehr dehnte sich der Brand großflächig im Wohnzimmer aus. Die Ausbreitung in angrenzende Bereiche erfolgte u. a. über Schwachstellen der Anschlussfuge Erdgeschossdecke/Innenwand.

Eine raumabschließende Wirkung der Innenwand kann ohne Berücksichtigung des Durchbrands an den Anschlussfugen für eine Zeit von 39 Minuten angesetzt werden. Für den Durchbrand der Decke (ohne Fußbodenaufbau) ist eine Zeit von 23 Minuten anzunehmen. Kritisch ist die zunehmende geringe Versagenszeit des Decken-Wand-Anschlusses. Um einem frühzeitigen Verlust der raumabschließenden Funktion durch die Brandübertragung entgegenzuwirken, muss oberhalb der Innenwand eine Abschottung ausgeführt werden. Die brandschutztechnische Optimierung kann durch ein formstabiles Dämmschott oder das Einfügen eines Stellbretts erfolgen.

Diese Maßnahme hat einen unmittelbaren Einfluss auf das Schadenausmaß nach einem Brand. Die Eingrenzung des Brands auf den Entstehungsort bewirkt eine deutliche Reduzierung der Schadenssumme. Im vorliegenden Fall fehlte die Abschottung. Der Brand konnte sich großflächig ausdehnen, wodurch das Schadenausmaß deutlich erhöht wurde.

Abb. 5:
Nachweis
Raumabschluss
Bauteile –
Detaildarstellung



Anschlussdetail:

Decke senkrecht zur Innenwand

Decke:

- 1 - GKP 9,5 mm
- 2 - Dämmung (Mineralwolle) 60 mm
- 3 - Spanplatte 22 mm

Innenwand:

- 1,5 - GKP 9,5 mm
- 2,4 - Sperrholzplatte 8 mm
- 3 - Dämmung (Mineralwolle) 84 mm

Sanierung von Brandobjekten

Vor dem Beginn einer möglichen Sanierung von Brandschäden müssen zum einen die Brandfolgeprodukte und zum anderen der Schädigungsgrad brandbeanspruchter Bauteile bewertet werden. In vielen Fällen ist auf Erfahrungswerte der Schadenabteilungen der Versicherung zurückzugreifen, da keine allgemeinen Bewertungsmaßstäbe existieren.

Die Abgrenzung zwischen Total- und Teilschaden vollzieht sich in mehreren Schritten:

Zunächst wird festgestellt, ob die Schäden an dem betreffenden Objekt technisch überhaupt beseitigt werden können. Ist eine Reparatur technisch nicht mög-

lich, liegt ein technischer und wirtschaftlicher Totalschaden vor.

Ist eine Reparatur technisch möglich und kann der weitere Gebrauch dem Versicherungsnehmer zugemutet werden, handelt es sich um einen technischen Teilschaden. Die Abrechnung auf Reparaturkostenbasis setzt voraus, dass eine Reparatur wirtschaftlich sinnvoll ist. In einem letzten Schritt wird die Reparaturwürdigkeit überprüft. Liegen die Reparaturkosten über dem Gebäudewert, handelt es sich technisch um einen Teilschaden, aber wirtschaftlich um einen Totalschaden. Das Gebäude wird nicht repariert. Bei der Prüfung der Reparaturwürdigkeit bleibt der Zeitwert außer Betracht.

1) Innenwand

Gipskartonplatte	: $t_1 = t_5 = 1,7 \times t_p = 1,7 \times 9,5$	= 16 min
Sperrholz	: $t_2 = t_4 = (t_p / \beta_0) - t_r = (8 / 1,0) - 4$	= 4 min
Dämmung	: $t_3 = 0,07 (t_{ins} - 20) \varphi_{ins}^{0,5} = 0,07 (84 - 20) 30^{0,5}$	= 24 min
Kriterium I	: = 64 - 15	= 49 min
Kriterium II	: = 48 - 5	= 43 min
Kriterium III	:	= 39 min
Wand	: $t_{Raumabschluss}$	= 39 min

2) Decke (ohne Fußbodenaufbau)

Gipskartonplatte	: $t_1 = 1,7 \times t_p \times \xi = 1,7 \times 9,5 \times 0,8$	= 13 min
Dämmung	: $t_2 = 0,07 (t_{ins} - 20) \varphi_{ins}^{0,5} = 0,07 (60 - 20) 30^{0,5}$	= 15 min
Spanplatte	: $t_3 = t_p \times \xi / \beta_0 = 22 \times 0,4 / 0,9$	= 10 min
Kriterium I	: = 38 - 15	= 23 min
Kriterium II	: = 28 - 5	= 23 min
Decke	: $t_{Raumabschluss}$	= 23 min

3) Anschluss ohne Abschottung oberhalb der Innenwand

Gipskartonplatte	: $t_1 = 1,7 \times h \times \xi = 1,7 \times 9,5 \times 0,8$	= 13 min
Dämmung	: ≤ 15 min	

Anschluss Decke/Wand: $t_{Raumabschluss} = 13$ bis 28 min



Bei der Auswertung der Brandschäden wurde deutlich, dass eine Einteilung der Bauteile in brennbar und nichtbrennbar keine Aussage über das Schadenausmaß einer Konstruktion nach einem Brand zulässt. Aus diesem Grund wurde ein neues Bewertungssystem für die Versicherungskammer Bayern erarbeitet, das eine wirklichkeitsnahe Bewertung von Holzbauweisen im Vergleich zu Massivbauten zulässt.

Weiteres Vorgehen

Im nächsten Schritt sollen im Rahmen einer Promotion die Ergebnisse weiter systematisiert und bestimmte Detailausbildungen genauer untersucht werden. In diesem Zusammenhang sind Laboruntersuchungen in größerem Stil, unter Beteiligung der Holzwirtschaft, vorgesehen. Abschließend ist ein Bewertungssystem geplant, nach dem Holzbauten differenziert betrachtet werden können.

Das Ziel des Gesamtprojekts liegt darin, die Schadenzahlen im Holzbau deutlich zu reduzieren. Außerdem sollen die technischen Grundlagen geschaffen werden, Holz versicherungstechnisch differenziert zu betrachten.



Literaturhinweise

- ▶ [1] Versicherungskammer Bayern: Brandschutzinformation Baulicher Brandschutz
- ▶ [2] Mayr J.(Hrsg.): Brandschutzatlas; Feuertrutz GmbH Verlag für Brandschutzpublikationen 1995, ISBN 3-00-001978-2, www.feuertrutz.de
- ▶ [3] Entwicklungsgemeinschaft Holzbau: Informationsdienst Holz; Holzbau - Handbuch, Reihe 3 Bauphysik, Teil 4 Brandschutz, Folge 2: Feuerhemmende Holzbauteile (F30-B)
- ▶ [4] Arbeitsgemeinschaft Holz e.V.: Informationsdienst Holz; Brandschutz: Bauen mit Holz in Bayern
- ▶ [5] Battran, L.: Der Holzbau aus Sicht der Versicherungswirtschaft, Tagungsband zur 9. DGfH Brandschutztagung; Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V., München
- ▶ [6] Battran, L.: Schadenerfahrung mit Holzbauten, Tagungsband zur VdS-Fachtagung Baulicher Brandschutz 1995 (VdS 2441); VdS Schadenverhütung, Köln
- ▶ [7] Versicherungskammer Bayern: Brandschutz: Erforderliche Maßnahmen beim Selbstausbau von Dachgeschossen. München 2002.
- ▶ [8] Pulm, M.: Der Zimmerbrand – das unbekannte Wesen. Brandschutz – Deutsche Feuerwehrzeitung. 4/2003.
- ▶ [9] Wesche, J.; Kersken-Bradley, M.: Ermittlung von Kriterien zur Beurteilung des Brandverhaltens von Decken und Wänden im Holzbau. Forschungsvorhaben im Auftrag der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung, Abschlussbericht. Braunschweig 1993.
- ▶ [10] ENV 1995-1-2: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauten: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall. Ausgabe 1994.

Bilder: Autoren

Lutz Battran, Versicherungskammer Bayern,
München
René Stein, Lehrstuhl für Stahlbau und Holzbau,
Universität Leipzig