

Brandsicher hoch hinaus – Lösungen für den mehrgeschossigen Holzbau

1 Allgemeines

In Zeiten der Besinnung auf ressourcensparendes und umweltgerechtes Bauen gewinnt der Holzbau auch für den mehrgeschossigen und verdichteten Bereich wieder zunehmend an Bedeutung. Insbesondere in innerstädtischen Ballungsgebieten eignet sich der Holzbau aufgrund seines hohen Vorfertigungsgrades zur Schließung von Baulücken sowie durch sein geringes Eigengewicht zur Aufstockung bestehender Gebäude. Dies betrifft nicht nur den Wohnungsbau, sondern zunehmend auch die Errichtung von mehrgeschossigen Verwaltungsgebäuden sowie Schulen und Pflegeheimen in Holzbauweise.

Moderne Holzkonstruktionen weisen eine hohe Lebensdauer und Wertbeständigkeit auf. Entscheidend für die Ausdehnung des Holzbaus auf den mehrgeschossigen Bereich mit bis zu fünf Vollgeschossen ist jedoch die Tatsache, dass sich mit diesen Konstruktionen die in Deutschland geltenden hohen Sicherheitsanforderungen an den Brandschutz erfüllen lassen.

2 Bauordnungsrechtliche Anforderungen

2.1 Musterbauordnung (MBO)

Mit der seit 2002 gültigen Musterbauordnung wurde der Einsatz der bisher auf drei Vollgeschosse begrenzten Holzbauweise auf bis zu fünf Geschosse erweitert. Ermöglicht wird der Einsatz der mehrgeschossigen Holzbauweise durch die Einführung einer neuen Gebäudeklasse 4. Sie regelt Gebäude bis zu einer Fußbodenhöhe des obersten Geschosses mit Aufenthaltsräumen von 13 m über Geländeoberkante. Die Nutzungseinheiten je Geschoss dürfen eine Brutto-Grundfläche von 400 m² nicht überschreiten (Bild 1).

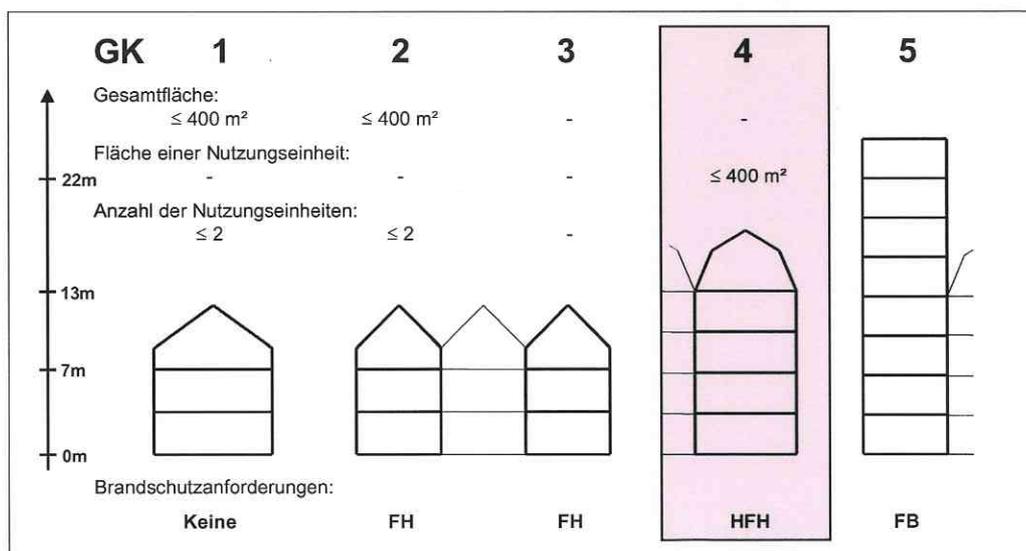


Bild 1: Gebäudeklassen nach der Musterbauordnung (MBO)

Die Verwendung von Holztragkonstruktionen ist in dieser Gebäudeklasse gemäß MBO dann zulässig, wenn eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung und ausschließlich nicht-brennbare Dämmstoffe mit einem Schmelzpunkt $\geq 1000^{\circ}\text{C}$ gemäß DIN 4102-17 verwendet werden.

Die Spezifikation dieser Anforderungen erfolgt in der Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise – M-HFHolzR (Muster-Holzbaurichtlinie). Sie legt fest, dass eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung gegeben ist, wenn die Holzkonstruktion während der relevanten Branddauer von 60 Minuten die Entzündungstemperatur von 300°C nicht erreicht („Kapselkriterium“). Mit dieser Anforderung soll der Gefahr von Hohlraumbränden sowie einem Glimmen der Wärmedämmung und dem damit verbundenen Risiko einer Nachentzündung nach Abschluss der Löschmaßnahmen entgegen gewirkt werden. Die brandschutztechnische Bekleidung muss der Klassifikation K₂60 nach DIN EN 13501-2:2003-12 entsprechen. Als Dämmstoffe müssen bislang ausschließlich nichtbrennbare mineralische Faserdämmstoffe nach DIN V 4108-10:2004-06 verwendet werden.

Die Musterbauordnung führt damit erstmals eine Zwischenstufe zwischen „feuerhemmenden“ F 30-B und „feuerbeständigen“ F 90-AB-Konstruktionen ein. Die als „hochfeuerhemmend“ bezeichneten Bauteile mit einer Kapselung über 60 Minuten sollen die Lücke zwischen 30 und 90 Minuten schließen, die aus Sicht einer gestuften Risikobetrachtung unverhältnismäßig groß erscheint. Damit folgen die deutschen Regelungen erstmals internationalem Standard, der in vielen Ländern eine differenzierte Einteilung des Feuerwiderstands der Bauteile bis hin zu Schritten von nur 15 Minuten vorsieht.

2.2 Landesbauordnungen (LBO)

Eine wesentliche Voraussetzung für den Einsatz von Holzkonstruktionen im mehrgeschossigen Wohn- und Funktionalbau ist die Umsetzung der Musterbauordnung in die Landesbauordnungen. Nahezu alle Bundesländer die nach dem Erscheinen der Musterbauordnung, seit dem Jahre 2002, novelliert wurden, sind dieser Empfehlung gefolgt. Den Vorschlägen der Musterbauordnung bezüglich der Gebäudeklasse 4 sind nur die Länder Brandenburg und Niedersachsen bislang nicht gefolgt. Das Bundesland Hessen hat für die Gebäudeklasse 4 eine eigene, von der Musterbauordnung abweichende Regelung getroffen. Nach dieser sind Holzkonstruktionen zulässig, die die Anforderung F 90-BA erfüllen. Für die Feuerwiderstandsklasse F 90-BA nach HBO gibt es derzeit noch keine im deutschen bauaufsichtlichen Verfahren eingeführte Definition. In der Liste der im Land Hessen bauaufsichtlich eingeführten Technischen Baubestimmungen werden die Anforderungen in Form einer Handlungsempfehlung wie folgt definiert [13]:

- Die Bauteile müssen den Anforderungen der Feuerwiderstandsklasse F 90-B entsprechen.
- Es ist eine zweilagige Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen anzuordnen. Diese muss in der Lage sein, ohne Zusatzmaßnahmen eine Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse F 90-B zu erreichen. Für die Ausführung der Fugen gelten die Bestimmungen der Holzbaurichtlinie. Diese ist im Bundesland Hessen bauaufsichtlich eingeführt.
- In Wänden ist grundsätzlich eine Voldämmung erforderlich.
- Bezüglich der Bauteilanschlüsse, Öffnungen, Abschottungen und Installationsführungen sind die Vorgaben der Holzbaurichtlinie zu beachten.

Bei der Umsetzung dieser Vorgaben ist grundsätzlich sicher gestellt, dass die F 90-BA-Konstruktionen eine vergleichbare Schutzwirkung zu hochfeuerhemmenden Konstruktionen aufweisen. Da die, für 60 Minuten gekapselten Konstruktionen de facto Feuerwiderstandsdauern erreichen, die deutlich oberhalb von 90 Minuten liegen, können die, für die Anforderung „hochfeuerhemmend“ geprüften Wand- und Deckenaufbauten (Abschnitt 3.7)

auch im Bundesland Hessen eingesetzt werden. Darüber hinaus sind hier jedoch wesentlich wirtschaftlichere Ausführungen möglich, da eine K₂60-Brandschutzbekleidung nicht vorgeschrieben ist.

Tabelle 1: Umsetzung der Musterbauordnung in die Landesbauordnungen hinsichtlich der Anforderungen an tragende Wände und Decken in der Gebäudeklasse 4 (-- seit 2002 nicht novelliert)

Bundesland	Stand	Umsetzung	Bauteilanforderungen
Baden-Württemberg	01.03.2010	ja	hochfeuerhemmend
Bayern	01.01.2008	ja	hochfeuerhemmend
Berlin	29.09.2005	ja	hochfeuerhemmend
Brandenburg	21.07.2003	nein	
Bremen	06.10.2009	ja	hochfeuerhemmend
Hamburg	14.12.2005	ja	hochfeuerhemmend
Hessen	25.11.2010	--	F 90-BA oder F 60-A
Mecklenburg-Vorpommern	18.04.2006	ja	hochfeuerhemmend
Niedersachsen	10.02.2003	nein	
Nordrhein Westfalen	01.03.2000	--	
Rheinland Pfalz	24.11.1998	--	
Saarland	18.02.2004	ja	hochfeuerhemmend
Sachsen	28.05.2004	ja	hochfeuerhemmend
Sachsen-Anhalt	20.12.2005	ja	hochfeuerhemmend
Schleswig-Holstein	22.01.2009	ja	hochfeuerhemmend
Thüringen	16.03.2004	ja	hochfeuerhemmend
-- Landesbauordnung wurde seit dem Erscheinen der Musterbauordnung im Jahr 2002 nicht novelliert			

2.3 Muster-Holzbaurichtlinie (M-HFHHolzR)

Die Muster-Holzbaurichtlinie dient der Umsetzung der brandschutztechnischen Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in der Gebäudeklasse 4.

Die Richtlinie gilt für Holzsystembauweisen, die einen gewissen Grad der Vorfertigung aufweisen. Hierzu zählen Holztafel-, Holzrahmen- und Fachwerkkonstruktionen. Sie gilt mit Ausnahme von Brettstapeldecken nicht für Holz-Massivbauweisen wie die Brettstapel- und die Blockbauweise.

Sie regelt Anforderungen an tragende, aussteifende und raumabschließende Bauteile, die nach bauordnungsrechtlichen Vorschriften, vgl. § 26 (2) MBO,

- hochfeuerhemmend sein müssen,
- allseitig eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen haben müssen und
- bei denen als Dämmstoffe ausschließlich nichtbrennbare Baustoffe zu verwenden sind.

Die Richtlinie definiert brandschutztechnische Anforderungen an die:

- Baustoffe wie Holz, Holzwerkstoffe, Dämmstoffe und Folien,
- Brandschutzbekleidung,
- konstruktive Ausbildung von Bauteilen wie Wände, Decken, Stützen und Träger einschließlich ihrer Anschlüsse,
- Öffnungen für Türen, Fenster und sonstige Einbauten und
- Installationsführungen.

Um sowohl die Vielfalt der möglichen Konstruktionen der Holzbauweise zu erhalten als auch ein Maximum an Sicherheit gegenüber der Ausbreitung von Feuer und Rauch zu gewährleisten, werden ausschließlich allgemeine Anforderungen an Baustoffe, Konstruktionen und Detailausbildungen in Textform geregelt, die für das jeweilige Schutzziel entscheidend sind. Zeichnungen dienen dabei nur zur Erläuterung der konstruktiven Anforderungen und sind lediglich als Beispiel zu verstehen.

Eine praktische Umsetzung von Holzkonstruktionen für die Gebäudeklasse 4 ist somit nur durch den Einsatz von Konstruktionen möglich, für die die Erfüllung der Anforderungen der Richtlinie nachgewiesen wurde. Die Klassifizierung muss nach DIN EN 13501-2:2003-12 auf der Grundlage der Ergebnisse von Feuerwiderstandsprüfungen erfolgen. Für die Konstruktionen müssen bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweise vorliegen. Diese können in Form allgemeiner bauaufsichtlicher Prüfzeugnisse (abP) erbracht werden.

Die Richtlinie regelt außerdem die Überwachung der Herstellung und Ausführung der Bauteile.

Die Muster-Holzbaurichtlinie ist bisher nicht in allen Bundesländern bauaufsichtlich eingeführt. Sie kann jedoch aufgrund der Mustertreue der Länder in Abstimmung mit der zuständigen Bauaufsichtsbehörde in allen Bundesländern zur brandschutztechnischen Beurteilung von Bauvorhaben herangezogen werden.

3 Konstruktive Anforderungen

3.1 Baustoffanforderungen

3.1.1 Holz

Bauschnittholz muss mindestens den Anforderungen der Sortierklasse S 10 nach DIN 4074-1:2003-06 entsprechen. Für die Holzfeuchte ist ein Wert von $15 \pm 3 \%$ gefordert.

3.1.2 Dämmstoffe

Als Dämmstoffe sind ausschließlich nichtbrennbare mineralische Faserdämmstoffe nach DIN V 4108-10:2004-06 zu verwenden. Im Rahmen eines Forschungsprojektes konnten auch andere Dämmstoffe im Hinblick auf die Erfüllung der Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile positiv geprüft werden. Nähere Informationen sind in Abschnitt 4 enthalten.

3.1.3 Folien

Normalentflammbare Folien für die Bauteilabdichtung zur Erzielung einer Luft- und Winddichtheit sowie Dampfbremsen sind zulässig.

3.1.4 Brandschutzbekleidung

Auf die Anforderungen an brandschutztechnisch wirksame Bekleidungen nach der Muster-Holzbaurichtlinie sowie mögliche Ausführungsvarianten wird detailliert in Abschnitt 3.3 eingegangen.

3.2 Bauteilanforderungen

3.2.1 Wände, Decken, Stützen und Träger

An die in der Gebäudeklasse 4 einsetzbaren Konstruktionen werden die in Tabelle 2 zusammengestellten brandschutztechnischen Anforderungen gestellt.

Tabelle 2: Brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile für die Gebäudeklasse 4 nach MBO

Bauteil	Bauordnungsrechtliche Anforderung nach MBO:2002	Klassifizierung nach DIN EN 13501-2:2003-12
Stützen	hochfeuerhemmend	R 60 in Verbindung mit einer K ₂ 60-Brandschutzbekleidung
Tragende, nicht raumabschließende Wände im Normalgeschoss (im Kellergeschoss)	hochfeuerhemmend	R 60 in Verbindung mit einer K ₂ 60-Brandschutzbekleidung (R 90)
Tragende, raumabschließende Wände im Normalgeschoss (im Kellergeschoss)	hochfeuerhemmend	REI 60 in Verbindung mit einer K ₂ 60-Brandschutzbekleidung (REI 90)
Nichttragende, raumabschließende Trennwände (Normalgeschoss)	hochfeuerhemmend	EI 60 in Verbindung mit einer K ₂ 60-Brandschutzbekleidung
Decken (Normalgeschoss)	hochfeuerhemmend	REI 60 in Verbindung mit einer K ₂ 60-Brandschutzbekleidung
Wände notwendiger Treppenräume	hochfeuerhemmend, auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung	REI-M 60 in Verbindung mit einer K ₂ 60-Brandschutzbekleidung
Wände anstelle von Brandwänden nach MBO (Brandwandersatzwände)	hochfeuerhemmend, auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung	REI-M 60 in Verbindung mit einer K ₂ 60-Brandschutzbekleidung

Hochfeuerhemmende tragende und/oder raumabschließende Wand- und Deckenbauteile sowie Träger und Stützen müssen folgende wesentliche Konstruktionsmerkmale aufweisen:

- eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung nach Abschnitt 3.3, angeordnet mit Fugenversatz, Stufenfalz oder Nut- und Federverbindungen
- eine formschlüssig verlegte Volldämmung aus mineralischen Dämmstoffen mit einem Schmelzpunkt ≥ 1000 °C und einer Mindestrohdichte von 30 kg/m³. Bei zweilagigen Dämmschichten sind die Stöße zu versetzen.

Die Prüfung der Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile erfolgt nach DIN 4102-2:1977-09 oder alternativ auf der Grundlage der europäisch harmonisierten Norm DIN EN 1363-1:1999-10. Nach diesen Normen werden ausschließlich die Tragfähigkeit und der Raumabschluss der Bauteile beurteilt. Detaillierte Informationen zur Durchführung der Feuerwiderstandsprüfungen sowie zu den Beurteilungskriterien können Abschnitt 6 des Brandschutzatlasses entnommen werden. Für die brandschutztechnisch wirksame Bekleidung ist eine getrennte Überprüfung der Wirksamkeit erforderlich (siehe Abschnitt 3.3.2). Hochfeuerhemmende Bauteile müssen über eine Brandbeanspruchungsdauer von 60 Minuten die Tragfähigkeit und ggf. den Raumabschluss sicher stellen. Nähere Informationen zu hochfeuerhemmend klassifizierten Wand- und Deckenaufbauten, die über einen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis verfügen, sind in Abschnitt 3.7 enthalten.

3.2.2 Wände anstelle von Brandwänden und Treppenraumwände

Gemäß § 30 der MBO müssen Brandwände in der Gebäudeklasse 4 auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung hochfeuerhemmend sein. Die gleiche Anforderung wird nach § 35 an die Wände notwendiger Treppenräume gestellt.

Diese Konstruktionen müssen nach DIN 4102-3:1977-09 oder alternativ nach der europäisch harmonisierten Norm DIN EN 1363-2:1999-10 geprüft werden. Nach Abschluss der Prüfdauer werden die Probekörper durch eine Stoßbeanspruchung mittels eines Bleisackes mit einer Gesamtmasse von 200 kg aus einer Fallhöhe von 1,5 m beaufschlagt. Dies entspricht einer Stoßenergie von 3000 Nm. Dabei dürfen die Tragfähigkeit und der Raumabschluss nicht verloren gehen. Zur Aufnahme der Stoßbeanspruchung im Feldbereich eignen sich Stahlbleche mit einer Dicke von 0,38 mm oder Holzwerkstoffplatten bei einer Verringerung des Ständerabstandes auf 0,31 m. Für die Konstruktion unter Verwendung von Holzwerkstoffplatten liegt ein bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis in Form eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses vor (Abschnitt 3.7.3).

3.2.3 Besonderheiten bei Aufstockungen auf bestehende Gebäude

In der Regel werden in den Landesbauordnungen an Bauteile in Dachgeschossen geringere brandschutztechnische Anforderungen im Vergleich zu den Normalgeschossen gestellt. Es ist jedoch zu beachten, dass diese Regelungen in den einzelnen Bundesländern sehr unterschiedlich sind.

Eine Erleichterung von den Forderungen der jeweiligen Landesbauordnung ist über eine Abweichung, begründet durch eine ganzheitliche Betrachtung des Bauobjektes in Form eines Brandschutzkonzeptes, grundsätzlich möglich.

3.3 Brandschutzbekleidungen

3.3.1 Aufgabe der Brandschutzbekleidung

Die Brandschutzbekleidung dient der Kapselung der Bauteile über die erforderliche Dauer von 60 Minuten. Sie soll sicher stellen, dass sich innerhalb dieser Brandbeanspruchungsdauer die Tragelemente der Holzbauteile nicht entzünden und kein Einbrand in die Konstruktionen erfolgt. Sie wird daher in der Musterbauordnung als brandschutztechnisch wirksame Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen bezeichnet.

Das primäre Ziel der Kapselung von Holzkonstruktionen ist nicht in der Personenrettung begründet. In üblichen Wohngebäuden erfolgt das Verlassen der Bewohner in der Regel in den ersten 10 bis 15 Minuten und der Löschangriff der Feuerwehr innerhalb von ca. 20 Minuten nach der Branderkennung. Im Vordergrund dieser Maßnahme steht das Ziel, wirksame Löschmaßnahmen zu ermöglichen, um folgende Gefahren auszuschließen:

- einen Einbrand in die Konstruktion
- ein verzögertes Tragwerksversagen durch einen nicht sichtbaren Weiterbrand hinter der Bekleidung sowie
- eine unkontrollierte Brandausbreitung über Hohlräume

Brandschutztechnisch wirksame Bekleidungen bestehen in der Regel aus Gipswerkstoffen. Diese enthalten kristallin gebundenes Wasser, das bei Brandbeanspruchung verdampft und somit die Zerstörung der Platte verzögert. Mehrlagige Bekleidungen wirken sich im Vergleich zu einlagigen stets günstiger aus. Die brandschutztechnische Wirksamkeit der Bekleidung ist für faserverstärkte Platten deutlich höher, da diese eine Rissbildung vermindern. Die Faserverstärkung bewirkt eine Rissverteilung in mehrere feine Risse. Breite, durchgehende Risse werden vermieden.

3.3.2 Prüfung und Klassifizierung

Die Kapselwirkung der brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung ist unabhängig von der Konstruktion, auf der sie angeordnet wird. Daher erfolgt die Überprüfung konstruktionsneutral. Die Wirksamkeit einer definierten Bekleidung wird einmalig nachgewiesen. Die geprüfte Bekleidung kann auf beliebigen Bauteilen angeordnet werden.

Die Überprüfung der Kapselwirkung erfolgt nach DIN EN 14135:2004-11. Die zu prüfende Bekleidung wird auf der Unterseite einer Deckenkonstruktion angeordnet., Diese Situation stellt für die Platte und die Befestigungsmittel die ungünstigste Beanspruchung dar, sodass im Vergleich zu einer Befestigung auf einer Wandkonstruktion eher mit einem Herabfallen der Bekleidung zu rechnen ist. Die geprüfte Bekleidung kann so gleichermaßen auf Wand- und Deckenbauteilen angewendet werden.

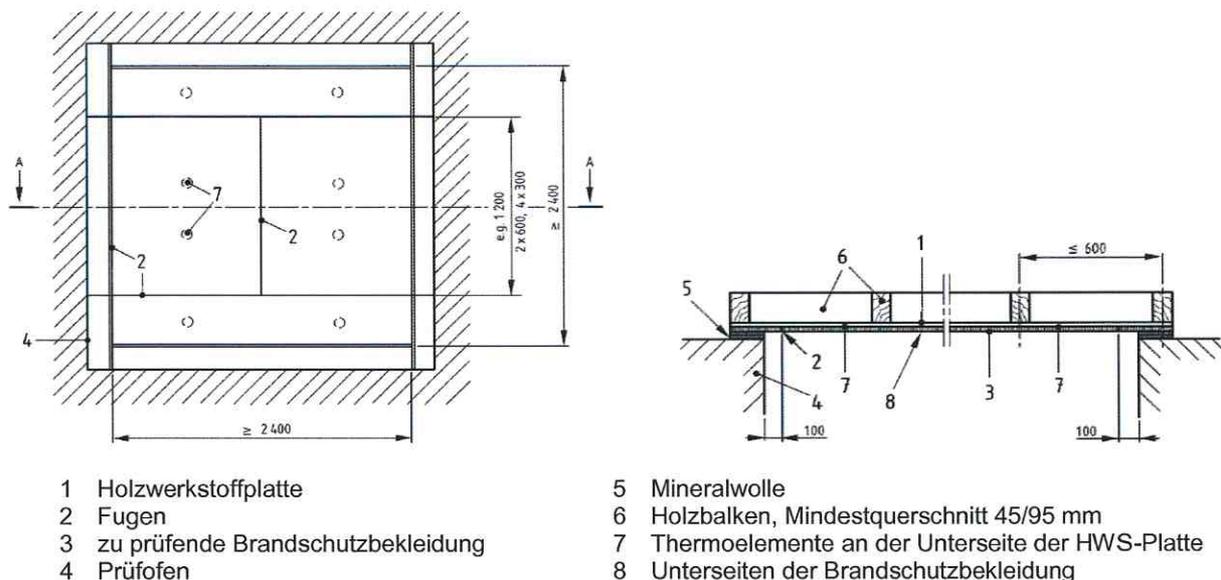


Bild 2: Prüfaufbau einer Brandschutzbekleidung nach DIN EN 14135

Da die Brandschutzbekleidung dem Ziel dient, die hinter der Bekleidung befindlichen Holzbauteile innerhalb der maßgebenden Brandbeanspruchungsdauer vor einer Entzündung zu schützen, werden im Wesentlichen die Begrenzung der Temperaturerhöhung auf der Rückseite der Bekleidung sowie Beschädigungen dahinterliegender Holzelemente überprüft. Zu diesem Zweck wird die Bekleidung auf einer sogenannten Trägerplatte aus Holzwerkstoffen befestigt. Auf ihr befinden sich die Thermolemente zur Temperaturbestimmung. Über den Zustand der Trägerplatte nach Abschluss der Brandprüfung lassen sich zudem Aussagen über die Wirksamkeit der Bekleidung ableiten. Nach DIN EN 13501-2 Abschnitt 7.6.4 wird diese anhand folgender Kriterien beurteilt:

- Die mittlere Temperatur, gemessen an der Unterseite der Trägerplatte, darf die Anfangstemperatur um nicht mehr als 250 °C überschreiten. Die maximale Temperatur, die an einer beliebigen Stelle dieser Seite gemessen wird, darf die Anfangstemperatur um nicht mehr als 270 °C überschreiten.
- An keiner Stelle der Trägerplatte darf eine Entzündung, Verkohlung oder anderer Schaden entstehen. Schmelzen oder Schrumpfung gelten als Schaden. Verfärbungen werden nicht als Schaden angesehen.

Gemäß der Dauer ihrer Schutzwirkung wird die Bekleidung einer Klassifizierung nach DIN EN 13501-2 zugeordnet. Die für die in der Gebäudeklasse 4 nach MBO einzusetzenden brandschutztechnischen Bekleidungen müssen eine K₂60-Klassifizierung besitzen.



Bild 3: Zustand der Holzbauteile nach Abschluss der Brandprüfung einer brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung nach DIN EN 14135 zur Klassifizierung K₂60 nach DIN EN 13501-2

3.3.3 Beispiele für brandschutztechnisch wirksame Bekleidungen

Brandschutzbekleidung für eine Kapselung über 60 Minuten mit einer Klassifizierung K₂60 nach DIN EN 13501-2:2003-12:

- 2 Lagen Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF) mit einer Dicke von 18 mm
- 2 Lagen Gipsfaserplatten (GF) mit einer Dicke von 18 mm

Weitere Informationen über zwischenzeitlich geprüfte und klassifizierte Brandschutzbekleidungen, die über einen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis verfügen, können beispielsweise über das Fraunhofer Informationszentrum Raum und Bau (IRB) oder das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) bezogen werden.

3.4 Bauteilanschlüsse

Die Anschlüsse sind so auszuführen, dass während der ersten 60 Brandminuten kein Brandeintrag in die Konstruktion erfolgt. Ebenso soll die Übertrag von Rauch und Brandgasen in benachbarte Nutzungseinheiten wirkungsvoll behindert werden. Zur Sicherstellung dieser Zielsetzung sind bei der Ausbildung der Bauteilanschlüsse nach der Muster-Holzbaurichtlinie folgende Konstruktionsprinzipien zu beachten:

- Die Brandschutzbekleidungen sind mit Fugenversatz, Stufenfalz oder Nut- und Federverbindungen auszubilden. Durchgängige Fugen sind nicht zulässig.
- Folgende Anforderungen sind im Anschlussbereich bei einer Befestigung mit Schrauben einzuhalten:
 - Schaftdurchmesser der Schrauben: ≥ 12 mm
 - Einschraubtiefe: ≥ 70 mm
 - Abstand der Schrauben untereinander: ≤ 500 mmAlternativ dürfen Schrauben oder Gewindestangen mit einem Minstdurchmesser von 8 mm verwendet werden. Der Abstand dieser Verbindungsmittel darf maximal 500 mm

betragen. Für die Verbindungsmittel muss eine Verbindungskraft von mindestens 0,85 kN/lfm unter Normaltemperatur nachgewiesen sein.

- Verschließen der Fugen mit nichtbrennbaren Baustoffen durch Verspachtelung oder Aufbringen von Deckleisten.
- Die Brandschutzbekleidung muss beim Anschluss an Bauteile mit geringeren Feuerwiderstandsfähigkeiten als hochfeuerhemmend durchlaufen. Eine Unterbrechung ist nicht zulässig.
- Beim Anschluss von Wänden an Wände ist zusätzlich zu beachten:
Die Stiele sind im Anschlussbereich in Abständen von höchstens 500 mm kraftschlüssig miteinander zu verschrauben (Verblockung). Anstelle des Fugenversatzes kann in der Fuge ein Dämmstreifen mit einer Mindestdicke von 20 mm, einem Schmelzpunkt $\geq 1000\text{ °C}$ und einer Mindestdichte von 30 kg/m^3 komprimiert eingebaut werden.
- Beim Anschluss von Wänden und Stützen an Decken ist zusätzlich zu beachten:
Die Deckenbalken sind mit den umlaufenden Rahmenhölzern der Wände in Abständen von höchstens 500 mm zu verblocken. In den vertikalen Fugen muss ein Dämmstreifen mit einer Mindestdicke von 20 mm, einem Schmelzpunkt $\geq 1000\text{ °C}$ und einer Mindestdichte von 30 kg/m^3 komprimiert eingebaut werden (Bild 4).

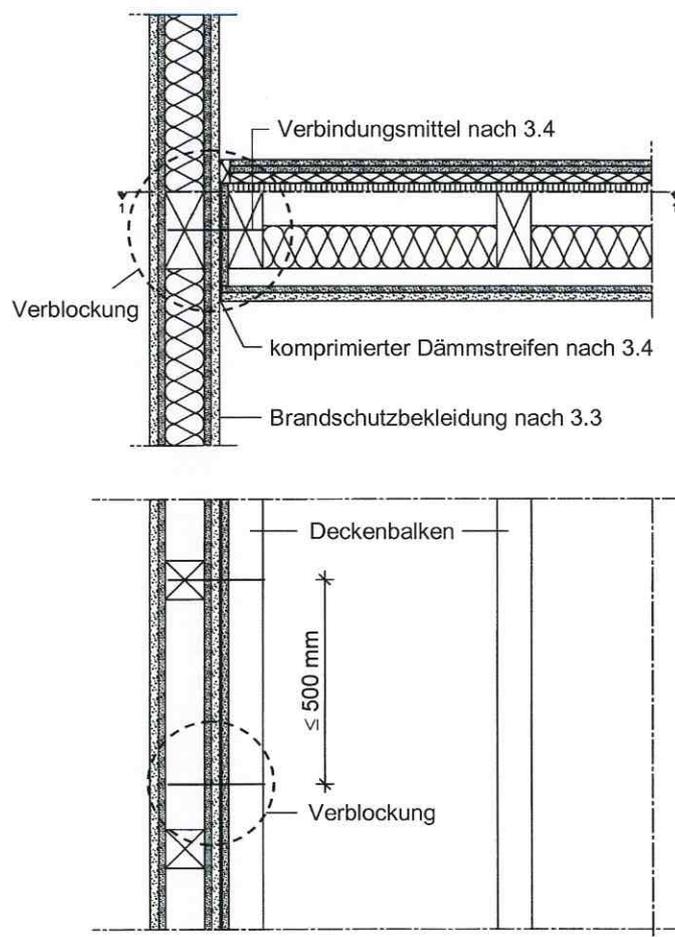


Bild 4: Anschluss einer Decke an eine durchlaufende tragende, raumabschließende Wand (Spannrichtung der Decken parallel zur Wand)

3.5 Öffnungen für Türen, Fenster und sonstige Einbauten

In den Öffnungsleibungen ist ebenfalls eine Brandschutzbekleidung anzuordnen. Diese ist mit Fugenversatz, Stufenfalz oder Nut- und Federverbindungen auszubilden. Werden an den Verschluss der Öffnungen Brandschutzanforderungen gestellt, wie beispielsweise an Feuer-schutzabschlüsse, Brandschutzklappen, Brandschutzverglasungen sowie Rohr- oder Kabelabschottungen müssen für diese Bauteile bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweise vorliegen, z. B. in Form von allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (abZ). Nähere Informationen zu geprüften Rohr- und Kabelabschottungen sind in Abschnitt 3.7.1 enthalten.

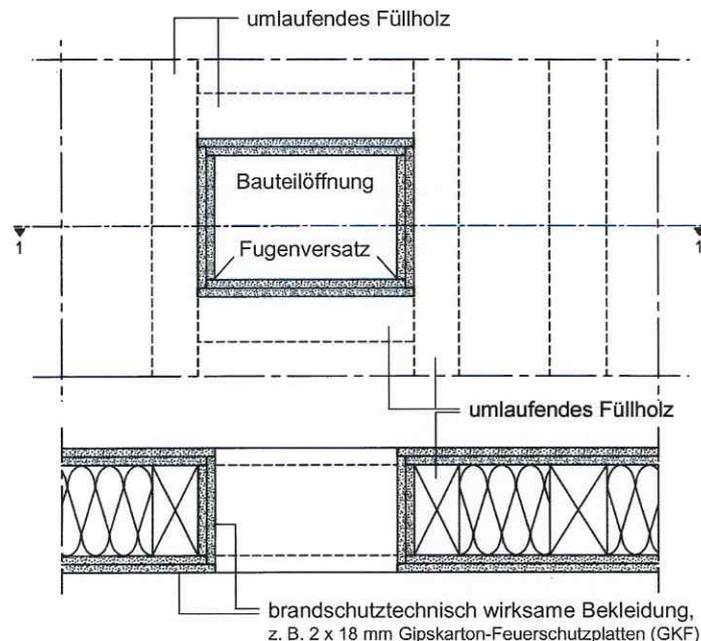


Bild 5: Bauteilöffnung mit brandschutztechnisch wirksamer Bekleidung und Fugenversatz

3.6 Installationen

Aufgrund der Verwendung nichtbrennbarer Dämmstoffe dürfen einzelne, bis zu drei Kabel innerhalb der Konstruktion ohne weitere Maßnahmen verlegt werden. Mehr als drei Kabel sowie brennbare Hüllrohre müssen in Vorwand- und Deckeninstallationsebenen geführt werden, da diese Hohlraumbrände innerhalb der Konstruktionen begünstigen können. Zu beachten ist, dass die brandschutztechnisch wirksame Bekleidung direkt auf der Wand anzubringen ist. An die Bekleidung der Installationsebene werden keine Anforderungen gestellt. Mit dieser Regelung ist sicher gestellt, dass die Wand im Brandfall auch nach dem Versagen der Installationsebene die Kriterien an hochfeuerhemmende Bauteile erfüllt. Der Verlust der Installationsebene ist für den Brandfall unkritisch.

Beim Einbau von Hohlwanddosen für Schalter und Steckdosen muss der Abstand zum nächstgelegenen Holzständer mindestens 150 mm betragen. Gegenüberliegende Hohlwanddosen müssen einen lichten Abstand zum nächstgelegenen Holzständer bzw. zur benachbarten Hohlwanddose von mindestens 150 mm aufweisen (Bild 6).

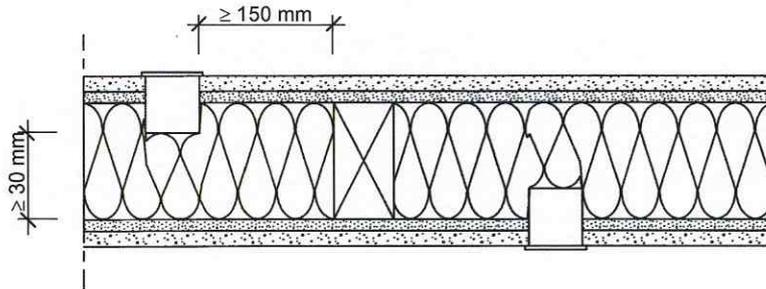
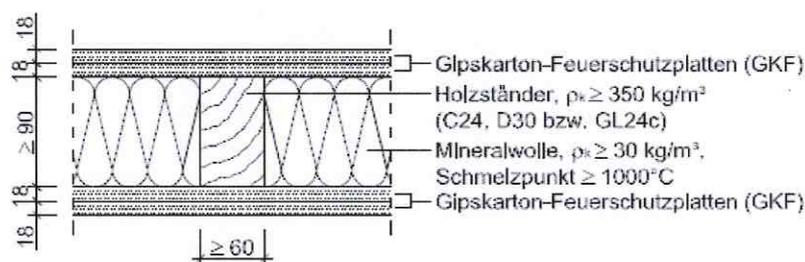


Bild 6: Anordnung von Hohlwanddosen nach M-HFHolzR

Für Abschottungen zur Durchführung von Installationen durch raumabschließende Wand- und Deckenkonstruktionen liegen derzeit noch keine bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweise vor. Im Rahmen eines Forschungsprojektes [16] wurden jedoch Wand- und Deckenschotts für Rohr- und Kabeldurchführungen zum Einbau in hochfeuerhemmende Bauteile positiv geprüft (siehe Abschnitt 3.7.1).

3.7 Klassifizierte Bauteile

Hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise müssen nach der Bauregelliste A Teil 2 Nr. 2.44 als bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis über ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis verfügen. Als Übereinstimmungsnachweis ist darüber hinaus ein Übereinstimmungszertifikat einer anerkannten Zertifizierungsstelle erforderlich. Zwischenzeitlich liegen auf der Grundlage einer Vielzahl von Versuchen allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse für tragende, raumabschließende Wand- und Deckenkonstruktionen der Feuerwiderstandsklasse REI 60 gemäß DIN EN 13 501-2 in Holzständerbauweise in Verbindung mit einer K₂60-Brandschutzbekleidung vor.

Bild 7: Mindestanforderungen an eine tragende, raumabschließende Wand der Feuerwiderstandsklasse REI 60 gemäß DIN EN 13 501-2 in Verbindung mit einer K₂60-Brandschutzbekleidung

Alternativ besteht die Möglichkeit hochfeuerhemmende Bauteile mit Bekleidungen aus Gipsfaserplatten herzustellen. In Brandprüfungen konnte nachgewiesen werden, dass zwei Lagen Gipsfaserplatten der Dicke 18 mm die Anforderungen an brandschutztechnisch wirksame Bekleidungen erfüllen. Für diesen Nachweis liegen bei den Herstellern Prüfzeugnisse vor.

Auch Wände, die anstelle von Brandwänden in der Gebäudeklasse 4 eingesetzt werden dürfen, können in einer Holzbauweise, die auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung hochfeuerhemmend ist, errichtet werden. Sowohl für Wände in Holztafelbauart als

auch Massivholzwandkonstruktionen liegen zwischenzeitlich bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweise in Form von allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen vor.

Für die Holztafelbauart ist dabei im Gegensatz zur Wandkonstruktion ohne mechanischen Widerstand mit einem üblichen Ständerabstand von 62,5 cm für die Brandwandersatzwand der Achsabstand der Holzständer auf 31,25 cm zu begrenzen. Um die Stoßbeanspruchung aufnehmen zu können, ist der Ständer mit Mindestabmessungen von 80/180 mm auszubilden und zwischen den Holzständern und den Gipskarton-Feuerschutzplatten eine zusätzliche Bekleidungs- lage aus Holzwerkstoffen anzuordnen. Diese kann aus einer Spanplatte mit einer Dicke von 19 mm bzw. einer OSB-Platte mit einer Dicke von 18 mm ausgeführt werden.

Für eine von der Firma Huber & Sohn, Bachmehring geprüfte Massivholzkonstruktion konnte im Rahmen der Brandprüfungen nachgewiesen werden, dass bereits ein Wandkern mit einer Dicke von 80 mm nach einer Brandbeanspruchung entsprechend der Einheits-Temperaturkurve von 90 Minuten die geforderte Stoßbeanspruchung von 3000 Nm aufnehmen kann.

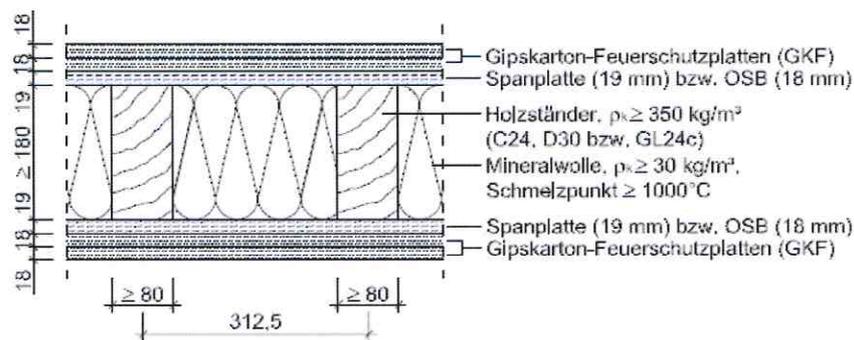


Bild 8: Mindestanforderungen an eine tragende, raumabschließende Wand REI-M 90 mit einer K₂₆₀-Brandschutzbekleidung



Bild 9: Prüfung einer tragenden, raumabschließenden Massivholzwand REI-M 90 mit einer K₂₆₀-Brandschutzbekleidung

3.7.1 Abschottungen für Leitungsführungen

Im Rahmen des Projektes [16] konnten zwei Wand- und Deckenschotts positiv geprüft werden. Maßgebliches Kriterium der Prüfung ist es, dass die, das Schott umgrenzenden Holzbauteile nach Abschluss einer Brandbeanspruchungsdauer von 60 Minuten keine Verfärbungen infolge Wärmeeinwirkungen aufweisen. Mit diesen Wand- und Deckenschotts können Installationen in Form von Rohren und Kabelbündeln durch, als hochfeuerhemmend

klassifizierte Wände und Decken geführt werden. Allerdings liegen für diese Abschottungen derzeit noch keine bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweise in Form von allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen vor, sodass für deren Einsatz momentan für das jeweilige Bauvorhaben eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich ist. Einzelne, bis zu drei Kabeln dürfen innerhalb der Konstruktionen ohne weitere Vorkehrungen verlegt werden.



Bild 10: Prüfung eines Deckenschotts zum Einsatz in hochfeuerhemmenden Deckenkonstruktionen in Holzbauweise für die Gebäudeklasse 4



Bild 11: Zustand der Holzbauteile nach positiver Prüfung des Deckenschotts

3.8 Herstellung und Bauausführung

An Holzbauteile, zur Verwendung im mehrgeschossigen Holzbau, werden hohe Anforderungen an den Brandschutz gestellt. Die Gewährleistung der konstruktiven Umsetzung dieser Forderungen erfordert eine gewissenhafte Planung und Ausführung. Hersteller dieser Bauteile müssen im Hinblick auf die Qualitätssicherung gemäß § 24 der MBO sowie Abschnitt 5 und 6 der M-HFHolzR eigen- und fremdüberwacht sein. Darüber hinaus müssen alle Bau-

teile über einen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis, beispielsweise in Form eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses verfügen.

Das Errichten von Konstruktionen nach der Holzbaurichtlinie darf nur von Unternehmen erfolgen, die nach § 55 der MBO für diese Arbeiten geeignet sind.

Die Übereinstimmung der Bauausführung mit dem Brandschutznachweis in Übereinstimmung mit den Anforderungen der Holzbaurichtlinie ist nach § 81 MBO vom Nachweisersteller oder einem Prüfenieur bzw. Prüfsachverständigen zu bescheinigen.

4 Alternative Lösungen

4.1 Bauliche Ausführung

Hochfeuerhemmende Bauteile, die den Anforderungen der Muster-Holzbaurichtlinie entsprechen erreichen aufgrund der Kapselung der Holzbauteile in der Regel Feuerwiderstandsdauern von mindestens 120 Minuten. Infolge der zweilagigen Bekleidung der Bauteile sowie insbesondere deren Ausführung mit Stufenfalz oder Fugenversatz ist die Herstellung dieser Elemente aufwendig und wird häufig von Planenden sowie ausführenden Unternehmen aufgrund der Komplexität der Planung und Ausführung gescheut.

Es ist davon auszugehen, dass eine derart hohe Feuerwiderstandsdauer von mindestens 120 Minuten durch den Gesetzgeber nicht beabsichtigt war. Alle bisher von Herstellern sowie im Rahmen des Projektes [16] durchgeführten Brandprüfungen haben gezeigt, dass die nach der Muster-Holzbaurichtlinie erstellten Konstruktionen deutlich auf der sicheren Seite liegen. Bei einigen Prüfkörpern wurden bewusst die Anforderungen der M-HFHolzR herabgesetzt, um Aufschluss über den Einfluss dieser Maßnahmen zu erhalten. Auch für diese Ausführungen konnten alle Prüfungen mit einem positiven Ergebnis abgeschlossen werden. Nähere Einzelheiten zu den Ergebnissen können [16] entnommen werden.

Auf der Grundlage der bislang im Rahmen umfangreicher Untersuchungen gemachten Erfahrungen wäre es zukünftig für Bauteile in der Gebäudeklasse 4 nach MBO sinnvoll, die Kapseldauer um ca. 15 Minuten auf K 45 zu reduzieren. Bei Gebäuden mit nur 4 Vollgeschossen wäre sogar eine Reduzierung auf K 30 unter Wahrung des angestrebten Sicherheitsniveaus möglich.

Ebenfalls sollte die konstruktive Ausführung in der Art weiterentwickelt werden, dass zukünftig auf die Ausführung des Stufenfalzes der Bekleidungen in den Leibungen verzichtet werden kann, da diese Stellen in der Regel ohnehin durch Ständer oder Riegel hinterlegt sind, die einen Einbrand in die Konstruktion verhindern.

Um aufwendige Konstruktionen zu umgehen, werden zunehmend Bauteile in der Gebäudeklasse 4 mit einer geringeren Kapseldauer bei gleichzeitiger Ausführung von baulichen und anlagentechnischen Kompensationsmaßnahmen erfolgreich umgesetzt [17].

Auf der Grundlage von Brandprüfungen können Bekleidungen aus Gipsplatten im Hinblick auf ihre Schutzdauer nachfolgenden Kapselklassen zugeordnet werden:

K₂30 nach DIN EN 13501-2

- Gipskarton-Feuerschutzplatten oder Gipsfaserplatten einlagig mit 18 mm
- Gipsfaserplatten zweilagig mit 2 x 10 mm

K₂45*

- Gipskarton-Feuerschutzplatten oder Gipsfaserplatten zweilagig mit 2 x 15 mm

* Eine Klassifizierung der Bekleidung als K₂45 ist derzeit nicht geregelt. Die Prüfungen wurden nach DIN EN 14135 für eine Brandbeanspruchungsdauer von 45 Minuten durchgeführt. Alle Kriterien der Schutzwirkung nach DIN EN 13501-2 wurden eingehalten (3.3.2).

4.2 Kompensationsmaßnahmen

4.2.1 Allgemeines

Über den § 67 der MBO besteht grundsätzlich die Möglichkeit, Abweichungen von den Vorschriften der Landesbauordnungen zu beantragen. Je nach Art, Nutzung und Ausführung des Objektes wäre eine Reduzierung in folgenden Anforderungen denkbar:

- Verringerung des Feuerwiderstandes der tragenden, aussteifenden und raumabschließenden Bauteile
- Verringerung der Kapselzeiten für die brandschutztechnisch wirksame Bekleidung beispielsweise auf K 30 bzw. K 45
- Verwendung von Dämmstoffen in abweichenden Baustoffklassen

Voraussetzung zur Genehmigung dieser Abweichungen ist der Nachweis, dass die Schutzziele des Baurechtes erreicht werden und somit keine Bedenken hinsichtlich des Brandschutzes bestehen. Diese Ausführungen erfordern eine ganzheitliche Betrachtung der geplanten Baumaßnahme unter Berücksichtigung des baulichen, abwehrenden und anlagentechnischen Brandschutz und sind in der Regel in einem umfassenden Brandschutzkonzept darzustellen.

Bei den Kompensationsmaßnahmen ist zu beachten, dass diese über die im Baurecht bereits geforderten Ausführungen hinaus gehen müssen. Üblicherweise wird eine Abweichung durch ein Zusammenwirken verschiedener Maßnahmen kompensiert. Eine Regelung zum Austausch bestimmter Anforderungen und Maßnahmen existiert nicht. Sie sind für jeden Einzelfall anhand einer ganzheitlichen Brandschutzplanung nachzuweisen. Weiterführende Informationen zu den nachfolgend beschriebenen Kompensationsmöglichkeiten sowie deren Umsetzung können [17] entnommen werden.

4.2.2 Bauliche Maßnahmen

Zu den häufig umgesetzten baulichen Kompensationsmaßnahmen zur Verringerung der 4.2.1 benannten Anforderungen zählen bislang:

- *Ausführung der Rettungswege unter Berücksichtigung des Rettungskonzeptes*
Eine Kombination von vertikalen und horizontalen Rettungswegen ist diesbezüglich eine geeignete Maßnahme. Durch Ausführung eines zusätzlichen Brandabschnittes ist zunächst eine horizontale mit einer anschließenden vertikalen Evakuierung möglich. Diese Maßnahme ist insbesondere in Einrichtungen geeignet, in denen die Nutzer beim Verlassen des Gebäudes zum Teil auf Hilfe angewiesen sind, wie beispielsweise in Pflegeeinrichtungen.
- *Bauart der Brandwände und der Wände notwendiger Treppenträume*
Zur Sicherstellung der Angriffswege für die Feuerwehr kann eine Ausführung der Brandwände und/oder der Wände notwendiger Treppenträume aus nicht brennbaren Baustoffen (F 60-A) geeignet sein und als Kompensationsmaßnahme dienen.

- *Zugänglichkeit für die Feuerwehr*

Die Rettungswege, die in der Regel gleichzeitig als Angriffswege für die Feuerwehr dienen, sind so auszubilden, dass ein schneller und gezielter Löscheinsatz ermöglicht wird. Ebenso ist die Anordnung von großzügigen Flächen für die Feuerwehr unmittelbar am Gebäudezugang sowie für Hubrettungsfahrzeuge auf der rückwärtigen Seite zur Schaffung einer unabhängigen Rettungsmöglichkeit eine geeignete Maßnahme zur Kompensation von Abweichungen.

4.2.3 Anlagentechnische Maßnahmen

Als anlagentechnische Kompensationsmaßnahmen zur Verringerung der baulichen Anforderungen in der Gebäudeklasse 4, insbesondere des Kapselkriteriums eignen sich:

- *Brandmelde- und Alarmierungsanlagen*

Für übliche Wohngebäude empfiehlt sich die Installation von Rauchwarnmeldern nach DIN 14676:2006-08. Brandmeldeanlagen nach DIN VDE 0833-2:2004-02 und DIN 14675:2003-11 sind aufgrund der erforderlichen Zusatzeinrichtungen sowie der regelmäßigen Wartung und Pflege und der damit verbundenen Kosten in der Regel nur für Sonderbauten geeignet. Da in Wohn- und Bürogebäuden stets ausreichend Telefone zur Verfügung stehen, kann auch ohne eine automatische Brandmeldeanlage von einer schnellen Alarmierung der Feuerwehr ausgegangen werden.

- *Sprinkleranlagen*

Sprinkleranlagen sind sowohl zur Herabsetzung der Feuerwiderstandsanforderungen an Bauteile als auch an die Kapselklasse der Bekleidung geeignet. Bei diesen Anlagen ist jedoch sorgfältig abzuwägen, ob ihr Einsatz unter Berücksichtigung aller Kosten für die Anlage sowie der Kosten für die Wartung und Pflege wirtschaftlich ist. Bei größeren Sonderbauten, wie Pflegeeinrichtungen oder Schulen kann ihr Einsatz sinnvoll und wirtschaftlich sein.

Beim Einbau von Sprinkleranlagen kann eine Ausführung sichtbarer Holzbauteile genehmigungsfähig sein, da durch den Einsatz dieser Anlagen der Brand üblicherweise auf einen Entstehungsbrand reduziert und eine Brandausbreitung wirksam verhindert wird.

Prinzipiell sind für Holzkonstruktionen Hochdruckwassernebel-Löschanlagen herkömmlichen Anlagen vorzuziehen, da sie mit deutlich weniger Wasser arbeiten und somit zu geringeren Wasserschäden im Einsatzfall führen. Sie zeichnen sich zudem durch eine höhere Wirksamkeit und längere Nutzungsdauern sowie geringere Wartungskosten aus.

4.3 Hinweise für die Planung

Insbesondere bei der Planung und Umsetzung von Bauvorhaben, bei denen Abweichungen von bestehenden bauordnungsrechtlichen Vorschriften erforderlich sind, empfiehlt sich eine frühzeitige Abstimmung zwischen Bauherren, Planern und Entscheidungsträgern der Bauaufsichtsbehörden sowie Vertretern der zuständigen Feuerwehrdirektionen. Die Planung des Brandschutzes sollte von einem Fachplaner für Brandschutz/Brandschutzsachverständigen durchgeführt werden. Beide Maßnahmen tragen dazu bei, kosten- und zeitaufwendige Umplanungen zu vermeiden. Alle Abweichungen vom bestehenden Baurecht müssen in einem Brandschutzkonzept mit den vorgeschlagenen Kompensationsmaßnahmen erläutert werden.

5 Literatur

- [1] DIN 4074-1:2003-06: Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit - Teil 1: Nadelschnittholz.
- [2] DIN 4102-2:1977-09: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen.
- [3] DIN 4102-4:1994-03: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile.
- [4] DIN 4102-17:1990-12: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Schmelzpunkt von Mineralfaser-Dämmstoffen; Begriffe, Anforderungen, Prüfung.
- [5] DIN 4102-22:2004-11: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 22: Anwendungsnorm zu DIN 4102-4 auf der Bemessungsbasis von Teilsicherheitsbeiwerten.
- [6] DIN 14675:2003-11: Brandmeldeanlagen - Aufbau und Betrieb.
- [7] DIN 14676:2006-08: Rauchwarnmelder für Wohnhäuser, Wohnungen und Räume mit wohnungsähnlicher Nutzung - Einbau, Betrieb und Instandhaltung.
- [8] DIN EN 1363-1:1999-10: Feuerwiderstandsprüfungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen.
- [9] DIN EN 14135:2004-11: Brandschutzbekleidungen - Bestimmung der Brandschutzwirkung.
- [10] DIN EN 13501-2:2010-02: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen.
- [11] DIN 4108-10:2008-06: Wärmeschutz- und Energie-Einsparung in Gebäuden - Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe - Teil 10: Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe.
- [12] DIN VDE 0833-2:2009-06: Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall - Teil 2: Festlegungen für Brandmeldeanlagen (BMA).
- [13] Liste und Übersicht der im Land Hessen bauaufsichtlich eingeführten Technischen Baubestimmungen. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, 14.01.2011.
- [14] Musterbauordnung MBO, 2002.
- [15] Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise“ (M-HFH HolzR). 2004-07.
- [16] MPA Braunschweig: Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben “Erarbeitung von Konstruktionsdetails zur Kapselung tragender Bauteile für die neue Gebäudeklasse 4 der MBO”, 2007.
- [17] Absatzförderungsfonds der deutschen Forst- und Holzwirtschaft und Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e. V.: Informationsdienst Holz Spezial - Brandschutzkonzepte für mehrgeschossige Gebäude und Aufstockungen in Holzbauweise, Dezember 2005.
- [18] Winter, S.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Holzhäuser - Werthaltigkeit und Lebensdauer, April 2002.