



Fachhochschule Rosenheim  
University of Applied Sciences



# TEILPROJEKT 02

TP 02 Brandsicherheit mehrgeschossiger Holzbau



Univ.-Prof. Dr.-Ing.  
Stefan Winter  
Dipl.-Ing.  
Michael Merk  
Lehrstuhl für  
Holzbau und  
Baukonstruktion  
TU München



# TEILPROJEKT 02

TP 02 Brandsicherheit im  
mehrgeschossigen Holzbau



Univ.-Prof. Dr.-Ing.  
Stefan Winter  
Dipl.-Ing.  
Michael Merk  
Lehrstuhl für  
Holzbau und  
Baukonstruktion  
TU München



## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
Summary	4
1 Einleitung	7
1.1 Ziel des Projektes	7
1.2 Ausgangssituation und Problemstellung	8
2 Vorbeugender Brandschutz in der Schweiz	9
2.1.1 Organisation des Brandschutzes in der Schweiz	9
2.1.2 Holzanwendungen in der Schweiz, Stand der feuerpol. Bauregeln 1988	10
2.1.3 Stand der Schweizer Vorschriften nach Abhandlung des LIGNUMVorhabens	11
3 Vorbeugender Brandschutz im Bundesland Bayern	12
3.1.1 Stand der Bauvorschriften in Bayern zum Jahreswechsel 2007 / 2008	12
4 Stand der Forschung zum Einsatz brennbarer Baustoffe in Gebäude- klasse 4 und 5	12
5 Schutzzieldiskussion als Basis für die Festlegung notwendiger Anforderungen	14
5.1 Allgemeine Schutzziele – Hilfsfristen der Feuerwehr	14
5.2 Schutzziele für die Fassaden	18
6 Auswertung der Schweizer Daten zur erweiterten Anwendbarkeit von Holz und Holzwerkstoffen in Gebäuden bis zur Hochhausgrenze	19
6.1 Gesamtkonzept	20
6.2 Brandschutzvorschriften, Anforderungen	20
6.2.1 Standardanforderungen für tragende und brandabschnittsbildende Bauteile	21
6.2.2 Holzanwendung zusammen mit Sprinklervollschutz	22
6.2.3 Standardanforderungen für Außenwände	22
6.3 Untersuchungen zu Holzbauteilen mit Feuerwiderstandsklassen von 30 und 60 Minuten	23
6.4 Fassaden	23
6.4.1 Aufbau und Organisation der Schweizer Fassadenuntersuchungen	23
6.4.2 Grundlagen zur Beurteilung und Prüfung von Fassaden	24
6.4.3 Internationale Prüfverfahren	26
6.4.4 Nationales Prüfverfahren	27
6.4.5 Verwendeter Prüfaufbau und Kalibrierung	27
6.4.6 Aufbauten von Fassadenkonstruktionen und Fassadentypen	27
6.4.7 Versuchsprogramm, durchgeführte Brand- und Baustoffversuche	29
7 Umsetzung der Erkenntnisse – Erläuterungen zum Entwurf der Muster- Richtlinie	31
7.1 Geltungsbereich der Muster-Richtlinie	32
7.2 Anforderungen an Baustoffe	34
7.3 Brandschutztechnische Bekleidungen der Bauteile	34
7.4 Anforderungen an den anlagentechnischen Brandschutz	34
7.5 Anforderungen an Wand- und Deckenbauteile, Stützen und Träger	35
7.6 Anschlüsse von Stützen, Trägern, Wand- und Deckenbauteilen	39
7.7 Installationen und Abschottungen	39
7.8 Außenwände	40
7.9 Verwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweise	41
7.10 Qualitätssicherung und Bauausführung	41
8 Projekt- und Quelldaten / Literatur aus Schweizer Forschungsvorhaben „Brandsicherheit und Holzbau“	42
9 Literatur	45

Anlage 1: Auswertung Fassadenbrandversuche; Zusammenfassung und  
Gegenüberstellung von 28 originalmaßstäblichen Brandversuchen

Anlage 2: Entwurf zur Muster-Richtlinie über brandschutztechnische An-  
forderungen an Bauteile und Konstruktionen in Holzbauweise  
der Gebäudeklassen 4 und 5



## Zusammenfassung

In Zeiten immer knapper werdender Ressourcen und dem steigenden Bewusstsein für ein ressourcensparendes und nachhaltiges Bauen gewinnt der Holzbau in all seinen Facetten, speziell der mehrgeschossige Wohnungs-, Büro- und Funktionalbau, zunehmend an Bedeutung.

Aufgrund strenger bauordnungsrechtlicher Einschränkungen konnte der Holzbau in Bayern bis Anfang 2008 nur bei Gebäuden bis zu maximal drei Geschossen eingesetzt werden. Wenige Ausnahmen wurden, teils als Pilotprojekte, unter sehr hohem Aufwand durch zusätzliche Konzepte des Brandschutzingenieurwesens und mit aufwändigen Genehmigungsverfahren realisiert.

Mit der Novellierung der Bayerischen Bauordnung 2008 (BayBO) durch die Angleichung an die seit 2002 bestehende Musterbauordnung (MBO) wurde in Bayern für den Holzbau das mittelfristige Ziel erreicht, den Einsatzbereich der bis dahin auf drei Vollgeschosse beschränkten Holzbauteile unter Wahrung des hohen nationalen Sicherheitsniveaus auf bis zu fünf Vollgeschosse zu erweitern. Ermöglicht wurde dies durch die Einführung einer neuen Gebäudeklasse 4 für Gebäude mittlerer Höhe. Sie regelt Gebäude bis zu einer Fußbodenhöhe des obersten Geschosses mit Aufenthaltsräumen von 13 m über der Geländeoberkante und Nutzungseinheiten mit einer Brutto-Grundfläche kleiner 400 m<sup>2</sup>.

In einer eigenen Muster-Richtlinie wurden bereits 2004 hochfeuerhemmende Bauteile in Holzrahmen- bzw. Holztafelbauweise sowie deren Anschlüsse und Details definiert. Für die hier genannten Bauteile konnte der Nachweis erbracht werden, dass beim Einsatz in mehrgeschossigen Holztragkonstruktionen keine Gefährdung von Personen durch Ausbreitung von Rauch und Brandgasen sowie durch verdeckten Weiterbrand innerhalb der Konstruktion zu erwarten ist.

Mit der Novellierung der BayBO 2008 wurde diese „Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauteile“ (M-HFHHolzR) in der Fassung vom Juli 2004 als Teil der eingeführten Technischen Baubestimmungen für das Bundesland Bayern aufgenommen.

In der Praxis hatte sich jedoch schon vor diesem Zeitpunkt, vor allem in anderen Bundesländern, welche die Richtlinie vor Bayern eingeführt hatten, sowie bei der Anwendung der Richtlinie auf Basis der Musterbauordnung gezeigt, dass die Ansätze und Anforderungen zum Teil noch zu konservativ sind und die Realisierung von Gebäuden mit dieser Bauweise einen hohen Aufwand (vor allem materialbedingt) besonders in der Herstellung bedeuten.

In direkter Konkurrenz konnte daher die mehrgeschossige Holzbauteile im Preisvergleich nur zum Teil mit den anderen Baustoffen wie Mauerwerk und Beton mithalten, obwohl sich längerfristig die anfangs höheren Kosten für die Errichtung durch einen geringeren Unterhalt (Energiebedarf) oft amortisieren lassen.

Das Teilprojekt TP2 wurde im Rahmen des Forschungsclusters „Holzbau der Zukunft“, der High-Tech-Offensive Bayern durchgeführt, um genau diese Nachteile bei Holzbauten der Gebäudeklasse 4 erneut aufzugreifen und erweiterte Lösungsansätze zu erarbeiten. Zusätzlich waren Vorschläge für die An- bzw. Verwendbarkeit von Holz in der Gebäudeklasse 5 (Gebäude bis zur Hochhausgrenze) zu geben.

Zusätzlich waren und sind in den bisherigen baurechtlichen Regelungen Bekleidungen von mehrgeschossigen Fassaden über drei Geschosse und bis zur Hochhausgrenze ausschließlich mit schwerentflammenden Baustoffen zulässig. Hier werden daher nun Konstruktionen mit brennbaren Baustoffen und entsprechen-

den Zusatzmaßnahmen vorgeschlagen, welche die Erfüllung der bestehenden Schutzziele gewährleisten.

Ein im Jahr 2001 in der Schweiz gestartetes Großprojekt „Brandsicherheit und Holzbau“ verfolgt, zeitlich vorausseilend, im Wesentlichen identische Ziele für das die Schweiz:

- Veränderte Brandschutzgesetzgebung für den Holzbau
- Bereitstellung technischer Lösungen
- Zusätzliche Bauherrschaften für den Holzbau gewinnen
- Umgang mit Risiken

Dabei sollen die Schweizer Regelwerke zielkonforme Kriterien für den Baustoff Holz erhalten, materialspezifische Bedingungen sollen zusätzlich in gesonderten Dokumenten als „Stand der Technik“ definiert werden.

Basierend auf erworbenen, umfangreichen Versuchsdaten des Schweizer Forschungsvorhabens wurden daher in diesem bayerischen Projekt Vorschläge für eine Überführung der bestehenden Muster-Richtlinie für hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise in eine den gesamten mehrgeschossigen Holzbaubereich umfassende Muster-Holzbau-Richtlinie (M-HolzR) erarbeitet.

Es wurde angestrebt, den Gesetzestext der frisch novellierten Bayerischen Bauordnung unberührt zu lassen und sämtliche erarbeiteten Vorschläge in die neue Muster-Richtlinie aufzunehmen. Dadurch soll eine schnellere Umsetzbarkeit der Ergebnisse durch reduzierten administrativen Aufwand erreicht werden.

Die Neuerungen umfassen vor allem folgende Punkte:

- Der Geltungsbereich des Entwurfes zur Richtlinie wird von der Gebäudeklasse 4 auf die Gebäudeklasse 5 erweitert.
- Die bestehenden Bauteilklassen (hochfeuerhemmend, feuerbeständig) bleiben unberührt. Die Definition der möglichen Bauteilkomponenten wurde jedoch im Hinblick auf die Verwendung massiver brennbare Bauteile (z.B. unbekleidete Brettschichtholzstützen) und brennbarer Kapselungen (brandschutztechnisch wirksame Bekleidungen) sowie der möglichen Erweiterung auf brennbare Dämmstoffe ergänzt.
- Rauchmelder, Brandmeldeanlagen sowie Sprinkleranlagen wurden als standardmäßig geregelte Zusatzmaßnahmen in die Richtlinie aufgenommen. Diese wurden bei der Festlegung notwendiger Leistungsanforderungen an Bauteile und Baustoffe als kompensierende Maßnahmen einbezogen und sollen in Kombination mit den unterschiedlichen Bauweisen eine unveränderte Erfüllung der einzuhaltenden Schutzziele sicherstellen.
- Neben der bestehenden, bereits in der M-HFHolzR geregelten, hochfeuerhemmenden Bauweise mit einer nicht brennbaren Kapselung von K<sub>2</sub>60 (60 Minuten Schutzzeit) entsprechend DIN EN 13501-2 werden zusätzliche Abstufungen mit den Klassen K<sub>2</sub>45, K<sub>2</sub>30 und K<sub>2</sub>15 unter gleichzeitiger Verwendung zuvor genannter Maßnahmen vorgeschlagen, wobei die beiden zuletzt genannten Kapselklassen in Verbindung mit einer Sprinklerung auch aus brennbaren Baustoffen bestehen können.
- Eine analoge Abstufung wurde für Bauteile vorgenommen, an welche die Anforderungen von feuerbeständigen Bauweisen zu stellen sind. Das gewählte Basisbauteil für die Verwendung ohne zusätzliche kompensatorische Maßnahmen setzt sich dabei aus einer Tragkonstruktion mit einer Mindestfeuerwiderstandsdauer von 90 Minuten (R90) und einer brandschutztech-

nisch wirksamen Bekleidung mit einer Schutzzeit von ebenfalls 90 Minuten (K<sub>2</sub>90) zusammen. Die weiteren Abstufungen reichen dann unter Ansatz von Brandmeldeanlage und Sprinklerung bis zu einer minimal notwendigen Kapselklasse von K<sub>2</sub>45, ausgeführt mit brennbaren Baustoffen.

- Die in der M-HFHolzR geregelten Bauteilanschlüsse wurden wenig verändert übernommen. Es wurde jedoch darauf geachtet, dass bei der Überarbeitung sämtliche Angaben zu Anschlüssen und der Ausbildung von Bauteilöffnungen als Systematik angegeben wurden, welche auch auf ähnliche, nicht dargestellte Situationen zweifelsfrei anwendbar sind.
- Die bestehenden Regelungen zu Installationen der M-HFHolzR wurden übernommen und für den Einsatz in Gebäuden der GKL 5 erweitert. Dabei wurden die Regeln des Einbaues von für den Trockenbau oder Massivbau bauaufsichtlich zugelassenen Abschottungs- und Durchführungssystemen in Holzbauteile adaptiert.
- Aus den Schweizer Daten zu den Originalbrandversuchen an mehrgeschossigen Fassaden mit brennbaren Bekleidungen wurden brandschutztechnische Maßnahmen erarbeitet und abgeleitet, mit denen das gestellte Schutzziel analog zu den Bauweisen mit schwerentflammenden Baustoffen erreicht werden kann. Es steht ein Katalog zur Verfügung, mit dem sich zu den verschiedenen praxisüblichen Bekleidungsstypen bauliche Zusatzmaßnahmen ableiten lassen. Zusätzlich wurden für die Planung und Ausführung solcher Fassaden notwendige Konstruktionsdetails, z.B. für Eckanschlüsse, Übergänge zu anderen Fassadentypen oder Öffnungen in Außenwänden bereitgestellt.

Mit der Erarbeitung von Vorschlägen zur neuen Muster-Holzbau-Richtlinie wurde versucht, einen Weg zur brandschutztechnischen Beurteilung mehrgeschossiger Holzbauweisen bis zur Hochhausgrenze aufzuzeigen. Durch eine enge Zusammenarbeit mit den Bauaufsichtsbehörden soll im Anschluss an dieses Forschungsvorhaben eine schnelle Umsetzung in die Praxis erreicht werden. Dies könnte abschließend beispielsweise durch die Aufnahme des Entwurfes durch die Bauministerkonferenz in eine erweiterte Muster-Richtlinie für den Holzbau (M-HolzR).

Für die finanzielle Unterstützung des Projektes sei der Dank ausgesprochen an das Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst, den Bund Deutscher Zimmermeister (BDZ), Berlin, und den Holzabsatzfonds der deutschen Forst- und Holzwirtschaft, Bonn.



#### **Verfasser**

Dipl.-Ing. Michael Merk

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

#### **Kontakt**

Telefon +49/ (0)89 289 22416

Fax +49/ (0)89 289 23014

[bauko@bv.tum.de](mailto:bauko@bv.tum.de)

[www.hb.bv.tum.de](http://www.hb.bv.tum.de)

## Summary

Limited natural resources and a rising awareness of economic and sustainable building increase the importance of timber constructions, in particular for multi-storey residential, office and functional buildings.

Due to strict building regulations, timber constructions in Bavaria were limited to a maximum of three storeys until January 2008. Few exceptions (pilot projects) were realized by special concepts using fire-engineering methods demanding high costs and a complicated approval procedure.

With the amendment of the Bayerische Bauordnung (Bavarian Building Regulation; BayBO) in 2008 and the harmonization with the Musterbauordnung (Master Building Regulation; MBO) from 2002, Bavaria achieved an intermediate objective to extend the application area of timber construction from three storey buildings up to five storey buildings without losing the high national safety standard. This was enabled by introducing a new building class 4 covering buildings with a medium height. Building class 4 regulates buildings with a maximum height of upper floor level of 13 m above mean value of ground level and units with a maximum gross base area of 400 m<sup>2</sup>.

Already in 2004 high fire retardant building parts in timber-frame building methods as well as their connections and details were defined in a „Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise“ (model guideline for fire protective requirements of high fire retardant timber structures; M-HFH HolzR). It was verified, that the defined building elements ensure safe multi-storey constructions concerning danger for individuals through the spread of smoke and fire gases as well as through masked or smouldering fire inside the timber construction.

By the amendment of the Bavarian Building Regulation this model guideline became part of the technical building rules of Bavaria.

In practice the application of this guideline – mainly in other German federal states which established them before Bavaria – and application based on the Musterbauordnung (Master Building Regulation; MBO) showed, that the defined terms and requirements are still too conservative and building with this method implicates high expenses in material and fabrication.

In competition to other building materials, multi-storey timber constructions often lose their attractiveness compared to brick and concrete constructions due to high initial costs - although these costs could be amortized on the long run through lower maintenance costs (i.e. energy consumption).

Project TP2 was run within the research cluster “Holzbau der Zukunft” (future timber structures) as a part of the “High-Tech-Offensive Bayern” to focus in particular on the mentioned disadvantages of building class 4 timber constructions and to develop solutions. Additionally, proposals for using timber in building class 5 (up to high rise buildings) were worked out.

Since in the present building regulations, multi-storey facades from three storeys up to high-rise buildings are only allowed with difficult combustible materials on the surface, constructions of combustible materials had to be found applying additional measures to meet the relevant protection goals.

In 2001 Switzerland started a major research project “Brandsicherheit und Holzbau” (fire safety in timber construction) which aimed at basically identical objectives:

- Modification of the rules and regulations in fire protection for timber constructions
- Provision of technical solutions
- Increased attractiveness of timber construction to house-builders
- Risk management

Goal of the Swiss project was to create criteria for the construction material timber which meet these objectives and additionally to define material specific conditions to be documented as “state-of-the-art technology”.

Based on the experimental data of the testings performed in the Swiss project, recommendations were developed in the Bavarian research program to transform the present model guideline for high fire retardant building parts in timber constructions M-HFHolzR into a new “Muster-Holzbau-Richtlinie” (model guideline for timber construction; M-HolzR) which covers all multi-storey timber constructions.

As far as possible, the text of the recently amended Bayerische Bauordnung (Bavarian Building Regulation; BayBO) was not altered and proposals were included in the new model guideline to achieve practicability and quicker feasibility of the results by the authorities.

At a glance, the major innovations of the research project are:

- The scope of the draft, covering the regulations for building class 4, was extended to building class 5.
- The existing building component classes (high fire retardant, fire resistant) were not changed. The definition of their configuration has been expanded concerning the use of normal combustible protective claddings and combustible insulating material.
- Smoke alarm devices, fire alarm systems as well as sprinkler systems were included into the guideline as standard measures. These were already accounted as compensation measures for the determination of the performance requirements imposed on the building parts and building materials. In combination with different construction methods, they shall as well assure a constant performance concerning the protection goals.
- In addition to the present high fire retardant construction method which is regulated by the M-HFHolzR by demanding a non combustible cladding of K<sub>2</sub>60 according DIN EN 13501-2, an additional classification into classes K<sub>2</sub>45, K<sub>2</sub>30 and K<sub>2</sub>15 was established providing the measures mentioned above. In combination with a sprinkler system, the encasing classes K<sub>2</sub>30 and K<sub>2</sub>15 are allowed to be composed of combustible material.
- An analogue classification was developed for building parts demanding fire resistant building methods. The basic building element to be used without additional compensation measures is a combination of a loadbearing structure providing a fire resistance of minimum 90 minutes (R90) and a fire protection, encasing cladding providing a encasing criteria of minimum 90 minutes accordingly (K<sub>2</sub>90). By taking into account fire alarm devices and sprinkler systems, an additional classification achieved a minimal encasing class K<sub>2</sub>45 using combustible building parts.

- The regulations of the M-HFHolzR concerning connecting building parts were adopted with only minor modification. Attention was paid to specify systematically all details to connections and openings of building parts which can be applied without ambiguity to similar situations not described.
- The existing regulations of the M-HFHolzR concerning to installations were adopted and extended to be applied to constructions in building class 5. Therefore, it was important to apply the rules for installation of sealing and lead-through systems onto timber construction parts with high performance requirements; these rules are approved by the building authorities for drywall construction or masonry and concrete structures.
- Based on the data of the Swiss project developed through the original fire tests on multi-storey facades with combustible claddings, fire protection measures were developed. Adopting these measures, the defined protection goal can be attained comparable to facades of buildings using difficult combustible cladding materials. A catalogue of additional constructional measures to the various common types of claddings is available. Furthermore, construction details necessary for the planning and building of such facades are listed e.g. for transition to different types of facades or for openings in external walls.

The development of a recommendation for a new "Muster-Holzbau-Richtlinie" (model guide line) was an attempt to contribute to the realization of multi-storey timber constructions up to high-rise building size. Following this research project, a quick implementation in practice is planned in close collaboration with the building authorities. This could be realized by the establishment of this draft as a model guideline through the "Bauministerkonferenz" (Ministerial Conference of Construction).

Gratitude is extended to the  
Bayerisches Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst, München  
Bund Deutscher Zimmermeister (BDZ), Berlin  
Holzabsatzfond der deutschen Forst- und Holzwirtschaft, Bonn  
for their financial support.

**author**

Dipl.-Ing. Michael Merk

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

**contact**

phone +49/ (0)89 289 22416

fax +49/ (0)89 289 23014

[bauko@bv.tum.de](mailto:bauko@bv.tum.de)

[www.hb.bv.tum.de](http://www.hb.bv.tum.de)

## 1 Einleitung

### 1.1 Ziel des Projektes

In Zeiten immer knapper werdender Ressourcen und dem steigenden Bewusstsein für ein ressourcensparendes und nachhaltiges Bauen gewinnt der Holzbau in all seinen Facetten, speziell der mehrgeschossige Wohnungs-, Büro- und Funktionalbau, zunehmend an Bedeutung.

Aufgrund strenger bauordnungsrechtlicher Einschränkungen konnte der Holzbau in Bayern bis Anfang 2008 nur bei Gebäuden bis zu maximal drei Geschossen eingesetzt werden. Wenige Ausnahmen wurden, teils als Pilotprojekte, unter sehr hohem Aufwand durch zusätzliche Konzepte des Brandschutzingenieurwesens und mit aufwändigen Genehmigungsverfahren realisiert.

Mit der Novellierung der Bayerischen Bauordnung 2008 (BayBO) durch die Angleichung an die seit 2002 bestehende Musterbauordnung (MBO) wurde in Bayern für den Holzbau das mittelfristige Ziel erreicht, den Einsatzbereich der bis dahin auf drei Vollgeschosse beschränkten Holzbauweise unter Wahrung des hohen nationalen Sicherheitsniveaus auf bis zu fünf Vollgeschosse zu erweitern. Ermöglicht wurde dies durch die Einführung einer neuen Gebäudeklasse 4 für Gebäude mittlerer Höhe. Sie regelt Gebäude bis zu einer Fußbodenhöhe des obersten Geschosses mit Aufenthaltsräumen von 13 m über der Geländeoberkante und Nutzungseinheiten mit einer Brutto-Grundfläche kleiner 400 m<sup>2</sup>.

In einer eigenen Muster-Richtlinie wurden bereits 2004 hochfeuerhemmende Bauteile in Holzrahmen- bzw. Holztafelbauweise sowie deren Anschlüsse und Details definiert. Für die hier genannten Bauteile konnte der Nachweis erbracht werden, dass beim Einsatz in mehrgeschossigen Holztragkonstruktionen keine Gefährdung von Personen durch Ausbreitung von Rauch und Brandgasen sowie durch verdeckten Weiterbrand innerhalb der Konstruktion zu erwarten ist. Mit der Novellierung der BayBO 2008 wurde diese „Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise“ (M-HFHHolzR) in der Fassung vom Juli 2004 als Teil der eingeführten Technischen Baubestimmungen für das Bundesland Bayern aufgenommen.

In der Praxis hatte sich jedoch schon vor diesem Zeitpunkt, vor allem in anderen Bundesländern, welche die Richtlinie vor Bayern eingeführt hatten, sowie bei der Anwendung der Richtlinie auf Basis der Musterbauordnung gezeigt, dass die Ansätze und Anforderungen zum Teil noch zu konservativ sind und die Realisierung von Gebäuden mit dieser Bauweise einen hohen Aufwand (vor allem materialbedingt) besonders in der Herstellung bedeuten.

In direkter Konkurrenz konnte daher die mehrgeschossige Holzbauweise im Preisvergleich nur zum Teil mit den anderen Baustoffen wie Mauerwerk und Beton mithalten, obwohl sich längerfristig die anfangs höheren Kosten für die Errichtung durch einen geringeren Unterhalt (Energiebedarf) oft amortisieren lassen.

Das Teilprojekt TP2 wurde im Rahmen des Forschungsclusters „Holzbau der Zukunft“, der High-Tech-Offensive Bayern durchgeführt, um genau diese Nachteile bei Holzbauten der Gebäudeklasse 4 erneut aufzugreifen und erweiterte Lösungsansätze zu erarbeiten. Zusätzlich sind Vorschläge zu geben, welche eine künftige An- bzw. Verwendbarkeit von Holz in der Gebäudeklasse 5 (Gebäude bis zur Hochhausgrenze) ermöglichen können.

Neben der Beschränkung der Verwendung von brennbaren Baustoffen in Konstruktionen mehrgeschossiger Gebäude bis zur Hochhausgrenze sind in den

bisherigen baurechtlichen Regelungen Bekleidungen von Fassaden über drei Geschosse und bis zur Hochhausgrenze ausschließlich mit schwerentflammbaren Baustoffen zulässig.

Durch die zusätzliche Verwendung geeigneter konstruktiver Maßnahmen ist es möglich, dass Fassaden an mehrgeschossigen Gebäuden auch bei brennbaren Außenschichten bzw. Bekleidungen den gewünschten Sicherheitsstandard erfüllen können. Ein entsprechender Fassadenkatalog soll erste Ansätze zur baurechtlichen Akzeptanz solcher Bauweisen liefern.

## 1.2 Ausgangssituation und Problemstellung

Ein im Jahr 2001 in der Schweiz gestartetes Großprojekt „Brandsicherheit und Holzbau“ verfolgt, zeitlich vorseilend, im Wesentlichen identische Ziele für die Schweiz

- Veränderte Brandschutzgesetzgebung für den Holzbau
- Bereitstellung technischer Lösungen
- Zusätzliche Bauherrschaften für den Holzbau gewinnen
- Umgang mit Risiken

Im Zuge dieses Forschungsvorhabens wurden Brandversuche durchgeführt, wie auch theoretische Ansätze in den einzelnen Teilgebieten entwickelt und überprüft.

Unter Verwendung von Fördermitteln des Bayerischen Vorhabens wurden als Grundlagen für die Bearbeitung Quell- und Versuchsdaten aus dem Schweizer Projekt erworben.

Durch die Unterstützung von zwei weiteren Projektpartnern war es möglich einen umfangreichen Datensatz zu Originalbrandversuchen an mehrgeschossigen Holzfassaden zu bekommen.

Nachfolgend genannte Ziele sollen erreicht werden:

- Definition eines Zielkataloges, welche Veränderungen im Holzbau erreicht werden sollen
- Definition eines Zielkataloges zur Novellierung der Bayerischen Bauordnung und deren angehängten Mustervorschriften
- Adaption der Schweizer Ergebnisse auf hiesige Verhältnisse.
- Definition eventuell notwendiger ergänzender Arbeiten
- Organisation von Diskussionsrunden mit der Obersten Bauaufsicht des Freistaates Bayern, der Berufsfeuerwehr München bzw. Vertretern des Landesfeuerwehrverbandes und der Bayerischen Versicherungskammer unter Einbeziehung des Verbandes der Sachversicherer (VdS), der Fachkommission Bauaufsicht der ARGEBAU und der betroffenen holzwirtschaftlichen Verbände.

Als wesentliches Kernprojekt bei der Übernahme der Ergebnisse ist dabei die Bearbeitung der Daten zu mehrgeschossigen Fassaden zu sehen.

## 2 Vorbeugender Brandschutz in der Schweiz

### 2.1.1 Organisation des Brandschutzes in der Schweiz

Jede Baumaßnahme bzw. jedes Bauobjekt ist feuerpolizeilich zu kontrollieren und abzunehmen. Die kantonale Feuerpolizei (in der Schweiz ebenfalls kein Gesetz auf Bundesebene) stellt als eine von mehreren Instanzen Auflagen und Anforderungen an die Baumaßnahmen.

Ähnlich wie in Deutschland herrschten dadurch über Jahrzehnte in der Schweiz in jedem Kanton eigene Brandschutzvorschriften

Heute existiert in 19 Kantonen eine kantonale Gebäudeversicherung, welche mit Ausnahme in Basel-Stadt auch die Aufgaben der Feuerpolizei wahrnimmt. Die übrigen Kantone (AI, GE, OW, SZ, TI, UR, VS) regeln die feuerpolizeilichen Belange durch entsprechende kantonale Stellen.

Die VKF als Dachorganisation der 19 öffentlich rechtlichen Gebäudeversicherungen erarbeitet, neben den Wegleitungen für die Feuerpolizeivorschriften, technische Richtlinien und Empfehlungen über den Brandschutz.

Für brandschutztechnisch geeignete Produkte erteilt die VKF eine „Technische Auskuff“, die gesamtschweizerisch als feuerpolizeiliche Zulassung anerkannt wird.

Der VKF ist eine Technische Kommission (TK VKF) angegliedert. Ihr obliegt die Revision bestehender sowie die Ausarbeitung neuer brandschutztechnischer Wegleitungen. Für die Bearbeitung einzelner Fachgebiete werden Unterausschüsse gebildet.

Gewisse Bereiche der Rechtsanwendung, wie z.B. Feuerschau, Kaminfegerwesen, Prüfung von Baugesuchen, usw. können durch Delegation auf Stufe der Gemeinde durchgeführt werden. Grundsätzlich wenden die Gemeinden im Bereich der Feuerpolizei immer kantonales Recht an. Für Gebäude mit erhöhtem Personen- und/oder Brandrisiko bleibt die kantonale Feuerpolizei zuständig.

Der BVD (Brand-Verhütungs-Dienst für Industrie und Gewerbe) ist eine auf privatwirtschaftlicher Grundlage geführte Institution, die landesweit auf dem Gebiet der Brand- und Explosionsschadenverhütung tätig ist. Rund 3700 Industrie-, Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungsbetriebe gehören zu den Mitgliedern. Der BVD befasst sich neben der Betriebsberatung mit Grundlagenstudien und Forschungsaufgaben im Bereich des vorbeugenden Brandschutzes.

Weitere folgende Vereine, Verbände und Anstalten befassen sich mit Fragen und Problemen des Brandschutzes: SIA (Schweizer Ingenieur- und Architektenverein), EMPA (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt), LIGNUM (Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für das Holz), SZS (Schweizerische Zentralstelle für Stahlbau), SUVA (Schweizerische Unfall-Versicherungs-Anstalt), SFV (Schweizerische Feuerwehrverband), BfB (Beratungsstelle für Brandverhütung)

### 2.1.2 Holzanwendungen in der Schweiz, Stand der feuerpol. Bauregeln 1988

Eine grobe Übersicht der Anforderung an die tragenden und aussteifenden Bauteile, sowie der Fassadenbekleidung durch die Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen (VKF) bietet nachstehende Tabelle 1.

Tabelle 1: Auszug der feuerpolizeilichen Anforderungen an Baustoffe und Bauteile in der Schweiz (1988)

Gebäudekategorie	Bauteile			
	Anzahl Vollgeschosse	Tragende Konstruktion	Außenwandbekleidung	Treppenhäuser
Wohnbauten	1 – 2	k.A.	k.A.	k.A.
	3 – 8	F60-A	A (nbb)	F60-A
Landwirtschaftl. Betriebe	1 – 2	k.A.	k.A.	k.A.
Industrie-, Verwaltungs- und Gewerbebauten	1	k.A.	k.A.	-
	2	F30-B	k.A.	F60-A
	3 – 8	F60-A	A (nbb)	F60-A
	1 (A≤500)	k.A.	k.A.	-
Bauten und Räume mit großer Personenbelegung (A=Geschossgrundfläche in m²)	1 (A≤3000)	k.A.*	A (nbb)	-
	1 (A>3000)	F30-B	A (nbb)	-
	2 – 8	F60-A	A (nbb)	F60-A
Verkaufsgeschäfte und Einkaufszentren	1	k.A.*	A (nbb)	-
	2	F30-B	A (nbb)	F60-A
	3 – 8	F60-A	A (nbb)	F60-A
Heime und Anstalten, Krankenhäuser	1	F30-B	A (nbb)	-
	2	F30-B	A (nbb)	F60-A
	3 – 8	F60-A	A (nbb)	F60-A
Hotels	1	F30-B	k.A.	-
	2	F30-B	k.A.	F60-A
	3 – 8	F60-A	A (nbb)	F60-A
Parkhäuser und Einstellräume	1	k.A.*	k.A.	-
	2	F30-B	k.A.	F60-A
	3 – 8	F60-A	A (nbb)	F60-A

Legende:	
keine Anforderungen	k.A.
Anforderung an Mindestabmessungen, zwischen Balken und Pfosten nicht brennbare Bekleidung	k.A.*
feuerhemmend, zwischen Balken und Pfosten nicht brennbare Bekleidung	F30-B
Keine Anforderung an Feuerwiderstand, nicht brennbare Baustoffe	A (nbb)
Hochfeuerhemmend, nicht brennbare Baustoffe	F60-A

Aus der Tabelle nicht ersichtlich sind die einzelnen Abweichungen von der VKF, welche in manchen Kantonen zugelassen wurden. Es wurden hier bereits teilweise bei klar festgelegter Gebäudenutzung und geeigneten Kompensationsmaßnahmen die Anforderungen bezüglich der notwendigen Feuerwiderstandsdauern

heruntergesetzt und damit den Bereich für den Holzeinsatz erweitern. Zudem wurden auch in Regionen, in denen traditionell vermehrt schon in Holz gebaut wurde, mehrgeschossige Wohnbauten und Fassadenbekleidungen an größeren Gebäuden feuerpolizeilich in Holz genehmigt.

### **2.1.3 Stand der Schweizer Vorschriften nach Abhandlung des LIGNUM-Vorhabens**

Im Januar 2005 wurden in der Schweiz die neuen Schweizerischen Brandschutzvorschriften der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF) [1] in Kraft gesetzt. Mit einer halbjährigen Übergangsfrist gelten somit ab Mitte 2005 einheitlich in der Schweiz dieselben Vorschriften.

Die neuen Brandschutzvorschriften der VKF bestehen aus der Brandschutznorm, den Brandschutzrichtlinien, den Prüfbestimmungen, den Brandschutzerläuterungen, den Arbeitshilfen und Dokumenten zum Stand der Technik.

Dabei hat sich in den neuen Regelungen Entscheidendes in Richtung der Verwendung von Holz und Holzwerkstoffen zum Positiven verändert.

Parallel zu Deregulierung der Schweizer Vorschriften wurde die Herausgabe von Dokumentationsbroschüren eingeführt. Diese dokumentieren den „Stand der Technik“ und werden von der Technischen Kommission der VKF in Kraft gesetzt. Herausgeber, für Pflege und Erstellung verantwortlich ist die Lignatec als Teil der Organisation der Schweizer Holzwirtschaft LIGNUM. Die Dokumentationen sollen kontinuierlich weitergeführt werden und immer entsprechend dem Stand der Erkenntnisse bzw. der Technik aktualisiert werden. Den Anfang der Reihe bildeten die beiden Broschüren „Bauten in Holz – Brandschutzanforderungen“ [2] und „Bauteile in Holz – Feuerwiderstandsdauer 30 und 60 Minuten“ [3], beide erschienen im Juni 2005.

Die neuen Schweizer Vorschriften weisen eine wesentlich differenzierte Unterscheidung bzw. Einstufung von Gebäuden und deren Nutzung auf. Zusätzlich zur Einstufung wird zwischen Konzepten mit Sprinklervollschutz und konventionellen baulichen Brandschutzkonzepten unterschieden.

Tragende und raumabschließende Bauteile von Wohn-, Büro- und Schulbauten mit fünf bis sechs Geschossen können entsprechend den neuen Regelungen mit einem rein baulichen Konzept in hochfeuerhemmender Bauweise mit einer 30-minütigen brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung errichtet werden. Wird für dasselbe Gebäude ein Sprinklerkonzept vorgesehen, besteht an die brandschutztechnisch wirksame Bekleidung der Bauteile keine Anforderung.

In Treppenhäusern und notwendigen Fluren werden bereits in den Gebäuden mit geringer Höhe sämtliche Holzbauteile in gekapselter Bauweise gefordert. Bei Gebäuden ab einer Höhe von vier Geschossen ist baurechtlich keine Anwendung von Holz in Treppenhäusern mehr vorgesehen.

### **3 Vorbeugender Brandschutz im Bundesland Bayern**

#### **3.1.1 Stand der Bauvorschriften in Bayern zum Jahreswechsel 2007 / 2008**

Mittels Bekanntmachung der Neufassung der Bayerischen Bauordnung vom 14. August 2007 wurde für den 01.01.2008 die Einführung der neuen Bayerischen Bauordnung (BayBO) durch das Staatsministerium des Innern festgelegt. Wesentliche Neuerung der in Kraft tretenden Fassung ist die Einführung von zur bestehenden Musterbauordnung MBO 2002 analogen fünf Gebäudeklassen. Damit wird zwischen den beiden alten Stufen, Gebäude geringer Höhe und Gebäude mittlerer Höhe, eine zusätzliche, dem Holzbau äußerst hilfreiche Gebäudeklasse 4 geschaffen.

Wie auch in der Vergangenheit sind bis zur Gebäudeklasse 3 (alt: Gebäude geringer Höhe) Bauten unter Einsatz brennbarer Baustoffe und einer Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten der tragenden und aussteifenden Bauteile ohne weiteres realisierbar. Diese Regelung gilt für Gebäude mit einer Höhe der Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses bis zu maximal 7 m über der Geländeoberfläche im Mittel, welche im Normalfall einem Gebäude mit maximal drei Geschossen entspricht. In Sonderfällen kann durch eine günstige Ausformung der Geländeoberfläche (Hangbebauung) die Realisierung von viergeschossigen Gebäuden gerechtfertigt werden.

In der neu hinzugekommenen Gebäudeklasse 4 (Gebäude bis zu einer Höhe von maximal 13 m) sind in Verbindung mit der Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise Gebäude bis zu maximal fünf, in Ausnahmefälle wie zuvor bei Gebäudeklasse 3 beschrieben auch bis zu sechs Geschosse in Holzbauweise durchführbar. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die anzuwendende Richtlinie eine Kapselung aller tragenden Bauteile mit nicht brennbaren Baustoffen und einer Kapselzeit von mind. 60 Minuten sowie den Einsatz von Dämmstoffen aus nicht brennbaren Baustoffen entsprechend dem Anforderungsprofil der DIN 4102-17:1990-12 vorschreibt.

Für die Außenbekleidung von Gebäuden wurde im Zuge der Neufassung der BayBO bereits der Weg für den Einsatz erprobter Fassadenkonstruktionen mit brennbaren Oberflächen geebnet. Es gilt nach wie vor die Forderung für Oberflächen von Außenwänden und Außenwandteilen wie Brüstungen und Schürzen, welche eine Brandausbreitung auf und in diesen Bauteilen ausreichend lange begrenzen müssen. Jedoch muss diese nicht mehr zwingend mittels ausschließlichen Einsatzes schwerentflammbarer Baustoffe realisiert werden, sondern darf mittels zusätzlicher konstruktiver Lösungen auch mit brennbaren Oberflächen sichergestellt werden.

#### **4 Stand der Forschung zum Einsatz brennbarer Baustoffe in Gebäudeklasse 4 und 5**

In den Jahren 1993/1994 wurde in Deutschland durch das Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB) in Braunschweig und der Versuchsanstalt für Holz- und Trockenbau der TH Darmstadt ein mehrstufiges Forschungsvorhaben zu Grundlagenuntersuchungen zum Brandschutz von mehrgeschossigen Gebäuden in Holzbauweise [5] gestartet.

Im ersten Untersuchungsbericht zu diesem Forschungsvorhaben wurden die Ergebnisse der theoretischen Grundlagenforschung zusammengefasst und die notwendigen experimentellen Grundlagenuntersuchungen für die zweite Stufe konkretisiert.

Im März 2001, ein Jahr vor der Bekanntmachung der Musterbauordnung 2002 mit den neu eingeführten 5 Gebäudeklassen, wurde das zu vorgenannte For-

schungsvorhaben fertig gestellt. Im Abschlussbericht wurden Empfehlungen für die Umsetzung der Erkenntnisse in ein technisches Regelwerk zum Brandschutz für Holzbauwerke der Gebäudeklasse 4 gegeben.

Basierend auf diesen Empfehlungen wurde durch die Bauministerkonferenz (zuständige Minister und Senatoren der Länder, ARGEBAU) die heute noch geltende und angewendete „Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise – M-HFHolzR (gültige Fassung vom Juli 2004) herausgegeben.

Bauteile hierzu wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens "Theoretische und experimentelle Grundlagenuntersuchungen zum Brandschutz bei mehrgeschossigen Gebäuden in Holzbauweise" untersucht, jedoch ohne dass ein allgemeiner Verwendbarkeitsnachweis erstellt wurde. Um einen ersten Ansatz für derartige Bauteile zu erreichen, wurde es notwendig, entsprechende allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse auf der Grundlage von Brandprüfungen zu erstellen. Hierzu wurde ein Forschungsvorhaben mit dem Titel „Erarbeitung von Konstruktionsdetails zur Kapselung tragender Bauteile für die neue Gebäudeklasse 4 der MBO“ durchgeführt. Die Untersuchungen konzentrierten sich auf die Erprobung wirtschaftlicher Varianten von Bekleidungen. Als Ergebnis wurden 2 Lagen 18 mm Gipskartonfeuerschutzplatten GKF als wirtschaftlichste Variante für K<sub>2</sub>60 ermittelt. Aus dem abgeschlossenen Projekt der MPA Braunschweig wurden drei abPs erarbeitet. Diese wurden in der Arbeitsgruppe diskutiert und mehrfach ergänzt. Es handelt dabei sich um folgende Zeugnisse:

- Tragende, raumabschließende Trennwandkonstruktion aus einem Holzständerwerk mit einer beidseitigen Beplankung aus Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF) der Feuerwiderstandklasse REI 60 gemäß DIN EN 13 501-2 in Verbindung mit einer K<sub>2</sub>60-Brandschutzbekleidung gemäß DIN EN 13 501-2, Prüfbericht Nr.: P-3534/5316-MPA BS
- Holzbalkendecke mit einer unterseitigen Bekleidung aus Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF) der Feuerwiderstandklasse REI 60 gemäß DIN EN 13 501-2 in Verbindung mit einer K<sub>2</sub>60-Brandschutzbekleidung gemäß DIN EN 13 501-2 bei einseitiger Brandbeanspruchung von oben oder unten, Prüfbericht Nr.: P-3548/5456-MPA BS
- Tragende, raumabschließende Trennwandkonstruktion aus einem Holzständerwerk mit einer beidseitigen Beplankung aus Holzwerkstoffplatten sowie Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF) und mechanischer Beanspruchbarkeit (Stoßbeanspruchung) der Feuerwiderstandklasse REI-M 90 gemäß DIN EN 13 501-2 in Verbindung mit einer K<sub>2</sub>60-Brandschutzbekleidung gemäß DIN EN 13 501-2, Prüfbericht Nr.: P-3500/115/07-MPA BS

In mehreren Brandprüfungen an Wänden und Decken inkl. Durchdringungen wurde die Eignung dieser brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung nachgewiesen. Um wirtschaftlichere Alternativen auszuloten, wurden begleitend Untersuchungen zu K<sub>2</sub>30 Bekleidungen durchgeführt. Es wurden hierzu 2 Lagen mit 12,5 mm GKF positiv geprüft.

In einem sich derzeit noch in der Bearbeitung befindlichen Vorhaben wird die Bewertung des Brandverhaltens unbedeckter flächiger massiver Holzbauteile (Wand- und Deckenbauteile) im Hinblick auf die Einsatzmöglichkeiten im mehrgeschossigen Holzbau unter Berücksichtigung des geltenden nationalen Sicherheitsniveaus sowie der künftigen europäischen Bemessungsnorm EN 1995-1-2 (Brandschutzbemessung Eurocode 5) [13] untersucht. Das Forschungsvorhaben wird durch das iBMB bearbeitet und wird voraussichtlich Mitte 2008 fertig gestellt sein.

## 5 Schutzziieldiskussion als Basis für die Festlegung notwendiger Anforderungen

### 5.1 Allgemeine Schutzziele – Hilfsfristen der Feuerwehr

Artikel 2 des Grundgesetzes regelt das „Recht des Einzelnen auf körperliche Unversehrtheit.“

Daraus abgeleitet wurde der Art.3 (1) der BayBO [6] „Anlagen sind unter Berücksichtigung der Belange der Baukultur, insbesondere der anerkannten Regeln der Baukunst, so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben und Gesundheit, und die natürlichen Lebensgrundlagen nicht gefährdet werden.“

Im Moment bedeutet dies für den Brandschutzplaner, dass er sich an streng vorgegebene Anforderungen bezüglich der Feuerwiderstandsdauer und der Oberflächenbeschaffenheit von Bauteilen sowie der Ausbildung von Rettungswegen zu halten hat und die Bauweise dementsprechend anpassen muss. Die fortschreitende technische Entwicklung und der heutige Stand der Wissenschaft ermöglicht jedoch immer häufiger, eine wesentlich differenziertere, leistungsbezogene Art der Ermittlung von Anforderungen vorzunehmen. Dafür ist es jedoch von größter Wichtigkeit, dass für alle Bereiche genaue Schutzziele definiert sind. Allgemein muss ein Bauwerk derart entworfen und ausgeführt sein, dass bei einem Brand die Tragfähigkeit während eines bestimmten Zeitraums erhalten bleibt, die Entstehung und Ausbreitung von Feuer und Rauch innerhalb des Bauwerks begrenzt wird, die Ausbreitung von Feuer auf benachbarte Bauwerke begrenzt wird, die Bewohner das Gebäude unverletzt verlassen oder durch andere Maßnahmen gerettet werden können sowie die Sicherheit der Rettungsmannschaften berücksichtigt wird und wirksame Löscharbeiten möglich sind. Diese Schutzziele kann man als die übergeordneten Leistungsanforderungen (general performance based requirements) auffassen.

In [8] sind Beispiele für die Konkretisierung bauordnungsrechtlicher Schutzziele genannt, welche mit einer Abwandlung bei der Definition der Schutzziele für die Standsicherheit auch auf den Bereich des mehrgeschossigen Holzbaues anwendbar sind.

Tabelle 2: Beispiele für die Konkretisierung bauordnungsrechtlicher Schutzziele [8]

Schutzziel	Konkretisierung von Schutzzielen
Begrenzung der Ausbreitung von Feuer und Rauch	Rauchfreihaltung für die eigenständige Flucht der Personen (mindestens 10 Minuten)
Rettung von Menschen	Sicherer Aufenthalt in gesicherten Bereichen bis zur Rettung durch die Feuerwehr (mindestens 30 Minuten)
Ermöglichung wirksamer Löscharbeiten innerhalb eines Gebäudes	Standsicherheit der Konstruktion mehrgeschossiger Bauten (mindestens 60 bzw. 90 Minuten), Rauch- und Wärmeabzug

Die allgemeinen, bisher bekannten Schutzzielangaben wie Behinderung bzw. Verhinderung der Brandausbreitung, Gewährleistung der gefahrenarmen Personenrettung sowie der gefahrenarmen und effektiven Brandbekämpfung müssen nun durch genaue Angaben der einzuhaltenden Grenzwerte wie Zeit, Längen, Flächen und eventuell Temperaturen ergänzt werden.

Die bis heute einzig vorhandene wissenschaftliche Studie zur Untersuchung des Einflusses von Brandrauch auf den menschlichen Organismus wurde in den siebziger Jahren durchgeführt. Im Rahmen dieser Untersuchung (damaliger Titel ORBIT-Studie) wurde festgestellt, dass das Überleben von Personen, welche dem Brandrauch ausgesetzt sind, vor allem von der aufgenommenen Menge an Kohlenmonoxid abhängt.

Aus dieser Erkenntnis heraus wurden folgende drei zeitliche Grenzen für Personen und Brandbeeinflussung veröffentlicht:

- Eine dem Brandrauch ausgesetzte Person bleibt bis zu einer Zeit von 13 Minuten nach Brandentstehung ohne lebensbedrohliche Verletzungen bei Bewusstsein (Erträglichkeitsgrenze).
- Eine dem Brandrauch ausgesetzte Person kann bis zu einer Zeit von 17 Minuten nach Brandentstehung erfolgreich reanimiert werden (Reanimationsgrenze).
- Die Zeit von der Brandentstehung bis zum Feuerüberschlag („flash-over“) beträgt in der Regel zwischen 18 und 20 Minuten. Nach dem Feuerüberschlag ist die Überlebenschance im Brandraum für den ungeschützten Menschen gleich Null.

Aus umfangreichen Forschungen zu Brandverläufen lässt sich erkennen, dass der unbeeinflusste Verlauf eines entstehenden brandlastgesteuerten Brandes in fünf Phasen abläuft.

- Entzündung
- Entstehungsbrand
- „Flash-over“
- Voll entwickelter Brand
- Abklingender Brand

Unter Ansatz von idealen Lüftungsbedingungen stellt sich damit ein Brandverlauf entsprechend den Forschungsergebnissen grafisch folgendermaßen dar.

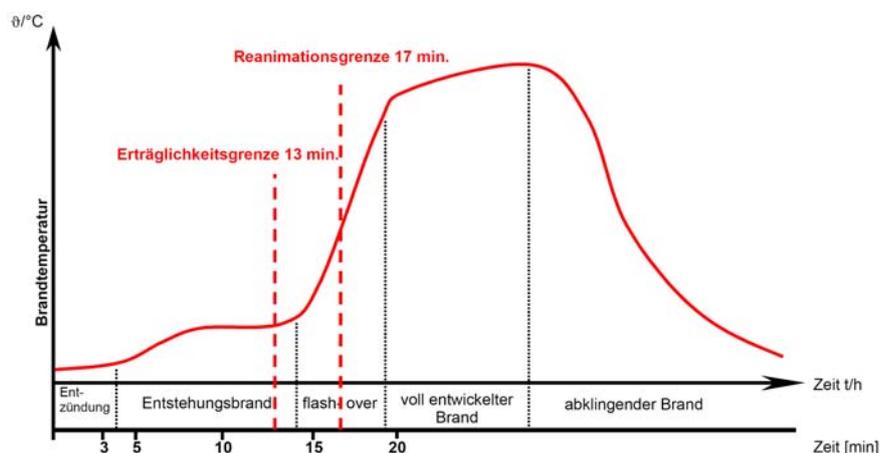


Abbildung 1: Brandverlauf unter idealen Lüftungsbedingungen [9]

Eine Analyse von verschiedenen Einsätzen hat darüber hinaus ergeben, dass der Einsatz der Feuerwehr bei Brandflächen über 400 m² nur unter äußerst günstigen Bedingungen zu einem Löscherfolg führt. Geht man nun davon aus, dass sich ein Brand je nach Brandlast mit einer Geschwindigkeit von einem bis zu drei Metern pro Minute ausbreitet, ergibt sich hieraus, dass diese Fläche nach einer Branddauer von 6,5 bis 20 Minuten erreicht ist. Auch dies muss, selbst wenn es hier „nur“ um einen reinen Sachwertschutz geht, bei der Festlegung von Einsatzzeiten und –kräften berücksichtigt werden.

In [9] werden daraus folgende Schlussfolgerungen gezogen:

- Personen können unter günstigen Umständen höchstens **13 Minuten** nach Brandentstehung im Brandrauch ohne schwerwiegendere Verletzungsfolgen überleben und auf sich aufmerksam machen. Danach erfolgt in der Regel die Bewusstlosigkeit.
- Spätestens **17 Minuten** nach Brandentstehung muss die Reanimation einer leblos im Brandrauch gefundene Person eingeleitet werden.
- Spätestens **18 – 20 Minuten** nach dem Brandausbruch ist ein Brand soweit entwickelt, dass zum einen so gut wie keine Überlebenschance für Personen im Brandraum bestehen und zum anderen die Brandbekämpfungsmaßnahmen nur mit einem vergleichsweise massiven Kräfteansatz eine Aussicht auf einen schnellen Erfolg haben.
- Aus den ersten drei Punkten folgt, dass die Feuerwehr spätestens 13 Minuten nach Brandentstehung vor Ort sein muss und dann noch genau 4 Minuten Zeit hat, eine vermisste Person zu finden, zu retten und zu reanimieren.
- Die Chance für eine erfolgreiche Menschenrettung ist somit umso größer, je früher diese eingeleitet wird.
- Aufgrund der geringeren Brandentwicklung und des damit verbundenen besseren Zustandes betroffener Menschen kann im ersten Moment auch mit einem geringeren Ansatz von Rettungskräften ein Einsatzerfolg erzielt werden. („Ein Mann mit einem Handfeuerlöscher bei der Brandentstehung kann wirksamer sein als ein kompletter Löschzüge nach einer halben Stunde Branddauer“)

Entsprechend den Regelungen für den Freistaat Bayern sind die Feuerwehren der Gemeinden und Städte so aufzustellen und auszurüsten, dass grundsätzlich jede an einer Straße gelegene Einsatzstelle in höchstens zehn Minuten nach Eingang der Brandmeldung bei der alarmauslösenden Stelle (Hilfsfrist) erreicht werden kann.

Tabelle 3: Regelungen für Bayern zur Aufstellung und Ausrüstung von Feuerwehren

Bezeichnung / Quellen	Abkürzung	Aussage zum Schutzziel
Bayerisches Feuerwehrgesetz, vom 23.12.1981, zuletzt geändert am 10.07.1998.	BayFwG	Nein
Verordnung zur Ausführung des Bayerischen Feuerwehrgesetzes, vom 29.12.1981, zuletzt geändert am 22.09.1995.	AVBayFwG	Nein
Bekanntmachung des bayerischen Staatsministerium des Inneren zum Vollzug des Bayerischen Feuerwehrgesetzes, vom 23.12.1981, zuletzt geändert am 28.08.1998.	VollzBekBayFwG	Ja

Die geforderte Hilfsfrist beinhaltet dabei den Zeitraum der Disposition, der internen Alarmierung von Hilfskräften, des Ausrückens sowie der Fahrt zum Einsatzort.

Da in der Bekanntmachung (VollzBekBayFwG) keine näheren Angaben zum notwendigen Kräfteansatz bzw. keine zeitlichen Staffelungen von Einsatzstärken definiert werden, ist davon auszugehen, dass diese festgelegte Hilfsfrist somit für den Einsatz in jeglichem Umfang gilt.

Zusätzlich ist der Erreichungsgrad auf Grund fehlender Angaben in der Bekanntmachung als grundsätzlich anzunehmen.

Grafisch kann somit die Forderung der Hilfsfrist in Bayern wie folgt dargestellt werden:

Dabei bedeuten

Zeitraum	Zeit	Darstellung (Farbe)
Brandentstehung über Entdeckung bis Beginn Notrufabfrage	3 Minuten	rot
Beginn Notrufabfrage bis Alarmierung der Einsatzkräfte	1,5 Minuten	orange
Ausrücken und Fahrzeit	verschieden	grün
Erkundungs- und Entwicklungszeit	4 Minuten	blau

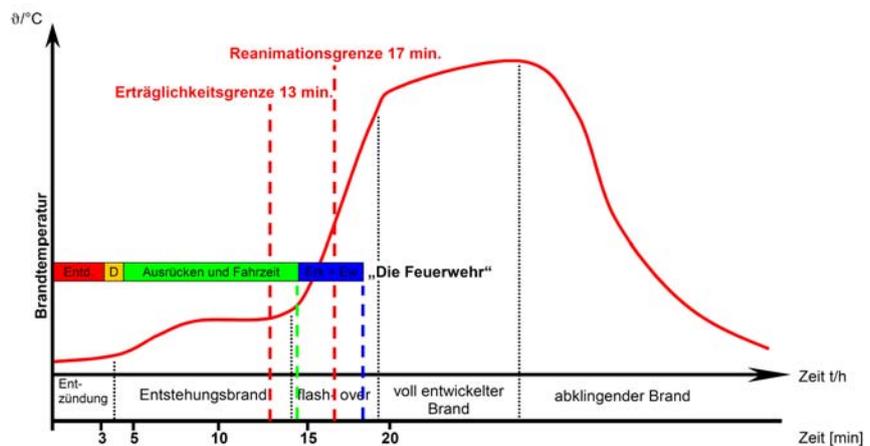


Abbildung 2: Zeitlicher Verlauf der geforderten Hilfsfrist für Bayern [9]

Ein Vergleich auf nationaler Ebene zwischen den einzelnen Bundesländern zeigt, dass nicht in allen Bundesländern derart eindeutige Regelungen vorhanden sind und kein rechtlicher Ansatz dem anderen gleicht.

Im Folgenden wird für sämtliche Ansätze ohne zusätzliche Maßnahmen zur Brandfrüherkennung (Rauchmeldung) somit eine Zeitspanne vom Brandausbruch bis zur Brandbekämpfung durch die Feuerwehr von **18 Minuten** angesetzt.

Durch den zusätzlichen Einsatz von anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen (Rauch- und Brandmeldetechnik) kann die Zeitspanne bis zum Eintreffen und dem Brandangriff deutlich verringert werden.

## 5.2 Schutzziele für die Fassaden

Für die Definition der notwendigen Schutzzeit können ebenfalls die in Abschnitt 5.1 erläuterten Hilfsfristen herangezogen werden.

Dies bedeutet, dass ein Beginn des Löschangriffs der Feuerwehr an der Fassade nach 17 – 18 Minuten vorausgesetzt werden kann. Alle Kriterien und Überlegungen zur Begrenzung der Brandausbreitung bzw. der erreichten Höhe des Brandes werden auf diesen Zeitraum bezogen.

In der Schweiz wurde im Zuge der Bearbeitung des Fassaden-Teilprojektes im Vorfeld der experimentellen Untersuchungen ein entsprechendes Schutzziel festgelegt und in Form eines Grundsatzpapiers „Rahmenbedingungen von Originalbrandversuchen“ [D 11] durch die Projektgruppe der Technischen Kommission der VKF vorgelegt. Von dem Gremium wurde das Papier eingehend diskutiert und abschließend inhaltlich bestätigt.

Da sich das damals festgelegte Schutzziel in Übereinstimmung mit den Anforderungen und Rahmenbedingungen nach Bayerischen bzw. Deutschen Belangen übertragen lässt, soll dieses im weiteren Verlauf als Basis für die entsprechenden Überlegungen dienen.

Als allgemeines Schutzziel, unabhängig von dem Brennbarkeitsverhalten der eingesetzten Baustoffe, und zur Interpretation und Beurteilung von Brandversuchen an Fassaden wurden folgende Festlegungen getroffen:

Bei einem Brand an der Gebäudeaußenwand darf es vor dem Löschangriff der Feuerwehr nicht zu einer Brandausbreitung über mehr als zwei Geschosse oberhalb der Brandetage kommen.

Zu den übrigen Seiten (seitlich und nach unten) darf keine selbstständige Brandausbreitung außerhalb des Primärbrandbereiches stattfinden.

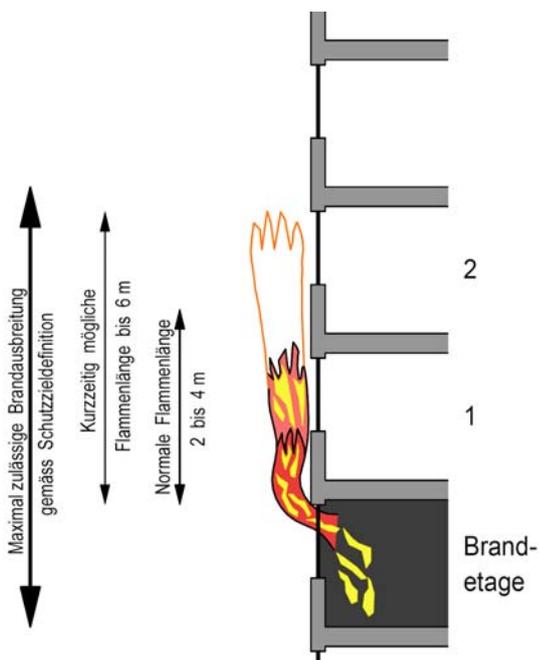


Abbildung 3: maximal akzeptierte Brandausbreitung vor dem Löschangriff der Feuerwehr

Für die Ausbildung von Fassaden unter Verwendung normalentflammbarer Baustoffen als Bekleidung und der Anwendung konstruktiver Zusatzmaßnahmen bedeutet dies, dass durch die Verwendung von Holz und Holzwerkstoffen und das damit zusätzliche Aufbringen von Brandlasten auf die raumabschließenden Außenwände das vorher genannte Schutzziel nicht unterlaufen werden darf. Bekleidungen aus Holz oder Holzwerkstoffen nur an Gebäudebereichen ausgeführt werden dürfen, an denen ein direkter Löschangriff durch die Feuerwehr durchführbar ist. Holzfassaden bei Gebäuden mit Höhen über 22 m oberster Geschossfußboden sind generell auszuschließen. es innerhalb der vorgegebenen Zeit (Interventionszeit) zu keiner Beschleunigung des Brandgeschehens über die akzeptierte Höhe (zwei Geschosse) hinaus kommen darf. eine seitliche Ausbreitung des Brandes nur unwesentlich (Faktor oder Festwert ist festzulegen, z.B. Faktor 1:10 oder 0,60m) bzw. überhaupt nicht stattfinden darf.

## **6 Auswertung der Schweizer Daten zur erweiterten Anwendbarkeit von Holz und Holzwerkstoffen in Gebäuden bis zur Hochhausgrenze**

Das im Jahr 2001 in der Schweiz gestartete Großprojekt „Brandsicherheit und Holzbau“ verfolgt im Wesentlichen vier globale Ziele:

Veränderung der Brandschutzgesetzgebung

Bereitstellung technischer Lösungen

Zusätzliche Bauherrschaften für den Holzbau gewinnen

Umgang mit Risiken

Dabei sollen die Schweizer Regelwerke zielkonforme Kriterien für den Baustoff Holz erhalten und materialspezifische Bedingungen zusätzlich in gesonderten Dokumenten als „Stand der Technik“ definiert werden.

Zum Erhalt praktisch anwendbarer und allgemein verwendbarer Lösungen werden brand- und holzbautechnisch optimierte Bauteilaufbauten und Konstruktionsvorgaben für Gebäude erforscht und entwickelt. Zusätzlich soll der Ausbildung und Schulung von Fachkräften eine große Beachtung geschenkt werden, um in der Folge eine hohe Sicherheit und Qualität in der Realisierung von mehrgeschossigen Holzgebäuden zu erlangen.

Das von der Wald- und Forstwirtschaft unter der Leitung der LIGNUM erstellte Gesamtprojekt soll in sieben Projektsegmenten zur Umsetzung gelangen. Die Gliederung des Vorhabens teilt sich wie folgt auf:

- A Führung, Organisation, Grundlagen
- B Forschung und Entwicklung
- C Ausbildung und Qualitätssicherung
- D Technischer Brandschutz
- E Flankierende Maßnahmen
- F Information und Kommunikation
- G Internationale Arbeiten

In der Projektphase 2, der Forschung und Entwicklung wurden zehn unterschiedliche Teilprojekte von verschiedenen Forschungseinrichtungen und Unternehmen der Schweiz bearbeitet. Ein großer Teil der Material- und Bauteiluntersuchungen, speziell die durchgeführten Brandversuche, wurde in Deutschland bei den Versuchsanstalten in Leipzig und Braunschweig vorgenommen.

Im Rahmen dieses Vorhabens konnte eine Beteiligung an den Schweizer Versuchskosten erreicht werden und damit ein Zugang zu den Quelldaten der Schweizer Versuche geschaffen werden. Entsprechend der vertraglichen Vereinbarung wurden in drei großen Teillieferungen die Unterlagen des Schweizer Forschungsvorhabens dem HTO-Teilprojekt 2 übergeben.

Für die Bearbeitung des vorliegenden Forschungsvorhabens zu Vorschlägen zum Holzeinsatz in Gebäudeklasse 4 und 5 sind daraus im Wesentlichen folgende Dokumente und Bereiche verwendet worden:

## **6.1 Gesamtkonzept**

Zum Gesamtkonzept des Schweizer Vorhabens wurden im Zuge der Übernahme der Projektdaten eine Diplomarbeit, zwei Übersichtsdokumente zur Gliederung und Finanzierung des Projektes sowie ein Tagungsband vom Treffen der Holzbranche 2004 übergeben.

In der Diplomarbeit [D 1] Wiederkehr R., Diplomarbeit „Holzbau und Brandschutz“, Übersicht 1990/1991 – Zielsetzung – Lösungsansätze von Herrn Reinhard Wiederkehr aus dem Jahr 1991 wurde eine Analyse des Ist-Zustandes zum Stand der Schweizer Brandschutzvorschriften und der Möglichkeiten des Einsatzes von Holz durchgeführt.

Unter dem Arbeitstitel „Wer nicht weiß, wohin er will, braucht sich nicht zu wundern, wenn er ganz wo anders ankommt.“ wurden, auf der Zustandsanalyse aufbauend, erste Zielsetzungen für das geplante Vorhaben der Holzwirtschaft betreffend der Brandschutzvorschriften definiert und Vorschläge mit Lösungsansätzen für die Umsetzung erarbeitet.

Aus dieser grundlegenden Arbeit heraus wurde 2001 das Gesamtprojekt „Brandsicherheit und Holzbau“ definiert und in Projektphasen und Teilprojekte gegliedert [D2] und [D3].

Mitte Mai wurde ein Finanzplan über insgesamt 6.000.000.- SFr. Für das Forschungsvorhaben vorgelegt.

## **6.2 Brandschutzvorschriften, Anforderungen**

Um bei der Deregulierung bzw. Neufassung der Schweizer Brandschutzvorschriften im Jahr 2003 durch die Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF) berücksichtigt zu werden und einen künftig breiteren Anwendungs- und Einsatzbereich von Holz und Holzwerkstoffen zu erhalten, wurden vom Fachausschuss ‚Brandschutz und Holz‘ insgesamt vier sog. Diskussionspapiere an die Technische Kommission der Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen (TK-VKF) gegeben.

Die Diskussionspapiere beinhalteten bereits konkrete Textpassagen und Tabellenvorlagen für die Übernahme in die Brandschutzvorschriften.

Nachfolgend werden die vier Dokumente mit Ihren Zielsetzungen erläutert:

### 6.2.1 Standardanforderungen für tragende und brandabschnittsbildende Bauteile

Es wird vorgeschlagen die Klassierung von Baustoffen künftig neben den bisher verwendeten Brandkennziffern auch nach europäischer Normung (Euroklassen entsprechend DIN EN 13051-1) durchzuführen.

Die Klassierung von Bauteilen nach deren brandschutztechnischer Leistungsfähigkeit soll ebenfalls nach den europäisch genormten Bezeichnungen (DIN EN 13501-2) vorgenommen werden. Da in den Schweizer Brandschutzvorschriften im Gegensatz zu den Deutschen Bauordnungen keine eigenen Bauteilklassen (feuerhemmend, hochfeuerhemmend und feuerbeständig) verwendet werden, kann die REI-Klassierung direkt in die Richtlinien und Vorschriften übernommen werden.

An den Leistungsanforderungen bezüglich des Feuerwiderstandes von tragenden und aussteifenden Bauteilen wurden keine Veränderungen vorgenommen. Diese müssen wie bis 1993 in der Brandschutznorm vorgegeben für

1	Geschoss	keine Anforderungen
2	Geschosse	< R30 bzw. R30
3-8	Geschosse	R60
und > 8	Geschosse	R90 erfüllen.

Die einzuführenden Neuerungen betreffen die Baustoffauswahl für die tragenden Bauteile und den Schutz durch brandschutztechnisch wirksame Bekleidungen. Tabelle 2 gibt im wesentlichen einen Überblick über den, durch den Fachausschuss eingereichten Änderungsvorschlag.

Tabelle 4: Vorschlag des Fachausschusses zur Anwendung von Holz und Holzwerkstoffen zur Aufnahme in die Schweizer Brandschutzvorschriften [D 5]

Bauteil Geschosse	Tragwerk	Brandabschnitt	Korridor	Treppenhaus
1 (bzw. oberstes Geschoss)	keine Anforderung	EI30, Holz	EI30 Holz, Oberfläche nbb	
2	Mindestkantenabmessung oder R30, Holz	EI30, Holz	EI30 Holz, Oberfläche nbb	R60, Holz EI60, Holz Verkleidung EI 30 nbb
3 - 4	R60, Holz	EI60, Holz	EI60, Holz Verkleidung EI 30 nbb	REI 60 nbb
5 - 6	R60, Holz Verkleidung EI 30 nbb	EI60, Holz Verkleidung EI 30 nbb Wärmedämmung nbb	EI60, Holz Verkleidung EI 30 nbb Wärmedämmung nbb	REI 60 nbb
7 - 8 (ohne Hochhäuser)	Nach Artikel 11, Norm VKF 1993			

Im Antrag wurden bereits mögliche Baustoffkombinationen in Bauteilaufbauten dargestellt, welche die neu gestellten Anforderungen erfüllen sollen. Dabei wird zwischen Bauteilen als Vollquerschnitt, d.h. massive Bauteile wie Brettsperr- oder Brettstapelholz ohne zusätzliche Bekleidungsschichten und zusammengesetzten Bauteilen unterschieden. Bei letzteren können dabei brennbare Dämmstoffe sowie brennbare Bekleidungen bzw. Kombinationen aus brennbaren und nicht brennbaren Bekleidungen zur Ausführung kommen.

Es wird zwischen folgenden Bauteilaufbauten unterschieden:

- Bauteile ohne brandschutztechnisch wirksame Bekleidung
- Bauteile mit brandschutztechnisch wirksamer Bekleidung

**6.2.2 Holzanwendung zusammen mit Sprinklervollschutz**

In einem Grundsatzpapier wurden die Standardanforderungen für Gebäude in Holzbauweise zusammen mit Sprinklervollschutz vorgelegt. Die Annahmen basieren auf Vergleichsrechnungen, bei denen entsprechend SIA 81 [4] Gebäude mit unterschiedlicher Anzahl an Geschossen in Holzbauweise unter Ansatz von Sprinklerung und Gebäude ohne Sprinklerung in Massivbauweise bezüglich deren Brandsicherheit untersucht wurden.

Tabelle 5: Vorschlag des Fachausschusses zur Verwendung von Holz unter Sprinklerschutz für tragende Bauteile aus [D 6]

Verwendung von Holz bei Tragwerken

Geschosse	1 - 2	3 - 4	5 - 6
Technische Massnahme	Sprinkler	Sprinkler	Sprinkler
Feuerwiderstand	< R30 <sup>1)</sup>	R30	R30
Tragwerk allgemein	Holz	Holz	Holz, V nbb <sup>2)</sup>
Tragwerk Korridor	Holz	Holz	Holz, V nbb <sup>2)</sup>
Tragwerk Treppenhaus (R60)	Holz, V nbb <sup>3)</sup>	nbb	nbb

Tabelle 6: Vorschlag des Fachausschusses zur Verwendung von Holz unter Sprinklerschutz für raumabschließende Bauteile aus [D 6]

Verwendung von Holz bei brandabschnittsbildenden Bauteilen zur Gewährleistung der EI-Kriterien

Geschosse	1 - 2	3 - 4	5 - 6
Brandabschnitt allgemein	EI 30 Holz	EI 30 Holz	EI 30 Holz V nbb
Brandabschnitt Korridor <sup>1)</sup>	EI 30 Holz	EI 30 Holz	EI 30 Holz V nbb
Brandabschnitt Treppenhaus <sup>1)</sup>	EI 60 Holz V nbb <sup>2)</sup>	EI 60 nbb	EI 60 nbb
Brandmauer <sup>3)</sup>	Holz <sup>4)</sup>	nbb <sup>4)</sup>	nbb <sup>4)</sup>

**6.2.3 Standardanforderungen für Außenwände**

Der vierseitige Antrag des Fachausschusses an die Technische Kommission der VKF bildet die Grundlage für die weitere Veränderung der brandschutztechnischen Regelungen für die Fassaden und Außenwandbauteile. Das Grundsatzpapier definiert textbasierte Grundsätze für die Regelungen in der Brandschutznorm und –richtlinie. Zusätzlich werden die Anforderungen bezüglich der Brennbarkeit verwendeter Materialien in und an Außenwänden vorgeschlagen. Eine grobe Gliederung soll einen Überblick über die zu erarbeitenden Maßnahmen zur Einschränkung der Brandweiterleitung über die Fassade geben.

### **6.3 Untersuchungen zu Holzbauteilen mit Feuerwiderstandsklassen von 30 und 60 Minuten**

Ziel der Schweizer Untersuchungen zu Holzbauteilen bis zu einer Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten war, einen Konstruktionskatalog für Bauteile und deren Anschlüsse für den Holzbau bereitzustellen.

In mehreren Projektphasen wurden folgende theoretischen Untersuchungen durchgeführt:

- Brandverhalten von Holz; Abbrand, Festigkeiten und Elastizität unter hoher Temperatureinwirkung sowie Temperaturverläufe im Querschnitt
- Berechnungsverfahren für tragende Bauteile unter Brandeinwirkung (R)
- Feuerwiderstand linearer Bauteile
- Berechnungsverfahren für raumabschließende Bauteile unter Brandeinwirkung; Normenübersicht und Normenvergleich
- Klebstoffe; Verwendung unter erhöhter Temperatur
- Erarbeitung von Vorschlägen für Bauteilkataloge

Für die Erarbeitung von Nachweismethoden besonderer Markenprodukte wurden im Zuge des Schweizer Vorhabens Verhandlungen mit unterschiedlichen Herstellern aufgenommen und verschiedene Bauteilaufbauten in Kleinbrandversuchen geprüft.

### **6.4 Fassaden**

#### **6.4.1 Aufbau und Organisation der Schweizer Fassadenuntersuchungen**

Das Schweizer Teilprojekt „B3 Fassaden“ wurde in mehreren Stufen durch die Arbeitsgruppe „Brandschutz bei Holzfassaden“ bearbeitet. Für die Projektleitung und die Koordination war die Ingenieurbüros Josef Kolb AG und Makiol + Wiederkkehr zuständig.

Weitere Mitglieder der Arbeitsgruppe waren die Schweizerische Hochschule für die Holzwirtschaft (SH-Holz), die Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ) sowie Vertreter der VKF (Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen). Sämtliche Brandversuche wurden an der MFPA-Leipzig (Materialforschung und Prüfungsanstalt für das Bauwesen GmbH) mit Unterstützung durch das Ingenieurbüro für Brandschutz an Fassaden I.Kotthoff durchgeführt.

Definiertes Projektziel des Schweizer Vorhabens war, Grundlagen, Maßnahmen und Konzepte für mehrgeschossige brandschutztechnisch optimierte Aussenwandbekleidungen zu erarbeiten. Besonderes Augenmerk sollte dabei auf Holzfassaden bei Gebäuden mit 4 bis 6 Geschossen gelegt werden. Alle erhaltenen Erkenntnisse sollten in eigenen SIA/Lignum Dokumentationen zu einem, in der Praxis vom Architekten, Planer und Holzbauer anwendbaren Gesamtwerk von Maßnahmenkatalogen aufgearbeitet werden und damit als Basis für künftige Bewilligungen solcher Bauvorhaben dienen.

Unten stehende Abbildung zeigt die Zusammenstellung des Gesamtwerkes. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Forschungsberichtes sind durch die LIGNUM jedoch erst insgesamt fünf Dokumente aus den Bereichen Planung, Qualitätssicherung, Bauteile in Holz, Abschlüsse und Brandmauern veröffentlicht.

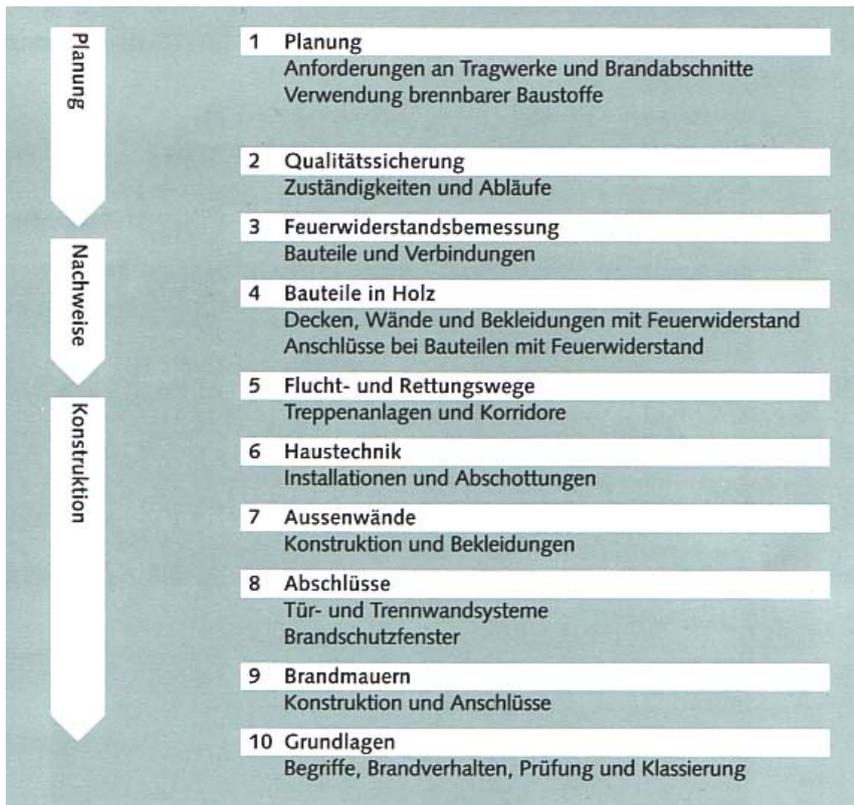


Abbildung 4: Themenblöcke LIGNUM-Dokumentation Brandschutz

### 6.4.2 Grundlagen zur Beurteilung und Prüfung von Fassaden

Das Ausmaß der Brandbeanspruchung einer Gebäudefassade wird im Wesentlichen von der Art und Intensität sowie dem Ort des Entstehungsbrandes beeinflusst. Im Wesentlichen kann, in Anlehnung an die Ausführungen und Festlegungen der ISO-Norm 13785 „Full Scale fire test for facades“ eine Fassade durch drei unterschiedliche Brandszenarien beansprucht werden:

1. Brand eines benachbarten Gebäudes
2. Brand außerhalb des Gebäudes
3. Brand innerhalb eines Gebäudes in einem an die Außenwand angrenzenden Raum mit mindestens einer Öffnung nach außen.

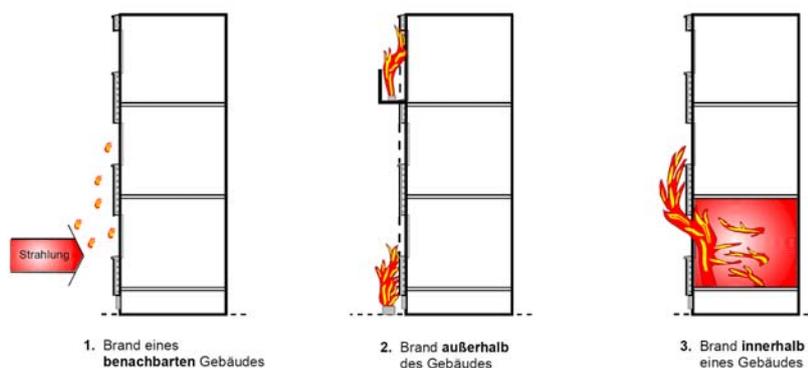


Abbildung 5: Brandbeanspruchung einer Fassade [D 9]

Aus der Auswertung und den Erkenntnissen einer repräsentativen Anzahl an erfassten, realen Schadensfeuern und einer über 15 jährigen Erfahrung materialunabhängiger Naturbrandversuche an Fassaden der MFPA-Leipzig lässt sich entsprechend den Ausführungen aus zahlreichen Beiträgen von Kotthoff ableiten, dass das letztgenannte Szenario mit einem Brand aus einem Raum mit geöffneten oder zerstörten Fenstern für die Fassade die thermisch höchste Belastung ergibt und sich somit als am kritischsten darstellt. Sämtliche Überlegungen zur Auslegung von Prüfverfahren und der Entwicklung sicherer Konstruktionen wurden daher bereits schon im Schweizer Forschungsvorhaben auf Basis dieser Feststellung bzw. diesem Szenario weitergeführt.

Ein Brand in einem Raum mit Außenwand entwickelt sich generell in Abhängigkeit von Art und Anordnung der brennbaren Materialien, der „Brandlast“, sowie den gegebenen Ventilationsbedingungen. Die Brandbelastung entspricht der freisetzbaren Wärmemenge sämtlicher in einem Raum anzurechnender, brennbarer Stoffe, bezogen auf die Grundfläche des Raumes, und ist als Summe der immobilen und mobilen Brandlasten stark abhängig von Art und Nutzung des jeweiligen Raumes. In der Brandentstehungsphase kommt es durch den anfangs noch überschüssigen Sauerstoffvorrat zu einem brandlastgesteuerten Verlauf, welcher abhängig von der Raumgröße jedoch nach kurzer Zeit in einen ventilationsgesteuerten Schwel- oder Glimmbrand übergeht bzw. im günstigsten Fall von selbst erlischt. Steht durch das Versagen der Öffnung in der Außenwand oder durch eine nicht geschlossene Zimmertür dem Brand ausreichender Sauerstoff zur Verfügung, geht der Brand in die Phase des entwickelten Brandes über. Die Raumöffnung dient dabei sowohl als Öffnung für die von außen nachströmende Frischluft als auch zur Abführung der Brandgase aus dem Raum. Im oberen Bereich der Fensteröffnung strömen heiße Rauchgase aus dem Brandraum aus (Überdruck), im unteren Bereich fließt Frischluft nach (Unterdruck). Unverbrannte Pyrolysegase treten durch die Außenwandöffnung an die Fassade heraus und mischen sich dort mit dem frischen Sauerstoff, was zu einer gasbrennerartigen Verbrennung oberhalb des Öffnungssturzes führt.

Entsprechend Kotthoff [D 12] hat dabei die Größe der Brandlastdichte (mobil oder stationär) keinen signifikanten Einfluss auf die Höhe der vor der Fassade austretenden Flamme, da der Abbrand der Brandlast durch die Menge des zur Verfügung stehenden Sauerstoffes – der ausschließlich durch die baulich fixierten Raumöffnungen eintreten kann – begrenzt wird und demzufolge ventilationsgesteuert abläuft. Die Dauer des Flammenaustrittes ergibt sich aus der Menge der zur Verfügung stehenden Brandlast.

Ein zusätzlicher Parameter für die Charakteristik des Ausbrandes ist die Geometrie der Öffnung zur Fassade. „Eingeschnürte“ Flammen durch hohe, schmale Öffnungen ergeben bei gleichen Rahmenbedingungen (Brandlast und zur Verfügung stehender Sauerstoff) eine größere Flamme an der Wandaußenseite als bei breiten, niedrigen Fensteröffnungen.

Die Brandübertragung von der Brandetage in das darüberliegende Geschoss kann analog zum zuvor beschriebenen Ablauf an massiven, nicht brennbaren und feuerwiderstandsfähigen Außenwänden ebenso stattfinden, wenn übereinander liegende Fensteröffnungen bzw. verglaste Flächen (ohne brandschutztechnische Wirkung) vorhanden sind. Der Überschlag wird dabei durch eine entsprechende Höhe zwischen Fenstersturz und darüberliegender Fensterbrüstung allenfalls verzögert, jedoch keinesfalls verhindert.

Unter Zugrundelegung eines ca. 20 m<sup>2</sup> großen, durchschnittlich möblierten Raumes (Angabe Brandlastdichte ca. 600 MJ/m<sup>2</sup>) und einem vollständig geöffneten Fensters normaler Größe (~2,2 m<sup>2</sup>) wurden für einen Bemessungsbrand in [D 12] folgende Aussagen getroffen:

Zeitpunkt des „flash-over“: zwischen der 7. und 25. Minute

Mittelwert 12 Minuten

Energieabgabe im Brandraum: Zwischen 5 und 6 MW

Dauer des Flamm austrittes vor die Fassade: 15 bis 25 Minuten

Sichtbare Flammen (T<sub>≈</sub>540°C) oberhalb des Fenstersturzes:

durchschnittliche Höhe 2,8 bis 3,0 m

Energieabgabe der Flammen oberhalb des Fenstersturzes 1 bis 2 MW

Temperaturen unterhalb des Fenstersturzes

- über einen Zeitraum von 30 Minuten mindestens nach ETK, nach dem „flash-over“ deutlich darüber.

- gleich oder höher als die Temperaturen unterhalb der Decke im Brandraum

- über 15 bis 20 Minuten zwischen 700 - 900°C

Als konservativer Ansatz ergeben sich somit für die Simulation der thermischen Beanspruchung von Fassaden folgende gemittelte Werte:

Energiefreisetzung vor der Fassade (Wandoberfläche) 1 – 1,5 MW

Durchschnittliche Flammenhöhe 2,5 – 3 m

Gesamtdauer der thermischen Beanspruchung 15 – 20 Minuten

Vollbrandbeanspruchung 10 – 15 Minuten

### 6.4.3 Internationale Prüfverfahren

International vereinheitliche Prüfverfahren für Fassadenkonstruktionen liegen zurzeit nicht vor.

Um einen Überblick über die international verwendeten Verfahren zu bekommen und wenn möglich allgemein anwendbare und verbindliche Ansätze für die Prüfung von Fassaden zu liefern, wurde 1987 durch die Arbeitsgruppe W14 „Brandverhalten“ der CIB ein Workshop zu „facade fire tests“ ins Leben gerufen.

Als Ergebnis stellt der Workshop im Abschlussbericht 1988 fest, dass zum damaligen Zeitpunkt in neun Ländern (Kanada, Schweiz, Schweden, USA, UK, BRD, Frankreich, Ungarn und Südafrika) Originalbrandprüfungen an Fassaden durchgeführt wurden. Dabei wurde jedoch auch festgestellt, dass häufig eine Vermischung von reinen Prüfungen der Brandausbreitung an Oberflächen mit der Prüfung der Feuerwiderstandsdauer von nichttragenden Außenwänden stattfindet. Werden jedoch für die Ermittlung eines internationalen Prüfansatzes die Feuerwiderstandsprüfungen außer Betracht gelassen, kann man bei den verbleibenden Prüfungen folgende Übereinstimmungen feststellen:

Brandszenario: aus einer Öffnung schlagende Flammen beanspruchen die Fassadenoberfläche

Versuchsstand: Höhen zwischen 5,4 und 9 m (je nach Größe der verwendeten Brandlast); glatte Wand bzw. Innenecke

Brandlast Gasbrenner bzw. Holzkrippen (25 bis 400 kg)

Von der CIB-Arbeitsgruppe wurde empfohlen, einen Prüfstand mit innenliegender Ecke und einer Mindesthöhe von 5 m für die Bestimmung der Brandausbreitung an Fassaden zu verwenden. Zur Brandbeaufschlagung wurden zwei Brandkammern (Breite 1,5 m, Höhe 1 m) vorgesehen, von denen eine unmittelbar in der

Ecke angeordnet werden sollte. Als Brandlast wurden je Brandkammer 50 kg Holzkrippen empfohlen.

Zum heutigen Zeitpunkt liegt jedoch nach wie vor kein verbindlich festgelegter europäischer Prüfstand vor. Auf internationaler Basis besteht die Möglichkeit Fassaden nach ISO-Norm ISO 13785 [11] und [12] zu prüfen.

#### **6.4.4 Nationales Prüfverfahren**

In Deutschland wurde von der Arbeitsgruppe zu DIN E 4102-20:1999 unter Leitung von Kotthoff ebenfalls ein Vorschlag für ein Prüfverfahren für Verfahren mit Wärmedämmverbundsystemen erarbeitet. Die Norm wurde allerdings bisher nicht fertig gestellt. Sie stellt aber die Basis für die Zulassungsgrundsätze des DIBt „Besonderer Nachweis für das Brandverhalten von Außenwandbekleidungen“ dar. Öffentlich zugängliche Festlegungen für Prüfverfahren sind derzeit nicht verfügbar. Die Schweizer Versuche wurden daher in Abstimmung mit den Auftraggebern durchgeführt.

#### **6.4.5 Verwendeter Prüfaufbau und Kalibrierung**

Für die Untersuchung der verschiedenen Fassadenbekleidungen und deren Kombination mit zusätzlichen brandschutztechnisch wirksamen Maßnahmen wurde ein witterungsunabhängiger Versuchsstand verwendet, welcher an der MFPA Leipzig bzw. deren Brandprüfstelle in Laue zur Verfügung steht.

Der Versuchsstand hat eine Höhe von rund 8,40 m und eine Breite von 3,30 m. Als Ausbrandöffnung befindet sich mittig im untersten Teil der Fassade ein 1,50 m breiter und 1,0 m hoher Brandraum welcher rückseitig zusätzlich belüftet / ventiliert werden kann. Die simulierte Geschosshöhe beträgt 2,80 m. Die Prüfwand besteht aus einem Kalksandstein-Mauerwerk, auf der eine Massivholzplatte  $d=60$  mm sowie darüber eine Gipsfaserplatte (Fermacell HD) befestigt ist.

Die eigentliche Fassadenkonstruktion (Prüfkörper) bestand jeweils aus einer handelsüblichen, diffusionsoffenen Folie (Tyvek), der Unterkonstruktion (Lattung) sowie der Fassadenbekleidung. Jeweils im angedeuteten Geschoßstoß wurde je nach Fassade eine entsprechende Zusatzmaßnahme (Blech, etc.) angeordnet.

#### **6.4.6 Aufbauten von Fassadenkonstruktionen und Fassadentypen**

Fassadenkonstruktionen stellen die, unmittelbar auf die äußerste Lage der raumabschließenden Außenwand aufgebrachte, witterungsabweisende Haut eines Gebäudes dar. Bekleidungssysteme mit Holz und Holzwerkstoffen setzen sich, wie zuvor beschrieben, aus der äußersten Bekleidungsschicht, einer Hinter- oder Unterlüftungsebene, welche durch die Unterkonstruktion gebildet wird und optional einer Außendämmebene zur zusätzlichen Reduzierung der Wärmeverluste zusammen. Als zweite wasserführende Ebene zur kontrollierten Abführung von Schlagregen und sonstiger auftretender Feuchtigkeit in der Hinterlüftungsebene, kommen Folien oder entsprechende Plattenwerkstoffe hinter dem Lüftungsquerschnitt zur Anwendung.

Generell kann zwischen horizontal und vertikal angeordneten Bekleidungen, welche durch Bretter oder Holzwerkstoffplatten gebildet werden, unterschieden werden. Traditionelle Bekleidungsvarianten wie die Schindelung oder Vertäfelung

mit kleinformatigen Platten aus gespaltenem Holz kommen nur noch vereinzelt zur Anwendung und werden sowohl von den Schweizer Untersuchungen als auch von diesem Vorhaben nicht erfasst.

**6.4.6.1 Fassadentypen**

Durch das Ingenieurbüro Makiol+Wiederkehr wurden 20, für den modernen mehrgeschossigen Holzbau typische Objekte aufgenommen und in einem Katalog [D 10] bezüglich deren zu betrachtenden Eigenschaften zusammengefasst. Gestützt auf diese Zusammenstellung von ausgewählten, gebauten Objekten und der Betrachtung der unterschiedlichen Fassadenbereiche je Gebäude wurden insgesamt neun Fassadentypen definiert, wobei sich die Häufigkeitsverteilung wie folgt ergibt.

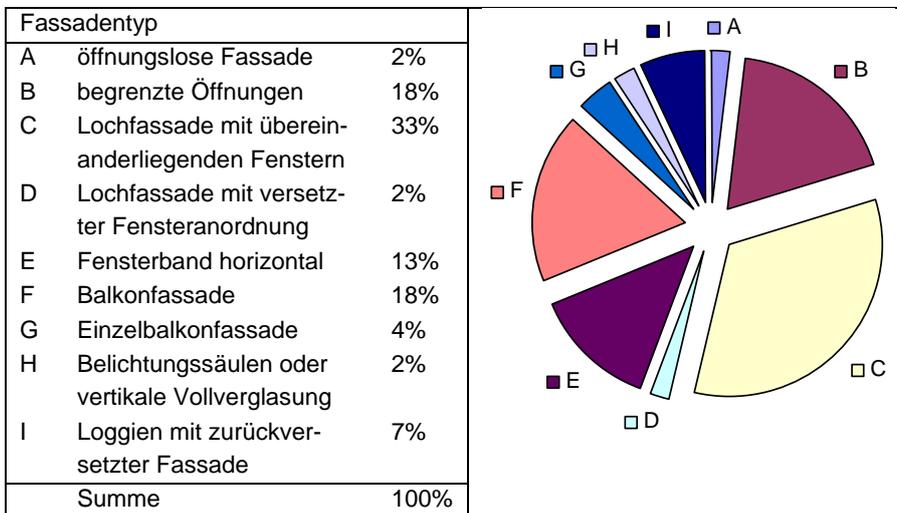


Abbildung 6: Verteilung von Fassadentypen an den untersuchten Objekten aus [D 10]

**6.4.6.2 Gruppierung der Bekleidungsvarianten**

Zusätzlich zu den geometrischen Randbedingungen lassen sich Holz-Außenwandbekleidungen bezüglich deren Anordnung unterscheiden und gruppieren. Aus der Vielfalt der heute ausgeführten Fassaden können folgende zwei Gruppen gebildet werden:

- Horizontale ausgerichtete Bekleidungs-systeme:
 

Die Bekleidung wird üblicher Weise auf einer vertikalen Lattung, welche die Hinterlüftungsebene bildet, befestigt.
- Vertikal ausgerichtete Bekleidungs-systeme
 

Diese Bekleidungsanordnung muss, aus bauphysikalischen Gründen sowie unter Beachtung des konstruktiven Holzschutzes fast immer auf einer horizontalen Traglattung mit dahinter liegender, vertikaler Konterlattung (Bildung der Hinterlüftungsebene) befestigt werden.

Innerhalb der oben genannten Gruppen können fünf verschiedene Bauweisen unterschieden werden:

- Bretter mit bereits planmäßig offenen Fugen
- Einzelelemente sind kraftschlüssig überlappend, tendenziell nachträgliches Öffnen der Fugen durch Schwinden und Schüsseln möglich
- Einzelelemente sind formschlüssig verbunden, Formschluss bleibt mit wenigen Ausnahmen über die Lebensdauer bestehen.
- Großflächige Elemente (Platten) mit konstruktiven Fugen
- Spezialbekleidungen (z.B. strukturierte Oberflächen, Schindeln, etc.)

#### **6.4.7 Versuchsprogramm, durchgeführte Brand- und Baustoffversuche**

Um eine hohe Varianz an gestalterischen und konstruktiven Möglichkeiten von Fassadenkonstruktionen berücksichtigen zu können, wurde ein umfangreiches Versuchsprogramm von Großbrandversuchen an der MFPA Leipzig, mehreren Naturbrandversuchen an einem zum Abriss freigegebenen mehrgeschossigem Wohnhaus in Plattenbauweise (WBS 70) in Merkers (Thüringen) sowie eine Serie von B2-Prüfungen als Ergänzung gewählt.

##### **6.4.7.1 B2-Baustoffprüfungen entsprechend DIN 4102-1**

Orientierend wurden an der MFPA-Leipzig Prüfungen auf die Normalentflammbarkeit verschiedener Hölzer und Holzwerkstoffe mit und ohne Oberflächenbehandlung durchgeführt. Die Prüfungen dienten der Einschätzung des Einflusses eines unterschiedlichen Brandverhaltens von Holzarten und Beschichtungssystemen und wurden entsprechend DIN 4102-1:1988-05 durchgeführt. Insgesamt wurden 40 verschiedene Materialproben gewählt, welche einen repräsentativen Querschnitt der gängigen Holzbaustoffe im Fassadenbau darstellen. Anhand der Ergebnisse konnte festgestellt werden, dass alle untersuchten Materialien sich in die Baustoffklasse B2 einordnen ließen und dass die verwendeten Beschichtungen in bauüblicher Ausführung zu keiner wesentlich höheren Entflammbarkeit bzw. Brennbarkeit der Probestücke führen. Die Einzelergebnisse sind [D13] zu entnehmen.

##### **6.4.7.2 Originalmaßstäbliche Fassadenbrandversuche**

Insgesamt wurden 28 Fassadenbrandversuche im Originalmaßstab durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Versuche wurden durch die Schweizer Partner mit allen Messwerten zur Verfügung gestellt. Aus den Daten wurde eine eigene Übersicht erstellt (Anlage 1), die als Grundlage zur Einteilung der Fassadentypen und der jeweiligen Brandschutzmaßnahmen diente. Die Einzelergebnisse der Brandversuche sind in [D17 – D19] dokumentiert.

##### **6.4.7.3 Naturbrandversuche**

An dem für die Naturbrandversuche zur Verfügung gestelltem viergeschossigem Wohngebäude aus den 70'er Jahren wurden für die Untersuchung des Brandverhaltens von Holzfassaden an realen Gebäuden mit praxisüblichen Brandlasten und natürlichen Witterungseinflüssen verschiedenartige Außenwandbekleidungen aufgebracht.

Das Gebäude hatte eine Länge von 40,2 m und eine Breite von 10,0 m. Die Firsthöhe betrug 14,5 m, wobei das Dachgeschoss nur als begehbare Spitzboden ausgeführt war. Die Fensteröffnungen auf der Gebäudelängsseite hatten Öffnungsmaße (Rohbau) von 1,06 x 1,30 m (einflügelig) bzw. 1,66 x 1,30 m (doppelflügelig). Die Fenster hatten Holzrahmen und eine 2 x 4 mm Floatglas Isolierverglasung. Die beiden Giebelseiten wurden im Versuch öffnungslos ausgeführt. Die bestehenden Außenwände waren als zweischalige Stahlbetonwände mit dazwischenliegender Steinwolle dämmung ausgeführt.

Mit den Versuchen sollte eine Validierung der originalmaßstäblichen Brandprüfungen im Fassadenstand der MFPA Leipzig vorgenommen werden. Dabei wurden an den vollflächig mit Holzbekleidung applizierten Außenwänden sowohl eine Brandbeanspruchung von innen durch Raumbrand als auch ein Brandszenario durch Brandbeanspruchung von außen im Sockelbereich geprüft.



Abbildung 7: Bekleidetes Versuchsgebäude in Merkers, BRD

## **7 Umsetzung der Erkenntnisse – Erläuterungen zum Entwurf der Muster-Richtlinie**

Für das bayerische Vorhaben stellen sich die generellen Ziele im kurzen Überblick wie folgt dar:

Bauteile aus Holz und Holzwerkstoffen, mit einer Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten werden unter bestimmten Voraussetzungen als feuerbeständige Bauweisen zugelassen.

Gebäude in Holzbauweise können unter Beachtung von konstruktiven Regeln und zusätzlich realisierten Kompensationsmaßnahmen bis zur Hochhausgrenze errichtet werden.

Gebäudefassaden können unter Beachtung konstruktiver Regeln bis zur Hochhausgrenze mit brennbaren Oberflächen ausgeführt werden.

Das derzeit durch die Bauordnungen vorgegebene Sicherheitsniveau soll und darf durch den Einsatz brennbarer Baustoffe oder hier vorgeschlagener Bauweisen und Baukonstruktionen nicht beeinträchtigt oder herabgesetzt werden.

Genauere und klare Regelungen bezüglich der Ausführung der Konstruktionen müssen zu einer ausreichend hohen und prüfbareren Qualität der Einzelbauteile sowie des Bauwerkes führen.

Die zuvor genannten Ziele bedeuten eine wesentliche Veränderung in der bauaufsichtlichen Definition von Bauteilen. Eine komplette Umstellung des Haupttextes der Bauordnung sowie den zugehörigen Regelungen der Bauregelliste würde einen nicht absehbaren Aufwand und komplizierte Vorgänge in der Umsetzung bedeuten. Auch wenn es Bestrebungen gibt, die Musterbauordnung in absehbarer Zeit zu verändern, wird durch die in diesem Vorhaben erarbeiteten Vorschläge eine weitgehende Regelung im Rahmen einer „Muster-Holzbau-Richtlinie“ ohne weitgehende Eingriffe in die Bauordnungen vorgesehen. Moderate Änderungen auch in den Bauordnungen könnten allerdings hilfreich sein und sind soweit möglich zukünftig ergänzend zu diskutieren.

Vorschläge für die genauen Regelungen für Umfang, Art und Begrenzung der Anwendung von brennbaren Baumaterialien in Hinblick auf den Holzbau werden daher in diesem Vorhaben als Entwurf der „Muster-Holzbau-Richtlinie“ vorgelegt. Diese Vorgehensweise zielt auf eine schnellere Umsetzbarkeit in bauaufsichtlichen Verfahren. Insbesondere sollen die Gebäudeklassen der MBO 2002 beibehalten werden, da deren Verwendung in der Vergangenheit zu positiven Erfahrungen geführt hat.

Die neue Richtlinie könnte somit über die Bauregelliste A Teil 2 (derzeitige M-HFHolz-R hier in Ziffer 2.44 geführt) zum Nachweis hochfeuerhemmender und feuerbeständiger Holzbauteile und von schutzzielkonformen Holzfassaden herangezogen werden.

## 7.1 Geltungsbereich der Muster-Richtlinie

Der Entwurf der „Muster-Holzbau-Richtlinie“ über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Konstruktionen in Holzbauweise der Gebäudeklassen 4 und 5 soll zum einen eine Überführung und Erweiterung der bereits bestehenden Regelungen für die Anwendung von brennbaren Baustoffen in hochfeuerhemmenden Bauweisen vorsehen als auch Neuregelungen für die Anwendung von Holz und Holzwerkstoffen in feuerbeständigen Bauweisen schaffen. Sämtliche Regelungen sollen auch für Gebäude anwendbar sein, welche nur zum Teil unter Verwendung brennbarer Baustoffe oder als hybride Konstruktionen erstellt werden.

Eine Begrenzung der maximalen Fläche von Nutzungseinheiten auf 400 m<sup>2</sup> ist für Holzbauten der Gebäudeklasse 5 ebenfalls durchzuführen. Hierzu sei auf die Schutzzieldiskussion in Abschnitt 5 verwiesen, wonach zahlreichen Studien und Analysen zur Folge, Einsätze der Feuerwehr bei Brandflächen über 400 m<sup>2</sup> nur unter äußerst günstigen Bedingungen zu einem Löscherfolg führen. Eine Begrenzung der Nutzungsflächen trägt zudem dazu bei, die Erkundungs- und Rüstzeit der anrückenden Rettungs- und Brandbekämpfungsmannschaften zu reduzieren und somit die Hilfsfrist möglichst kurz zu halten. Es wird somit eine begonnene Brandbekämpfung nach spätestens 20 Minuten für alle weiteren Betrachtungen und vorgeschlagenen Regelungen angesetzt.

Da die bisherige Klassifizierung von Bauteilen bezüglich deren Aufbau bzw. der Baustoffauswahl nach brennbaren und nicht brennbaren Baustoffen nach Art. 24 der BayBO 2008 bzw. § 26 der Musterbauordnung 2002 keine ausreichende Abstufung für die verschiedenen Bauweisen von Holztragwerken bietet, sind über die Richtlinie Erweiterungen der Definitionen als Basis für weitere Regelungen vorzunehmen.

Ziel der Erweiterung ist es, auch Bauteile in „feuerbeständiger“ Bauweise in Teilen aus brennbaren Baustoffen herstellen zu können und bei „hochfeuerhemmenden“ Bauteilen den Einsatz von Dämmstoffen aus brennbaren Baustoffen zu erlauben.

Dem Ziel folgend, die Texte der novellierten Bayerischen Bauordnung bzw. der Musterbauordnung nicht oder nur unwesentlich zu ändern und sämtliche Neuerungen in Form des Entwurfes der Richtlinie abzuhandeln, wird eine Erweiterung der Bauteilklassifizierung nach Art. 24 Abs.2 Satz 2 der BayBO bzw. § 26 Abs. 2 Satz 2 der MBO um einen Punkt zwischen den bereits bestehenden Bauteilen mit nicht brennbarer, brandschutztechnischer Bekleidung und nicht brennbaren Baustoffen und den nicht weiter klassifizierten Bauteilen aus brennbaren Baustoffen vorgenommen.

Bauteile nach diesem neuem Punkt sind zwar unter Umständen auch nur aus rein brennbaren Baustoffen zusammengesetzt, für zu regelnde Bauteile in den beiden höchsten Gebäudeklassen ist es jedoch unerlässlich, eine allseitige brandschutztechnisch wirksame Bekleidung explizit zu fordern (Vermeidung von Hohlraumbränden).

Einen entsprechenden Vorschlag stellt Tabelle 7 dar.

Eine zusätzliche Einschränkung der Gültigkeit der Muster-Holzbau-Richtlinie ist auf Bauweisen vorzunehmen, welche durch ihr Herstellungsverfahren einen gewissen Grad der Vorfertigung unter geschützten Bedingungen sicherstellen.

Dadurch soll eine kontrollierbare Qualität und gleich bleibende und definierbare Güte der in den beiden Gebäudeklassen eingesetzten Bauteile sichergestellt werden.

Gebäudeteile welche sich unter dem Geländeniveau befinden, müssen auch zukünftig aus mineralischen Baustoffen, wie Mauerwerk oder Beton hergestellt werden. Die Forderung ergibt sich allein schon durch Anforderung der Dauerhaftigkeit unter erhöhten bauphysikalischen Beanspruchungen.

Tabelle 7: neu einzuführende baurechtliche Klassifizierung

Allgemeine Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen  
(2) Bauteile werden nach den Anforderungen an ihre Feuerwiderstandsfähigkeit unterschieden in

1. feuerbeständige
2. hochfeuerhemmende
3. feuerhemmende;

die Feuerwiderstandsfähigkeit bezieht sich bei tragenden und aussteifenden Bauteilen auf deren Standsicherheit im Brandfall, bei raumabschließenden Bauteilen auf deren Widerstand gegen die Brandausbreitung. Bauteile werden zusätzlich nach dem Brandverhalten ihrer Baustoffe unterschieden in

1. Bauteile aus nichtbrennbaren Baustoffen,
2. Bauteile, deren tragende und aussteifende Teile aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen und die bei raumabschließenden Bauteilen zusätzlich eine in Bauteilebene durchgehende Schicht aus nichtbrennbaren Baustoffen haben,
3. Bauteile, deren tragende und aussteifende Teile aus brennbaren Baustoffen bestehen und die allseitig eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen (Brandschutzbekleidung) und Dämmstoffe aus nichtbrennbaren Baustoffen haben,
4. Bauteile, deren tragende und aussteifende Teile aus brennbaren Baustoffen bestehen und die allseitig eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung (Brandschutzbekleidung) und Dämmstoffe aus brennbaren Baustoffen haben.
5. Bauteile aus brennbaren Baustoffen.

Text nach Art. 24 BayBO-2008 und § 26 MBO-2002

[Vorschlag für die Aufnahme in den Geltungsbereich der Muster-Richtlinie oder in novellierte Bauordnungen](#)

## 7.2 Anforderungen an Baustoffe

Die Anforderungen an Baustoffe werden im Entwurf der neuen Muster-Holzbau-Richtlinie nahezu unverändert aus den Bestimmungen der M-HFH HolzR übernommen.

Dies hat zur Folge, dass weiterhin in Gebäudeklasse 4 ausschließlich nicht brennbare Dämmstoffe zur Anwendung kommen sollen.

Nach Abschluss der dazu laufenden Forschungen (z.B. IBMB Braunschweig) und ggf. weiteren Untersuchungen soll in Diskussion mit den Beteiligten eine Erweiterung auf brennbare Dämmstoffmaterialien vorgenommen werden.

Eine Verwendung brennbarer Dämmstoffe in Gebäudeklasse 5 wird vorerst nicht in Betracht gezogen.

## 7.3 Brandschutztechnische Bekleidungen der Bauteile

Die Bestimmungen der M-HFH HolzR gestatten momentan nur eine einzige Kapselklasse K<sub>2</sub>60 nach DIN EN 13501-2:2008-01 und eine Ausführung mit nicht brennbaren, mineralischen Baustoffen.

In zahlreichen Brandprüfungen nach DIN 14135:2004-11 wurden abweichend von der baurechtlichen Forderung der Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise (M-HFH HolzR) bereits brandschutztechnisch wirksame Bekleidungen mit niedrigeren Schutzzeiten wie K<sub>2</sub>45 und K<sub>2</sub>30 geprüft. Diese Prüfungen wurden durchgeführt, um Sonderkonzepten unter Verwendung brandschutzingenieurtechnischer Nachweise in mehrgeschossigen Bauten abweichend von den Bestimmungen der M-HFH HolzR zu realisieren.

Um eine größere Flexibilität bei der Zusammensetzung von Bauteilen aus brandschutztechnisch wirksamen Bekleidungen zu bekommen, wurden für den Entwurf der neuen Muster-Holzbau-Richtlinie insgesamt fünf Kapselklassen K<sub>2</sub>15, K<sub>2</sub>30, K<sub>2</sub>45, die bestehende Klasse K<sub>2</sub>60 sowie eine den höchsten Anforderungen entsprechende Klasse K<sub>2</sub>90 benannt. Für die Verwendung der geringeren Schutzzeiten sind jeweils anlagentechnische Kompensationen vorgesehen.

Anforderungen wie die Ausbildung von Beplankungsstößen und der Notwendigkeit der allseitig umfassenden Kapselung von Bauteilen wurden unverändert übernommen.

Wie im Geltungsbereich des Entwurfs zur neuen Muster-Holzbau-Richtlinie festgelegt, können die brandschutztechnisch wirksamen Bekleidungen je nach gestellter Bauteilanforderung aus brennbaren Baustoffen (jedoch mindestens Baustoffklasse D-s2, d0 nach DIN EN 13986:2005-03, Holzwerkstoffe im Bauwesen) oder nicht brennbaren Baustoffen (mindestens A2 s1 d0 nach DIN EN 13501-1) bestehen.

## 7.4 Anforderungen an den anlagentechnischen Brandschutz

Um die in der M-HFH HolzR festgelegte Schutzzeit der tragenden und aussteifenden Bauteilen durch Kapselung von 60 Minuten reduzieren zu können, ohne das vereinbarte Schutzniveau für diese Bauteile zu senken, ist es notwendig zusätzliche kompensatorische Maßnahmen in die Bestimmungen der neuen Richtlinie mit aufzunehmen.

Diese Vorgehensweise findet sich bisher nur in der bereits wesentlich früher erstellten und eingeführten Muster-Industriebau-Richtlinie, wo in Abhängigkeit von Brandabschnittsflächen und gewählten Feuerwiderstandsdauern der tragenden und aussteifenden Bauteile Rauchmelder, Brandmeldeanlagen und Sprinkleranlagen als kompensatorische Maßnahmen angesetzt wurden.

Die übrigen Forderungen nach Feuerlöscheinrichtungen, Brandmeldeanlagen und Alarmierungseinrichtungen in den diversen Sonderbauvorschriften verweisen jeweils auf den Einzelfall, bei dem durch die Behörde entsprechende Anforderungen gestellt werden können.

Im Entwurf der neuen Muster-Holzbau-Richtlinie wurden drei kompensatorische anlagentechnische Zusatzmaßnahmen aufgenommen und mit den notwendigen Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Bauteilen verknüpft.

Als Zusatzmaßnahmen wurden mit aufsteigender Wertigkeit Rauchwarnmelder, die Brandmeldeanlage sowie eine Sprinkleranlage als selbsttätige Löschanlage aufgenommen.

Die zu stellenden Mindestanforderungen an die beiden Alarmierungsanlagen (Rauchwarnmelder und Brandmeldeanlagen) können durch Verweis auf die dafür geltenden Normenwerke (DIN, VDE) festgelegt werden.

Im Entwurf zur neuen Muster-Holzbau-Richtlinie wird für die Brandmeldeanlage zwingend eine Aufschaltung zur zuständigen Feuerwehralarmierungsstelle oder eine ständige Besetzung des Gebäudes durch einen Tag- und Nachtportier gefordert.

Zur Bestimmung der Mindestanforderungen an die Sprinkleranlage wurde auf die Vorgaben der VdS-Richtlinie (VdS - Verband der Sachversicherer e.V) verwiesen. Die Bemessung des Schutzzumfanges muss dabei mindestens für die Brandgefahrenklasse OH1 (Ordinary Hazard) erfolgen.

Die Erfahrungen aus dem Teilprojekt TP4 - Verknüpfung des anlagentechnischen Brandschutzes mit haustechnischen Installationen – haben gezeigt, dass der Einsatz von Sprinkleranlagen der tiefer liegenden Brandgefahrenklasse LH (Light Hazard) für die Anwendung in Räumen mit zum Teil oder vollflächig brennbaren Bauteiloberflächen nicht ausreichend ist. Ein Entstehungsbrand könnte hierbei nicht kontrolliert bis zum Eingreifen durch die Feuerwehr gehalten werden. Hier sind bis zur Fertigstellung der Muster-Holzbau-Richtlinie weitere Untersuchungen notwendig, um ggf. auch diese Art der Sprinkleranlagen mit ihrer eingeschränkten Wirkung oder durch Kombination mit festgelegten Regeln zu prozentualen brennbaren Oberflächenanteilen verwendbar zu machen.

## **7.5 Anforderungen an Wand- und Deckenbauteile, Stützen und Träger**

Die in den Texten der Bayerischen Bauordnung sowie der Musterbauordnung enthaltenen Zuweisungen der geforderten Feuerwiderstandsklassen hochfeuerhemmend in der Gebäudeklasse 4 und feuerbeständig bei Gebäudeklasse 5 sollen unverändert weiter benutzt werden können. Die Anwendung von Holz in den einzelnen, bisher ausgeschlossenen Bereichen soll, wie in den Erläuterungen zum Geltungsbereich in Abschnitt 7.1 beschrieben, durch die Kombination von Tragwerken mit definierter Feuerwiderstandsdauer (R90, REI90 für feuerbeständige und R60, REI60 für hochfeuerhemmende Anforderung) und einer den vorhandenen Zusatzmaßnahmen entsprechenden Bekleidung erfolgen.

Bauteile, welche nach dieser Vorgehensweise bemessen wurden, sollen innerhalb der Schutzzeit äquivalente brandschutztechnische Leistungsfähigkeiten zu den bisher nach BayBO bzw. MBO geforderten Ausführungen aufweisen.

Der Nachweis für ein gleichwertiges bzw. sogar geringeres Risiko (höhere Brandsicherheit) von Bauten mit zusätzlichen Maßnahmen, wie z.B. Gebäude mit Sprinklerung wurde im Schweizer Forschungsvorhaben durch Vergleichsrechnung nach SIA 81 erbracht. Die Zusammenfassung der Berechnungen für verschiedene Gebäude (Abbildung 8) zeigt, dass sich für die Varianten 1 bis 5 in Holzbauweise mit Sprinklerung sich sogar eine höhere Brandsicherheit als für die Varianten 6 und 7 in Massivbauweise ohne den Ansatz von Sprinklertechnik ergibt.

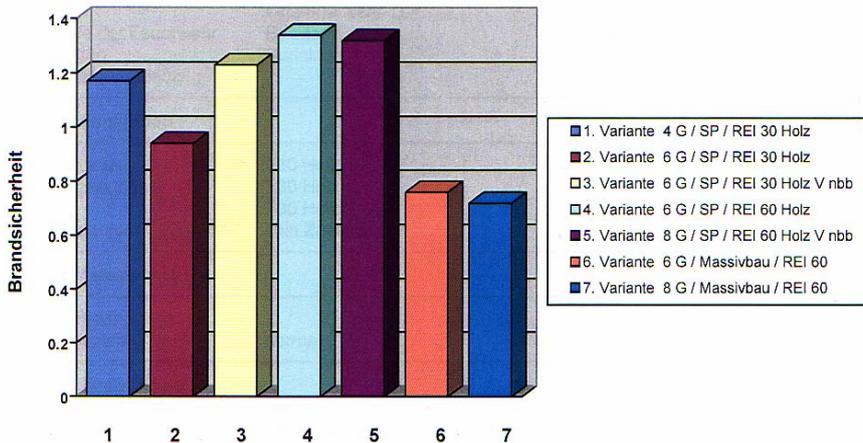


Abbildung 8: Brandrisikoberechnung nach SIA 81 für Gebäude mit Sprinklerung [D 6]

Tabelle 8 und Tabelle 9 enthalten die die Festlegungen für hochfeuerhemmende und feuerbeständige Bauteile:

Tabelle 8: Hochfeuerhemmende Bauteilen nach M-HolzR

Lineare Bauteile (Stützen und Träger) sowie nicht raumabschließende Wandbau-		
R 60	K <sub>2</sub> 30-nbb	keine zusätzlichen Maßnahmen
R 60	-	Mindestabmessung <sup>2)</sup> + Rauchmeldetechnik <sup>3)</sup>
Raumabschließende Wand- und Deckenbauteile		
REI 60 <sup>1)</sup>	K <sub>2</sub> 60-nbb	keine zusätzlichen Maßnahmen
REI 60 <sup>1)</sup>	K <sub>2</sub> 45-nbb	Rauchmeldetechnik <sup>3)</sup>
REI 60 <sup>1)</sup>	K <sub>2</sub> 30-nbb	Brandmeldeanlage <sup>3)</sup>
REI 60 <sup>1)</sup>	K <sub>2</sub> 30	Rauchmeldetechnik <sup>3)</sup> + Sprinkler <sup>4)</sup>
REI 60 <sup>1)</sup>	K <sub>2</sub> 15	Brandmeldeanlage <sup>3)</sup> + Sprinkler <sup>4)</sup>
<sup>1)</sup> sämtliche, hinter der Kapselung liegenden Hohlräume sind mit brandschutz-technisch wirksamer Dämmung aus nichtbrennbaren Baustoffen mit einem Schmelzpunkt $\geq 1000^{\circ}\text{C}$ gemäß DIN 4102-17, Ausgabe Dezember 1990, vollständig zu dämmen. Fugen von stumpf gestoßenen, einlagigen Dämmschichten müssen dicht sein. Bei zweilagigen Dämmschichten sind die Stöße zu versetzen.		
<sup>2)</sup> Mindestabmessung nach Abschnitt 6.3		
<sup>3)</sup> Mindestanforderungen an Rauch- und Brandmeldetechnik nach Abschnitt 5.1		
<sup>4)</sup> Mindestanforderungen an Sprinklertechnik nach Abschnitt 5.2		

Tabelle 9: Feuerbeständige Bauteilen nach M-HolzR

Lineare Bauteile (Stützen und Träger) sowie nicht raumabschließende Wandbau-		
R 90	K <sub>2</sub> 30-nbb	keine zusätzlichen Maßnahmen
R 90	-	Mindestabmessung <sup>2)</sup> + Rauchmeldetechnik <sup>3)</sup>
Raumabschließende Wand- und Deckenbauteile		
REI 90 <sup>1)</sup>	K <sub>2</sub> 60-nbb	Rauchmeldetechnik <sup>3)</sup>
REI 90 <sup>1)</sup>	K <sub>2</sub> 45-nbb	Brandmeldeanlage <sup>3)</sup>
REI 90 <sup>1)</sup>	K <sub>2</sub> 45	Brandmeldeanlage <sup>3)</sup> + Sprinkler <sup>4)</sup>
<p><sup>1)</sup> sämtliche, hinter der Kapselung liegenden Hohlräume sind mit brandschutz-technisch wirksamer Dämmung aus nichtbrennbaren Baustoffen mit einem Schmelzpunkt <math>\geq 1000^{\circ}\text{C}</math> gemäß DIN 4102-17, Ausgabe Dezember 1990, vollständig zu dämmen. Fugen von stumpf gestoßenen, einlagigen Dämmschichten müssen dicht sein. Bei zweilagigen Dämmschichten sind die Stöße zu versetzen.</p> <p><sup>2)</sup> Mindestabmessung nach Abschnitt 6.3</p> <p><sup>3)</sup> Mindestanforderungen an Rauch- und Brandmeldetechnik nach Abschnitt 5.1</p> <p><sup>4)</sup> Mindestanforderungen an Sprinklertechnik nach Abschnitt 5.2</p>		

Ausgangsbasis war dabei die bestehende Forderung der M-HFHolz-R eines REI 60 Bauteils mit einer allseitig angebrachten brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung von K<sub>2</sub>60 entsprechend DIN EN 13501-2, welche unverändert auch in dem neuen Entwurf der Richtlinie Bestand haben sollte.

Die Basis für Abstufung der Bauteile mit feuerbeständigen Anforderungen bildet eine Bauteilzusammensetzung von einem REI 90 Bauteil in Verbindung mit einer Kapselung von K<sub>2</sub>60, bei gleichzeitiger zwingend vorgeschriebener Rauchmelde-technik.

Studien der bisher durchgeführten Projekte zu mehrgeschossigen Holzbauten zeigen, dass bei der Planung mehrgeschossiger Holzbauten der Gebäudeklasse 5 grundsätzlich kompensatorische Zusatzmaßnahmen mit berücksichtigt und vorgesehen wurden. Für solche Bauwerke sind im Entwurf zur neuen Muster-Holzbau-Richtlinie entsprechend zuvor genannter Tabelle 9 daher bereits Erleichterungen für die brandschutztechnisch wirksame Bekleidung vorgesehen.

Die sehr häufig auftretenden Diskussionen zu der Begrenzung brennbarer Oberflächen in Räumen und im Innenausbau wurden dadurch berücksichtigt, dass lediglich bei Gebäuden bzw. Bauten mit einer Sprinkleranlage als zusätzliche Maßnahme Bauteile mit brennbaren Bekleidungen (Kapselung bb) zugelassen werden. In den Festlegungen der Schweizer Brandschutzvorschriften wurden dazu keine expliziten Angaben vorgefunden.

In der im Anschluss an das Forschungsprojekt zu führenden Diskussion mit den Vertretern der Behörden sowie der Feuerwehr sind ggf. zusätzliche Regelungen bei öffentlichen Gebäuden, Industrie- und Verwaltungsbauten und Sonderbauten zu erörtern.

Für Holzbauwerke der Gebäudeklasse 5 wurden mit Ausnahme unbekleideter Stützen und Träger (z.B. Unterzüge) keine Bekleidungen aus brennbaren Baustoffen vorgesehen und somit auch keine zusätzliche Beaufschlagung von Räumen mit Brandlast zugelassen.

Die Anforderungen an die konstruktive Ausführung von Wand- und Deckenbauteile wurde größtenteils aus der bestehenden M-HFHolzR übernommen. Die Angaben zu den möglichen Fußbodenaufbauten wurden in die Bauteilkataloge in der Anlage des Entwurfs der M-HolzR verlegt.

Für Stützen und Träger, welche ohne Brandschutzbekleidung vorgesehen werden ist nach dem Entwurf der Muster-Holzbau-Richtlinie eine Festlegung bezüglich der Austauschbarkeit nach einem Brandschaden zu treffen.

Werden Stützen in Gebäuden vorgesehen, welche durch konstruktive oder geometrische Randbedingungen nicht ausgetauscht und ersetzt werden können, so sind diese allseitig mit einem entsprechenden Zuschlag von 21 mm (0,7 mm/min bei 30 Minuten) bei der rechnerischen Brandbemessung zu beaufschlagen. Diese Maßnahme soll eine, auch nach einem Sanierungsfall ausreichende Querschnittfläche bzw. Tragfähigkeit dieser exponierten Bauteile sicherstellen.

Brandwände in Holzbauweise werden nach Art. 28 BayBO bzw. § 30 MBO Abs.(3) Satz 1 „Brandwände müssen unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung feuerbeständig sein und aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen.“ ausgeschlossen. Da die bisherigen Untersuchungen gezeigt haben, dass auch REI 90-M Konstruktionen in Holzbauweise herstellbar sind, wurden auch diese Konstruktionen vorgesehen, für eine Brandwand allerdings mit einem K<sub>2</sub>90 Schutzziel, für Treppenraumwände in der Bauart von Brandwänden mit einer Anforderung K<sub>2</sub>60.

In den erstellten Bauteilkatalogen der Anlage 1 des Entwurfes der M-HolzR wurden Vorschläge für die Kombination von verschiedenen Bekleidungsarten und –dicken zur Erfüllung der erforderlichen Kapselungen angegeben.

Die Werte wurden zum Teil aus bestehenden Prüf- und Klassifizierungsberichten, als auch aus Überlegungen und Erfahrungen durchgeführter Brandversuche an Bauteilen gewonnen.

Die in den Tabellen grau hinterlegten Werte sind nicht verifiziert und bedürfen vor Anwendung eines bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweises.

Die Ermittlung der in den Tabellen nicht hinterlegten Werte wurde auf Basis folgender Quellen vorgenommen:

- Tabelle 1-3: Bauteile mit einer Kapselzeit K<sub>2</sub>30

- Variante A: 2 x 12,5 mm GK Typ F  
Gutachterliche Stellungnahme MPA Braunschweig  
Nr. 3596/040/07-TP vom 30.08.2007  
AG: Deutsche Gesellschaft für Holzforschung DGfH

- Variante B und C: 1 x 18 mm GF  
2 x 10 mm GF  
Klassifizierungsbericht MFPA Leipzig  
Nr. PB III / B-07-059 vom 13.08.2007  
AG: XELLA Trockenbau System GmbH

- Tabelle 1-5: Bauteile mit einer Kapselzeit K<sub>2</sub>45

- Variante A: 2 x 15 mm GK Typ F  
Prüfbericht MFPA Leipzig  
Nr. PB III / B-03-271 vom 10.10.2003  
AG: bauart Konstruktions GmbH /  
XELLA Trockenbau System GmbH

- Variante B: 2 x 15 mm Kalziumsilikat  
Prüfbericht MFPA Leipzig  
Nr. PB III / B-06-091 vom 26.04.2006  
AG: Promat GmbH
- Tabelle 1-6: Bauteile mit einer Kapselzeit K<sub>2</sub>60
  - Variante A: 2 x 18 mm GK Typ F  
allg. bauaufs. Prüfzeugnis (abP) MPA Braunschweig  
Nr. P-3534/5316-MPA BS vom 30.07.2007  
AG: Deutsche Gesellschaft für Holzforschung DGfH  
  
2 x 18 mm GF  
Klassifizierungsbericht MFPA Leipzig  
Nr. PB III / B-07-060 vom 13.08.2007  
AG: XELLA Trockenbau System GmbH
  - Variante B: 1 x 15 mm Kalziumsilikat + 1 x 15 mm GK Typ F  
Klassifizierungsbericht MFPA Leipzig  
Nr. PB III / B-07-054 vom 17.07.2007  
AG: Promat GmbH
- Tabelle 1-8: Fußbodenaufbauten mit einer Kapselzeit K<sub>2</sub>60
  - Variante A: analog Tabelle 1-6, Variante A
  - Variante C: analog Tabelle 1-6, Variante B

## 7.6 Anschlüsse von Stützen, Trägern, Wand- und Deckenbauteilen

In den prinzipiellen Konstruktionsregeln ergeben sich keine Abweichungen zur bestehenden M-HFH HolzR. Für feuerbeständige Konstruktionen sind weitere Untersuchungen für den Feuerwiderstand von Verbindungen erforderlich. Ebenso sind die Ergebnisse des Teilprojektes 11 noch auf verlängerte Widerstandszeiten zu erweitern.

## 7.7 Installationen und Abschottungen

In einem aktuellen Forschungsvorhaben (FireInTimber – woodwisdom Projekt, TU München) werden in einem der Teilprojekte Untersuchungen zur Adaption von Leitungsschotts in Holzbauweisen vorgenommen. Die Untersuchungen werden Ende des Jahres 2009 abgeschlossen sein und können damit in die Neufassung der M-HolzR noch übernommen.

Allgemein gilt die Muster Leitungsanlagen Richtlinie [14] für die Ausführung von Installationen.

## 7.8 Außenwände

Für Außenwände gelten auch nach Novellierung der Bayerischen Bauordnung unverändert dieselben Anforderungen an das Brandverhalten der Außenwandbekleidung. Diese als B1-Schutzziel (B1...schwerentflammbare Baustoffe) benannte Anforderung kann jedoch, wie in zahlreichen Brandversuchen nachgewiesen wurde, auch unter der Verwendung brennbarer Baustoffe für die Bekleidungen in Verbindung mit konstruktiven Zusatzmaßnahmen im selben Umfang erfüllt werden. Ziel der Bestrebungen war, konstruktive und durch Versuche belegte Maßnahmen bereitzustellen. Die Bereitstellung eines Konstruktionskataloges unterschiedlichster Fassadentypen mit brennbaren Oberflächen unter zusätzlicher Anordnung geeigneter Maßnahmen in der M-HolzR ist ein entscheidender Schritt zur Realisierung mehrgeschossiger Holzfassaden bis zur Hochhausgrenze.

Grundsätzlich ist im Art. 26 Außenwände der BayBO 2008 die Möglichkeit zum Einsatz brennbarer Oberflächen durch Absatz (1) bereits gegeben (allgemeines Schutzziel). Zur Verdeutlichung sollte jedoch in Abs. 3 eine Erweiterung des Satzes 1 auf „...schwerentflammbar sein oder ein äquivalentes Brandverhalten aufweisen;“ eingeführt werden.

Tabelle 10: Vorschlag zur Änderung (Art. 26 BayBO)

<p>Art. 26 Außenwände</p> <p>(1) Außenwände und Außenwandteile wie Brüstungen und Schürzen sind so auszubilden, dass eine Brandausbreitung auf und in diesen Bauteilen ausreichend lang begrenzt ist.</p> <p>(2) „Nichttragende Außenwände und nichttragende Teile tragender Außenwände müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen; sie sind aus brennbaren Baustoffen zulässig, wenn sie als raumabschließende Bauteile feuerhemmend sind. „Satz 1 gilt nicht für brennbare Fensterprofile und Fugendichtungen sowie brennbare Dämmstoffe in nichtbrennbaren geschlossenen Profilen der Außenwandkonstruktion.</p> <p>(3) „Oberflächen von Außenwänden sowie Außenwandbekleidungen müssen einschließlich der Dämmstoffe und Unterkonstruktionen schwerentflammbar sein oder ein äquivalentes Brandverhalten aufweisen; Unterkonstruktionen aus normalentflammbaren Baustoffen sind zulässig, wenn die Anforderungen nach Abs. 1 erfüllt sind. „Balkonbekleidungen, die über die erforderliche Umwehrungshöhe hinaus hochgeführt werden, müssen schwerentflammbar sein.</p> <p>(4) Bei Außenwandkonstruktionen mit geschossübergreifenden Hohl- oder Lufträumen wie Doppelfassaden sind gegen die Brandausbreitung besondere Vorkehrungen zu treffen; das gilt für hinterlüftete Außenwandbekleidungen entsprechend.</p> <p>(5) Die Abs. 2, 3 und 4 Halbsatz 2 gelten nicht für Gebäude der Gebäudeklassen 1 bis 3, Abs. 4 Halbsatz 1 nicht für Gebäude der Gebäudeklassen 1 und 2.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Die Empfehlungen für die Ausführung der konstruktiven Zusatzmaßnahmen sowie der zugehörigen Detaillösungen wurden auf Basis der Schweizer Untersuchungsergebnisse vorgenommen.

In einer parallel durchgeführten Zusammenstellung (Anlage 1) wurden alle zur Verfügung stehenden Daten aus den Originalbrandversuchen entsprechend den vier Bekleidungsstypen zugeordnet und ausgewertet. Vor Übernahme der Schweizer Empfehlungen wurden alle Angaben anhand dieser Zusammenstellung verifiziert.

Alle in die M-HolzR aufgenommenen Angaben zu Mindestmaßen und Materialbeschaffenheiten entsprechen jenen, in den Brandversuchen nachgewiesenen Konfigurationen (Prüfaufbauten).

Eine Begrenzung der Tiefe der Unterkonstruktion wurde auf maximal 100 mm (Originalbrandversuch Nr. 17) vorgenommen, da keine Versuche mit größeren Tiefen zur Verfügung stehen.

Für die Beurteilung der empfohlenen Maßnahmen zur Verwendung von Wärmedämm-Verbundsystemen stehen zum heutigen Zeitpunkt noch keine Daten zur Verfügung. Für eine Aufnahme dieser Bauweisen sind zusätzliche Originalbrandversuche notwendig.

### **7.9 Verwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweise**

Die bestehenden deutschen Systeme zum Nachweis der bauaufsichtlichen Verwendbarkeit und dem Nachweis der Übereinstimmung werden unter Berücksichtigung der Harmonisierung mit den europäischen Regeln unverändert angewendet. Es besteht kein Anlass zu abweichenden Vorschlägen.

Den erworbenen Unterlagen des Schweizer Forschungsvorhabens konnten keine neuen Erkenntnisse entnommen werden, welche durch Adaptierung zu einer Vereinfachung des Systems führen könnten.

### **7.10 Qualitätssicherung und Bauausführung**

Im Zuge des Schweizer Forschungsvorhabens wurde eine Dokumentation zur geplanten Qualitätssicherung von Holzbauweisen erarbeitet.

Die Umsetzung wurde durch die Definition von vier Qualitätssicherungsstufen vorgenommen. Die Zuteilung erfolgt dabei nicht ausschließlich über die Gebäu-  
degröße sondern auch über die Nutzung bzw. Kategorie (z.B. Industrie, Beherbergungsstätte, Gaststätte, etc.) Für Wohn- und Bürobauten lassen sich die Qualitätssicherungsstufen 1 und 2 für Gebäude geringer Höhe (Gebäudeklasse 1 – 3), die Stufe 3 für Gebäude bis zu vier Geschossen und die Stufe 5 für Gebäude mit 5 und 6 einteilen.

Der Vergleich mit den nach deutschem Baurecht geltenden Regelung (MBO, Sonderbauvorschriften und Verordnungen zu Sachverständigen) zeigt, dass auch hier keine adaptierbaren Vorschläge gegeben werden können. Hier sind ggf. erweiterte Regeln im Rahmen eines RAL-Gütezeichens sinnvoll.

Aus den Erfahrungen des Verfassers im Rahmen der Tätigkeit an der Prüfstelle Holzbau des MPA BAU München sei jedoch vermerkt, dass die Regelungen nach Abschnitt 6 „Bauausführung“ der Muster-Holzbau-Richtlinie über brandschutz-technische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise – M-HFHolzR, welche für die Errichtung jedes Holzgebäudes der Gebäudeklasse 4 vorgeschrieben sind, nur in wenigen Fällen zur Anwendung kommen.

Da die Ursache dieser Tatsache, vier Jahre nach Verfassung dieser Muster-Richtlinie, jedoch eher in dem mangelnden Kenntnisstand und der geringen Aufklärung zu finden ist, fehlen hier letztendlich die Überlegungen zur vollständigen Umsetzung vor vorhandenen Regelungen.

**8 Projekt- und Quelldaten / Literatur aus Schweizer Forschungsvorhaben „Brandsicherheit und Holzbau“**

- [D 1] Wiederkehr R., Diplomarbeit „Holzbau und Brandschutz“, Übersicht 1990/1991 – Zielsetzung – Lösungsansätze
- [D 2] HWK LIGNUM, Brandsicherheit und Holzbau, Mai 2001  
Programmübersicht, Konzept, Anträge, Finanzplan, Projektsteckbrief
- [D 3] LIGNUM – Buwal – Holz 21, „Brandsicherheit und mehrgeschossiger Holzbau“, September 2001, Antrag-Finanzierung, Finanzierungskonzept, Kostentransparenz
- [D 4] LIGNUM, Holzwirtschaft Schweiz, Brandsicherheit und Holzbau, Treffen der Schweizer Holzbranche am 20. Juni 2004
- [D 5] Antrag des Fachausschusses an die Technische Kommission der VKF zur Übernahme in die neuen Brandschutzvorschriften, Zürich, September 2000  
Standardanforderungen für - tragende Bauteile  
- brandabschnittsbildende Bauteile
- [D 6] Antrag des Fachausschusses an die Technische Kommission der VKF zur Übernahme in die neuen Brandschutzvorschriften, Zürich, Oktober 2001  
Holzanwendung zusammen mit Sprinklervollschutz
- [D 7] Antrag des Fachausschusses an die Technische Kommission der VKF zur Übernahme in die neuen Brandschutzvorschriften, Zürich, November 2001  
Standardanforderungen für Aussenwände
- [D 8] Antrag des Fachausschusses an die Technische Kommission der VKF zur Übernahme in die neuen Brandschutzvorschriften, Zürich, Februar 2002  
Schutzabstände
- [D 9] Arbeitsgruppe Brandschutz bei Holzfassaden, Beschrieb Teilprojekt „B3 Fassaden“, Frühjahr 2003
- [D 10] Makiol+Wiederkehr, „Objektkatalog Mehrgeschossige Holzbekleidungen“, Oktober 2003
- [D 11] Arbeitsgruppe Brandschutz bei Holzfassaden, Grundsatzpapier für die Rahmenbedingungen von Originalbrandversuchen“, März 2003
- [D 12] Kotthoff Ingolf (IBaF), Prinzipien zur Überprüfung des Brandverhaltens von Holzaussenwandverkleidungen im originalmaßstäblichen Versuchsaufbau, unveröffentlichte Ausarbeitung
- [D 13] MFPA Leipzig, Prüfbericht Nr. PB III/B-03-273 – Orientierende Prüfung auf Normalentflammbarkeit (Baustoffklasse B2), Oktober 2003
- [D 14] Dokumentation zum Fachkolloquium in Merkers, Naturbrandversuche an Holz-Aussenwandverkleidungen, Oktober 2003
- [D 15] Kurzdokumentation (Vorabzug) – Holzanwendung im Fassadenbereich, Naturbrandversuche in Merkers und Grossbrandversuche an der MFPA Leipzig
- [D 16] LIGNUM, Dokumentation Brandschutz, 7.1 – Aussenwände Konstruktion und Bekleidungen, Antrag an TKB-VKF vom August 2007 (unveröffentlicht)
- [D 17] Untersuchungsberichte zu den Originalbrandversuchen an der MFPA Leipzig, (unveröffentlicht)
- [D 18] Versuchs- und Messdaten zu den Originalbrandversuchen an der MFPA Leipzig auf Datenträger, (unveröffentlicht)
- [D 19] Zusammenstellung Kurzberichte – Holzanwendung im Fassadenbereich, Originalbrandversuche an der MFPA Leipzig, Mai 2005
- [D 20] Förderprogramm Holz 21, Brandsicherheit und mehrgeschossiger Holzbau, Teilprojekt B4, Holzbauteile der Feuerwiderstandsklassen 30 und 60,

Zwischenbericht Phasen 1 bis 3, Institut für Baustatik und Konstruktion,  
ETH Zürich, September 2003

- [D 21] Förderprogramm Holz 21, Brandsicherheit und mehrgeschossiger Holzbau, Teilprojekt B4, Holzbauteile der Feuerwiderstandsklassen 30 und 60, Zwischenbericht Phasen 4 bis 7, Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, September 2003
- [D 22] LIGNUM, Dokumentation Brandschutz, Bauteile aus Holz – Decken, Wände und Verkleidungen mit einer Feuerwiderstandsdauer von bis zu 90 Minuten, Entwurf V 3.3, 24.11.2005
- [D 23] SIA/LIGNUM Dokumentation 83, Brandschutz im Holzbau, Teil 3: Feuerwiderstand von Holzbauteilen, Werkstoffoptimierte Bauteile mit Fermacell-Produkten, 10.2.2005
- [D 24] SIA/LIGNUM Dokumentation 83, Brandschutz im Holzbau, Teil 3: Feuerwiderstand von Holzbauteilen, Werkstoffoptimierte Bauteile der Firma Flumroc, 31.1.2005
- [D 25] SIA/LIGNUM Dokumentation 83, Brandschutz im Holzbau, Teil 3: Feuerwiderstand von Holzbauteilen, Werkstoffoptimierte Bauteile mit BRESTA, 15.3.2005
- [D 26] LIGNUM, Dokumentation Brandschutz, 4.1 Bauteile in Holz, Decken Wände und Bekleidungen mit Feuerwiderstand
- [D 27] Förderprogramm Holz 21, Brandsicherheit und mehrgeschossiger Holzbau, Teilprojekt B5, Verbindungen der Feuerwiderstandsklassen 30 und 60, Zwischenbericht Phasen 1 bis 2, Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, September 2003
- [D 28] Förderprogramm Holz 21, Brandsicherheit und mehrgeschossiger Holzbau, Teilprojekt B5, Verbindungen der Feuerwiderstandsklassen 30 und 60, Unterlagen und Zwischenberichte Phasen 3 bis 5, Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, September 2003
- [D 29] Schönenberger, Werner: Brandsicherheit und mehrgeschossiger Holzbau, Schlussbericht B6 Abschlussfronten EI30 und EI60, Verband Schweizerischer Schreinermeister und Möbelfabrikanten, Zürich 21. November 2003
- [D 30] LIGNUM, Dokumentation Brandschutz, Abschlüsse – Tür- und Trennwandsysteme, Antrag an die TKB-VKF, 17. August 2007
- [D 31] Der Schreiner – Ihr Macher, VSSM Brandabschlussystem, BZu-Nr.15856, Abschlussfront Typ 101
- [D 32] Brandsicherheit und Holzbau, B7 Brandschutzfenster EI 30, Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA, Dübendorf
- [D 33] LIGNUM Dokumentation Brandschutz, Lignatec, Bauteile in Holz – FFF-Brandschutzfenster EI30, Version 14, 7.12.2005
- [D 34] LIGNUM Dokumentation Brandschutz, 8.2 Abschlüsse Brandschutzfenster EI 30
- [D 35] Der Schreiner – Ihr Macher, VSSM-Praxismerkblatt, Brandschutz für den Schreiner, 4.2006
- [D 36] Berner Fachhochschule, Brandsicherheit und mehrgeschossiger Holzbau, Forschungsbericht, Zwischenbericht Phasen 1+2, B8 Abschottungen, B9 Haustechnik, Zürich 29.11.2002
- [D 37] Berner Fachhochschule, Brandsicherheit und mehrgeschossiger Holzbau, Forschungsbericht, Zwischenbericht Phase 3, B8 Abschottungen, B9 Haustechnik, Zürich 26.09.2003
- [D 38] Berner Fachhochschule, Brandsicherheit und mehrgeschossiger Holzbau, Forschungsbericht, Schlussbericht, B8 Abschottungen, B9 Haustechnik, Zürich 21.11.2003

- [D 39] Berner Fachhochschule, Brandsicherheit und mehrgeschossiger Holzbau, Forschungsbericht, Ergänzung zu Schlussbericht Nr. 2623-SB-01, B8 Abschottungen, B9 Haustechnik, Zürich 21.11.2003
- [D 40] Berner Fachhochschule, Brandsicherheit und mehrgeschossiger Holzbau (Teilprojekte B8 Abschottungen und B9 Haustechnik), Abschottungen EI60, In Bauteile mit Feuerwiderstand 60 Minuten, Zusammenstellung von Ausführungen, Zürich 10.01.2005
- [D 41] LIGNUM, Haustechnik und Abschottungslösungen – Detaillösungen, Brandschutzlösungen, Kapitel 1-10, Entwurf 11.09.2007
- [D 42] Brandsicherheit und Holzbau, Projektsegment C: Ausbildung und Qualitätssicherung, Teilprojekt C3: Qualitätssicherung, 18.12.2002
- [D 43] LIGNUM Dokumentation Brandschutz, Bauen mit Holz - Qualitätssicherung und Brandschutz
- [D 44] GEO Partner AG, LIGNUM, Vorprojekt, Prämiengestaltung der Gebäudeversicherungen im Holzbau, Zürich 30.11.1999
- [D 45] GEO Partner AG, Förderprogramm Holz 21, Teilprojekt Brandschutz, Prämiengestaltung der Gebäudeversicherungen im Holzbau, Zürich 15.10.2003
- [D 46] GEO Partner AG, Brandschutz im Holzbau – Grundlagen, Forschung und Umsetzung, SAH-Tagung vom 2./3.11.2005, Statistik – Schadenbelastung im Holzbau und im Massivbau, Zürich

## 9 Literatur

- [1] Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen VKF, Schweizerische Brandschutzvorschriften 2003, gültig ab 01.01.2005, <http://www.bsvonline.ch>
- [2] LIGNATEC, Bauten in Holz – Brandschutzanforderungen, Juni 2005, LIGNUM – Holzwirtschaft Schweiz, <http://www.lignum.ch>
- [3] LIGNATEC, Bauteile in Holz – Feuerwiderstandsdauer 30 und 60 Minuten, Juni 2005, LIGNUM – Holzwirtschaft Schweiz, <http://www.lignum.ch>
- [4] SIA 81, Brandrisikobewertung – Berechnungsverfahren, Schweizer Ingenieur- und Architekten-Verein
- [5] Hosser D., Wesche J., Becker K., Dehne M., Tichelmann K., Theoretische und experimentelle Grundlagenuntersuchungen zum Brandschutz bei Gebäuden der Gebäudeklasse 4 in Holzbauweise, März 2001, DGfH-Nr. F-98/29
- [6] Bayerische Bauordnung in der Neufassung vom 14. August 2007
- [7] Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise - M-HFH HolzR (Fassung Juli 2004), <http://www.is-argebau.de>
- [8] Hosser D., vfdb-Leitfaden – Ingenieurmethoden des Brandschutzes, Mai 2006
- [9] Stiegel J., Schutzzieldefinitionen – Ein nationaler und internationaler Vergleich, Feuerwehr Frankfurt am Main, Januar 2004
- [10] Klingelhöfer H.G., Rademacher H., Sauerbrey T.: Erprobung eines Prüfverfahrens zum Brandverhalten von Fassaden und Ermittlung von Grenzwerten zur Beurteilung, Fraunhofer IRB Verlag 2002, ISBN 3-8167-6493-2
- [11] ISO 13785-1:2002-12 Reaction-to-fire tests for facades - Part 1: Intermediate-scale tests
- [12] ISO 13785-2:2002-12 Reaction-to-fire tests for facades - Part 2: Large-scale tests
- [13] Hosser D., Kampmeier B., Bewertung des Brandverhaltens unbekleideter flächiger massiver Holzbauteile (Wand- und Deckenbauteile) im Hinblick auf die Einsatzmöglichkeiten im mehrgeschossigen Holzbau unter Berücksichtigung des geltenden nationalen Sicherheitsniveaus sowie der künftigen europäischen Bemessungsnorm EN 1995-1-2, (iBMB, F-2006/21)
- [14] Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie MLAR), Stand: 17.11.2005



# Anlage 1

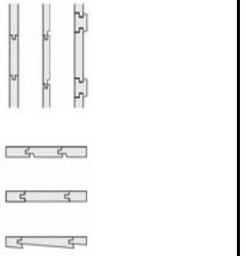
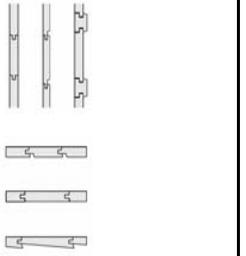
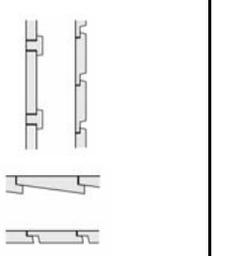
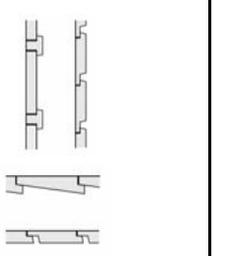
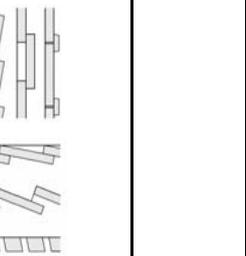
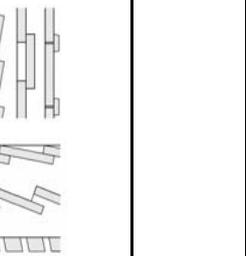
**TP 02 Brandsicherheit im  
mehrgeschossigen Holzbau**

**Auswertung Fassadenbrandversuche  
Zusammenfassung und Gegenüberstellung von  
28 originalmaßstäblichen Brandversuchen -  
Einteilung nach Fassadentypen**

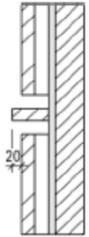
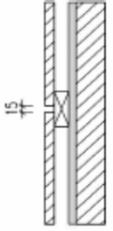
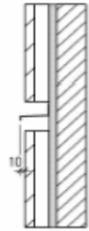


Univ.-Prof. Dr.-Ing.  
Stefan Winter  
Dipl.-Ing.  
Michael Merk  
Lehrstuhl für  
Holzbau und  
Baukonstruktion  
TU München



Bekleidungs- typ	Bezeichnung	Baustoff/ Bauteil	Schemaskizze horizontale Ausrichtung	vertikale Ausrichtung	Beispiele	Originalbrand- versuche
A	Flächiger Holz- werkstoff	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Holz oder Holzwerkstoff</li> <li>• Rohdichte <math>\geq 330 \text{ kg/m}^3</math></li> <li>• Fläche geschlossen</li> <li>• Plattendicke <math>\geq 18 \text{ mm}</math></li> <li>• Kantenlänge <math>\geq 200 \text{ mm}</math></li> <li>• Plattenfläche <math>\geq 0,20 \text{ m}^2</math></li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Massivholzplatten</li> <li>• Brettsper Holz</li> <li>• Furniersper Holz</li> <li>• Furnierschichtholz</li> <li>• OSB</li> <li>• Holzspanplatten</li> </ul>	V9, V19, V33
B	Form- schlüssige Schalung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualität B 1, markfrei</li> <li>• Entlastungsnuten: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Restdicke <math>\geq 10 \text{ mm}</math></li> <li>- Querschnittsfläche der Entlastungsnut <math>\leq 40 \text{ mm}^2</math></li> <li>- Achsabstand der Entlastungsnuten <math>\geq 30 \text{ mm}</math></li> </ul> </li> <li>• Beplankungsdicke <math>\geq 18 \text{ mm}</math></li> <li>• Brettbreite: markfrei <math>\leq 160 \text{ mm}</math> halbrift oder rift <math>\leq 250 \text{ mm}</math></li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schalung Nut + Feder</li> <li>• Deckleistenschalung mit Profil</li> <li>• Nut und Feder</li> </ul>	<p>horizontal: V4, V5, V6, V12, V17, V18, V26, V27, V30, V31</p> <p>vertikal: V7, V20, V21, V28, V29</p>
C	Kraft- schlüssige Schalung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualität B 1, markfrei</li> <li>• Entlastungsnuten: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Restdicke <math>\geq 10 \text{ mm}</math></li> <li>- Querschnittsfläche der Entlastungsnut <math>\leq 40 \text{ mm}^2</math></li> <li>- Achsabstand der Entlastungsnuten <math>\geq 30 \text{ mm}</math></li> </ul> </li> <li>• Beplankungsdicke <math>\geq 18 \text{ mm}</math></li> <li>• Brettbreite frei</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schalung überfäzt</li> <li>• T- Leistenschalung</li> </ul>	<p>horizontal: V14</p> <p>vertikal: bei Typ D mitberück- sichtigt</p>
D	Offene Schalungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualität</li> <li>• Brettdicke <math>\geq 18 \text{ mm}</math></li> <li>• Brettquerschnittsfläche <math>\geq 1000 \text{ mm}^2</math></li> <li>• Dicke von Abdeckleisten <math>\geq 10 \text{ mm}</math></li> <li>• Brettbreite frei</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Offene Schalung</li> <li>• Leistenschalung</li> <li>• Deckelschalung</li> <li>• Stülpchalung</li> <li>• Deckleistenschalung</li> </ul>	<p>horizontal: V1, V2, V3</p> <p>vertikal: V11, V15, V16</p>
E	Sonder- konstruk- tionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balkonstruktionen</li> <li>• sonstige Bekleidungsvarianten</li> </ul>				V8, V10, V13

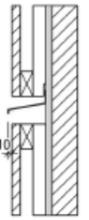
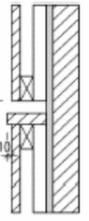
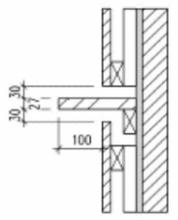
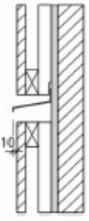
**Gegenüberstellung der Originalbrandversuche mit Bekleidungsgruppe A**

Versuch Nr.	Bild	Brandsperre	Fassadenmaterial	Unterkonstruktion	Brandausbreitung		Rauch und Flammen Ablöschverhalten	Ablöschen	Bild 20.Minute
					horizontal	vertikal			
9		27 mm Brett 20 mm vorstehend	3 Schichtplatte 27 mm	vertikale Lattung 30*60 mm	links/rechts 0,0/0,0 [m]	2,8 m über Brandkammersturz	geringe Rauchentwicklung; keine Besonderheiten Ablöschen unproblematisch	Zunächst wird nur die Brandlast abgelöscht (20.Min). Erst 5 Minuten später wird die eigenständig brennende Fassade abgelöscht (25.Min)	
19		horizontal: Lattung 30*100 mm vertikal: Brett 20*60 mm	3-Schichtplatten 19 mm	horizontale Lattung 30*100 mm	keine seitliche Brandausbreitung auf der Fassadenvorderseite zu verzeichnen	3,8 m über Brandkammersturz	geringe Rauchentwicklung keine Besonderheiten Ablöschen unproblematisch	Es wird zuerst die Brandlast und danach die Fassadenbekleidung abgelöscht (~20.Min). Danach wird die Fassade nochmals im unteren Bereich kurz abgelöscht. Im Bereich zwischen 3 bis 4 m werden kleine Flammen gelöscht.	
33		10 mm vorstehend, Dicke 1,5 mm	Holzwerkstoffplatte OSB 18 mm	vertikale Lattung 30*60 mm im Feld und 30*100 mm an den Plattenfugen	links/rechts 0,2/0,2 [m]	5,6 m über Brandkammersturz	geringe Rauchentwicklung keine Besonderheiten Ablöschen unproblematisch	Die Fassade wird 40 Sek. lang abgelöscht (20.Min) und kurz darauf einmal nachgelöscht.	

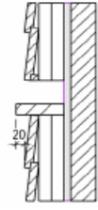
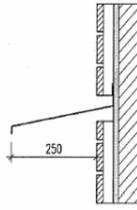
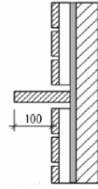
**Gegenüberstellung der Originalbrandversuche mit Bekleidungsgruppe B (Anordnung horizontal)**

Versuch	Bild	Brandsperre	Fassadenmaterial	Unterkonstruktion	Brandausbreitung 20.Minute		Rauch und Flammen Ablöschverhalten	Ablöschen	Bild 20.Minute
					horizontal	vertikal			
4		1,5 mm Blech; 10mm Auskrägung	horizontale Nut und Kamm Schalung 20*125mm	vertikale Lattung 30*60 mm	links/rechts 0,0/0,0 [m]	3,9 m über Brandkammersturz	geringe bis mäßige Rauchentwicklung; keine Besonderheiten; Ablöschen unproblematisch	Kurzes Löschen in 4,0 m Höhe; anschließend löschen der Brandlast (20.Min); Der Löschvorgang der Fassade von oben nach unten verläuft problemlos.	
5		Holzleiste 30*60mm (Unterlüftung)	horizontale Nut und Kamm Schalung 20*125mm	vertikale Lattung 30*60 mm	links/rechts 0,0/0,0 [m]	3,4 m über Brandkammersturz	starker Rauchastritt auf der linken Seite des Fassadenfußes; keine Besonderheiten; Ablöschen unproblematisch	kurzes Löschen der Brandlast	
6		Blech: 1,5 mm dick; 10mm vorstehend	horizontale Nut und Kamm Schalung 20*125mm	vertikale Lattung 30*60 mm	links/rechts 0,0/0,0 [m]	~ 3,7 m über Brandkammersturz	mäßige Rauchentwicklung; Besonderheiten: 45 Minuten Versuchsdauer Ablöschen unproblematisch	Ablöschen der Brandlast in der 20.Minute Fassade wird von oben nach unten abgelöscht und kurzes Nachlöschen in der 53:40 Minute	
12		27 mm Holz; 20 mm vorstehend	horizontale Nut und Kamm Schalung 20*125mm	Vertikale Lattung 30*60 mm <b>Holzwerkstoffplatte 15 mm</b>	links/rechts 0,9/0,9 [m]	6,2 m über Brandkammersturz	mittlere Rauchentwicklung <b>schwieriges Löschen, da es in der Hinterlüftung brennt</b>	Nach 20 Minuten wird die Fassadenbekleidung von oben nach unten abgelöscht. Im Anschluss wird die Brandlast abgelöscht. Nach 28:30 Minuten werden die Flammen an der zweiten Brandschutzmaßnahme abgelöscht. Danach werden verschiedene Bereiche der Fassadenbekleidung wiederholt kurz abgelöscht. Die einzelnen Löschangriffe dauern jeweils 10 bis 30 s. Nach 36: 35 Minuten erfolgt ein Löschangriff entlang der zweiten Brandschutzmaßnahme. Nach 39:45 Minuten wird erneut unterhalb der zweiten Brandschutzmaßnahme abgelöscht.	
17		horizontal: 27 mm dicke Holzschürze 100 mm vorstehend vertikal: 150 mm breiter Streifen	horizontale Nut und Kamm Schalung 20*125mm	vertikale Lattung 30*60 mm auf System SFS Economica inkl. <b>Dämmung ( 80 mm )</b>	links/rechts 0,9/0,9 [m]	6,0 m über Brandkammersturz	mittlere Rauchentwicklung keine Besonderheiten Ablöschen unproblematisch	Es wird die Fassade von oben nach unten gelöscht (20.Min). Die Fassade wird wiederholt abgelöscht (22.Min). Der Löschrast wird unter die Holzschürzen gehalten, damit Wasser in den Hinterlüftungsspalt dringt.	
18		1,5 mm Blech; 15 mm Auskrägung	horizontale Nut und Kamm- Schalung 20*125 mm <b>mit Beschichtung</b>	vertikale Lattung 30*60 mm	links/rechts 0,0/0,0 [m]	3,4 m über Brandkammersturz	geringe Rauchentwicklung keine Besonderheiten; Ablöschen unproblematisch	Sowohl die Fassadenbekleidung als auch die Brandlast wird von oben nach unten abgelöscht (20.Min). Kurz darauf wird zum Löschen des Brandes im Hinterlüftungsspalt der Löschrast unter den Blechschürzen angesetzt.	
26		auf einer Holzplatte 40x40 mm befestigter Dämmschicht- bildner	horizontale Nut und Kamm Schalung 20*125 mm	vertikale und horizontale Lattung 30*60 mm	links/rechts 0,0/0,0 [m]	3,8 m über Brandkammersturz	starker Rauchastritt auf der linken Seite des Fassadenfußes; keine Besonderheiten Ablöschen unproblematisch	Zuerst wird die Brandlast gelöscht, danach die Fassade (20.Min). Die Brandlast sowie die Fassade wird nochmals im unteren Bereich abgelöscht.	
27		1,5 mm Blech 10 mm vorstehend Eckwinkel bis 150 mm auskrägend	horizontale Nut und Kamm Schalung 20*125mm	vertikale Lattung 30*60 mm	links/Eckwand -1,45 m	6,2 m über Brandkammersturz	geringe Rauchentwicklung keine Besonderheiten; Ablöschen unproblematisch	Zunächst wird die Brandlast, danach wird die Fassade von oben nach unten abgelöscht (20.Min). Der Löschvorgang dauert 2 Minuten.	
30		1,5 mm Blech 15 mm vorstehend Eckwinkel bis 120 mm auskrägend <b>25kg Brandlast</b>	horizontale Nut und Kamm Schalung 20*125mm	vertikale Lattung 30*60 mm	links/rechts 0,0/0,0 [m]	3,4 m über Brandkammersturz	wenig bis mäßiger Rauch keine Besonderheiten Ablöschen unproblematisch	Mit dem Löschangriff wurde unterhalb der zweiten Brandschutzmaßnahme begonnen und langsam nach unten fortgeführt.	
31		1,5 mm Blech, 15 mm vorstehend	horizontale Nut und Kamm Schalung 20*125mm	vertikale Lattung 30*60 mm	links/rechts 0,0/0,0 [m]	5,0 m über Brandkammersturz	geringe bis mäßige Rauchentwicklung; keine Besonderheiten Ablöschen unproblematisch	Der Löschrast wird an der Fassade von oben nach unten geführt und danach unter die Brandschutzmaßnahme gehalten (30.Min).	

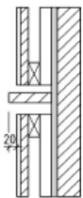
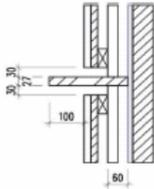
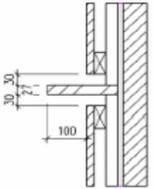
## Gegenüberstellung der Originalbrandversuche mit Bekleidungsgruppe B (Anordnung vertikal)

Versuch	Bild	Brandsperre	Fassadenmaterial	Unterkonstruktion	Brandausbreitung 20.Minute		Rauch und Flammen Ablöschverhalten	Ablöschen	Bild 20.Minute
					horizontal	vertikal			
7		Blech: 1,5 mm dick; 10mm vorstehend	vertikale Nut und Kamm Schalung 20*125 mm	vertikale und horizontale Lattung 30*60 mm	links/rechts 0,9/0,9 [m]	4,9 m über Brandkammersturz	geringe Rauchentwicklung; keine Besonderheiten	Die Fassade wird von oben nach unten abgelöscht (20.Min). Danach wird der Löschstrahl unter die zweite Brandschutzmaßnahme gesetzt. Es wird mehrmals nachgelöscht, da noch Rauch aus dem Hinterlüftungsspalt unter der zweiten Brandschutzmaßnahme tritt (bis 30.Min).	
20		27 mm Holz; 10 mm vorstehend  <b>nur zwei Brandsperren 3,40 und 7,40 m über Brand- kammersturz</b>	vertikale Nut und Kamm Schalung 20*125 mm	vertikale und horizontale Lattung 30*60 mm <b>Unterlüftung</b>	links/rechts 0,0/0,0 [m]	3,4 m über Brandkammersturz	geringe Rauchentwicklung keine Besonderheiten Ablöschen unproblematisch	Die Fassadenbekleidung wird mehrmals kurz abgelöscht (23.Min).	
21		27 mm Holzbohle und 1,5 mm Blech; 100 mm ausragend  <b>nur zwei Brandsperren 3,40 und 7,40 m über Brand- kammersturz</b>	vertikale Nut und Kamm Schalung 20*125 mm	vertikale und horizontale Lattung 30*60 mm	links/rechts 0,6/0,9 [m]	3,4 m über Brandkammersturz	geringe Rauchentwicklung keine Besonderheiten Ablöschen unproblematisch	Die Brandlast wird abgelöscht (20.Min). Die Fassade wird von oben nach unten im Hinterlüftungsspalt abgelöscht (22.Min).	
28		1,5 mm Blech 10 mm -120 mm auskragend  <b>Eckversuch</b>	vertikale Nut und Kamm Schalung 20*125 mm	vertikale und horizontale Lattung 30*60 mm	links/Eckwand 0,0/1,10 m	3,4 m über Brandkammersturz	geringe Rauchentwicklung keine Besonderheiten Ablöschen unproblematisch	Zunächst wird die Brandlast, danach wird die Fassade von oben nach unten abgelöscht (20.Min). Das Löschen dauert ca. 60 Sekunden und ist unproblematisch.	
29		1,5 mm Blech; 10 mm vorstehend <b>Blech in der Ecke nicht weiter auskragend</b>  <b>Eckversuch</b>	vertikale Nut und Kamm Schalung 20*125 mm	vertikale und horizontale Lattung 30*60 mm	links/Eckwand 0,0/0,90 - 1,20 [m]	5,0 m über Brandkammersturz	geringe Rauchentwicklung keine Besonderheiten Ablöschen unproblematisch	Zunächst wird kurz die Brandlast, danach die Fassade mehrmals von oben nach unten abgelöscht. Der Löschvorgang verläuft unproblematisch.	

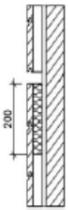
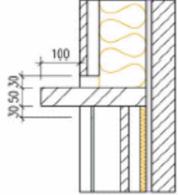
**Gegenüberstellung der Originalbrandversuche mit Bekleidungsgruppe C und D (Anordnung horizontal)**

<u>Versuch</u>	<u>Bild</u>	<u>Brandsperr</u>	<u>Fassadenmaterial</u>	<u>Unterkonstruktion</u>	<u>Brandausbreitung 20.Minute</u>		<u>Rauch und Flammen</u>	<u>Ablöschen</u>	<u>Bild 20. und 15.Minute</u>
					<u>horizontal</u>	<u>vertikal</u>	<u>Ablöschverhalten</u>		
14		27 mm Holz; 20 mm vorstehend  <b>Unterlüftung</b>	Stülpchalung ( 20*135 mm )	2 * vertikale Lattung ( 30 * 60 mm )	links/rechts 0,0/0,0 [m]	4,0 m über Brandkammersturz	geringe Rauchentwicklung keine Besonderheiten Ablöschen unproblematisch	Die Fassadenbekleidung wird von oben nach unten abgelöscht (25. Min). Es werden verschiedene Bereiche der Fassade sowie der Brandlast abgelöscht. Die Löschdauer beträgt jeweils ca. 10 und 30 Sekunden (26. Min).	 <b>20. Min</b>
1		2mm Blech; 250 mm vorstehend	horizontale offene Holzchalung 20*68 mm	vertikale Lattung 30*60 mm	links/rechts 0,9/0,9 [m]	3,4 m über Brandkammersturz	geringe Rauchentwicklung; keine Besonderheiten Ablöschen unproblematisch	Mit dem Löschvorgang von oben nach unten wird begonnen und verläuft problemlos (15.Min).	 <b>15. Min</b>
2		27 mm Brett; 100 mm Auskragung	horizontale offene Holzchalung 20*68 mm	vertikale Lattung 30*60 mm	links/rechts 0,9/0,5 [m]	3,4 m über Brandkammersturz	geringe bis mäßige Rauchentwicklung; keine Besonderheiten Ablöschen unproblematisch	Mit dem Löschvorgang von oben nach unten wird begonnen und verläuft problemlos (15.Min).	 <b>15. Min</b>
3		Holzleiste 50*68 mm	offene Holzchalung 20*68mm	vertikale Lattung 30*60 mm	links/rechts 0,0/0,0 [m]	3,4 m über Brandkammersturz <b>(Flammenhöhe 5,0 m)</b> <b>U-Bericht nicht ein-</b> <b>deutig</b>	geringe Rauchentwicklung; keine Besonderheiten Ablöschen unproblematisch	Zunächst wird die Brandlast in der Brandkammer kurz gelöscht. Danach beginnt er Löschvorgang von oben nach unten (15.Min).	 <b>15. Min</b>

**Gegenüberstellung der Originalbrandversuche mit Bekleidungsgruppe C und D (Anordnung vertikal)**

Versuch	Bild	Brandsperr	Fassadenmaterial	Unterkonstruktion	Brandausbreitung 20.Minute		Rauch und Flammen Ablöschverhalten	Ablöschen	Bild 20.Minute
					horizontal	vertikal			
11		27 mm Holz; 20 mm Auskrägung	Deckleistenschalung 23*200/ 15*45 mm	vertikale und horizontale Lattung 30*60 mm	links/rechts 0,9/0,9 [m]	6,2 m über Brandkammersturz	geringe Rauchentwicklung; mehrfaches Löschen erforderlich	Zuerst wird die Brandlast abgelöscht und im Anschluss die Fassadenbekleidung von oben nach unten (20. Min). Die Flammen in Höhe der zweiten Brandschutzmaßnahme werden 5 Minuten später gelöscht. Die Fassade wird 8 Minuten 30 auf der linken Seite der zweiten Brandschutzmaßnahme sowie darunter abgelöscht.	
15		horizontal: 27 mm Holz 100 mm Auskrägung  vertikal: Dämmung in der Hinterlüftung	Boden-Deckel Schalung 23 * 200 mm	2 x vertikale und 1 x horizontale Lattung 30*60 mm	links/rechts 0,9/0,9 [m]	3,40 m über Brandkammersturz	mittlere Rauchentwicklung keine Besonderheiten Ablöschen unproblematisch	Die Fassadenbekleidung wird von oben nach unten abgelöscht. Es werden die Leibungen, der untere Bereich der Fassade sowie die Brandlast wiederholt kurz abgelöscht. (25.-36. Min)	
16		27 mm Holz; 100 mm Auskrägung	Vertikale offene Holzleistenschalung 20 * 68 mm	vertikale und horizontale Lattung 30*60 mm	links/rechts 0,9/0,9 [m]	bis zur Oberkante des Prüfkörpers	geringe Rauchentwicklung Die Sekundärflammen schlagen vorwiegend durch die Fugen der Lattung aus dem Hinterlüftungsspalt hervor.	Es wird zuerst die Brandlast und danach die Fassadenbekleidung von oben nach unten abgelöscht. Dabei fallen Holzstücke von einer Länge bis zu ca. 0,5 m ab. 2 Minuten 20 danach werden wiederholt die Brandlast und die Fassadenbekleidung kurz abgelöscht.	

## Gegenüberstellung der Originalbrandversuche mit Sonderkonstruktionen E

Versuch	Bild	Brandsperr	Fassadenmaterial	Unterkonstruktion	Brandausbreitung		Rauch und Flammen	Ablöschen	Bild 20. Minute
					horizontal	vertikal			
8		30 mm Mineralwolle	20*125 mm Nut und Kammschalung	vertikale Lattung 30*60 mm	links 0,9 [m]	6,8 m über Brandkammersturz	geringe Rauchentwicklung; keine Besonderheiten	Die Fassade wird kurz abgelöscht. Glimmende Stellen werden nachgelöscht.	
10		30 mm Mineralwolle	Stülpchalung mit Falz	vertikale Lattung 30*60 mm	links/rechts 0,9/0,9 [m]	7,3 m über Brandkammersturz	geringe Rauchentwicklung; Flash over in der 5. Prüfminute	Die Fassade wird kurz abgelöscht. Der Löschvorgang verläuft problemlos. Es werden kleine Fassadenteile kurz nachgelöscht.	
13		50 mm Holz; 100 mm auskragend	3-Schichtplatten 19 mm	Vertikale Lattung 30*60 mm	links/rechts 0,0/0,6 [m]	4,1 m über Brandkammersturz	geringe Rauchentwicklung Stellen mit glimmender Dämmung nach dem Versuch	Die Fassade wird von oben nach unten abgelöscht. Die Löschdauer beträgt ca. 2 Minuten. Es wird während der 30 Minuten andauernden Beobachtungszeit wiederholt kurz nachgelöscht.	

# Anlage 2

**TP 02 Brandsicherheit im  
mehrgeschossigen Holzbau**

**Entwurf M-HolzR  
Muster-Richtlinie über brandschutztechnische  
Anforderungen an Bauteile und Konstruktionen  
in Holzbauweise der Gebäudeklasse 4 und 5**



Univ.-Prof. Dr.-Ing.  
Stefan Winter  
Dipl.-Ing.  
Michael Merk  
Lehrstuhl für  
Holzbau und  
Baukonstruktion  
TU München



**ENTWURF**  
**Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an**  
**Bauteile und Konstruktionen in Holzbauweise**  
**der Gebäudeklasse 4 und 5 – M-HolzR**  
**(ENTWURF Juli 2008)**

**Inhalt**

1	Geltungsbereich	3
2	Allgemeines	4
3	Anforderungen an Baustoffe	5
3.1	Holz	5
3.2	Dämmstoffe	5
3.3	Folien	5
4	Brandschutztechnische Bekleidungen der Bauteile	5
5	Anforderungen an den anlagentechnischen Brandschutz	6
5.1	Rauchmelder	6
5.2	Brandmeldeanlage	6
5.3	Sprinklertechnik	6
6	Anforderungen an Wand- und Deckenbauteile, Stützen und Träger	7
6.1	Wände und Wandscheiben	7
6.2	Decken	7
6.3	Stützen und Träger	7
6.4	Brandwände und Brandwandersatzwände	8
6.5	Erforderlicher Feuerwiderstand von Wänden, Decken und Stützen	8
6.6	Anschlüsse von Stützen, Trägern, Wand- und Deckenbauteilen	10
6.7	Öffnungen in raumabschließenden Bauteilen	11
7	Installationen und Abschottungen	12
7.1	Allgemeines	12
7.2	Elektrische Leitungen	12
7.3	Durchdringungen von Wand- und Deckenbauteilen	13
8	Außenwände – Fassaden	14
8.1	Allgemeines	14
8.2	Begriffe	14
8.3	Baustoffe für Fassadenkonstruktionen	16
8.4	Gebäudezufahrten und -abstände	16
8.5	Anforderungen an Außenwände / Kernwände	16
8.6	Ausbildung der Unterkonstruktion, Hinter- / Unterlüftungsebene	18

8.7	Ausbildung von Holz-Fassadenkonstruktionen und Bekleidungssystemen	19
8.8	Ausführung und Konstruktion von Brandschutzmaßnahmen Ecken und Übergängen	22
8.9	Balkone an Außenwänden	23
8.10	Abschlüsse bei brandabschnittsbildenden Bauteilen	23
8.11	Alternativer Systemnachweis für nicht geregelte Fassadentypen	23
9	Verwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweise,	24
9.1	Verwendbarkeitsnachweis	24
9.2	Übereinstimmungszertifikat	24
10	Bauausführung	24

#### Anlage 1: Bauteil- und Anschlusskatalog für hochfeuerhemmende und feuerbeständige Holzbauteile

1	Brandschutztechnisch wirksame Bekleidungen	1
1.1	Kapselung von Wänden, Deckenunterseiten sowie Stützen und Träger	2
1.2	Kapselung von Deckenoberseiten (Fußbodenaufbauten)	9
1.3	Bauteilanschlüsse Wand - Decke	11

#### Anlage 2: Installationen und Haustechnik

1	Installationsführung / Erschließung	1
1.1	Vertikale Erschließung	1
1.2	Installationsführung	1
1.3	Durchdringung von Wand- und Deckenbauteilen	2

#### Anlage 3: Konstruktionsdetails für Außenwandbekleidungssysteme

1	Brandschutzmaßnahme bei Fassaden mit zurückgesetzten Geschossen	1
2	Horizontale Brandschutzmaßnahmen mit einer Auskragung $x < 250$ mm	1
2.1	Horizontale Brandschutzmaßnahmen für hinterlüftete Fassaden	1
2.2	Horizontale Brandschutzmaßnahmen für unterlüftete Fassaden	2
2.3	Horizontale Brandschutzmaßnahmen für Fassadenkonstruktionen ohne Lüftungsebene	3
3	Fugenausbildung und konstruktive Befestigung von Außenwand-bekleidungen	4
4	Befestigung horizontaler Brandschutzmaßnahmen (Schürzen)	6
5	Geeignete Maßnahmen für die Ausführung von Gebäudeecken und -übergänge	7
5.1	Maßnahmen bei Gebäudeaußenecken	7
5.2	Maßnahmen Gebäudeinnenecken	7
5.3	Vertikale und horizontale Übergänge von wechselnden Fassadensystemen	8
5.4	Anschlüsse bei brandabschnittsbildenden Bauteilen	9

#### Anlage 4: Nachweis der Verwendbarkeit von Fassadenkonstruktionen

1	Allgemeines	1
2	Kurzbeschreibung des Versuchsstandes	1
3	Versuchsdurchführung, Meß- und Registrierdaten	2
4	Verwendbarkeitsnachweis	2

## 1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für Gebäude der Gebäudeklasse 4 sowie der Gebäudeklasse 5, deren tragende, aussteifende und/oder raumabschließende Bauteile aus Holz und/oder Holzwerkstoffen bestehen und nach bauaufsichtlichen Vorschriften als Konstruktionen in hochfeuerhemmender oder feuerbeständiger Bauweise ausgeführt und errichtet werden müssen. Die Richtlinie ist ebenso anwendbar auf Gebäude, bei denen nur Teile des Tragwerks bzw. der raumabschließenden Bauteile aus Holz oder Holzwerkstoffen ausgeführt werden sollen.

Sie gilt für Gebäude der Gebäudeklasse 5 nur, wenn deren einzelne Nutzungseinheiten jeweils auf eine maximale Fläche von 400 m<sup>2</sup> begrenzt sind.

Bauteile werden abweichend von § 26 Abs. 2 Satz 2 MBO<sup>1</sup> in dieser Richtlinie nach dem Brandverhalten ihrer Baustoffe unterschieden in

1. Bauteile aus nichtbrennbaren Baustoffen,
2. Bauteile, deren tragende und aussteifende Teile aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen und die bei raumabschließenden Bauteilen zusätzlich eine in Bauteilebene durchgehende Schicht aus nichtbrennbaren Baustoffen haben,
3. Bauteile, deren tragende und aussteifende Teile aus brennbaren Baustoffen bestehen und die allseitig eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung aus nicht brennbaren Baustoffen (Brandschutzbekleidung) und Dämmstoffe aus nichtbrennbaren Baustoffen haben,
4. Bauteile, deren tragende und aussteifende Teile aus brennbaren Baustoffen bestehen und die allseitig eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung aus brennbaren Baustoffen haben.
5. Bauteile aus brennbaren Baustoffen.

Diese Richtlinie gilt nur für Holzbauweisen, welche einen gewissen Grad der Vorfertigung haben wie Holztafel-, Holzrahmen- und Fachwerkbauweisen. Sie ist ebenso anwendbar für Holz-Massivbauweisen wie Brettstapelkonstruktionen und Konstruktionen aus Brettsperrholz mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis. Sie gilt nicht für die Anwendung bei Blockbauweisen mit Ausnahme der Angaben in Abschnitt 8 zu Außenwänden und Fassaden.

Diese Richtlinie ist nicht anwendbar für Decken und Wände in Kellergeschossen. Diese sind unberührt entsprechend den Anforderungen nach § 27 Abs. 2 Satz 1 und § 31 Abs. 2 Satz 1 MBO in feuerbeständiger Bauweise aus nicht brennbaren Baustoffen zu erstellen.

---

<sup>1</sup> Musterbauordnung (MBO) – Fassung November 2002 – <http://www.is-argebau.de>

## 2 Allgemeines

Diese Richtlinie stellt brandschutztechnische Anforderungen, die sich insbesondere beziehen auf

- die Baustoffe
- die brandschutztechnisch wirksame Bekleidung
- die konstruktive Ausbildung der Wand- und Deckenbauteile, Stützen und Träger einschließlich ihrer Anschlüsse
- Öffnungen in raumabschließenden Bauteilen (Türen, Fenster und sonstige Einbauten)
- die Installationsführungen
- die konstruktive Ausbildung von Außenwand- und Fassadenkonstruktionen
- anlagentechnische Zusatzmaßnahmen (Rauch- und Brandmeldung, Sprinklerung)

Durch diese Anforderungen soll

- ein Brennen der tragenden und aussteifenden Holzkonstruktionen,
- die Einleitung von Feuer und Rauch in die Wand- und Deckenbauteile über Fugen, Installationen oder Einbauten sowie eine Brandausbreitung innerhalb dieser Bauteile und
- die Übertragung von Feuer und Rauch über Anschlussfugen von raumabschließenden Bauteilen in angrenzende Nutzungseinheiten oder Räume
- sowie eine beschleunigte Ausbreitung von Bränden über die Fassadenkonstruktion, als auch
- die Ausbreitung eines unerkannten Brandausbruches und die Entstehung eines Vollbrandes

für einen ausreichenden Zeitraum behindert werden.

Die in dieser Richtlinie durchgeführten Klassierungen von tragenden und/oder raumabschließenden Bauteilen erfolgt zunächst unabhängig von deren Brennbarkeit in die Klassen REI 60, EI 60 und R 60 bzw. REI 90, EI 90 und R 90. Die Anforderungen bezüglich der Brennbarkeit und Leistungsanforderungen der Bekleidungen sowie der sichtbaren Oberflächen der Baustoffe ergeben sich aus dem Umfang der zusätzlich angewendeten Kompensationen (z.B. anlagentechnische Zusatzmaßnahmen).

Die Richtlinie regelt zudem die Überwachung der Herstellung und Ausführung der Bauteile und Bauwerke.

Zweck der erforderlichen Eigen- und Fremdüberwachung ist,

- die Gewährleistung der Brandsicherheit von Holzbauten und Holzbauteilen in GKL 4 und 5,
- die Festlegung von brandschutzrelevanten Standards bei der Planung und Ausführung
- die Sicherung und Überprüfung dieser Standards

### 3 Anforderungen an Baustoffe

#### 3.1 Holz

Bauschnittholz muss mindestens den Anforderungen der Sortierklasse S 10 nach DIN 4074-1<sup>2</sup>, bzw. C24 nach DIN EN 14081-1<sup>3</sup> genügen. Die Holzfeuchte muss  $15 \pm 3$  % betragen. Die Maßhaltigkeit der Querschnitte darf  $\pm 1$  mm bei der Messbezugsfeuchte von 15% nicht überschreiten (Toleranzklasse 2 nach DIN EN 336, Ausgabe September 2003 (DIN EN 336:2003-09)).

#### 3.2 Dämmstoffe

Es sind Dämmstoffe aus nichtbrennbaren Baustoffen mit einem Schmelzpunkt  $\geq 1000^\circ\text{C}$  gemäß DIN 4102-17<sup>4</sup> zu verwenden. Fugen von stumpf gestoßenen, einlagigen Dämmschichten müssen dicht sein. Bei zweilagigen Dämmschichten sind die Stöße um 100 mm zu versetzen.

[Anmerkung: Verwendung brennbarer Dämmstoffe in Diskussion!]

#### 3.3 Folien

Normalentflammbare Folien für die Bauteilabdichtung zur Erzielung einer Wind- bzw. Luftdichtheit sowie Dampfbremsen sind zulässig.

### 4 Brandschutztechnische Bekleidungen der Bauteile

Die Brandschutzbekleidungen müssen eine Entzündung der tragenden und aussteifenden Bauteile aus Holz oder Holzwerkstoffen während des geforderten Zeitraumes (15, 30, 45, 60 oder 90 Minuten) verhindern und als K<sub>2</sub>15, K<sub>2</sub>30, K<sub>2</sub>45, K<sub>2</sub>60 oder K<sub>2</sub>90 entsprechend DIN EN 13501-2<sup>5</sup> klassifiziert sein (brandschutztechnisch wirksame Bekleidung § 26 Abs. 2 Satz 2 Nr. 3 MBO<sup>6</sup> in Verbindung mit Abschnitt 1 dieser Richtlinie).

Die Brandschutzbekleidung muss allseitig und durchgängig je nach Anforderung aus brennbaren oder nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Sie ist mit Fugenversatz, Stufenfalz, Nut- und Federverbindungen oder als dichter Stumpfstoß entsprechend der Ausführung nach dem jeweiligen Verwendbarkeitsnachweis auszubilden.

Nichtbrennbare Brandschutzbekleidungen werden in dieser Richtlinie mit dem Anhang *nbb* bezeichnet (z.B. K<sub>2</sub>60-nbb) und müssen mindestens der Baustoffklasse A2-s1, d0 entsprechend DIN EN 13501-1 angehören. Brennbare Bekleidungen müssen mindestens als Baustoffklasse D-s2, d0 entsprechend DIN EN 13986<sup>7</sup> bzw. DIN EN 13501-1<sup>8</sup> klassifiziert sein.

Die Schutzwirkung der brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung für tragende und aussteifende Teile ist nach DIN EN 14135<sup>9</sup> zu prüfen und nachzuweisen.

---

<sup>2</sup> DIN 4074-1:2008-01, Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit

<sup>3</sup> DIN EN 14081-1:2006-03, Holzbauwerke - Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke

<sup>4</sup> DIN 4102-17:1990-12, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Schmelzpunkt von Mineralfaser-Dämmstoffen

<sup>5</sup> DIN EN 13501-2:2008-01, Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten

<sup>6</sup> Musterbauordnung (MBO) – Fassung November 2002 – <http://www.is-argebau.de>

<sup>7</sup> DIN EN 13986:2005-03, Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen

<sup>8</sup> DIN EN 13501-1:2007-05, Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten

<sup>9</sup> DIN EN 14135:2004-11, Brandschutzbekleidungen - Bestimmung der Brandschutzwirkung

## 5 Anforderungen an den anlagentechnischen Brandschutz

### 5.1 Rauchmelder

In Gebäuden, für die als kompensatorische Zusatzmaßnahme eine Rauchmeldetechnik vorgesehen und nach dieser Richtlinie Abschnitt 6.5 gefordert wird, müssen sämtliche Aufenthalts-, Lager- und sonstige Räume, von denen eine Brandgefahr ausgehen kann, sowie Flure und Treppenräume, über welche Rettungswege von Aufenthaltsräumen führen, jeweils mindestens mit einem Rauchwarnmelder (flächendeckende Meldung) ausgestattet sein. DIN 14676<sup>10</sup> bzw. DIN V VDE V 0826-1<sup>11</sup> ist entsprechend anzuwenden. Die Rauchwarnmelder müssen so eingebaut (oder angebracht) und betrieben werden, dass Brandrauch frühzeitig erkannt und gemeldet wird. Für Gebäude mit mehreren Nutzungseinheiten ist eine Vernetzung der Rauchwarnmelder in den Flucht- und Rettungswegen über sämtliche Geschosse vorzusehen.

### 5.2 Brandmeldeanlage

Für Gebäude, bei denen entsprechend der geplanten Bauweise nach Abschnitt 6.5 eine Brandmeldeanlage vorzusehen ist, müssen diese DIN 14675<sup>12</sup> und DIN VDE 0833-2<sup>13</sup> entsprechen und in der Betriebsart TM (Brandmeldeanlagen mit technischen Maßnahmen zur Vermeidung von Falschalarmen) ausgeführt und betrieben werden. Brandmeldungen sind unmittelbar zur zuständigen Feuerwehralarmierungsstelle durch direkte Aufschaltung oder alternativ einer ständigen Besetzung des Gebäudes durch, z.B. einen Tag- und Nachtportier zu übertragen.

### 5.3 Sprinklertechnik

Sprinkleranlagen, welche als kompensatorische Zusatzmaßnahme für Gebäude mit verwendeten Bauweisen nach Abschnitt 6.5 vorgesehen und nach dieser Richtlinie gefordert sind, müssen einen nicht entdeckten Brand im Entstehungsstadium löschen oder im Primärbereich (Brandausbruchstelle) halten.

Die Planung, Ausführung und der Einbau muss entsprechend den Anforderungen der Richtlinie für Sprinkleranlagen VdS CEA 4001<sup>14</sup> erfolgen.

Für Wohngebäude oder Gebäude und Räume mit wohnungsähnlicher Nutzung ist zur Bemessung der jeweiligen Anlage die Brandgefahrenklasse OH1 (Ordinary Hazard) heranzuziehen. Für Gebäude und Räume mit Büro- und Verwaltungsnutzung ist zusätzlich die maximale Schutzfläche je Sprinkler auf 12 m<sup>2</sup> zu beschränken.

Sprinkleranlagen der Brandgefährungsklasse LH (Light Hazard) sind für die Anwendung in Gebäudeklasse 4 und 5 nicht zulässig.

[Anmerkung: Es wird angestrebt, nach Umsetzung der Ergebnisse aus dem HTO-Teilprojekt TP 04 in eine ergänzende Richtlinie für Haussprinkleranlagen (Home Sprinkler), dass diese Art der vereinfachten Sprinkleranlagen in dieser Richtlinie angemessen berücksichtigt werden.

---

<sup>10</sup> DIN 14676:2006-08, Rauchwarnmelder für Wohnhäuser, Wohnungen und Räume mit wohnungsähnlicher Nutzung

<sup>11</sup> DIN V VDE V 0826-1:2005-06, Überwachungsanlagen - Teil 1: Gefahrenwarnanlagen (GWA) für Wohnhäuser, Wohnungen und Räume mit wohnungsähnlicher Nutzung

<sup>12</sup> DIN 14675:2003-11 Brandmeldeanlagen - Aufbau und Betrieb

<sup>13</sup> DIN VDE 0833-2:2007-11 Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall - Teil 2: Festlegungen für Brandmeldeanlagen

<sup>14</sup> VdS CEA 4001:2005-09: VdS CEA-Richtlinien für Sprinkleranlagen - Planung und Einbau

## 6 Anforderungen an Wand- und Deckenbauteile, Stützen und Träger

### 6.1 Wände und Wandscheiben

Wände und Wandscheiben sind mit allseitiger Brandschutzbekleidung entsprechend Abschnitt 4 herzustellen.

Bauteile in Holzrahmen- bzw. Holztafelbauweise oder Massivholzbauweise sind generell als hohlraumfreie Konstruktion herzustellen. Aufgelöste Konstruktionen (Holzrahmen/-tafelbau) sind mit umlaufenden Rahmenhölzern und einer formschlüssig verlegten, hohlraumfüllenden Dämmung aus Dämmstoffen nach Abschnitt 3.2 auszuführen.

Die Ermittlung des Bauteilaufbaues mit dem Umfang der notwendigen Kapselung ist entsprechend Abschnitt 6, Tabelle 1 bzw. Tabelle 2 durchzuführen.

Wandbauteile können einschalig ohne Installationsebene oder mehrschalig mit einer außerhalb der Kapselung liegenden Installationsführung ausgeführt werden. Die Ausführung notwendiger Installationen und Haustechnikanschlüsse ist entsprechend den Angaben nach Abschnitt 7 vorzunehmen.

Anschlüsse und –verbindungen der Bauteile untereinander sind entsprechend Abschnitt 6.6.2 auszuführen.

### 6.2 Decken

Decken sind an ihrer Unterseite, als auch an der Oberseite (Fußboden) mit einer brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung nach Abschnitt 4 herzustellen.

Die Bestimmung der Bauteilausführung ist entsprechend Abschnitt 6, Tabelle 1 und Tabelle 2 durchzuführen.

### 6.3 Stützen und Träger

Stützen und Träger sind mit einer allseitigen brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung nach Abschnitt 4 herzustellen. Diese linearen Bauteile sind ohne Brandschutzbekleidung zulässig, wenn entsprechende zusätzliche Maßnahmen (anlagentechnischer Brandschutz) nach Abschnitt 5 zur Ausführung kommen. Für lineare Bauteile ohne brandschutztechnisch wirksame Bekleidung sind bei der Bestimmung des Mindestquerschnitts für nicht austauschbare Bauteile<sup>15</sup> je Bauteilseite ein Zuschlag auf die rechnerisch erforderlichen Querschnitte nach DIN 4102-4<sup>16</sup> bzw. DIN EN 1995-1-2<sup>17</sup> von 21 mm vorzusehen.

Die Ermittlung des Bauteilaufbaues mit dem Umfang der notwendigen brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung ist entsprechend Abschnitt 6, Tabelle 1 bzw. Tabelle 2 durchzuführen.

---

<sup>15</sup> zur Sanierung eines Brandschadens

<sup>16</sup> DIN 4102-4:1994-03, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; klassifizierte Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile

<sup>17</sup> DIN EN 1995-1-2:2006-10, EC 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Tragwerksbemessung für den Brandfall

## 6.4 Brandwände und Brandwandersatzwände

Hochfeuerhemmende Wände, die anstelle von Brandwänden zulässig sind, und hochfeuerhemmende Wände notwendiger Treppenräume mit einer Brandschutzbekleidung müssen auf der Grundlage der Ergebnisse aus Feuerwiderstandsprüfungen als REI-M 60 bzw. EI-M 60 nach DIN EN 13501-2<sup>18</sup> klassifiziert sein.

Abweichend von § 30 Abs. (3) Satz 1 dürfen Brandwände auch aus brennbaren Baustoffen bestehen. Sie müssen auch unter zusätzlicher Beanspruchung feuerbeständig sein (REI-M 90 bzw. EI-M 90) und allseitig eine nicht brennbare, brandschutztechnisch wirksame Bekleidung von K<sub>2</sub>90 entsprechend DIN EN 13501-2 haben.

Für Treppenraumwände in der Bauart von Brandwänden genügt eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung von K<sub>2</sub>60 entsprechend DIN EN 13501-2 (Ausführung REI-M 90 K<sub>2</sub>60).

## 6.5 Erforderlicher Feuerwiderstand von Wänden, Decken und Stützen

### 6.5.1 Hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise

Hochfeuerhemmende Bauteile mit einer Brandschutzbekleidung müssen auf der Grundlage der Ergebnisse aus Feuerwiderstandsprüfungen als REI 60, EI 60 bzw. R 60 nach DIN EN 13501-2 klassifiziert oder entsprechend DIN EN 1995-1-2 rechnerisch nachgewiesen sein.

Als hochfeuerhemmende Bauteile gelten in Verbindung mit den angegebenen Zusatzmaßnahmen folgende Bauweisen:

Tabelle 1: Notwendige brandschutztechnische Bekleidungen für hochfeuerhemmende Bauteile

Lineare Bauteile (Stützen und Träger) sowie nicht raumabschließende Wandbauteile		
R 60	K <sub>2</sub> 30-nbb	keine zusätzlichen Maßnahmen
R 60	-	Mindestabmessung <sup>2)</sup> + Rauchmeldetechnik <sup>3)</sup>
Raumabschließende Wand- und Deckenbauteile		
REI 60 <sup>1)</sup>	K <sub>2</sub> 60-nbb	keine zusätzlichen Maßnahmen
REI 60 <sup>1)</sup>	K <sub>2</sub> 45-nbb	Rauchmeldetechnik <sup>3)</sup>
REI 60 <sup>1)</sup>	K <sub>2</sub> 30-nbb	Brandmeldeanlage <sup>3)</sup>
REI 60 <sup>1)</sup>	K <sub>2</sub> 30	Rauchmeldetechnik <sup>3)</sup> + Sprinkler <sup>4)</sup>
REI 60 <sup>1)</sup>	K <sub>2</sub> 15	Brandmeldeanlage <sup>3)</sup> + Sprinkler <sup>4)</sup>
<p><sup>1)</sup> sämtliche, hinter der Kapselung liegenden Hohlräume sind mit brandschutztechnisch wirksamer Dämmung aus nichtbrennbaren Baustoffen mit einem Schmelzpunkt <math>\geq 1000^{\circ}\text{C}</math> gemäß DIN 4102-17, Ausgabe Dezember 1990 oder gleichwertig vollständig zu dämmen. Fugen von stumpf gestoßenen, einlagigen Dämmschichten müssen dicht sein. Bei zweilagigen Dämmschichten sind die Stöße zu versetzen.</p> <p><sup>2)</sup> Mindestabmessung nach Abschnitt 6.3</p> <p><sup>3)</sup> Mindestanforderungen an Rauch- und Brandmeldetechnik nach Abschnitt 5.1</p> <p><sup>4)</sup> Mindestanforderungen an Sprinklertechnik nach Abschnitt 5.3</p>		

<sup>18</sup> DIN EN 13501-2:2008-01, Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten

Nach diesen Anforderungen geeignete Bauteilaufbauten für brandschutztechnisch wirksame Bekleidungen von Wänden, Stützen und der Unterseite von Decken sind in Anlage 1 Tabelle 1-1 bis Tabelle 1-7 aufgeführt.

Geeignete Konstruktionsvarianten für brandschutztechnisch wirksame Bekleidungen an der Oberseite von Deckenkonstruktionen (Fußbodenaufbauten) sind in Anlage 1, Tabelle 1-8 und Tabelle 1-9 aufgeführt.

### 6.5.2 Feuerbeständige Bauteile

Feuerbeständige Bauteile mit einer Brandschutzbekleidung müssen auf der Grundlage der Ergebnisse aus Feuerwiderstandsprüfungen als R 90, REI 90 bzw. EI 90 nach DIN EN 13501-2 klassifiziert sein.

Als feuerbeständige Bauteile sind in Verbindung mit den angegebenen Zusatzmaßnahmen folgende Bauweisen zulässig:

Tabelle 2: Notwendige brandschutztechnische Bekleidungen für feuerbeständige Bauteile

Lineare Bauteile (Stützen und Träger) sowie nicht raumabschließende Wandbauteile		
R 90	K <sub>2</sub> 30-nbb	keine zusätzlichen Maßnahmen
R 90	-	Mindestabmessung <sup>2)</sup> + Rauchmeldetechnik <sup>3)</sup>
Raumabschließende Wand- und Deckenbauteile		
REI 90 <sup>1)</sup>	K <sub>2</sub> 60-nbb	Rauchmeldetechnik <sup>3)</sup>
REI 90 <sup>1)</sup>	K <sub>2</sub> 45-nbb	Brandmeldeanlage <sup>3)</sup>
REI 90 <sup>1)</sup>	K <sub>2</sub> 45	Brandmeldeanlage <sup>3)</sup> + Sprinkler <sup>4)</sup>
<sup>1)</sup> sämtliche, hinter der Kapselung liegenden Hohlräume sind mit brandschutztechnisch wirksamer Dämmung aus nichtbrennbaren Baustoffen mit einem Schmelzpunkt $\geq 1000^{\circ}\text{C}$ gemäß DIN 4102-17, Ausgabe Dezember 1990 oder gleichwertig vollständig zu dämmen. Fugen von stumpf gestoßenen, einlagigen Dämmschichten müssen dicht sein. Bei zweilagigen Dämmschichten sind die Stöße zu versetzen. <sup>2)</sup> Mindestabmessung nach Abschnitt 6.3 <sup>3)</sup> Mindestanforderungen an Rauch- und Brandmeldetechnik nach Abschnitt 5.1 <sup>4)</sup> Mindestanforderungen an Sprinklertechnik nach Abschnitt 5.3		

Nach diesen Anforderungen geeignete Bauteilaufbauten für brandschutztechnisch wirksame Bekleidungen von Wänden, Stützen und der Unterseite von Decken sind in Anlage 1 Tabelle 1-1 bis Tabelle 1-7 aufgeführt.

Geeignete Konstruktionsvarianten für brandschutztechnisch wirksame Bekleidungen an der Oberseite von Deckenkonstruktionen (Fußbodenaufbauten) sind in Anlage 1, Tabelle 1-8 und Tabelle 1-9 aufgeführt.

## **6.6 Anschlüsse von Stützen, Trägern, Wand- und Deckenbauteilen**

### **6.6.1 Allgemeines**

In Anschlussbereichen sind die Brandschutzbekleidungen der Bauteile nach Abschnitt 6.5 mit Fugenversatz, Stufenfalz oder Nut- und Federverbindungen so auszubilden, dass keine durchgängigen Fugen entstehen und eine Entzündung der Tragstruktur ausgeschlossen wird. Für einlagige Ausführungen der Brandschutzbekleidung sind gesonderte Maßnahmen über eine zusätzliche Abdeckung oder Hinterlegungen zur Vermeidung durchgehender Fugen zu treffen. (Anlage 1, Abschnitt 1.3, Abbildung 1-1 und Abbildung 1-2)

Fugen sind mit nichtbrennbaren Baustoffen zu verschließen (z. B. Verspachtelung oder Deckleisten, Mineralwolle entsprechend Abschnitt 3.2)

Die Anschlüsse sind so auszuführen, dass die Brandschutzbekleidung bei durch Brandeinwirkung entstehenden Verformungen nicht aufreißt. Dazu sind die Bauteile nach Abschnitt 6.5 im Anschlussbereich in Abständen von höchstens 500 mm mit Schrauben zu verbinden, die einen Schaftdurchmesser von mindestens 12 mm haben und eine Einschraubtiefe von mindestens 70 mm aufweisen müssen. Alternativ können Schrauben oder Gewindestangen mit einem Minstdurchmesser von 8 mm eingesetzt werden, wenn der Abstand der Verbindungsmittel nicht mehr als 500 mm beträgt und die erforderliche Verbindungskraft von mindestens 0,85 kN/lfm (unter Normaltemperatur) nachgewiesen ist.

Die Anschlüsse von Wänden und Decken ohne bzw. mit einer geringeren Feuerwiderstandsfähigkeit an Bauteile nach Abschnitt 6.5 müssen so erfolgen, dass die notwendige Brandschutzbekleidung dieser Bauteile nicht unterbrochen wird (Anlage 1, Abbildung 1-3).

Fugen und Stöße von Bauteilen die unterschiedliche Nutzungseinheiten trennen sind luftdicht (rauchdicht<sup>19</sup>) anzuschließen, um einen Eintrag von Brandgasen in die Konstruktion und andere Nutzungseinheiten auszuschließen.

### **6.6.2 Anschlüsse von Wänden an Wände**

Die Anschlüsse sind so auszubilden, dass die jeweiligen Tragkonstruktionen kraftschlüssig in Abständen von höchstens 500 mm miteinander verbunden werden, ggf. sind zusätzliche Stiele/Füllhölzer einzubauen. Abweichend von Abschnitt 6.6.1 kann anstelle eines Versatzes der Brandschutzbekleidung in der Stoßfuge eines Wand-Wand Anschlusses ein Streifen aus Dämmstoffen nach Abschnitt 3.2 komprimiert eingebaut werden, so dass der Fugenbereich vollständig verschlossen und eine Fugenbreite von  $\leq 5$  mm eingehalten wird (Anlage 1, Abbildung 1-3).

### **6.6.3 Anschlüsse von Wänden und Stützen an Decken**

Bei Anschlüssen von Wänden an Decken sind beide Bauteile im Abstand von höchstens 500 mm miteinander kraftschlüssig zu verbinden (Anlage 1, Abbildung 1-3). Dieser Abstand gilt auch für den Anschluss von Decken an vertikal durchlaufende Wände.

Innere raumabschließende Wände sind ebenfalls in vorgenannter Art an die Deckenkonstruktionen ggf. unter Anordnung eines Füllholzes anzuschließen.

In den vertikalen Fugen zwischen den Wand- und Deckenbauteilen (Spannrichtung der Decke parallel zur Wand) muss ein Streifen aus Dämmstoffen nach Abschnitt 3.2 komprimiert eingebaut werden, so dass der Fugenbereich vollständig verschlossen und eine Fugenbreite von  $\leq 5$  mm eingehalten wird (s. Anlage 1, Abbildung 1-4, Abbildung 1-5).

---

<sup>19</sup> Zum Zeitpunkt des Entwurfes liegen keine Prüfgrundsätze zum Nachweis der Rauchdichtheit vor. [Anmerkung: Nach Umsetzung der Erkenntnisse aus den Brandversuchen des HTO-Teilprojektes 11 sollen diese in Muster-Richtlinie übernommen werden.]

Deckenbauteile sind an ihren Stirnseiten rechtwinklig zur Spannrichtung mit einer Stirnbohle oder Verblockung mit einer Mindestdicke von 60 mm zu versehen.

### **6.7 Öffnungen in raumabschließenden Bauteilen**

Öffnungen in raumabschließenden Bauteilen sind im Bereich der Leibungen mit Brandschutzbekleidung gleicher Art und Dicke auszuführen. Der Anschlussbereich von Leibung an die flächige Brandschutzbekleidung hat entsprechend Abschnitt 6.6.1 mit Versatz zu erfolgen.

Werden an den Abschluss der Öffnungen brandschutztechnische Forderungen gestellt, muss dieser für den Einsatzbereich einen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis aufweisen.

Sofern an Außenwänden unterschiedliche Anforderungen im Innen- und Außenbereich an die brandschutztechnisch wirksame Bekleidung gestellt werden, ist im Leibungsbereich von Öffnungen die Art von Bekleidung zu nutzen, die der höheren Anforderung entspricht.

## 7 Installationen und Abschottungen

### 7.1 Allgemeines

Die Erschließung / Versorgung von Räumen mit Haustechnik muss generell je Gebäude- / Brandabschnitt getrennt vorgenommen werden (Anlage 2, Abbildung 2-1a). Die Installationsführung kann im Geschoss offen und in der raumabschließenden Decke geschottet (Anlage 2, Abbildung 2-1b) oder durchlaufend in eigenen Schächten mit Schottungen in den Schachtwänden (Anlage 2, Abbildung 2-1c) ausgeführt werden.

Installationen (Leitungs- und Lüftungsanlagen) dürfen nicht in hochfeuerhemmenden oder feuerbeständigen Bauteilen geführt werden. Sie sind vor Wänden bzw. unterhalb von Decken (Anlage 2, Abbildung 2-2) oder in Schächten und Kanälen zu führen.

Werden in Gebäuden vertikale Schächte angeordnet, so sind diese zwischen Kellergeschoss und Erdgeschoss sowie in den Obergeschossen in jedem zweiten Geschoss durch eine horizontale Abschottung (Tabelle 3d) mit einem Mindestfeuerwiderstand von EI30 zu unterteilen.

Auf die Unterteilung der vertikalen Schächte in den oberirdischen Geschossen kann verzichtet werden, wenn an der obersten Stelle des Schachtes zur Lüftung und Rauchabführung eine direkt ins Freie führende Öffnung mit einem lichten Querschnitt von  $\geq 5\%$  des Schachtquerschnittes angeordnet wird. Die Lage der Rauchaustrittsöffnungen muss so gewählt werden, dass der Rauchaustritt durch Windeinfluss nicht beeinträchtigt wird.

Für Öffnungen in hochfeuerhemmenden Wänden und Decken zur Durchführung von Schächten, Kanälen und von Installationen gilt Abschnitt 7.3.

### 7.2 Elektrische Leitungen<sup>20</sup>

Abweichend von Abschnitt 7.1 dürfen einzelne Leitungen oder einzelne Hüllrohre aus nichtbrennbaren Baustoffen mit bis zu drei Leitungen, die zur Versorgung des angrenzenden Raumes innerhalb derselben Nutzungseinheit dienen, innerhalb von Wänden und Decken geführt werden. Bei Durchführung der Leitungen durch die Brandschutzbekleidung sind die verbleibenden Hohlräume in der Brandschutzbekleidung mit nichtbrennbaren Baustoffen zu verspachteln.

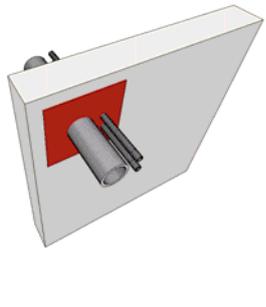
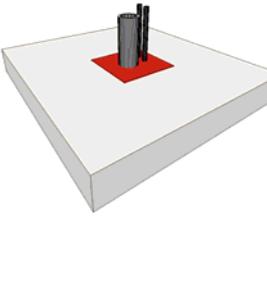
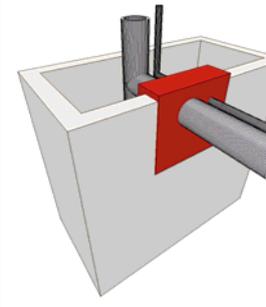
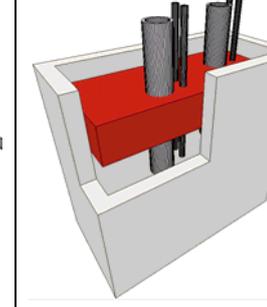
Abweichend von Abschnitt 7.1 dürfen einzelne Hohlwanddosen zum Einbau von Steckdosen, Schaltern und Verteilern eingebaut werden, wenn der Abstand zum nächsten Holzständer bzw. zur nächsten Holzrippe mindestens 150 mm beträgt. Gegenüberliegende Hohlwanddosen müssen gefachversetzt eingebaut werden. Sie müssen innerhalb des Wandhohlraumes vollständig von Dämmstoffen nach Abschnitt 3.2 umhüllt werden, wobei der hohlraumfüllende Dämmstoff im Bereich der Hohlwanddosen auf eine Mindestdicke von 30 mm gestaucht werden darf. Dies gilt für Leitungen in Treppenraumwände nur, die ausschließlich der Versorgung des Treppenraums dienen. Ausgenommen von dieser Regelung sind Stützen und Träger nach Abschnitt 6.3 sowie Wände, welche anstelle von Brandwänden zulässig sind.

---

<sup>20</sup> Lichtwellenleiter-Kabel und elektr. Kabel gelten als elektr. Leitungen (vgl. Nr.2.1 der MLAR 2000)

### 7.3 Durchdringungen von Wand- und Deckenbauteilen

Tabelle 3: Schematische Darstellung der Durchdringungen bei der Installationsführung

			
a) Durchdringung Wand	b) Durchdringung Decke	c) Austritt aus Schacht	d) horizontale Abschottung

Durchdringungen von Wand- und Deckenbauteilen müssen innerhalb einer Nutzungseinheit so ausgeführt werden, dass die Anforderung an die brandschutztechnische Bekleidung nach Abschnitt 6.5 auch in den Leibungsbereichen der Durchdringungen eingehalten werden.

Durchdringungen von Wand- und Deckenbauteilen zwischen Nutzungseinheiten müssen in ihrer brandschutztechnischen Leistungsfähigkeit dem Feuerwiderstand des Bauteils entsprechen.

Der Nachweis ist über bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweise zu führen.

Geeignete Beispiele sind in Anlage 2, Abbildung 2-3 dargestellt.

## 8 Außenwände – Fassaden

### 8.1 Allgemeines

Aus den Bestimmungen der MBO<sup>21</sup> ergeben sich Anforderungen an die Konstruktion und Ausführung, insbesondere für die Auswahl von Baustoffen für die Erstellung von Bekleidungen bei Außenwänden.

Die erweiterten Angaben in Abschnitt 8 dieser Richtlinie gelten ergänzend zu den Anforderungen an Außenwände nach § 28 MBO für Fassaden bei Bauten der Gebäudeklasse 4 und 5. Die Beachtung nachstehend aufgeführter Regeln ermöglicht die Ausführung und Konstruktion von brandsicheren Fassaden, welche die baurechtlich zu Grunde gelegten Schutzziele

- keine selbstständige Ausbreitung des Brandes außerhalb des Primärbrandbereiches
- Behinderung der Brandweiterleitung
- kein Herabfallen großvolumiger bzw. –flächiger Teile sowie
- der Gefährdung von Personen und Rettungskräften,

die unter der Verwendung von B1-Baustoffen erreichen werden, nachweislich äquivalent erfüllen.

An Fassaden und Außenwände von Geschossen im Dachraum sind abweichend von MBO § 28 keine Anforderungen zu stellen, wenn sich darüber kein Aufenthaltsraum befindet.

Bereiche und Nutzungen (klassifizierte Sonderbauten), für welche entsprechend anzuwendender Sonderbauvorschriften nicht brennbare Fassadenkonstruktionen bzw. Bekleidungen gefordert werden, können nicht nach dieser Richtlinie bzw. diesem Abschnitt beurteilt werden.

### 8.2 Begriffe

#### 8.2.1 Fassadenkonstruktion

Sämtliche Bestandteile einer Fassadenkonstruktion sind mit der Außenwand / Kernwand kraftschlüssig verbunden.

Fassadenkonstruktionen bestehen aus der

- Fassadenbekleidungen aus Holz und / oder Holzwerkstoffen (gegebenenfalls mit Beschichtung)
- Hinter-/ Unterlüftungsebene mit Tragkonstruktion
- zweiten wasserführenden Schicht (Fassadenbahn, optional)
- Außendämmebene (optional)

Abbildung 1 zeigt einen Wandaufbau (hinterlüftete Konstruktion), mit allen theoretisch möglichen aber nicht zwingend erforderlichen Schichten.

---

<sup>21</sup> Musterbauordnung (MBO) – Fassung November 2002 – <http://www.is-argebau.de>

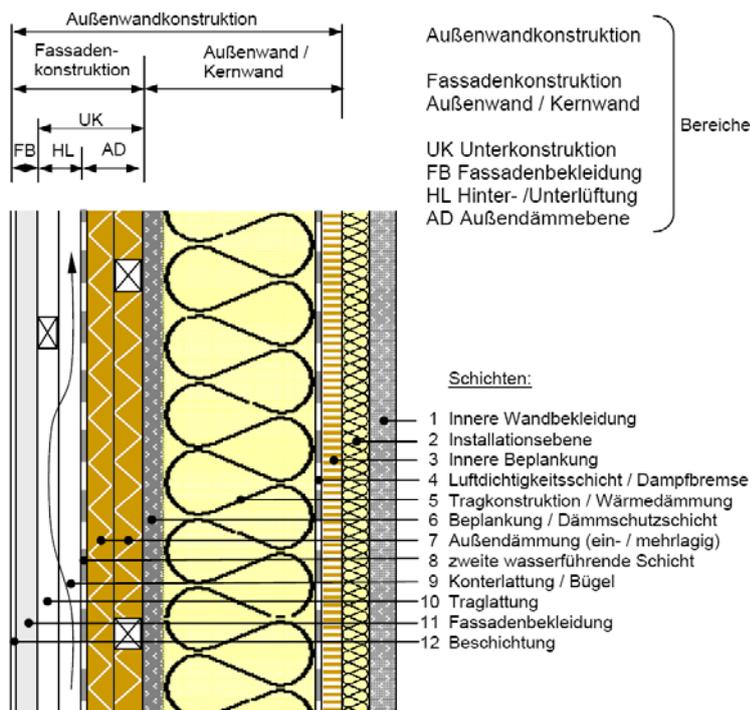


Abbildung 1: Bereiche und Schichten von Außenwandkonstruktionen

### 8.2.2 Nicht hinterlüftete Fassade

Fassade, welche mit Ausnahme der frei bewitterten Fassadenoberfläche weder an der Unterseite noch an der Oberseite durch eine Lüftungsöffnung mit der Außenluft verbunden ist. Zwischen der Fassadenbekleidung und der Außendämmebene bzw. der Kernwand kann ein Luftraum vorhanden sein. In diesem Bereich der Unterkonstruktion kommt es jedoch zu keinem planmäßigen Luftaustausch.

### 8.2.3 Hinterlüftete Fassade

Fassade, welche zwischen der Fassadenbekleidung und der Außendämmebene bzw. der Kernwand einen Luftraum hat, der durch Zuluftöffnungen an der Unterseite und Abluftöffnungen an der Oberseite der Lüftungsebene mit der Außenluft verbunden ist. (Hinterlüftung).

### 8.2.4 Unterlüftete Fassade

Fassade, welche zwischen der Fassadenbekleidung und der Außendämmebene bzw. der Kernwand einen Luftraum hat, der lediglich durch Zuluftöffnungen an der Unterseite der Lüftungsebene mit der Außenluft verbunden ist. In diesem Bereich der Unterkonstruktion kommt es zu einem eingeschränkten Luftaustausch (Unterlüftung) unter Unterbindung eines Kamineffektes.

[Anmerkung: Die wesentlichen Funktionen einer Hinter- / Unterlüftung ist die Sicherstellung einer funktionsfähigen, vertikalen Drainage.]

## 8.3 Baustoffe für Fassadenkonstruktionen

### 8.3.1 Holz und Holzwerkstoffe

Sämtliche im Fassadensystem verwendeten Baustoffe aus Holz oder Holzwerkstoffen müssen entsprechend ihrem Brandverhalten mindestens als D-s2, d0 entsprechend DIN EN 13501-1 oder der normalentflammbar nach DIN 4102-1 klassifiziert sein.

### 8.3.2 Außenwanddämmungen

Dämmstoffe in der Außendämmebene müssen mindestens in der Brennbarkeitsklasse A2-s1, d0 entsprechend DIN EN 13501-1 oder der Baustoffklasse A2 entsprechend DIN 4102-1 klassifiziert sein.

## 8.4 Gebäudezufahrten und -abstände

Die Anwendung dieser Richtlinie setzt zusätzlich eine ausnahmslose Einhaltung der geforderten Mindestanforderungen entsprechend § 5 *Zugänge und Zufahrten auf den Grundstücken* Abs.(1) Satz 2 MBO<sup>22</sup> voraus.

Außenwandbekleidungen aus Holz dürfen ausnahmslos nur an Gebäudebereichen angeordnet werden, an denen ein äußerer Löschangriff durch die Feuerwehr möglich ist. Ist für den Löschangriff der Einsatz von Hubrettungsfahrzeugen erforderlich, sind die dafür notwendigen Aufstell- und Bewegungsflächen vorzusehen.

Unberührt der in § 6 „*Abstandsflächen, Abstände* in Verbindung mit § 30 Abs.(2) und § 32 Abs.(2) MBO aufgeführten Mindestabstände gilt für Gebäude der Gebäudeklassen 4 und 5, mit Außenwänden bzw. Fassadenflächen nach dieser Richtlinie, welche auf demselben Grundstück angeordnet sind, untereinander ein Mindestabstand von 9 m.

Vorspringende Teile von Bauten und Anlagen wie Balkone, Dachvorsprünge und Wintergärten sind abweichend von § 6 Abs. 8 Nr. 2b) MBO bereits ab 0,8 m zu berücksichtigen.

## 8.5 Anforderungen an Außenwände / Kernwände

### 8.5.1 Ausbildung der Wandkonstruktion

Außenwandkonstruktionen können tragend oder nicht tragend ausgeführt werden. Bezüglich der Ausführung werden folgende drei Typen unterschieden:

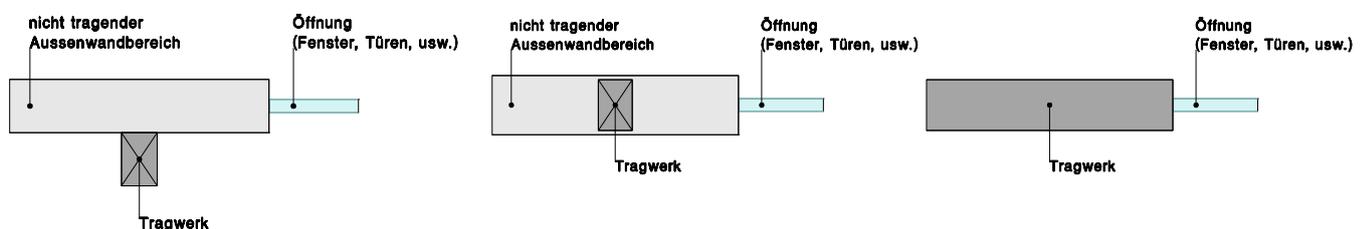


Abbildung 2: Lineares Tragwerk außerhalb und innerhalb der Wandebene liegend sowie Massivwand, vollflächiges Tragwerk<sup>23</sup>

<sup>22</sup> Musterbauordnung (MBO) – Fassung November 2002 – <http://www.is-ergebaut.de>

<sup>23</sup> Entnommen aus LIGNUM-Dokumentation Brandschutz 7.1 Außenwände, Konstruktion und Bekleidungen

Für die Ermittlung der Feuerwiderstandsdauer sind folgende Festlegungen für die Brandeinwirkung zu treffen:

Weisen die geschlossenen Bereiche einer Außenwand Einzelbreiten von weniger als 1,0 m auf, so ist für die Dimensionierung des Feuerwiderstandes eine allseitige Brandeinwirkung zu berücksichtigen (nicht raumabschließend). Für Außenwände mit einer Breite größer als 1,0 m können die Bauteile als raumabschließend angesehen werden. § 28 Abs.(1) und (2) MBO bleiben unberührt.

Abweichend von Abschnitt 6.1 genügt für tragende, raumabschließende Außenwände eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung an der Außenseite, deren Schutzzeit gegenüber der Grundanforderung abweicht.

Diese brandschutztechnisch wirksame Schicht muss ein Eindringen des Brandes in die Konstruktion über einen Zeitraum von mindestens 30 Minuten verhindern (Kapselung K<sub>2</sub>30 entsprechend DIN EN 13501-2). Bei mehrlagigen brandschutztechnisch wirksamen Schichten muss deren äußere Lage nichtbrennbar sein und eine Schutzzeit von mindestens 20 Minuten aufweisen.

Nichttragende Außenwände sind mindestens in feuerhemmender Bauweise (EI30) auszuführen. Sämtliche nicht tragenden Außenwände sind geschossweise an den tragenden Bauteilen zu befestigen.

Von diesen Anforderungen unberührt bleiben massive Kernwände aus mineralischen Baustoffen (Beton, Ziegel, Kalksandstein, ...), bei welchen auf Grund ihrer Bauweise ein Eindringen eines Brandes in das Bauteil über mindestens 30 Minuten zuverlässig ausgeschlossen werden kann.

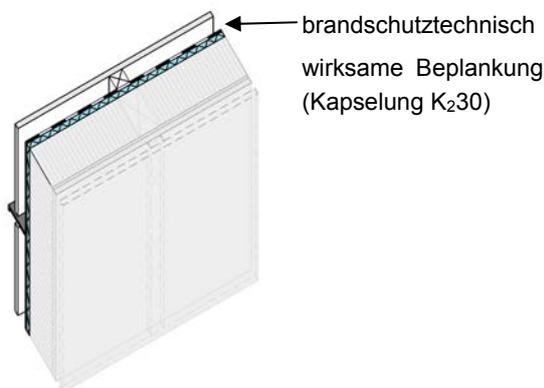


Abbildung 3: Abschluss der Kernwand zur Fassadenkonstruktion

Als Abschluss der Kernwand eignen sich folgende Bekleidungsvarianten:

1) 2 x 12,5 mm Gipsplatte Typ F <sup>1)</sup>
2) 18 mm Gipsfaserplatte <sup>2)</sup>
3) 2 x 10 mm Gipsfaserplatte <sup>2)</sup>
4) 12,5 mm Gipsplatte Typ F <sup>1)</sup> + 40 mm Dämmstoff entspr. Kap. 8.3.2 <sup>3)</sup>
5) 12,5 mm Gipsplatte Typ F <sup>1)</sup> + 16 mm OSB
5) ≥ 18 mm zementgebundene Spanplatte entspr. DIN EN 636 <sup>3)</sup>
6) ≥ 20 mm Kalziumsilikatplatte <sup>3)</sup>

Tabelle 4: Abschlussbekleidungen für Kapselung K<sub>2</sub>30.

<sup>1)</sup> nach DIN EN 520<sup>24</sup>

<sup>2)</sup> Baurechtlicher Verwendbarkeitsnachweis für den Verwendungszweck ist erforderlich.

<sup>3)</sup> Empfehlungen, für welche noch keine Nachweise vorliegen (aus Schweizer Unterlagen, nicht verifiziert).

<sup>24</sup> DIN EN 520:2005-03, Gipsplatten - Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 520:2004

### 8.5.2 Anforderungen an Öffnungen in Außenwänden

An die Öffnungen in Außenwänden bestehen keine besonderen Anforderungen. Art. 33 Abs.(4) Satz 2 bleibt unberührt.

Brüstungen, Stürze und Leibungen sind entsprechend Abschnitt 6.7 auszuführen.

### 8.6 Ausbildung der Unterkonstruktion, Hinter- / Unterlüftungsebene

Fassaden nach dieser Richtlinie dürfen mit einer Tiefe der Unterkonstruktion von maximal 100 mm ausgeführt werden. Die Tiefe der Hinter- / Unterlüftungsebene ist dabei auf maximal 60 mm zu begrenzen (einfache Lattung mit 30 mm oder doppelte Lattung / Kreuzlattung mit 2 x 30 mm).

Bei Kreuzlattungen in der Hinter- oder Unterlüftungsebene ist zur Behinderung der horizontalen Brandausbreitung zwischen jedem Fenster, mindestens jedoch alle 5 m und bei Innen- und Außenecken eine Abschottung durch Aufdoppelung der vertikalen Lattung vorzusehen (Abbildung 5).

Dämmstoffe in der Außendämmebene sind mit Übermaß in die Unterkonstruktion einzubauen und an ihren Fugen dicht zu stoßen (vgl. Stoßanforderungen entsprechend Abschnitt 3.2).

Die Anordnung von folienartigen Fassadenbahnen mit einer maximalen Dicke  $t \leq 1,2$  mm zu Gewährleistung der zweiten wasserführenden Schicht ist zulässig.

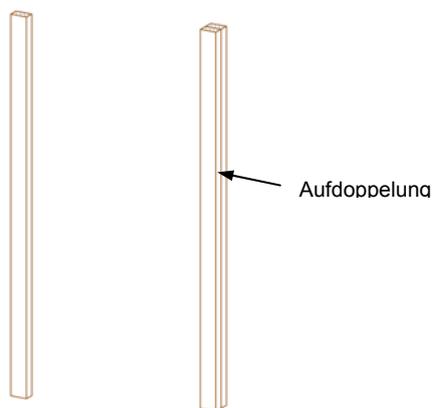


Abbildung 4: Einfache und aufgedoppelte vertikale Lattung

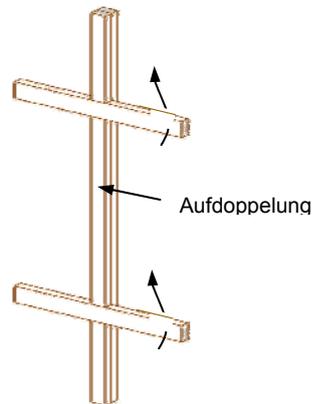


Abbildung 5: Kreuzlattung mit Aufdoppelung  
( $e \leq 5,0$  m)

Werden Unterkonstruktionen gewählt, welche von den vorgenannten Festlegungen abweichen, kann der Nachweis der brandschutztechnischen Verwendbarkeit alternativ durch Nachweis des Gesamtsystems (Prüfung einer Außenwand im Originalmaßstab, Systemnachweis) erfolgen. Es sind dazu alle in der realen Fassadenkonstruktion vorhandenen Bauteile mit zu prüfen. (Anlage 4)

## 8.7 Ausbildung von Holz-Fassadenkonstruktionen und Bekleidungs-systemen

### 8.7.1 Fassaden – Bekleidungs-typen

Fassadenbekleidungen aus Holz und Holzwerkstoffen bzw. mineralisch gebundene Werkstoffe mindestens der Baustoffklasse D s2 d0 entsprechend DIN EN 13501-1 bzw. der Baustoffklasse B2 nach DIN 4102-1 werden in vier Bekleidungs-typen entsprechend

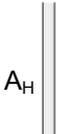
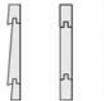
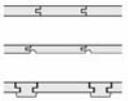
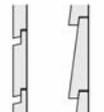
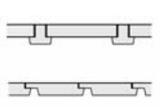
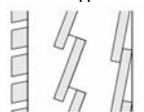
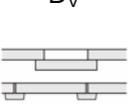
Tabelle 5 unterschieden.

Die Art der Oberfläche (geschliffen, gehobelt, sägerau oder gebürstet) ist dabei für jeden Bekleidungs-typ frei wählbar. Wasserlösliche oder lösemittelhaltige Beschichtungen sind bis zu einer Dicke von  $\leq 0,3$  mm zulässig.

Beschichtungen mit einer Dicke  $> 0,3$  mm oder aus Parafin (z.B. bei ungeschliffenem OSB), Kunststoff sowie Imprägnierungen auf Ölbasis dürfen bei Verwendung der nachfolgenden brandschutztechnischen Mindestmaßnahmen nicht verwendet werden.

Für die Ermittlung der Verwendbarkeit solcher und anderer hier nicht beschriebener Beschichtungen ist ein Nachweis der brandschutztechnischen Verwendbarkeit alternativ durch Nachweis des Gesamtsystems (Prüfung einer Außenwand im Originalmaßstab, Systemnachweis) erfolgen. Es sind dazu alle in der realen Fassadenkonstruktion vorhandenen Bauteile mit zu prüfen. (Anlage 4)

Tabelle 5: Unterteilung der Bekleidungs-typen

Bekleidungs-typ	Bezeichnung	Baustoff/ Bauteil	Schemaskizze Ausrichtung		Ausführungs-beispiele
			horizontal	vertikal	
A	Flächiger Holzwerkstoff	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rohdichte <math>\geq 330</math> kg/m<sup>3</sup></li> <li>• Fläche geschlossen</li> <li>• Plattendicke <math>\geq 18</math> mm</li> <li>• Kantenlänge <math>\geq 200</math> mm</li> <li>• Plattenfläche <math>\geq 0,20</math> m<sup>2</sup></li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Massivholzplatten</li> <li>• Brettsperrholz</li> <li>• Furniersperrholz</li> <li>• Furnierschichtholz</li> <li>• OSB</li> <li>• Holzspanplatten</li> </ul>
B	Form-schlüssige Schalung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beplankungsdicke <math>\geq 18</math> mm</li> <li>• Brettbreite: kernfrei <math>\leq 160</math> mm Halbrift oder Rift <math>\leq 250</math> mm</li> <li>• Entlastungsnuten: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Restdicke <math>\geq 10</math> mm</li> <li>- Querschnittsfläche der Entlastungsnut <math>\leq 40</math> mm<sup>2</sup></li> <li>- Achsabstand der Entlastungsnuten <math>\geq 30</math> mm</li> </ul> </li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deckleistenschalung mit Profil</li> <li>• Nut und Feder</li> </ul>
C	Kraft-schlüssige Schalung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entlastungsnuten: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Restdicke <math>\geq 10</math> mm</li> <li>- Achsabstand der Entlastungsnuten <math>\geq 30</math> mm</li> </ul> </li> <li>• Beplankungsdicke <math>\geq 18</math> mm</li> <li>• Brettbreite frei</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schalung überfälzt</li> <li>• Stülpschalung</li> <li>• T- Leistenschalung</li> </ul>
D	Offene Schalungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brettstärke <math>\geq 18</math> mm</li> <li>• Brettquerschnittsfläche <math>\geq 1000</math> mm<sup>2</sup></li> <li>• Dicke Abdeckleisten <math>\geq 10</math> mm</li> <li>• Brettbreite frei</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Offene Schalung</li> <li>• Leistenschalung</li> <li>• Deckelschalung</li> <li>• Stülpschalung</li> <li>• Deckleistenschalung</li> </ul>

## 8.7.2 Konstruktive Brandschutzmaßnahmen

### 8.7.2.1 Positionierung und Anordnung horizontaler Brandschutzmaßnahmen

Notwendige horizontale Brandschutzmaßnahmen (Schürzen, Lüftungsabschottungen) sind geschossweise über die gesamte Fassadenbreite durchgehend anzuordnen. Die vertikale Positionierung ist im Bereich zwischen den Öffnungsstürzen des unteren Geschosses (Abbildung 6c) und der Brüstungshöhe des darüberliegenden Geschosses (Abbildung 6a) frei wählbar. Die Anordnung der Brandschutzmaßnahme im Bereich des Geschoßstoßes (Abbildung 6b) ist zu bevorzugen.

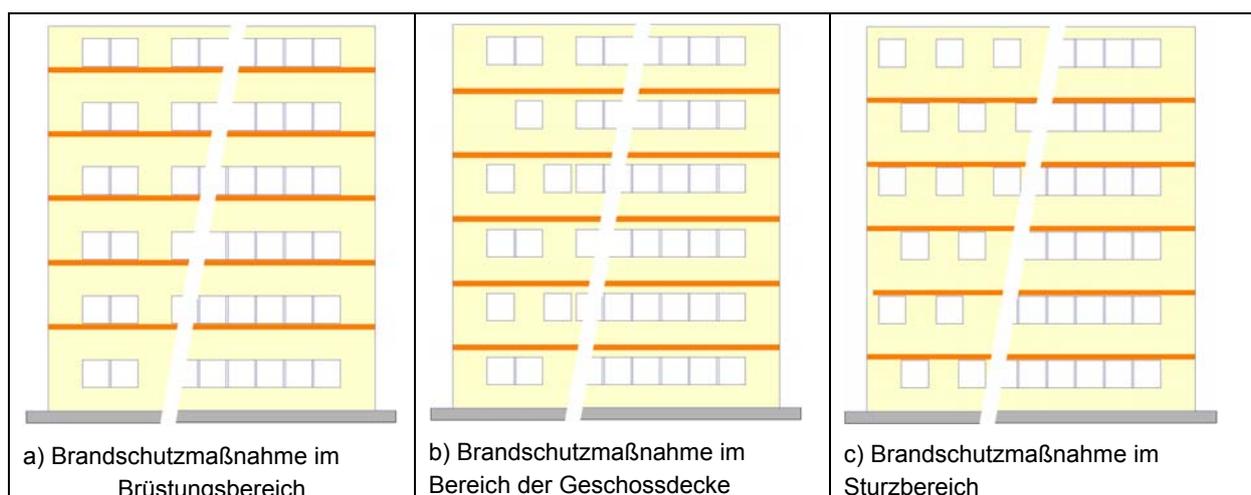
Die Anordnung ist dabei unabhängig von der geometrischen Ausbildung der Fassade (Lochfassade, geschossweise versetzte oder übereinander liegende Öffnungen, Fensterbänder).

Eine Anordnung zwischen den Öffnungsflächen der Fassade (Abbildung 6f) ist nicht zulässig.

Bei Fassaden mit durchlaufenden vertikalen Lichtbändern (Belichtungsbänder), sind die horizontalen Brandschutzmaßnahmen bis zum Band heranzuführen (Abbildung 6d). Der Abschluss zum Lichtband ist formschlüssig auszubilden. Die Ausbildung von Lichtbändern über mehrere Geschosse ist nur für Treppenhöfe oder Räume mit vergleichbar niedriger Brandlast und ähnlich besonderen Anforderungen an deren innere Bauteiloberflächen zulässig. Das Lichtband darf dabei nicht über mehrere Räume geführt werden. Alternativ kann die Ausführung des Lichtbandes mit entsprechendem Feuerwiderstand erfolgen.

Werden an Fassadenflächen nur in (unteren) Teilbereichen Öffnungen vorgesehen, sind mindestens zwei horizontale Brandschutzmaßnahmen mit einem Abstand untereinander von mindestens 2,5 m und maximal 3,5 m über der letzten Öffnung (Fenster, Fenstertüre oder Fensterband) anzuordnen (Abbildung 6e).

Als horizontale Brandschutzmaßnahmen gelten ebenso zurückversetzte Geschosse ab einer Tiefe von 200 mm (Abbildung 6g). Für Fassaden mit, an den Fassadenöffnungen liegenden, gesprinklerten Räumen oder Fassaden deren Öffnungen mit Brandschutzverglasungen ausgeführt sind, können entsprechend Erleichterungen im Umfang der horizontalen Maßnahmen vorgenommen werden (Abbildung 6h). Für diese Fassaden dürfen die horizontalen Maßnahmen auf die Hälfte (jedes zweite Geschoss) reduziert werden.



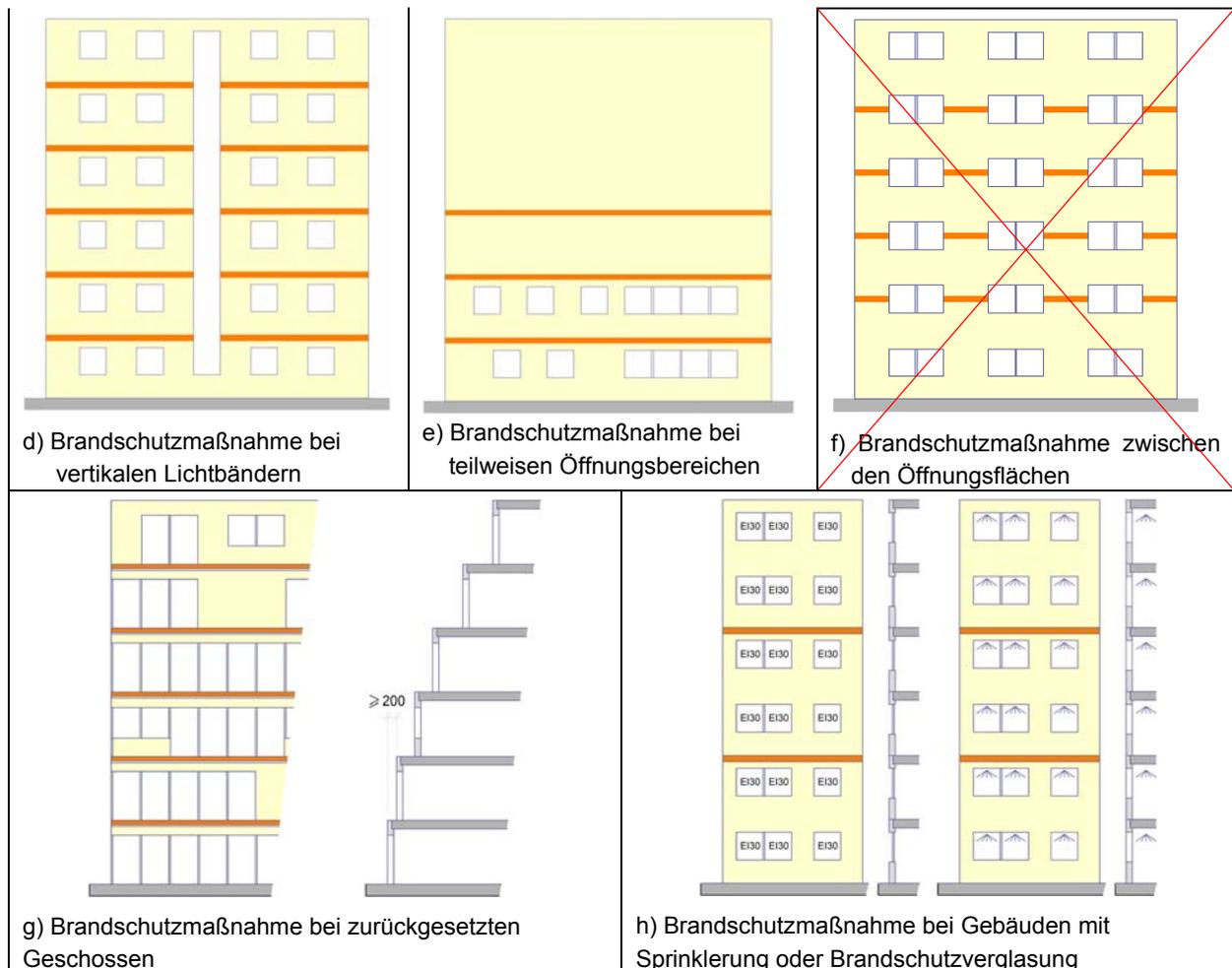


Abbildung 6: vertikale Positionierung der horizontalen Brandschutzmaßnahmen

Für die konstruktive Ausbildung der Öffnungen in den Fassadenflächen sind die zusätzlichen Maßnahmen entsprechend Abschnitt 8.5.2 zu beachten.

### 8.7.2.2 Ausbildung horizontaler Brandschutzmaßnahmen

Die Ausführung notwendiger horizontaler Brandschutzmaßnahmen bei Fassaden mit normal entflammaren Bekleidungen kann durch folgende drei Varianten vorgenommen werden.

- horizontale Schürzen
- obere Abschottungen von Lüftungsebenen
- Konstruktionen ohne Lüftungsebene

Für horizontale Brandschutzmaßnahmen mit einer freien Auskragungen von  $x \geq 250$  mm sind alle Bekleidungstypen (Gruppe A bis D) entsprechend

Tabelle 5 zulässig.

Ebenso bilden Geschossversetzungen von mehr als 200 mm (Staffelgeschoss, Abbildung 6g) eine ausreichende horizontale Brandschutzmaßnahme für alle Bekleidungstypen. Die horizontale Fläche des zurückversetzten Bereiches ist entsprechend Anlage 3, Abbildung 3-1 auszuführen.

Horizontale Brandschutzmaßnahmen mit einer Auskragung  $x < 250$  mm sind entsprechend den zugewiesenen Anforderungen und Ausführungen der jeweiligen Bekleidungstypen nach Anlage 3 Tabelle 3-1 bis Tabelle 3-3 herzustellen.

Der eingesetzte Baustoff muss mindestens aus normalentflammbaren (Baustoffklasse D-s2, d0 entsprechend DIN EN 13986 bzw. DIN EN 13501-1) bestehen, für eine Anwendung im Außenbereich geeignet sein und über die Nutzungsdauer volle Funktionstüchtigkeit gewährleisten. Die Maßangaben für die Auskragung der Brandschutzmaßnahme gelten als Minimalmaß. Sämtliche dieses Maß beeinflussende Bautoleranzen sind entsprechend zu berücksichtigen.

Die Brandschutzmaßnahme muss dicht an den Abschluss der Kernwand angeschlossen werden. Bei Abschlüssen an unebene Wandoberflächen sind abdichtenden Maßnahmen, z.B. durch Einlage eines hydrophobierter Mineralwollestreifen, Schmelzpunkt  $\geq 1000^{\circ}\text{C}$  Rohdichte  $\geq 40 \text{ kg/m}^3$  (entsprechend DIN 4102-17:1990-12) oder gleichwertig, herzustellen.

Längsstöße in horizontalen Brandschutzmaßnahmen sind kraftschlüssig so herzustellen, dass eine dauerhafte Funktionalität sichergestellt ist. Die Ausführung kann je nach Variante der Maßnahme durch Überlappung, Verlaschung oder Fälzung des Stoßbereiches vorgenommen werden.

Alle anzuordnenden Brandschutzmaßnahmen sind so auszubilden, dass ihre Funktion auch nach Versagen (Wegbrennen) der Außenwandbekleidung bestehen bleibt.

Treten an einer Fassade zwei oder mehr unterschiedliche Typen auf, so ist die Zuordnung jedes Bereiches einzeln vorzunehmen. Die Übergänge sind entsprechend den Angaben nach Abschnitt 8.8.3 auszuführen.

## **8.8 Ausführung und Konstruktion von Brandschutzmaßnahmen Ecken und Übergängen**

### **8.8.1 Außenecke**

Sämtliche an Außenecken zusammenstoßende Fassadenkonstruktionen mit brennbaren Bekleidungsmaterialien müssen mit konstruktiven Maßnahmen zur Behinderung eines Brandüberschlages über Eck ausgeführt sein.

Hierfür sind über die gesamte Höhe der Fassadenkonstruktion (bzw. Gebäudeecke) vertikale Schotte mittels durchgehender vertikaler Holzlattung oder vertikal durchlaufendem hydrophobiertem Mineralwollestreifen vorzusehen. Die gewählte Konstruktion muss für eine dauerhafte Wirksamkeit geeignet sein.

Geeignete Maßnahmen und deren Ausführungen sind in Anlage 3, Abschnitt 5.1 aufgeführt.

### **8.8.2 Innenecke**

Für Innenecken von Gebäuden sind erhöhte brandschutztechnische Maßnahmen entsprechend Anlage 3, Abschnitt 5.2 vorzusehen. Öffnungen in diesen Bereichen von Außenwänden bzw. Fassaden müssen eine Entfernung von der Innenecke von mindestens 500 mm gemessen von der Auskante der Bekleidung aufweisen.

Lüftungsebenen im Bereich von Innenecken sind auf beiden Schenkeln in einem Abstand von 1,0 m, gemessen jeweils von der Bekleidungsaußenkante in allen Geschossen vertikal abzutrennen. Als vertikale Schottung sind durchgehende Holzlatten mit einem Mindestquerschnitt von 30/50 mm (Ausführung ist entsprechend der Tiefe der Lüftungsebene zu wählen) oder hydrophobierte Mineralwollestreifen entsprechend Abschnitt 3.2 mit einer Breite von  $\geq 150 \text{ mm}$  geeignet (Anlage 3, Abbildung 3-4a).

Unterbrechen Öffnungen (z.B. Fenster) im Bereich  $< 1,0 \text{ m}$  die vertikale Abtrennung, ist diese seitlich und horizontal um die Öffnung zu führen (Anlage 3, Abbildung 3-4 c).

Werden Öffnungen ohne Feuerwiderstand in einem Bereich von 0,5 m bis 1,0 m, gemessen von der Bekleidungsaußenkante angeordnet, ist das Maß Y der Auskrägung der notwendige horizontalen Brandschutzmaßnahme in einem Bereich der Innenecke von 1,0 m auf beide Seiten auf das Doppelte, jedoch mindestens auf 150 mm und maximal auf 300 mm konisch zu erhöhen (Anlage 3, Abbildung 3-4 b).

Weisen Öffnungen im Bereich der Innenecke (< 1,0 m) einen Feuerwiderstand von mindestens E30 auf, kann die Ausführung der horizontalen Brandschutzmaßnahme analog zu Innenecken ohne Öffnungen vorgenommen werden.

Für nicht hinterlüftete Fassadenkonstruktionen ohne eine auskragende horizontale Brandschutzmaßnahme sind keine erhöhten oder zusätzlichen Maßnahmen in Gebäudeinnenecken erforderlich.

### **8.8.3 Übergänge von Fassaden unterschiedlichen Bekleidungsstyps**

Werden in einer Fassadenfläche zwei oder mehrere verschiedene Bekleidungs- bzw. Fassadentypen (z.B. Holzbekleidung, Blech- oder Wärmedämmverbundfassaden) angeordnet, so sind diese Übergänge entsprechend konstruktiv auszubilden und die Flächen voneinander zu trennen.

Die jeweiligen Übergänge sind so auszubilden, dass durch horizontale bzw. vertikale Schottung ein Abschluss bzw. eine konstruktive Unterbrechung zur benachbarten Fassaden- / Bekleidungsstyp gegeben ist.

Grundsätzlich ist jeder Fassadentyp mit der für ihn notwendigen Brandschutzmaßnahme abzuschließen. Dabei wird die jeweilige Maßnahme mit der größeren Auskrägung mindestens 1,0 m in die benachbarte Fassadenfläche weitergeführt. Ab der Hälfte des Übergangsbereiches ist eine konische Verjüngung der Maßnahme auf das weitergeführte Auskrägungsmaß zulässig.

Geeignete Konstruktionen und Ausführungen sind in Anlage 3, Abbildung 3-5 und Abbildung 3-6 aufgeführt.

### **8.9 Balkone an Außenwänden**

Vorgestellte Balkone reduzieren im Regelfall die Brandweiterleitung über die Fassade. Sie sind dicht an die Außenwand anzuschließen. Eine geschlossene Deckenebene wird empfohlen. Bezüglich des Feuerwiderstandes gelten die Bestimmungen der MBO.

### **8.10 Abschlüsse bei brandabschnittsbildenden Bauteilen**

Brandabschnittsbildende Bauteile sind bis unmittelbar an die Fassadenbekleidung zu führen. Sofern die Bauteile überdämmt werden müssen, ist eine Zwischendämmung mit nichtbrennbarer, formbeständiger, hydrophobierter Mineralfaser mit einem Schmelzpunkt  $\geq 1000^{\circ}\text{C}$  (entsprechend DIN 4102-17) oder gleichwertig zulässig. Brennbare Außenbekleidungen sind zu unterbrechen. (Anlage 3, Abbildung 3-7)

### **8.11 Alternativer Systemnachweis für nicht geregelte Fassadentypen**

Alternativ kann der Nachweis der brandschutztechnischen Verwendbarkeit durch einen Nachweis des Gesamtsystems durch Prüfung einer Außenwand im Originalmaßstab erfolgen (Systemnachweis nach DIN E 4102-20, Besonderer Nachweis für das Brandverhalten von Außenwandbekleidungen). Es sind dazu alle in der realen Fassadenkonstruktion vorhandenen Bauteile im Einbauzustand zu prüfen. (Anlage 4)

## 9 Verwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweise,

### 9.1 Verwendbarkeitsnachweis

Für die Bauteile nach Abschnitt 6 ist nach Maßgabe der Bauregelliste A Teil 2 als bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis (§ 17 Abs. 3 MBO<sup>25</sup>) ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis erforderlich, welches sich auf die Brandschutzbekleidung, die Feuerwiderstandsfähigkeit einschließlich der Elementfugen und auf die brandschutztechnischen Anforderungen dieser Richtlinie bezieht.

### 9.2 Übereinstimmungszertifikat

Für die Herstellung der Bauteile nach Abschnitt 6 ist als Übereinstimmungsnachweis ein Übereinstimmungszertifikat erforderlich.

Es gilt § 24 MBO bzw. nach

- Bauregelliste A Teil 1, Ziffer 3.3.2.1 und Ziffer 3.3.2.2 Beidseitig bekleidete oder beplankte Wand-, Decken- und Dachelemente z.B. Holztafeln für Holzhäuser in Tafelbauart
- Bauregelliste A Teil 2, Ziffer 2.44 Hochfeuerhemmende Bauteile, deren tragende, aussteifende und raumabschließende Teile aus Holz oder Holzwerkstoffen bestehen und die allseitig eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen (Brandschutzbekleidung) und Dämmstoffe aus nichtbrennbaren Baustoffen haben

[Anmerkung: Bedingungen sind gegebenenfalls anzupassen.]

## 10 Bauausführung

Bauarbeiten nach dieser Richtlinie dürfen nur durch Unternehmen ausgeführt werden, welche für diese Arbeiten geeignet sind (§ 55 MBO).

Die Bauaufsichtsbehörde / der Prüfsachverständige<sup>26</sup> für den vorbeugenden Brandschutz hat im Rahmen der Überwachung der Bauausführung nach § 81 Abs. 2 Satz 1 Nr. 1 MBO zusätzlich die ordnungsgemäße Bauausführung nach dieser Richtlinie zu überwachen und zu bescheinigen.

---

<sup>25</sup> Musterbauordnung MBO November 2002

<sup>26</sup> nach Landesrecht

# Anlage 1 zu M-HolzR: Bauteil- und Anschlusskatalog für hochfeuerhemmende und feuerbeständige Holzbauteile

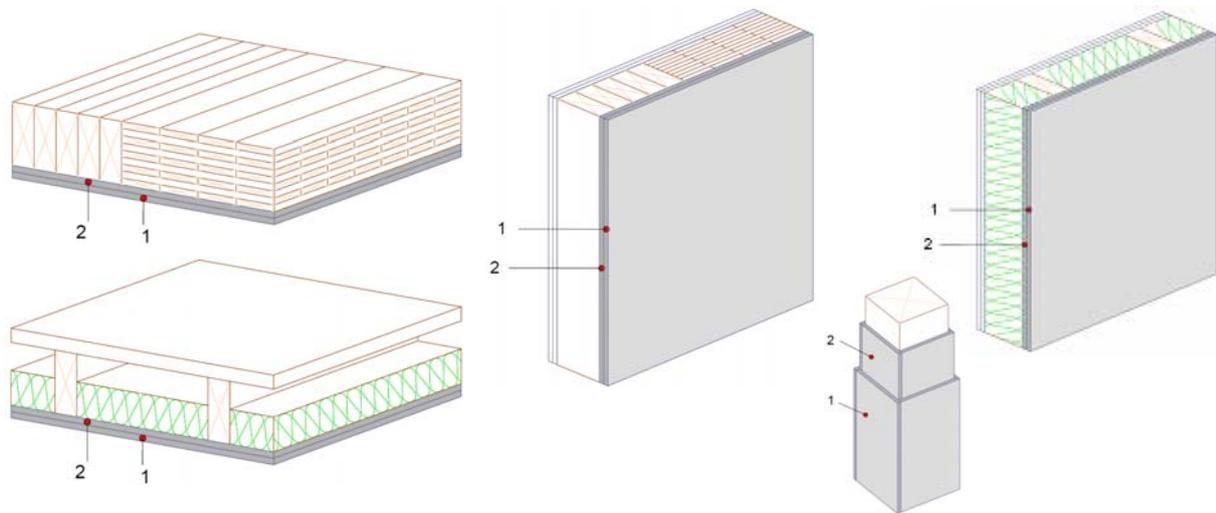
## 1 Brandschutztechnisch wirksame Bekleidungen

### Materialverzeichnis:

Bekleidungen aus mineralischen Baustoffen	
GF	Gipsfaserplatte
GK	Gipskartonplatte Typ F, nach DIN EN 520
KZSK	Kalziumsilikatplatte
Bekleidung aus brennbaren Baustoffen	
BFU	Baufuniersperrholz, nach DIN EN 13986 Sperrholz
LVL	Funierschichtholz, nach DIN EN 14279:2005-03 Furnierschichtholz (LVL)
Massiv	Massivholzplatten nach DIN EN 12775:2001-04 Massivholzplatten - Klassifizierung und Terminologie

# Anlage 1 zu M-HolzR: Bauteil- und Anschlusskatalog für hochfeuerhemmende und feuerbeständige Holzbauteile

## 1.1 Kapselung von Wänden, Deckenunterseiten sowie Stützen und Träger



Voraussetzungen

Erforderliche Mindestschichtdicken (alle Angaben in mm)

Tabelle 1-1: Kombination von Brandschutzbekleidungen, erreichbare Kapselzeit  $K_{215}$  (15 Minuten, nicht brennbare Baustoffe)

Anforderung	K <sub>215</sub> – (nbb)								
Variante	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Schicht 1</b>									
GK, GF									
Kalziumsilikat									
<b>Schicht 2</b>									
GK, GF	12,5								
Kalziumsilikat		15							
Leichtbeton, Porenbeton, Blähton			15						
Verputze aus Kalk-, Zement-, Gips-, Perlitmörtel				15					
Mineralfaserspritzputz					15				
Bemerkungen:									
	<div style="background-color: #cccccc; width: 20px; height: 10px; display: inline-block; margin-right: 5px;"></div> Empfehlung, deren endgültige Wirksamkeit durch Brandversuche nachzuweisen ist								

## Anlage 1 zu M-HolzR: Bauteil- und Anschlusskatalog für hochfeuerhemmende und feuerbeständige Holzbauteile

Tabelle 1-2: Kombination von Brandschutzbekleidungen, erreichbare Kapselzeit K<sub>2</sub>15 (15 Minuten, brennbare Baustoffe)

Anforderung	K <sub>2</sub> 15 – (bb)								
Variante	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Schicht 1</b>									
GK, GF	9,5								
Kalziumsilikat		10							
HWS ρ≥450kg/m <sup>3</sup>			8						
<b>Schicht 2</b>									
HWS ρ≥450kg/m <sup>3</sup>	12	12	10	20					
zem. geb. Spanplatte					16				
Bemerkungen:									
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #cccccc; margin-right: 5px;"></div> <span>Empfehlung, deren endgültige Wirksamkeit durch Brandversuche nachzuweisen ist</span> </div>									

## Anlage 1 zu M-HolzR: Bauteil- und Anschlusskatalog für hochfeuerhemmende und feuerbeständige Holzbauteile

Tabelle 1-3: Kombination von Brandschutzbekleidungen, erreichbare Kapselzeit K<sub>2</sub>30 (30 Minuten, nicht brennbare Baustoffe)

Anforderung	K <sub>2</sub> 30 – (nbb)								
Variante	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Schicht 1</b>									
GK	12,5								
GF			10						
Kalziumsilikat				12					
<b>Schicht 2</b>									
GK	12,5								
GF		18	10						
Kalziumsilikat				12	20				
HWL+15mm Putz						25			
Leichtbeton, Porenbeton, Blähton							40		
Verputze aus Kalk-, Zement-, Gips-, Perlitmörtel								20	
Mineralfaserspritzputz									20
Bemerkungen:									
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #cccccc; margin-right: 5px;"></div> <span>Empfehlung, deren endgültige Wirksamkeit durch Brandversuche nachzuweisen ist</span> </div>									

## Anlage 1 zu M-HolzR: Bauteil- und Anschlusskatalog für hochfeuerhemmende und feuerbeständige Holzbauteile

Tabelle 1-4: Kombination von Brandschutzbekleidungen, erreichbare Kapselzeit K<sub>2</sub>30 (30 Minuten, brennbare Baustoffe)

Anforderung	K <sub>2</sub> 30 – (bb)								
Variante	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Schicht 1</b>									
GK, GF	12,5				12,5				
Kalziumsilikat		12,5				12,5			
HWS ρ≥450kg/m <sup>3</sup>			15						
<b>Schicht 2</b>									
HWS ρ≥450kg/m <sup>3</sup>	12	12	18	40					
zem. geb. Spanplatte					10	10			
Bemerkungen:									
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #cccccc; margin-right: 5px;"></div> <span>Empfehlung, deren endgültige Wirksamkeit durch Brandversuche nachzuweisen ist</span> </div>									

## Anlage 1 zu M-HolzR: Bauteil- und Anschlusskatalog für hochfeuerhemmende und feuerbeständige Holzbauteile

Tabelle 1-5: Kombination von Brandschutzbekleidungen, erreichbare Kapselzeit K<sub>245</sub> (45 Minuten, nicht brennbare Baustoffe)

Anforderung	K <sub>245</sub> – (nbb)								
Variante	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Schicht 1</b>									
GK, GF	15								
Kalziumsilikat		15							
<b>Schicht 2</b>									
GK, GF	15								
Kalziumsilikat		15							
Bemerkungen:									
<input type="checkbox"/> Empfehlung, deren endgültige Wirksamkeit durch Brandversuche nachzuweisen ist									

## Anlage 1 zu M-HolzR: Bauteil- und Anschlusskatalog für hochfeuerhemmende und feuerbeständige Holzbauteile

Tabelle 1-6: Kombination von Brandschutzbekleidungen, erreichbare Kapselzeit K<sub>2</sub>60 (60 Minuten, nicht brennbare Baustoffe)

Anforderung	K <sub>2</sub> 60 – (nbb)								
Variante	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Schicht 1</b>									
GK, GF	18								
Kalziumsilikat		15	18						
<b>Schicht 2</b>									
GK, GF	18	15							
Kalziumsilikat			18						
Bemerkungen:									
<input type="checkbox"/> Empfehlung, deren endgültige Wirksamkeit durch Brandversuche nachzuweisen ist									

## Anlage 1 zu M-HolzR: Bauteil- und Anschlusskatalog für hochfeuerhemmende und feuerbeständige Holzbauteile

Tabelle 1-7: Kombination von Brandschutzbekleidungen, erreichbare Kapselzeit K<sub>290</sub> (90 Minuten, nicht brennbare Baustoffe)

Anforderung	K <sub>290</sub> – (nbb)								
Variante	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Schicht 1</b>									
GK, GF	18								
Kalziumsilikat									
<b>Schicht 2</b>									
GK, GF	18								
Kalziumsilikat									
<b>Schicht 3</b>									
GK, GF	15								
Kalziumsilikat									
Bemerkungen:									
<input type="checkbox"/> Empfehlung, deren endgültige Wirksamkeit durch Brandversuche nachzuweisen ist									

# Anlage 1 zu M-HolzR: Bauteil- und Anschlusskatalog für hochfeuerhemmende und feuerbeständige Holzbauteile

## 1.2 Kapselung von Deckenoberseiten (Fußbodenaufbauten)



Tabelle 1-8: Kombination von Fußbodenaufbauten, erreichbare Kapselzeit  $K_{260}$  ( $\leq 60$  Minuten)

Anforderung	$K_{215} / K_{230} / K_{245} / K_{260}$								
Variante	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Schicht 1</b>									
GK, GF	18	15							
Kalziumsilikat			15	18					
Zementestrich									
<b>Schicht 2</b>									
GK, GF	18	15	15						
Kalziumsilikat				18					
Zementestrich					35	50			
Anhydritestrich							50		
<b>Schicht 3</b>									
Mineralwolle					15				
<b>Schicht 4</b>									
HWS		$\geq 15$				$\geq 15$	$\geq 15$		
Bemerkungen:									
<div style="background-color: #cccccc; width: 15px; height: 10px; display: inline-block; margin-right: 5px;"></div> Empfehlung, deren endgültige Wirksamkeit durch Brandversuche nachzuweisen ist									

## Anlage 1 zu M-HolzR: Bauteil- und Anschlusskatalog für hochfeuerhemmende und feuerbeständige Holzbauteile

Tabelle 1-9: Kombination Fussbodenaufbauten, erreichbare Kapselzeit K<sub>2</sub>90 (90 Minuten)

Anforderung	K <sub>2</sub> 90								
Variante	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Schicht 1</b>									
GK, GF	18								
Kalziumsilikat		18							
<b>Schicht 2</b>									
GK, GF	15	18							
Kalziumsilikat									
<b>Schicht 3</b>									
GK, GF	15	15							
Kalziumsilikat									
Zementestrich			60						
<b>Schicht 4</b>									
Mineralwolle	15	15	15						
Bemerkungen:									
<div style="background-color: #cccccc; width: 15px; height: 15px; display: inline-block; margin-right: 5px;"></div> Empfehlung, deren endgültige Wirksamkeit durch Brandversuche nachzuweisen ist									

# Anlage 1 zu M-HolzR: Bauteil- und Anschlusskatalog für hochfeuerhemmende und feuerbeständige Holzbauteile

## 1.3 Bauteilanschlüsse Wand - Decke



Abbildung 1-1: einlagige Bekleidung

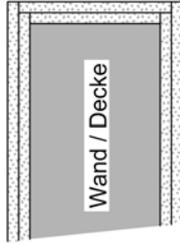


Abbildung 1-2: mehrlagige Bekleidung

Fugenversatz, Stufenfalz  
Anschlussystematik für Bekleidungsstöße und Leibungsausbildungen

Beispiel:  
Fugenabdeckung mit zweiter Lage als gesonderte Maßnahme bei einlagiger Bekleidung

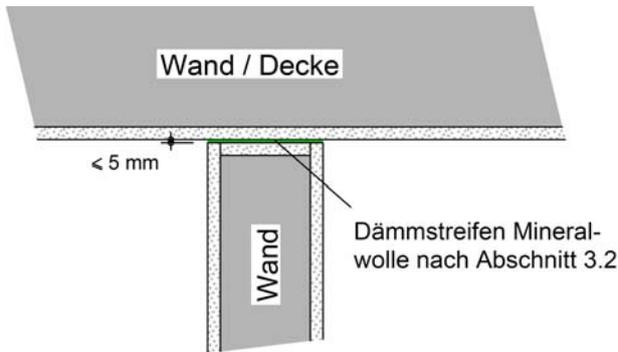


Abbildung 1-3: Anschlussystematik Wand an Wand / Decke

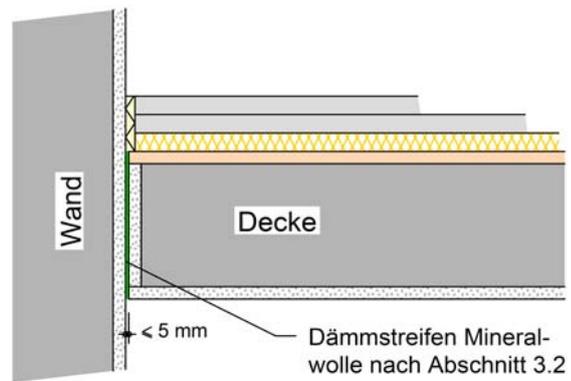


Abbildung 1-4: Anschlussystematik Balloonbauweise

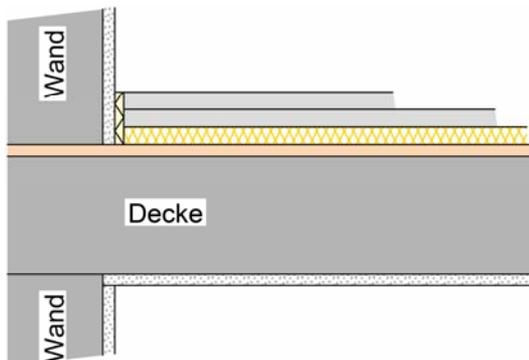


Abbildung 1-5: : Anschlussystematik Plattformbauweise



## 1 Installationsführung / Erschließung

### 1.1 Vertikale Erschließung

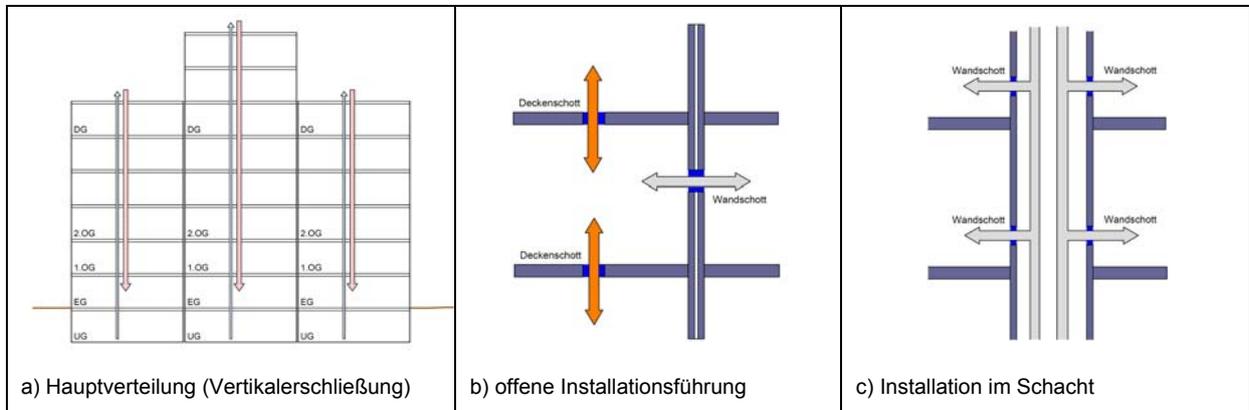


Abbildung 2-1: Vertikale Gebäudeerschließung

### 1.2 Installationsführung

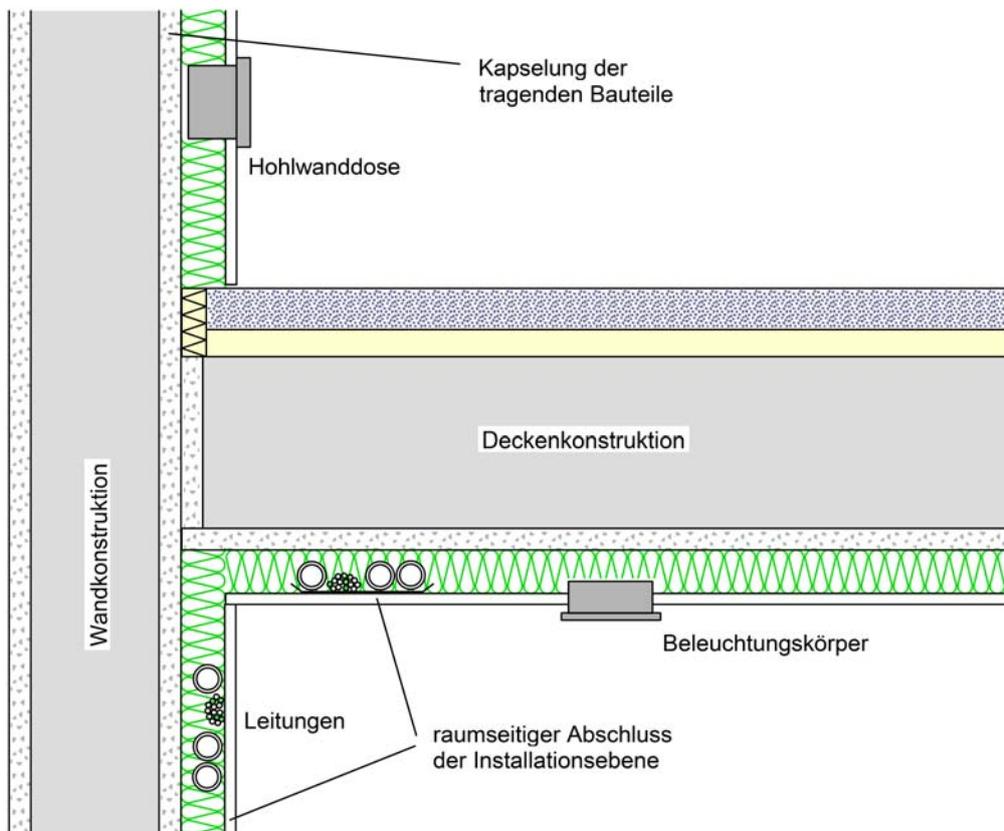


Abbildung 2-2: Installationsführung

1.3 Durchdringung von Wand- und Deckenbauteilen

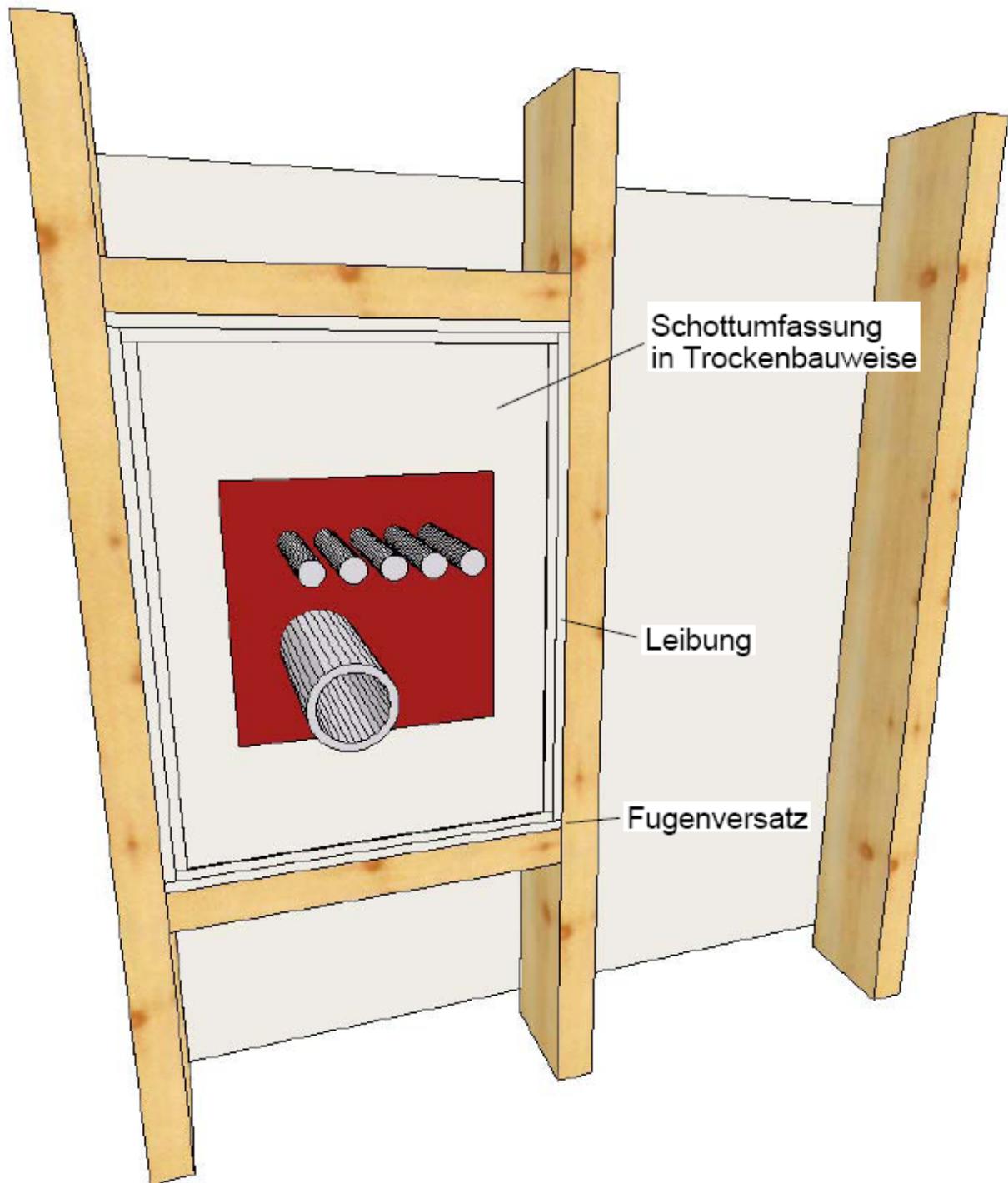
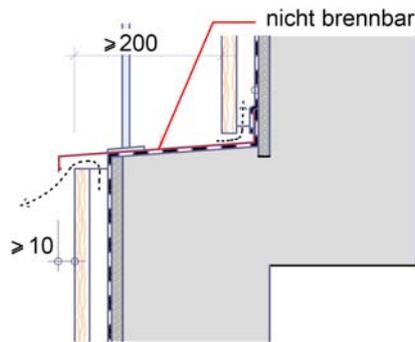


Abbildung 2-3: Schematische Darstellung einer Durchdringung mittels Schottumfassung in Trockenbauweise

## 1 Brandschutzmaßnahme bei Fassaden mit zurückgesetzten Geschossen



Bildung eines horizontalen nicht brennbaren Streifens mit einer Breite  $\geq 200$  mm.

Überstand der Schürze bzw. Abschottung von  $X \geq 10$  mm

Geländer- oder Brüstungsanordnungen im horizontalen Streifen müssen nicht brennbar ausgeführt werden.

Abbildung 3-1: Ausbildung von Geschossversätzen als horizontale Brandschutzmaßnahme

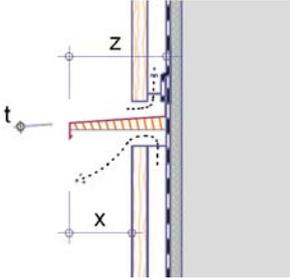
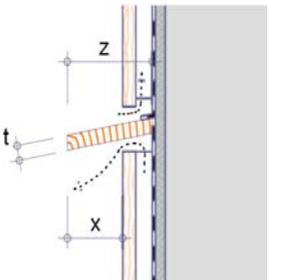
## 2 Horizontale Brandschutzmaßnahmen mit einer Auskrägung $x < 250$ mm

### 2.1 Horizontale Brandschutzmaßnahmen für hinterlüftete Fassaden

Tabelle 3-1: Abschottung mit horizontaler Schürze - Ausführung als hinterlüftete Konstruktion, Anforderungen an Material und Befestigung

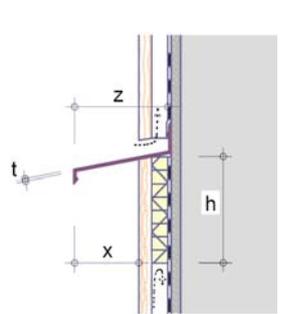
<p>a) Blechschürze</p>	<p>Stahlblech, kein Aluminium</p> <p>Dicke <math>t \geq 1,5</math> mm für freie Auskrägung <math>x \leq 160</math> mm</p> <p>Dicke <math>t \geq 2,0</math> mm für freie Auskrägung <math>x &gt; 160</math> mm</p> <p>Befestigung mit Schrauben</p> <p><math>\phi \geq 4</math> mm, <math>e \leq 300</math> mm für <math>t &lt; 2,0</math> mm</p> <p><math>\phi \geq 4</math> mm, <math>e \leq 400</math> mm für <math>t \geq 2,0</math> mm</p>	<p>Fassadentyp</p> <p><math>A_H</math> und <math>A_V</math> <math>X \geq 10</math> mm</p> <p><math>B_H</math> und <math>B_V</math> <math>X \geq 10</math> mm</p> <p><math>C_H</math> <math>X \geq 100</math> mm</p> <p><math>C_V, D_H</math> und <math>D_V</math> <math>X \geq 150</math> mm</p>
<p>b) Mineralische Schürze</p>	<p>Mineralisch gebundene Platten (z.B. zementgebundene Spanplatte, zementgebundene Faserplatte)</p> <p>Dicke <math>t \geq 15</math> mm für freie Auskrägung <math>x \leq 250</math> mm</p> <p>Befestigung mit Schrauben</p> <p><math>\phi \geq 4</math> mm, <math>e \leq 400</math> mm</p>	<p><math>A_H</math> und <math>A_V</math> <math>X \geq 10</math> mm</p> <p><math>B_H</math> und <math>B_V</math> <math>X \geq 10</math> mm</p> <p><math>C_H</math> <math>X \geq 100</math> mm</p> <p><math>C_V, D_H</math> und <math>D_V</math> <math>X \geq 150</math> mm</p>

## Anlage 3 zu M-HolzR: Konstruktionsdetails für Außenwandbekleidungs-systeme

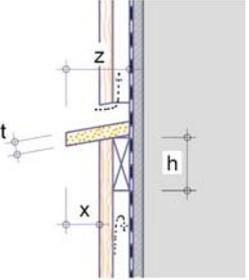
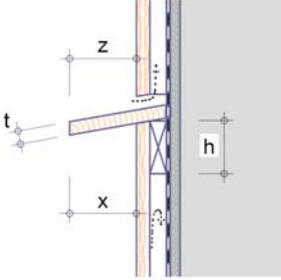
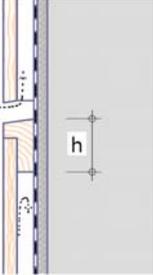
<p>c) Holzschürze nicht brennbar abgedeckt</p> 	<p>Stahlblech, kein Aluminium, Dicke <math>t \geq 1,5 \text{ mm}</math>          Holz, kernfrei, Dicke <math>t \geq 22 \text{ mm}</math>          Befestigung mit Stahlschrauben  <math>\varnothing \geq 4 \text{ mm}</math>, <math>e \leq 625 \text{ mm}</math></p>	<table border="1"> <tr> <td><math>A_H</math> und <math>A_V</math> <math>X \geq 10 \text{ mm}</math></td> </tr> <tr> <td><math>B_H</math> und <math>B_V</math> <math>X \geq 15 \text{ mm}</math></td> </tr> <tr> <td><math>C_H</math> <math>X \geq 100 \text{ mm}</math></td> </tr> <tr> <td><math>C_V</math>, <math>D_H</math> und <math>D_V</math> <math>X \geq 150 \text{ mm}</math></td> </tr> </table>	$A_H$ und $A_V$ $X \geq 10 \text{ mm}$	$B_H$ und $B_V$ $X \geq 15 \text{ mm}$	$C_H$ $X \geq 100 \text{ mm}$	$C_V$ , $D_H$ und $D_V$ $X \geq 150 \text{ mm}$
$A_H$ und $A_V$ $X \geq 10 \text{ mm}$						
$B_H$ und $B_V$ $X \geq 15 \text{ mm}$						
$C_H$ $X \geq 100 \text{ mm}$						
$C_V$ , $D_H$ und $D_V$ $X \geq 150 \text{ mm}$						
<p>d) Holzschürze</p> 	<p>Holz, kernfrei          Dicke <math>t \geq 22 \text{ mm}</math> für freie Auskragung <math>x \leq 160 \text{ mm}</math>          Dicke <math>t \geq 27 \text{ mm}</math> für freie Auskragung <math>x \leq 200 \text{ mm}</math>          Dicke <math>t \geq 40 \text{ mm}</math> für freie Auskragung <math>x &gt; 200 \text{ mm}</math>          Befestigung mit Stahlschrauben  <math>\varnothing \geq 4 \text{ mm}</math>, <math>e \leq 625 \text{ mm}</math> für <math>t &lt; 40 \text{ mm}</math>  <math>\varnothing \geq 5 \text{ mm}</math>, <math>e \leq 400 \text{ mm}</math> für <math>t \geq 40 \text{ mm}</math></p>	<table border="1"> <tr> <td><math>A_H</math> und <math>A_V</math> <math>X \geq 10 \text{ mm}</math></td> </tr> <tr> <td><math>B_H</math> und <math>B_V</math> <math>X \geq 15 \text{ mm}</math></td> </tr> <tr> <td><math>C_H</math> <math>X \geq 100 \text{ mm}</math></td> </tr> <tr> <td><math>C_V</math>, <math>D_H</math> und <math>D_V</math> <math>X \geq 150 \text{ mm}</math></td> </tr> </table>	$A_H$ und $A_V$ $X \geq 10 \text{ mm}$	$B_H$ und $B_V$ $X \geq 15 \text{ mm}$	$C_H$ $X \geq 100 \text{ mm}$	$C_V$ , $D_H$ und $D_V$ $X \geq 150 \text{ mm}$
$A_H$ und $A_V$ $X \geq 10 \text{ mm}$						
$B_H$ und $B_V$ $X \geq 15 \text{ mm}$						
$C_H$ $X \geq 100 \text{ mm}$						
$C_V$ , $D_H$ und $D_V$ $X \geq 150 \text{ mm}$						

## 2.2 Horizontale Brandschutzmaßnahmen für unterlüftete Fassaden

Tabelle 3- 2: Abschottung mit horizontaler Schürze - Ausführung als unterlüftete Konstruktion, Anforderungen an Material und Befestigung

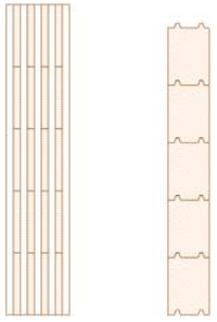
<p>e) Blechschürze</p> 	<p>Stahlblech, kein Aluminium, Dicke <math>t \geq 1,5 \text{ mm}</math>          Befestigung mit Stahlschrauben  <math>\varnothing \geq 4 \text{ mm}</math>, <math>e \leq 400 \text{ mm}</math>          Dämmstreifen <math>h \geq 80 \text{ mm}</math>, dicht mit Übermaß eingebaut und mechanisch gegen Verrutschen gesichert.          Hydrophobierte Mineralwolle, Schmelzpunkt <math>\geq 1000^\circ\text{C}</math>          Rohdichte <math>\geq 40 \text{ kg/m}^3</math>          (entsprechend DIN 4102-17:1990-12)</p>	<table border="1"> <tr> <td>Fassadentyp</td> </tr> <tr> <td><math>A_H</math> und <math>A_V</math> <math>X \geq 10 \text{ mm}</math></td> </tr> <tr> <td><math>B_H</math> und <math>B_V</math> <math>X \geq 15 \text{ mm}</math></td> </tr> <tr> <td><math>C_H</math> <math>X \geq 100 \text{ mm}</math></td> </tr> <tr> <td><math>C_V</math>, <math>D_H</math> und <math>D_V</math> <math>X \geq 150 \text{ mm}</math></td> </tr> </table>	Fassadentyp	$A_H$ und $A_V$ $X \geq 10 \text{ mm}$	$B_H$ und $B_V$ $X \geq 15 \text{ mm}$	$C_H$ $X \geq 100 \text{ mm}$	$C_V$ , $D_H$ und $D_V$ $X \geq 150 \text{ mm}$
Fassadentyp							
$A_H$ und $A_V$ $X \geq 10 \text{ mm}$							
$B_H$ und $B_V$ $X \geq 15 \text{ mm}$							
$C_H$ $X \geq 100 \text{ mm}$							
$C_V$ , $D_H$ und $D_V$ $X \geq 150 \text{ mm}$							

## Anlage 3 zu M-HolzR: Konstruktionsdetails für Außenwandbekleidungs-systeme

<p>f) Mineralische Schürze</p> 	<p>Mineralisch gebundene Platten (z.B. zementgebundene Spanplatte, zementgebundene Faserplatte)</p> <p>Dicke <math>t \geq 15 \text{ mm}</math> für freie Auskrägung <math>x \leq 250 \text{ mm}</math></p> <p>Holzleiste <math>h \geq 50 \text{ mm}</math> Befestigung mit Stahlschrauben</p> <p><math>\varnothing \geq 4 \text{ mm}</math>, <math>e \leq 400 \text{ mm}</math></p>	<table border="1"> <tbody> <tr> <td><math>A_H</math> und <math>A_V</math></td> </tr> <tr> <td><math>X \geq 10 \text{ mm}</math></td> </tr> <tr> <td><math>B_H</math> und <math>B_V</math></td> </tr> <tr> <td><math>X \geq 10 \text{ mm}</math></td> </tr> <tr> <td><math>C_H</math></td> </tr> <tr> <td><math>X \geq 100 \text{ mm}</math></td> </tr> <tr> <td><math>C_V, D_H</math> und <math>D_V</math></td> </tr> <tr> <td><math>X \geq 150 \text{ mm}</math></td> </tr> </tbody> </table>	$A_H$ und $A_V$	$X \geq 10 \text{ mm}$	$B_H$ und $B_V$	$X \geq 10 \text{ mm}$	$C_H$	$X \geq 100 \text{ mm}$	$C_V, D_H$ und $D_V$	$X \geq 150 \text{ mm}$
$A_H$ und $A_V$										
$X \geq 10 \text{ mm}$										
$B_H$ und $B_V$										
$X \geq 10 \text{ mm}$										
$C_H$										
$X \geq 100 \text{ mm}$										
$C_V, D_H$ und $D_V$										
$X \geq 150 \text{ mm}$										
<p>g) Holzschürze</p> 	<p>Holz, kernfrei, Dicke <math>t \geq 22 \text{ mm}</math></p> <p>Holzleiste <math>h \geq 50 \text{ mm}</math></p> <p>Befestigung mit Stahlschrauben</p> <p><math>\varnothing \geq 5 \text{ mm}</math>, <math>e \leq 625 \text{ mm}</math></p>	<table border="1"> <tbody> <tr> <td><math>A_H</math> und <math>A_V</math></td> </tr> <tr> <td><math>X \geq 10 \text{ mm}</math></td> </tr> <tr> <td><math>B_H</math> und <math>B_V</math></td> </tr> <tr> <td><math>X \geq 15 \text{ mm}</math></td> </tr> <tr> <td><math>C_H</math></td> </tr> <tr> <td><math>X \geq 100 \text{ mm}</math></td> </tr> <tr> <td><math>C_V, D_H</math> und <math>D_V</math></td> </tr> <tr> <td><math>X \geq 150 \text{ mm}</math></td> </tr> </tbody> </table>	$A_H$ und $A_V$	$X \geq 10 \text{ mm}$	$B_H$ und $B_V$	$X \geq 15 \text{ mm}$	$C_H$	$X \geq 100 \text{ mm}$	$C_V, D_H$ und $D_V$	$X \geq 150 \text{ mm}$
$A_H$ und $A_V$										
$X \geq 10 \text{ mm}$										
$B_H$ und $B_V$										
$X \geq 15 \text{ mm}$										
$C_H$										
$X \geq 100 \text{ mm}$										
$C_V, D_H$ und $D_V$										
$X \geq 150 \text{ mm}$										
<p>h) Winkelfalzleiste</p> 	<p>Holz, kernfrei, Dicke <math>h \geq 70 \text{ mm}</math></p> <p>Die Winkelfalzleiste ist formschlüssig an die Bekleidung anzuschließen. Es ist eine minimale Dicke des die Bekleidung überdeckenden kurzen Profilschenkels von 20 mm vorzusehen.</p> <p>Befestigung mit Stahlschrauben</p> <p><math>\varnothing \geq 4 \text{ mm}</math>, <math>e \leq 625 \text{ mm}</math></p>									

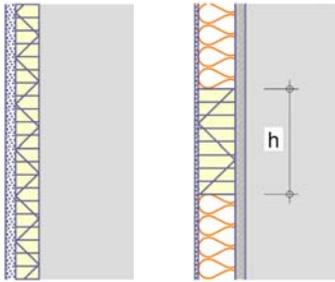
### 2.3 Horizontale Brandschutzmaßnahmen für Fassadenkonstruktionen ohne Lüftungsebene

Tabelle 3-3: Fassaden ohne Lüftungsebene

<p>i) Massivholzkonstruktionen</p> 	<p>Vollholz- oder Massivholzbauteile, welche direkt die äußerste bewitterte Schicht bilden und keine Lüftungsebene aufweisen dürfen über die gesamte Fassadenhöhe ohne zusätzliche Brandschutzmaßnahme ausgeführt werden.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### Anlage 3 zu M-HolzR: Konstruktionsdetails für Außenwandbekleidungs-systeme

#### j) Kompakte Konstruktionen ohne Hohlräume

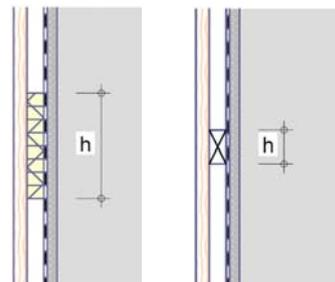


Auf Kernwand hohlraumfrei montierte, nicht belüftete Bekleidung. Unterkonstruktion mit Mineralwolle, Schmelzpunkt  $\geq 1000^{\circ}\text{C}$ , Rohdichte  $\geq 40 \text{ kg/m}^3$  (entsprechend DIN 4102-17:1990-12) oder gleichwertig ausgedämmt.

Bekleidung aus Holzwerkstoff bzw. Massivholz  $d \geq 18 \text{ mm}$ , Rohdichte  $\geq 330 \text{ kg/m}^3$  oder mineralisch gebundenem Werkstoff.

Unterkonstruktion aus brennbaren Baustoffen nicht zulässig.

#### k) Geschlossene Konstruktionen mit Kammerbildung



Dämmstreifen  $h \geq 150 \text{ mm}$ , dicht mit Übermaß eingebaut und mechanisch gegen Verrutschen gesichert.

Hydrophobierte Mineralwolle, Schmelzpunkt  $\geq 1000^{\circ}\text{C}$ , Rohdichte  $\geq 40 \text{ kg/m}^3$  (entsprechend DIN 4102-17:1990-12)

alternativ mit Holzleiste  $h \geq 50 \text{ mm}$

Befestigung mit Schrauben  $\varnothing \geq 4 \text{ mm}$ ,  $e \leq 400 \text{ mm}$

## 3 Fugenausbildung und konstruktive Befestigung von Außenwand-bekleidungen

Tabelle 3-4: Ausbildung der Fugen sowie konstruktive Befestigung verschiedener Bekleidungs-typen

Bekleidungs-typ A	
Fugenausbildung	
Befestigung	<p>Fugen hinterlegt hinterlegt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Holzlatte Dicke <math>d \geq 20 \text{ mm}</math></li> <li>• Aluminiumprofil Dicke <math>d \geq 1,5 \text{ mm}</math></li> <li>• Stahlprofil Dicke <math>d \geq 1,0 \text{ mm}</math></li> </ul> <p>Fugen formschlüssig verbunden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feder mit Dicke <math>d \geq 10 \text{ mm}</math></li> </ul> <p>Fugenbreite X</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hinterlegt: X frei wählbar</li> <li>• formschlüssig <math>X \leq 20 \text{ mm}</math></li> </ul> <p>Federdicke</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Holz <math>Y \geq 10 \text{ mm}</math></li> <li>• Aluminium <math>Y \geq 1,5 \text{ mm}</math></li> <li>• Stahl <math>Y \geq 0,8 \text{ mm}</math></li> </ul> <p>Verbindung auf Unterkonstruktion mittels Schrauben entlang der Plattenkanten. Maximaler Verbindungsmittelabstand <math>e \leq 500 \text{ mm}</math></p>

### Anlage 3 zu M-HolzR: Konstruktionsdetails für Außenwandbekleidungs-systeme

Bekleidungstyp B		
Fugenausbildung		<p>Nut und Federprofile:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Federdicke <math>\geq 5</math> mm</li> <li>Dicke der Profilierung <math>\geq 10</math> mm</li> <li>Profilübergreif <math>\geq 8</math> mm</li> </ul> <p>variable Brettstärke</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Brettstärke auf dünner Seite <math>\geq 15</math> mm</li> <li>Brettstärke auf dicker Seite <math>\geq 21</math> mm</li> </ul> <p>Die hintere Bekleidungsfläche muss eine Ebene bilden.</p>
Befestigung	Mindestens ein Verbindungsmittel je Schalungsbrett oder Profilleiste. Maximaler Abstand der Unterkonstruktion $e \leq 625$ mm	
Bekleidungstyp C		
Fugenausbildung		<p>Nut und Federprofile :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Federdicke <math>\geq 10</math> mm</li> <li>Dicke der Profilierung <math>\geq 10</math> mm</li> <li>Profilübergreif <math>\geq 8</math> mm</li> </ul> <p>variable Brettstärke</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Brettstärke auf dünner Seite <math>\geq 15</math> mm</li> <li>Brettstärke auf dicker Seite <math>\geq 21</math> mm</li> </ul> <p>Die hintere Bekleidungsfläche muss eine Ebene bilden.</p>
Befestigung	Mindestens ein Verbindungsmittel je Schalungsbrett oder Profilleiste. Maximaler Abstand der Unterkonstruktion $e \leq 625$ mm	
Bekleidungstyp D		
Fugenausbildung		<p>Nut und Federprofile :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Federdicke <math>\geq 10</math> mm</li> <li>Dicke der Profilierung <math>\geq 10</math> mm</li> <li>Profilübergreif <math>\geq 8</math> mm</li> </ul> <p>variable Brettstärke</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Brettstärke auf dünner Seite <math>\geq 15</math> mm</li> <li>Brettstärke auf dicker Seite <math>\geq 21</math> mm</li> </ul>
Befestigung	Mindestens ein Verbindungsmittel je Schalungsbrett oder Profilleiste. Maximaler Abstand der Unterkonstruktion $e \leq 625$ mm	

#### 4 Befestigung horizontaler Brandschutzmaßnahmen (Schürzen)

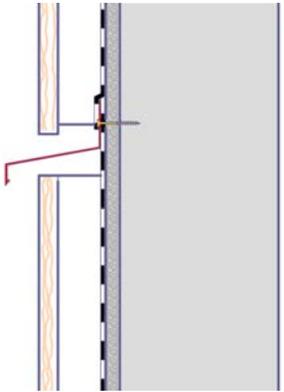
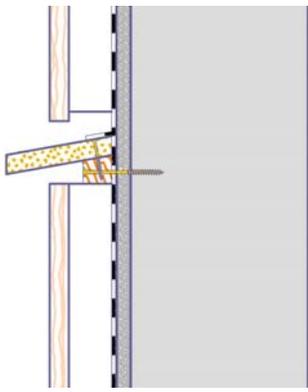
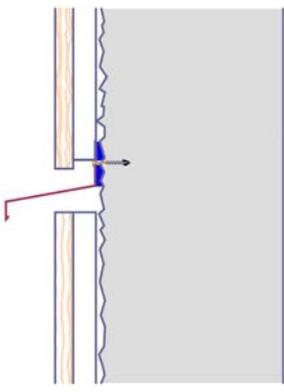
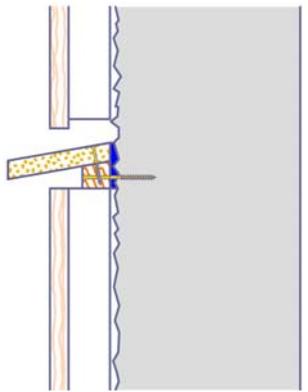
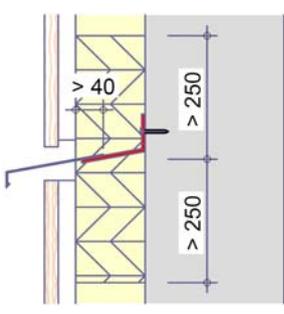
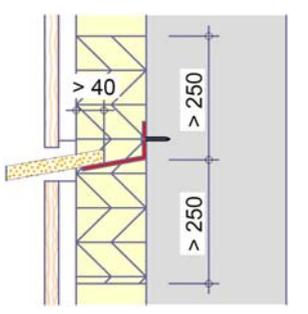
a) Blechschürze	b) Holzschürze / Mineralischer Schürze	Befestigung
		<p>a) Verschraubung auf ebener Fläche / Untergrund</p> <p>b) Verschraubung einer Holzschürze mit Montagelatte <math>\geq 30/30</math> mm</p>
		<p>a) Verschraubung auf strukturierten Untergrund. Unterlage mit komprimierter Mineralwolle, Schmelzpunkt <math>\geq 1000</math> °C, Rohdichte <math>\geq 40</math> kg/m<sup>3</sup> oder gleichwertig.</p> <p>b) Verschraubung einer Holzschürze mit Montagelatte <math>\geq 30/30</math> mm auf strukturierten Untergrund. Unterlage mit komprimierter Mineralwolle, Schmelzpunkt <math>\geq 1000</math> °C, Rohdichte <math>\geq 40</math> kg/m<sup>3</sup> oder gleichwertig.</p>
		<p>a) und b)</p> <p>Durchgehende Schürze auf lokaler Konsole. Schürze <math>\geq 40</math> mm in Dämmungsstreifen aus Mineralwolle, Schmelzpunkt <math>\geq 1000</math> °C, Rohdichte <math>\geq 60</math> kg/m<sup>3</sup> oder gleichwertig.</p>

Abbildung 3-2: Befestigung horizontaler Brandschutzmaßnahmen

## 5 Geeignete Maßnahmen für die Ausführung von Gebäudeecken und -übergänge

### 5.1 Maßnahmen bei Gebäudeaußenecken

Zur Behinderung eines Brandüberschlages an der Bekleidungsaußenseite als auch eine Brandausbreitung in der Hinter- oder Unterlüftungsebene sind alle drei Maßnahmen in geeignet:

50	30	150
a) vertikale Holzlatte (mind. 30 / 80 mm), Auflagerbreite $\geq$ 50 mm	b) vertikaler Blechwinkel (Dicke $t = 1,5$ mm), Auflagerbreite $\geq$ 50 mm	c) vertikaler hydrophobierter Mineralwollestreifen $b \geq 150$ mm, Schmelzpunkt $\geq 1000^\circ\text{C}$ Rohdichte $\geq 40 \text{ kg/m}^3$ , (entsprechend DIN 4102-17:1990-12) oder gleichwertig

Abbildung 3-3: vertikale Schottungsmaßnahmen bei Gebäudeaußenecken

### 5.2 Maßnahmen Gebäudeinnenecken

Zur Behinderung einer erhöhten Brandbeanspruchung in Innenecken von Gebäuden sind folgende Maßnahmen geeignet:

1000	für 500 mm $\geq$ A $\geq$ 1000	1000
a) Innenecke öffnungslos; vertikale Abtrennung der Hinter- / Unterlüftung mit Holzlatten mind. 30/50 mm alternativ: mit hydrophobierter Mineralwolle, Schmelzpunkt $>1000^\circ\text{C}$ , Rohdichte $> 40 \text{ kg/m}^3$ (DIN 4102-17:1990-12)	b) Innenecke mit Öffnungen in einem Abstand von $\leq 1,0$ m  X = erforderliche Auskragung nach Abschnitt 8.7.2.2 Y = $2 \cdot X$ und $150 \text{ mm} \geq Y \geq 300 \text{ mm}$	c) horizontale Ansicht auf Unterkonstruktion mit Einfassung der Öffnung durch Holzlatten

Abbildung 3-4: vertikale Schottungen bei Gebäudeinnenecken

5.3 Vertikale und horizontale Übergänge von wechselnden Fassadensystemen

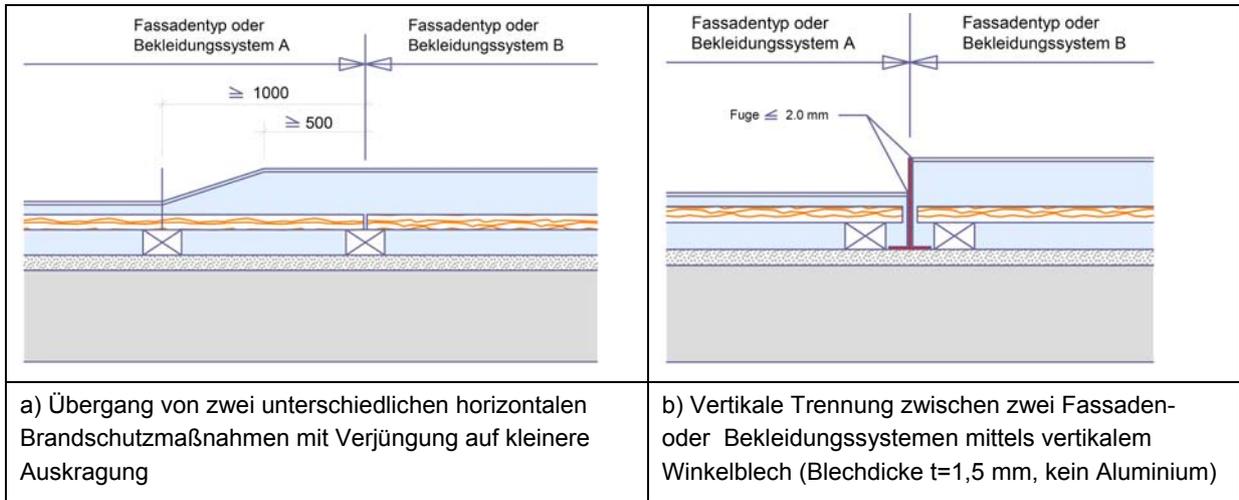


Abbildung 3-5: Maßnahmen bei horizontalen Übergängen von Bekleidungs-systemen

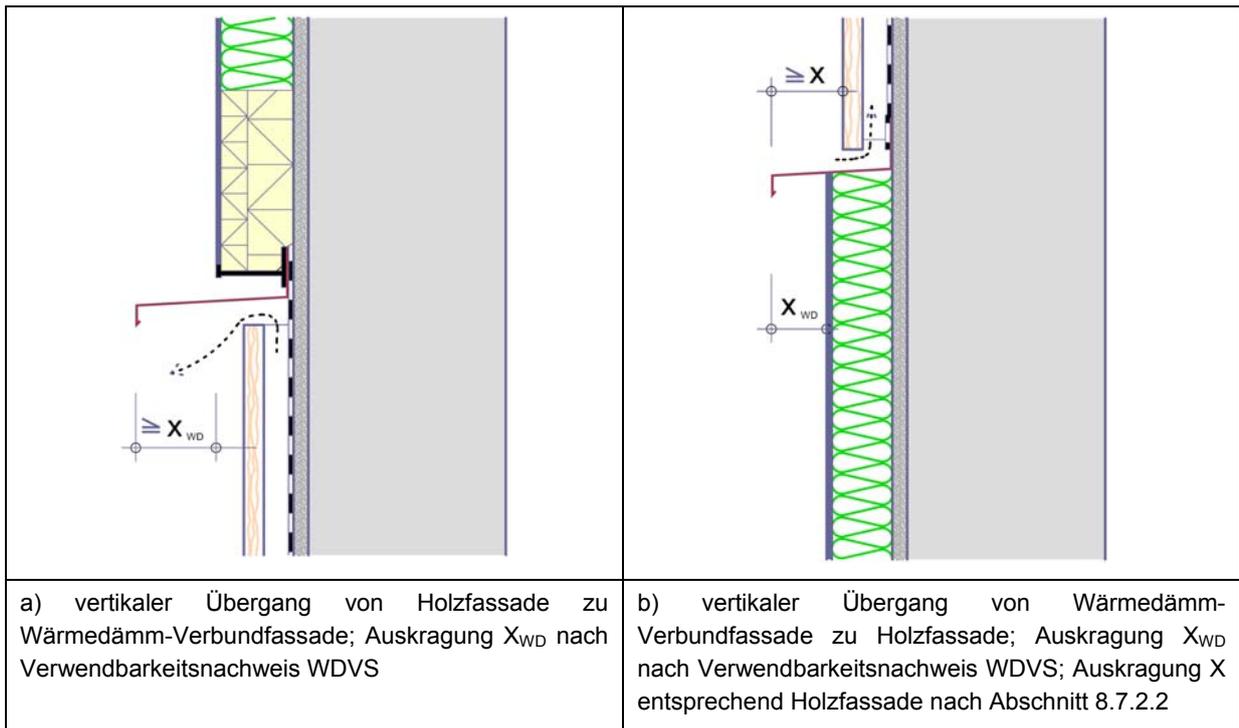


Abbildung 3-6: Maßnahmen bei vertikalen Übergängen von Bekleidungs-systemen

5.4 Anschlüsse bei brandabschnittsbildenden Bauteilen

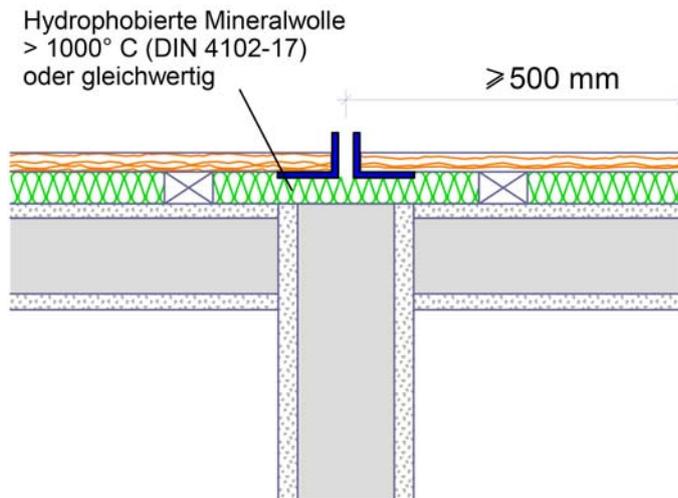


Abbildung 3- 7: Beispielhafter Anschluss an eine brandabschnittsbildende Wand



### 1 Allgemeines

Der Nachweis der Verwendbarkeit von Fassadenkonstruktionen aus normal entflammbaren Baustoffen kann bei Abweichungen von den beschriebenen Ausführungen in Abschnitt 8 im Rahmen von Originalbrandversuchen erfolgen. Die Versuche sind entsprechend DIN E 4102 Teil 20<sup>1</sup> „Besonderer Nachweis für das Brandverhalten von Außenwandbekleidungen“ durchzuführen.

Hinweis: Da das Brandverhalten von Bauprodukten nicht nur von der Art des Stoffes, sondern auch von der Form, der spezifischen Oberfläche und Masse, dem Verbund mit anderen Stoffen, den Verbindungsmitteln sowie der Verarbeitungsweise beeinflusst wird, ist für den Nachweis der Verwendbarkeit immer die komplette, baugleiche Fassade mit allen konstruktiven Charakteristiken im Prüfstand zu untersuchen. (Systemnachweis)

Für folgende Bauarten kann die Verwendbarkeit entsprechend dieser Richtlinie nachgewiesen werden:

- Wärmedämmverbundsysteme einschließlich ihrer grundlegenden Systembestandteile, wie Klebstoffe, Dämmstoff, Armierungsgewebe, Putze und aller konstruktiven Ausbildungen, wie z.B. mechanische Befestigungsmittel, Öffnungsanschlüsse (Stürze, Brüstungen und Leibungen), Fugenausbildungen und Sockelabschlüsse
- Vorgehängte, nicht hinterlüftete, hinterlüftete und unterlüftete Außenwandbekleidungen (keine Vorhangfassaden) einschließlich der grundlegenden Systembestandteile, wie Befestigungsmittel, Dämmstoff, Unterkonstruktion, Bekleidungsmaterial und aller konstruktiven Ausbildungen, wie z.B. Hinterlüftungsgitter, zusätzliche Befestigungsmittel, Öffnungsanschlüsse, Fugenausbildungen und Sockelanschlüsse

Die Durchführung hat auf einem witterungsunabhängigen Versuchsstand (Außenwand im natürlichen Maßstab mit einspringender Gebäudeecke) analog dem originalen Einbauzustand zu erfolgen. Das zu prüfende Bekleidungsssystem wird durch eine Brandlast unter natürlichen Lüftungsbedingungen thermisch beansprucht. Die Größe der Brandlast, deren Anordnung und Belüftung sowie die geometrische Anordnung der Brandkammer soll zusammenwirkend ein Szenario nachbilden, welches für einen Fensterausbrand aus einem im Vollbrand befindlichen Raumes mit wohnungsüblicher Brandlast charakteristisch ist.

### 2 Kurzbeschreibung des Versuchsstandes

Der Versuchsstand ist entsprechend DIN E 4102-20 aus zwei im rechten Winkel zueinander stehenden Wänden aus Gasbeton (Dicke mindestens 15 cm, Länge Rückwand 3,5 m und Eckwand 1,8 m) zu erstellen. Die Höhe des gesamten Prüfaufbaus ergibt sich aus ca. dreimal der Geschosshöhe. In der Rückwand befindet sich in der unteren Innenecke eine Brandkammer aus nicht brennbaren Baustoffen mit einer Öffnungsgröße nach vorne von 1 x 1 m<sup>2</sup>. Es ist darauf zu achten, dass nach Aufbringen der zu prüfenden Fassade die Öffnung der Brandkammer unverändert eine lichte Breite von 1,0 m aufweist.

Als Brandlast kommen Holzkrippe oder optional ein Gasbrenner mit einer entsprechenden Energiefreisetzung zur Verwendung.

Der Versuchskörper bzw. die Prüffassade ist im Maßstab 1:1 und detailgetreu ihrer Ausführungs- und Einbauart unmittelbar auf die Wände des Versuchsstandes anzubringen.

---

<sup>1</sup> DIN E 4102-20: Stand 1999, nicht öffentliches Arbeitspapier (in Überarbeitung)

### 3 Versuchsdurchführung, Meß- und Registrierdaten

Der Versuchsablauf (Zündung der Brandlast und Lüftungsbedingungen) ist entsprechend den Vorgaben nach DIN E 4102-20 durchzuführen.

Während der Brandprüfung werden an mehreren definierten Stellen Temperaturen mittels NiCr-Ni-Mantelthermoelementen gemessen. Folgende Temperaturen werden erfasst:

- Temperaturen 5 mm vor der Oberfläche des Prüfkörpers an 26 Meßstellen (O1 – O26)
- Temperaturen 100 mm vor der Oberfläche des Prüfkörpers an 6 Meßstellen (F1 – F6)
- Temperaturen 5 mm unterhalb des Brandkammersturzes an 3 Meßstellen (S1 – S3)
- Temperaturen hinter der Oberfläche des Prüfkörpers (je nach Bauart -WDVS oder belüftete Fassaden- in verschiedenen Tiefenpositionen) an 15 Meßstellen

Vertikale Flammenhöhen und seitliche Brandausbreitung werden visuell durch Vergleich mit Messmarken erfasst.

Die Prüfung endet nach 20 Minuten mit dem Ablöschen der Brandlast und anschließend der Fassade von oben nach unten.

### 4 Verwendbarkeitsnachweis

Die Eignung der geprüften Konstruktion kann durch Feststellung nachfolgender Parameter nachgewiesen werden:

- Keine sichtbare Brandausbreitung auf der Bekleidungsoberfläche und in der Hinter- / Unterlüftungsebene oberhalb der dritten horizontalen Brandschutzmaßnahme (maximaler Abstand der dritten horizontalen Brandschutzmaßnahme über Brandkammersturz = 6 m)
- Keine bedeutende horizontale Brandausbreitung (maximale horizontale Brandausbreitung je Seite von  $b = 0,9$  m gemessen von der jeweiligen seitlichen Brandkammerleibung).
- An sämtlichen Temperaturmessstellen 1,0 m oberhalb des Brandkammersturzes müssen die Temperaturen in der Hinterlüftungsebene geringer sein, als die an der Bekleidungsaußenseite.
- Während der Versuchsdauer 20 min sowie des darauf folgenden Löschvorgangs dürfen keine großen und schwere noch brennende Teile von der Fassade abfallen. Als große Teile sind Platten- oder Elemente mit Flächen von  $> 0,40$  m<sup>2</sup> oder Massen von  $> 5$  kg anzusehen.
- Die Fassade muss nach dem Versuch einfach von oben nach unten ablöschar sein. Gezielte Löschstrahle in den Hinterlüftungsspalt sind zulässig. Nach dem Ablöschvorgang darf es zu keiner erneuten Entzündung der Bekleidung bzw. der darunter liegenden Konstruktion kommen.

Der Verwendbarkeitsnachweis wird von einer für die Fassadenprüfung nach DIN E 4102-20 zertifizierten Prüfstelle in Form eines allgemein bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses bestätigt.