



*Ingolf Kotthoff
Dipl. Physiker
Geschäftsführer
MFPA Leipzig GmbH
Leipzig, Deutschland*

Brandsichere Anwendung von Holz an der Fassade

Fire safety and the use of wood for building facades



*Reinhard Wiederkehr
Dipl. Holzbau-Ing. HTL/SISH
Mitinhaber Holzbau-Ing. Büro
Makiol + Wiederkehr
Beinwil am See, Schweiz*

Impiego sicuro del legno nelle facciate

Brandsichere Anwendung von Holz an der Fassade



Abbildung 1: Holz-Aussenwand an einem Altersheim in Glarus

1 Lignum/holz 21 Projekt „Brandsicherheit und Holzbau“

1.1 Ausgangslage

Das neuzeitliche Bauen mit Holz findet sowohl bei Planern wie auch bei Bauherren eine zunehmende Akzeptanz. Im In- und Ausland ausgeführte Bauwerke wirken beispielhaft und animieren Planer und Bauherren vermehrt Bauten in Holz zu realisieren. Allerdings können die zuständigen Behörden Bauten in Holz aufgrund der heute gültigen Normen -im Normalfall- nur bewilligen, wenn sie nicht mehr als zwei Vollgeschosse aufweisen.

Vermehrte Holznachfrage

Zwischen einer vermehrten Holznachfrage und einer optimalen Brandsicherheit von Holzbauten besteht ein direkter Zusammenhang: denn Holz ist gleichzeitig Bau- und Brennstoff. Moderne Holztragwerke sind jedoch sicher. Zwar kann Holz brennen, aber massgeblich ist, wie sich ein Baustoff im Brandfall verhält. Hier kennt Holz entscheidende Vorteile. Diese klaren Vorteile von Holz gilt es in Versuchen zu bestätigen und als technische Lösungen bereitzustellen.

Die Sicherheit von Holzbauten ist somit ein Schlüsselfaktor, um eine markante Steigerung im Absatz von Holz und dessen Produkten zu erreichen. Dies gilt grundsätzlich für jegliche Holz-anwendung, kommt aber insbesondere im wichtigen Zukunftsmarkt der mehrgeschossigen Bauten verstärkt zum Tragen.

Günstigere Rahmenbedingungen

Die VKF (Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen, Bern) hat dank intensiver Zusammenarbeit mit der Lignum in Aussicht gestellt, dass sie ab der nächsten Vorschriften-Revision ihre Brandschutzvorschriften dahingehend ändern wird, dass der mehrgeschossige Holzbau auf der Stufe der Standardanforderungen zugelassen wird.

Neue Märkte – Neue Anwendungen

Dank den in Aussicht gestellten Änderungen ergeben sich völlig neue Anwendungsgebiete und Märkte für das Holz. Dies bedeutet aber, dass hinsichtlich Konstruktion und Ausführung teilweise Neuland beschritten wird.

Entwicklung und Forschung – Sicherheit gewährleisten

Umfangreiche Entwicklungs- und Forschungsarbeiten sind nötig, um das bis anhin hohe Sicherheitsniveau in der Schweiz beizubehalten. Der Grundsatz des Brandschutzes – ein einwandfreier Personen- und Sachwertschutz – darf nicht beeinträchtigt werden.

Gesamtkonzept

Die Wald- und Holzwirtschaft ist sich ihrer Verantwortung bewusst. Sie hat deshalb unter der Leitung von LIGNUM, Holzwirtschaft Schweiz in den Jahren 1999 bis 2001 ein Gesamtkonzept "Brandsicherheit und Holzbau" erstellt.

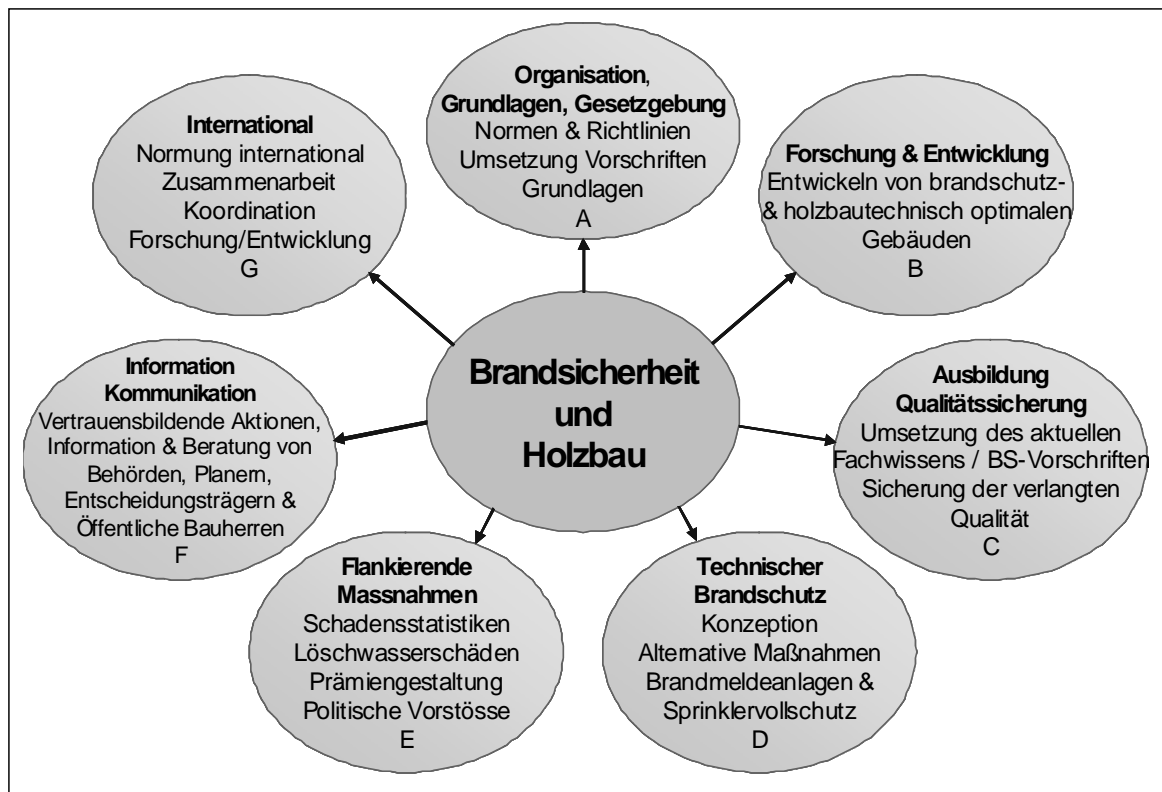


Abbildung 2: Gesamtkonzept „Brandsicherheit und Holzbau“

Brandschutzgesetzgebung	Technische Lösungen	Bauherrschaften gewinnen	Umgang mit Risiken
<ul style="list-style-type: none"> • In den Normen und Vorschriften sind zielkonforme Kriterien für den Baustoff Holz enthalten. • Materialtechnische Bedingungen sind in „Papieren zum Stand der Bautechnik“ geregelt. • Die Sicherheit wird dank wissenschaftlicher Entwicklung und Forschung ausgewiesen. • Einheitliche Regelung in der ganzen Schweiz. • Anpassung an internationale Regelwerke, insbesondere EU-Normen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung und Forschung von brand- und holzbautechnisch optimalen Bauteilen und Gebäuden. • Lignum/SIA Dok 83 "Brandschutz und Holzbau" gibt Anleitung zum sicheren Bauen mit Holz. • Lignum/SIA Dok 83 ist aktuell und gilt als Dokument mit „Stand der Bautechnik“. • Ausbildung und Schulung haben einen grossen Stellenwert. • Sicherheit und Qualität werden auf allen Stufen gewährleistet. 	<ul style="list-style-type: none"> • Marktgewinnung dank vertrauensbildenden Aktionen und Bauen mit Vorbildcharakter. • Holz wird gegenüber Konkurrenzprodukten aufgewertet. • Mobiliar- und Gebäudeversicherungsprämien für Holz- und Massivbau sind gleich. • Positive Einstellung von Behörden und Öffentlichkeit zum Holzbau. • Gutes Bauen mit Holz überzeugt sowohl Behörde als auch Öffentlichkeit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Risiken und Gefahren erkennen. • Abbau von Vorurteilen wie „Holz brennt“. • Rückschläge auffangen. • Professioneller Umgang mit Brandfällen. • Brandschutz während der Bauzeit; Kampagne innerhalb der eigenen Reihen. • Die Branche kennt die Grenzen und Risiken.

Abbildung 3: Ziele

1.2 Projektgliederung

Das Gesamtprojekt „Brandsicherheit und Holzbau“ ist in folgende sieben Projektsegmente gegliedert (siehe Abbildung 2):

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

Die Projektsegmente sind in konkrete Teilprojekte aufgeteilt (siehe Abbildung 4).

1.3 Projektgliederung und -fortschritt Stand September 2004

PROJEKTSEGMENT		TEILPROJEKT		ABGESCHLOSSEN	IN ARBEIT	PROJEKTPHASE 2	PROJEKTPHASE 3 + 4	ZURÜCKGESTELLT
A	Führung, Organisation, Grundlagen	A 1	VKF Norm 2003					
		A 2	Fachausschuss / Fachteam / Projektverantwortliche					
B	Forschung und Entwicklung	B 0	Anforderungen und Konzeption Holzbau					
		B 1	Holz-Betonverbunddecken					
		B 2	Modulhotels					
		B 3	Fassaden					
		B 4	Holz-Bauteile mit Feuerwiderstandsdauer 30 und 60 Minuten					
		B 5	Verbindungsmitel und Anschlüsse mit FW 30 und 60 Minuten					
		B 6	Abschlussfronten EI 30 und EI 60					
		B 7	Fenster					
		B 8	Abschottungen					
		B 9	Haustechnik (Heizung / Elektro / Sanitär / Lüftung)					
		B 10	Berechnungstools für Ingenieure					
C	Ausbildung und Qualitätssicherung	C 1	Ausbildung SIA Dok 83, Ausgabe 1997					
		C 2	VKF Norm Generation 2003					
		C 3	Qualitätssicherungssystem					
		C 4	Ausbildung - Konzeption					
D	Technischer Brandschutz	D 1	Opportunitäten / neue Technologien					
		D 2	Sprinklerkonzepte					
		D 3	Brandmelder					
E	Flankierende Massnahmen	E 1	Analyse Gilamont					
		E 2	Löschwasserschäden					
		E 3	Prämien / Schadenstatistik					
		E 4	Finanzhilfe / BS-Regionen					
		E 5	Technische Argumentation für mehrgeschossigen Holzbau					
F	Information, Kommunikation	F 1 – F 3	Planungshilfen Bauteile					
		F 4	Umsetzung					
		F 5	Spezielle Ereignisse / Task Force					
		F 6	SIA/LIGNUM Dok 83, Brandschutz im Holzbau (Ausgabe 06/07)					
		F 7	Brandschutz „klipp und klar“					
		F 8	Brandschutz im Holzbau (Lignatec)					
G	International	G 1	Normung Europa					
		G 2	Entwicklung / Recherchen / Zusammenarbeit in Europa					

Abbildung 4: Projektfortschritt Stand September 2004

1.4 Ausgangslage Ende 2004

Projektphase 1 fand mit der erfolgreichen Umsetzung von zielkonformen Anforderungen für den Baustoff Holz in der Brandschutzgesetzgebung ihren erfolgreichen Abschluss. In der Projektphase 2 sind in den meisten Teilprojekten die umfangreichen Entwicklungs- und Forschungsarbeiten soweit fortgeschritten, dass die Auswertungs- und Dokumentationsphase beginnen kann. Durchgeführt werden diese viel versprechenden Arbeiten an der ETH Zürich, der EMPA Dübendorf, der HSB Biel sowie in Leipzig an der Materialforschungs- und Prüfungsanstalt (MFPA). Das Brandverhalten von Holz muss in jeder Hinsicht bekannt sein, um es in den Griff zu bekommen. Nur so lassen sich die geplanten neuen Anwendungen verwirklichen und als brandsicher einstufen. Weitere Untersuchungen befassen sich mit der optimalen Führung der Haustechnik und deren brandtechnischen Abschottung im Holzbau. Die Ergebnisse dieser Teilprojekte werden ebenfalls zu Beginn des nächsten Jahres vorliegen.

Die neuen Erkenntnisse sollen wirkungsvoll in die Praxis einfließen. Diese Aufgabe werden Dokumentationen, Arbeitshilfsmittel und Qualitätsrichtlinien erfüllen, die in den Projektphasen 3 und 4 bereitgestellt werden. Durch diese werden die neuen Möglichkeiten für das Holz unter den Bauverantwortlichen bekannt gemacht, damit diese den Holzbau brandsicher gestalten und ausführen können. In dieser Richtung unterstützend wird das gemeinsam von Behörden, Holzfachleuten und Spezialisten erarbeitete Qualitätssicherungssystem wirken. Werden die Projektphasen 3 und 4 ebenso konsequent umgesetzt wie die Phasen 1 und 2, darf tatsächlich mit neuen Märkten gerechnet werden. Denn je länger desto mehr bestätigt sich, dass zwischen den erzielten Fortschritten im Brandschutz und einer erweiterten Nachfrage nach Holz als Baustoff ein direkter Zusammenhang besteht.

Die Holzbranche hat auf dem Weg in eine neue Ära mit dem Programm «Brandschutz und Holzbau» den grösseren Teil der Strecke erfolgreich zurückgelegt. Ein bedeutender Meilenstein, die Einführung der neuen Vorschriften, steht kurz bevor. Die Gelegenheit wurde wahrgenommen – nun gilt es, auch die Pflichten wahrzunehmen: die begonnene, praktisch und wissenschaftlich abgestützte Forschung und Entwicklung sind einwandfrei abzuschliessen, die bevorstehende Umsetzung und Kommunikation sind klug und wirksam durchzuführen. Die bisherigen Projektfortschritte sind viel versprechend, bereits heute lässt sich sagen: die Holzwirtschaft wird künftig mit neuen Bauteilen und Konstruktionen und einem deutlich erweiterten Anwendungsgebiet auf dem Baumarkt präsent sein.



Abbildung 5: Mehrfamilienhaus „Sunny Woods“, Zürich

2 Brandschutzanforderungen an Holzfassaden



Abbildung 6: Mehrgeschossiges Gebäude mit Holzverkleidung in Davos

2.1 Einleitung

Die Holz-Aussenverkleidung erlebt eine Renaissance und wird vermehrt angewendet. Allerdings können die Brandschutzbehörden in den meisten europäischen Ländern heute vollflächige Holz-Aussenverkleidungen nur bei Gebäude mit maximal 2 bis 3 Vollgeschossen bewilligen.

Die Schweizer Brandschutzbehörden (Schweizerische Brandschutzvorschriften VKF; siehe Punkt 2.4) haben in Aussicht gestellt, dass Holzfassaden ab dem Jahre 2005 bis drei Geschosse mit nutzungsbezogenen Einschränkungen und im Bereich von 4 bis 8 Geschossen mit speziellen Schutzmassnahmen möglich sind.

2.2 Brandszenarien an der Aussenwand

Die Ausbreitung eines Brandes an der Gebäudeaussenwand wird wesentlich durch Art, Intensität und Ort des Entstehungsbrands beeinflusst. Die Oberfläche einer Gebäudeaussenwand, kann prinzipiell durch folgende drei Brandszenarien thermisch beansprucht werden:

Szenario 1: Brand eines benachbarten Gebäudes

Die Oberfläche der Aussenwand wird durch Wärmestrahlung beansprucht. Die Intensität der auftreffenden Wärmestrahlung ist abhängig vom Entwicklungsstadium des Brandes, von der Grösse der strahlenden Fläche, dem Abstand des Nachbargebäudes und der Stellung der Gebäude zueinander (Winkel). Punktuell ist eine kurzzeitige thermische Beanspruchung der Fassadeoberfläche durch „fliegende Brände“ möglich.

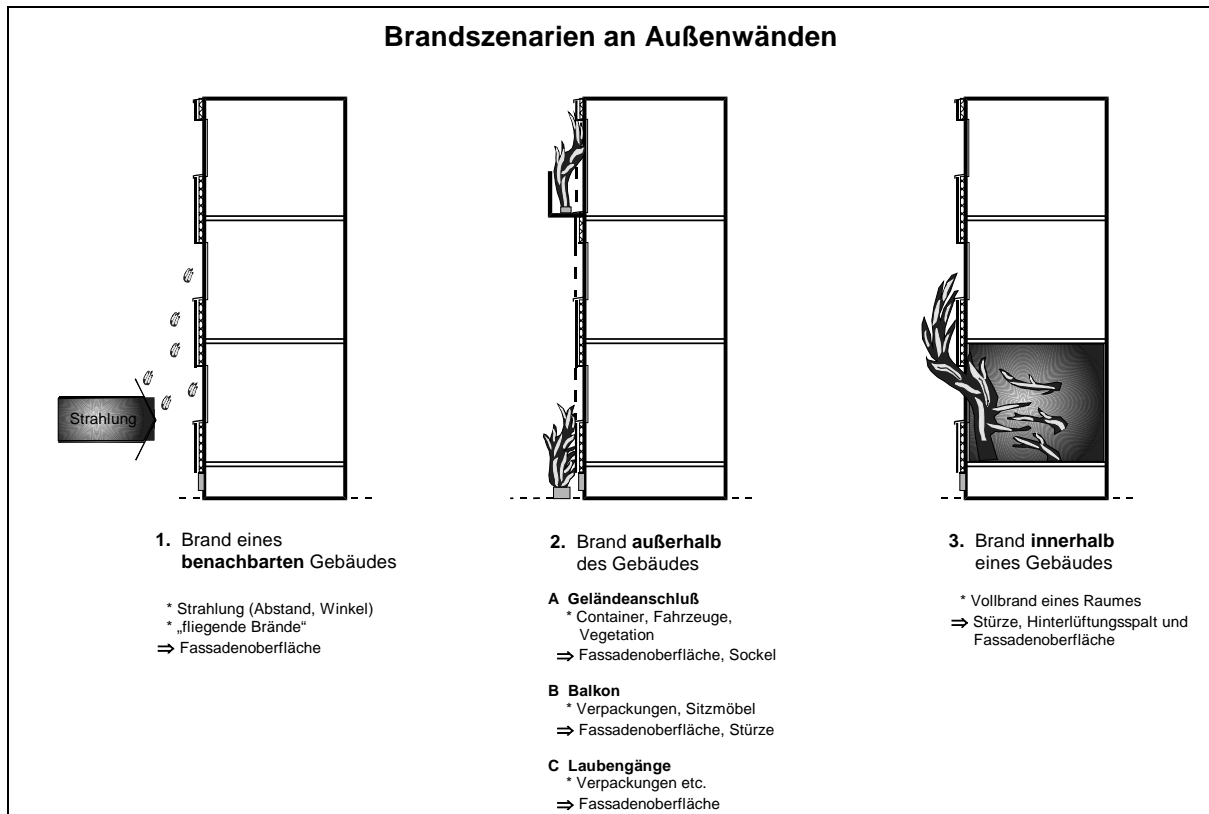


Abbildung 7: Brandszenarien an der Gebäudeausseiwand (Bild: I. Kottthoff)

Szenario 2: Brand ausserhalb des Gebäudes, unmittelbar an der Fassade

Als Brandorte kommen in Frage: der Geländeanschluß des Gebäudes, Balkone, Loggien und Laubengänge. Typische Brandquellen am Gebäudefuß stellen z.B. Müllcontainer, abgestellte Fahrzeuge, gelagerter Sperrmüll und Vegetation dar. Hierbei ist die Brandentwicklung ausschliesslich abhängig von Art und Menge der vorhandenen Brandlast, da der für die Verbrennung benötigte Sauerstoff in der Umgebungsluft immer ausreichend zur Verfügung steht.

Die Intensität des Brands kann von einem kleinen Entstehungsbrand bis zum vollentwickelten Brand eines Müllcontainers reichen. In letzterem Fall ist es durchaus möglich, dass über eine Höhe von 3 bis 4 m unmittelbar vor der Fassade Temperaturen bis zu 800 °C auftreten. Thermisch beansprucht werden dabei der Fassadensockel bzw. Geländeanschluß und die Oberfläche der Fassade. Als Brandquellen auf Balkonen kommen z.B. Sitzmöbel, Verpackungsmaterialien oder Grillgeräte in Betracht, wobei nur die Fassadenoberfläche thermisch beaufschlagt wird.

Szenario 3: Brand innerhalb des Gebäudes in einem an die Aussenwand grenzenden Raum mit Öffnung (z.B. ein Fenster)

In einem an der Aussenwand liegenden, möblierten Wohnraum kommt es zu einem Entstehungsbrand, der sich in Abhängigkeit von der Brandlast und den Ventilationsbedingungen weiterentwickelt. Bei geschlossenen Raumöffnungen (Fenster bzw. Türen) kann wegen des unzureichenden Sauerstoffangebots der Brand zum Erliegen kommen, oder er geht in einen Schwelbrand über. Bei ausreichendem Sauerstoffangebot, das gegeben ist, wenn durch eine Öffnung in der Aussenwand genügend Frischluft nachströmen kann (eine zu öffnende Fläche, z.B. ein Fenster, steht von Beginn des Brands an offen oder wird durch den Brand zerstört), geht der Brand im Raum durch „flashover“ (Durchzündung) in den Vollbrand über. Flammen treten durch die Aussenwandöffnung aus, beanspruchen die Öffnungsanschlüsse (Rahmen), den Sturz und beaufschlagen schliesslich auch die Oberfläche der Aussenwand. Nach einer anfänglich dynamischen Phase geht der Raumbrand in einen „quasi-stationären“ Zustand über. In dieser „post flashover“-Phase kommt es über einen längeren Zeitraum zu einem stabilen Abbrand.

Aus realen Schadensfeuern ist bekannt, dass ein Brand aus einem geöffneten oder im Brandverlauf zerstörten Fenster (Szenario 3) für eine Fassade am kritischsten ist.

2.3 Konstruktive Definition an der Aussenwand

Eine Aussenwandkonstruktion besteht aus verschiedenen Bereichen und Schichten. Die brandschutztechnisch wichtigen Definitionen sind in Abbildung 8 dargestellt.

Für den Bereich der Aussenwand (AW) bestehen Feuerwiderstandsanforderungen. An die meisten Schichten der Aussenwandkonstruktion bestehen zudem Anforderungen bezüglich des Brandverhaltens (Brandkennziffer).

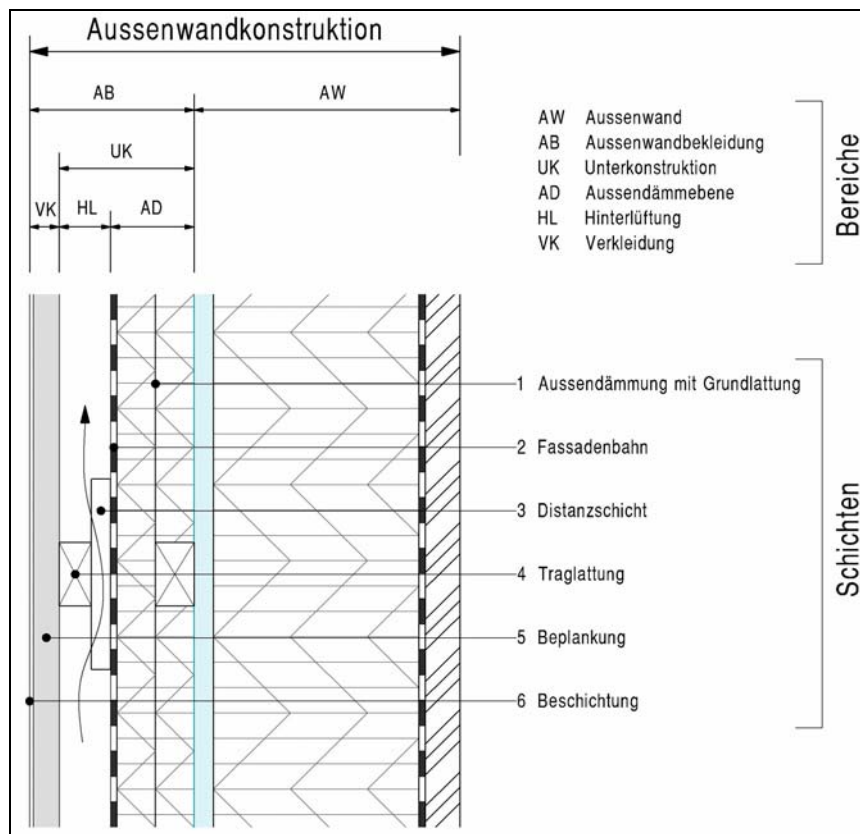


Abbildung 8: Definition des Aussenwandaufbaues

2.4 Schweizerische Brandschutzvorschriften für die Aussenwand

Unter der Voraussetzung, dass die brandschutztechnisch geforderten Schutzabstände (Gebäudeabstände) eingehalten werden, gelten gemäss den Schweizerischen Brandschutzvorschriften VKF (gültig ab 01.01.2005) die untenstehenden Anforderungen.

Aussenwandaufbau

Für tragende Aussenwände bestehen die gleichen Forderungen, wie für das Tragwerk des übrigen Gebäudes. Nutzungsabhängig ist hier der Einsatz von Holzbauteilen bei mehrgeschossigen Bauten möglich. Für Wohn-, Büro- oder Schulbauten sind Holzbauteile als tragende Aussenwände mit Feuerwiderstand REI 60/EI30(nbb) sogar bei fünf- und sechsgeschossigen Gebäuden denkbar.

Nichttragende Aussenwände in Holzbauweise müssen bei Bauten mit vier bis acht Geschossen (ohne Hochhäuser) einen Feuerwiderstand von mindestens 30 Minuten aufweisen. Zur Gewährleistung der Brandabschnittsbildung sind die Anschlüsse der Aussenwandkonstruktion an die brandabschnittsbildenden Decken und Wände besonders zu beachten.

Aussenwandbekleidung

Bei Gebäuden mit maximal drei Vollgeschossen ist der Einsatz von brennbaren Aussenwandbekleidungen weitgehend möglich. Einschränkungen bestehen bei Bauten für Nutzungen wie Krankenhäuser, Behindertenheime, Verkaufsgeschäfte, Bauten mit Räumen mit grosser Personenbelegung, Betriebe mit erhöhten Brandgefahren, usw.

Bei Gebäuden mit 4 und mehr Geschossen, ist die Anwendung von brennbaren Aussenwandbekleidungen eingeschränkt. Gemäss der VKF-Brandschutzrichtlinie "Verwendung brennbarer Baustoffe" gilt es für Einsatz von Holz folgendes zu beachten:

"Brennbare Verkleidungen sind nur zulässig, wenn sie die Brandausbreitung über mehrere Geschosse nicht begünstigen. Im Einvernehmen mit der Brandschutzbehörde sind entsprechende Massnahmen zu treffen (z.B. öffnungslose Fassade, feuerwiderstandsfähige Aussenwand, Hintermauerung, Begrenzung der Holzflächen, Sprinklervollschutz, Massnahmen im Hinterlüftungsbereich, Schürzen, usw.)"

In Bauten mit brennbaren Tragwerken (Holzbauten) und mit vier und mehr Geschossen sind nicht brennbare Wärmedämmschichten erforderlich.

Grundsätzlich sind in den Brandschutzvorschriften die Anforderungen an die Aussenwandbekleidung in Abhängigkeit des Brandverhaltens (Brandkennziffer) der verwendeten Baustoffe definiert. Die oben zitierte Anforderung aus der VKF-Brandschutzrichtlinie "Verwendung brennbarer Baustoffe" kommt einer ergänzenden, schutzzielorientierten Formulierung gleich. Diese schutzzielorientierte Betrachtungsweise bietet die Möglichkeit mit Forschungs- und Entwicklungsprojekten die Leistungsfähigkeit von Holz aussenwandkonstruktionen gesamtheitlich zu definieren (siehe Punkt 3).

1.1 Brandschutztechnisches Schutzziel an der Aussenwand

Inhaltliche, international vereinheitlichte Prüfverfahren für Fassadenkonstruktionen liegen zur Zeit nicht vor. Zur Validierung des Brandverhaltens von Fassadenkonstruktionen können nur Originalbrandversuche angesetzt werden. Für die korrekte Interpretation derartiger Versuche ist es erforderlich, ein entsprechendes und akzeptiertes Schutzziel zu definieren. Die folgenden Schutzziele sowie die generellen Mechanismen der Brandausbreitung über die Gebäudeaussenwand wurden in enger Zusammenarbeit mit den Brandschutzbehörden in einem Grundsatzpapier erarbeitet. Dieses Grundsatzpapier wurde von der TK-VKF in Form eines Antrages am 27. März 2003 genehmigt und bildet die Basis für die Grossbrandversuche (siehe Punkt 3).

Generelles Schutzziel

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.

Fassadenverkleidungen aus Holz

Das oben unter 4.1 genannte generelle Schutzziel wird folgendermassen für Holz-Aussenwandbekleidungen abgeleitet:

- Durch das Anbringen von Fassadenbekleidung aus Holz und Holzwerkstoffen und damit das zusätzliche Aufbringen von Brandlast auf die raumabschliessende Aussenwand darf das oben genannte Schutzziel nicht unterlaufen werden.
- Aussenwandbekleidungen aus Holz dürfen nur an Gebäudebereichen montiert werden, bei denen ein äusserer Löschangriff durch die Feuerwehr möglich ist. Eine Anwendung an Hochhäusern ist ausgeschlossen.
- Weitere brandschutztechnische Anforderungen (z.B. bei Brandmauern, Fluchtwege, usw.) sind gemäss den Brandschutzvorschriften auszuführen.
- Innerhalb der vorgegebenen Zeiten darf es nicht zu einer Beschleunigung des Brandgeschehens über die akzeptierte Brennstrecke (2 Geschosse) hinaus kommen. Aus experimentellen Ergebnissen ist bekannt, dass sich die seitliche Ausbreitung des Brandes (links und rechts der Brandausbruchsstelle) langsamer vollzieht als in vertikaler Richtung (Faktor ca. 1:10)

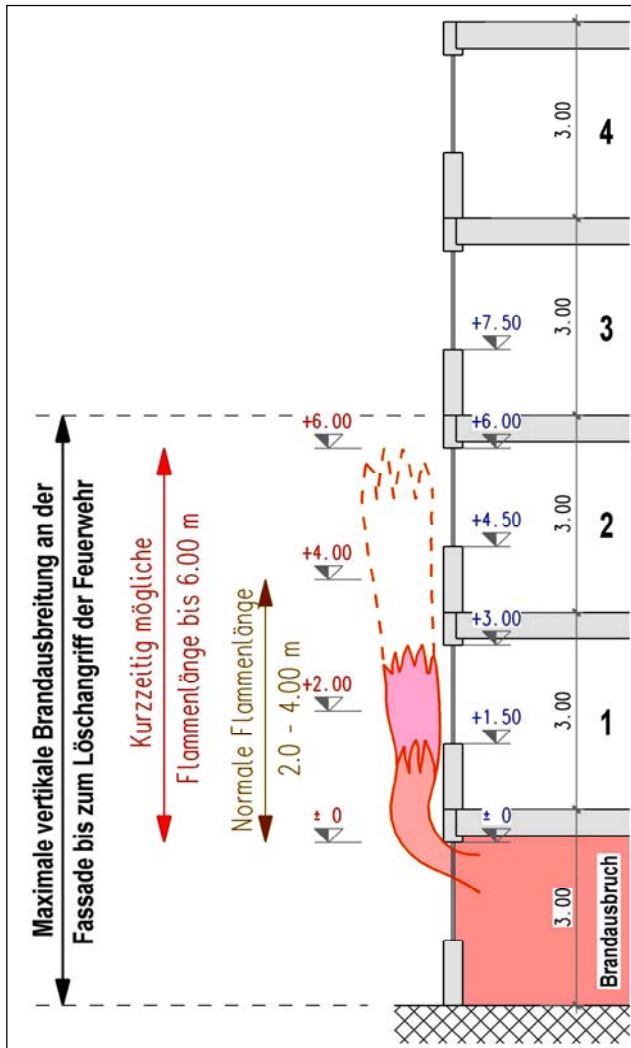


Abbildung 1: Maximal zulässige vertikale Brandausbreitung bis zum Löschangriff der Feuerwehr

2 Forschung und Entwicklung

2.1 Ziel

Ziel des Projektes "Brandschutz bei Holzfassaden" ist es, Grundlagen, Massnahmen und Konzepte für mehrgeschossige, brandschutztechnisch optimierte Holz-Aussenwandbekleidungen zu erarbeiten. Hauptfokus sind Holzfassaden an Gebäuden mit 4 bis 6 Geschossen. Die Erkenntnisse dieses F+E-Projektes werden in einem eigenen Kapitel der neuen SIA/Lignum Dokumentation "Brandschutz im Holzbau" für die praktische Anwendung aufgearbeitet.

2.2 Projektgliederung

Das Projekt B3 "Brandschutz bei Holzfassaden" ist Bestandteil des Gesamtprogramms holz21 / Lignum "Brandsicherheit im Holzbau". Die Bearbeitung des Teilprojektes B3 "Brandschutz bei Holzfassaden" erfolgt in vier Hauptbereichen:

Grundlagen

- Brandszenarien an der Gebäudeaussenwand
- Definition von Fassadentypen
- Gestaltungs- und Konstruktionsmöglichkeiten mit Holz
- Schutzzieldiskussion
- Festlegung von Prüfanordnungen- und programmen

Experimentelle Untersuchungen im Grossmassstab ("large scale") an der MFPA Leipzig

Naturbrandversuche ("full scale") in Merkers

Umsetzung für die Praxis

- Auswertung der Versuchsergebnisse
- Erstellen einer technischen Dokumentation für die Praxis
- Einbindung in die Brandschutzvorschriften bzw. Akzeptanz durch die Brandschutzbehörden
- Bereitstellung von informativem Bild- und Filmmaterial

2.3 Konstruktive und holzbautechnische Grundlagen

Die gestalterischen, konstruktiven und holzbautechnischen Grundlagen gliedern sich in folgende Bereiche:

2.3.1 Fassadentypen

Gestützt auf Zusammenstellungen von ausgewählten, gebauten Objekten wurden folgende neun Fassadentypen definiert:

- A öffnungslose Fassade
- B begrenzte Öffnungen
- C Lochfassade mit übereinanderliegenden Fenstern
- D Lochfassade mit versetzten Fenstern
- E Fensterbrand horizontal
- F Balkonfassade
- G Einzelbalkone
- H Belichtungssäulen oder vertikale Vollverglasung
- I Loggien mit zurückgesetzter Fassade

2.3.2 Gruppierung von Holz-Aussenwandverkleidungen

Aus der Vielfalt der konstruktiven Möglichkeiten bezüglich der Holzanwendung an der Aussenwand wurden folgende Gruppen gebildet:

Schalungstypen horizontal

Diese Schalungen sind meistens auf einer vertikalen Traglattung montiert.

- Bretter mit geplanten, offenen Fugen
- Einzelelemente kraftschlüssig überlappend mit Tendenz zu offenen Fugen
- Einzelelemente formschlüssig geschlossen (Nut + Kamm)
- Grossflächige Elemente (Platten) mit konstruktiven Fugen
- Spezialverkleidungen (z.B. strukturierte Oberfläche, Schindeln, usw.)

Schalungstypen vertikal

Diese Schalungstypen sind meistens auf einer horizontalen Traglattung und einer vertikalen Konterlattung (Gewährleistung der Hinterlüftung) montiert:

- Bretter mit geplanten, offenen Fugen
- Einzelelemente kraftschlüssig überlappend mit Tendenz zu offenen Fugen
- Einzelelemente formschlüssig geschlossen (Nut + Kamm)
- Grossflächige Elemente (Platten) mit konstruktiven Fugen
- Spezialverkleidungen (z.B. strukturierte Oberfläche, Schindeln, usw.)

2.3.3 Definition und Anforderungen bezüglich der Aussenwand

Im Projekt wird das Brandverhalten von Holz aussenwandverkleidungen untersucht. Eine Aussenwandverkleidung ist auf eine Aussenwand montiert.

An die Aussenwand gelten folgende minimalen Anforderungen:

- Die Aussenwandkonstruktion hat einen Gesamtfeuerwiderstand von mindestens 30 Minuten.
- Die Aussenwand ist aussen durch eine harte, geschlossene, nichtbrennbare Schicht (min. BKZ 6q.3) abgeschlossen.
- Eine Kombination von einer brennbaren Platte mit einer Steinwollüberdeckung ist möglich.

2.3.4 Brandschutzmassnahmen im Bereich der Aussenwandbekleidung

Die Ausbildung der Hinterlüftung ist einer der Haupteinflussfaktoren für die Brandausbreitung.

Konstruktive Brandschutzmassnahmen sind folglich in erster Linie für diese Problematik zu entwickeln. Sinnvollerweise wird die Hinterlüftung geschossweise durch Brandschutzmassnahmen wie Schürzen oder Abschottungen unterbrochen. Somit wird der durchgehende Kamineffekt über mehrere Geschosse in der Hinterlüftung verhindert.

Die Brandschutzmassnahmen können in die folgenden drei Gruppen eingeteilt werden:

- Schürzen
- Unterbrechung der Hinterlüftung
- Reduzierung der Hinterlüftung

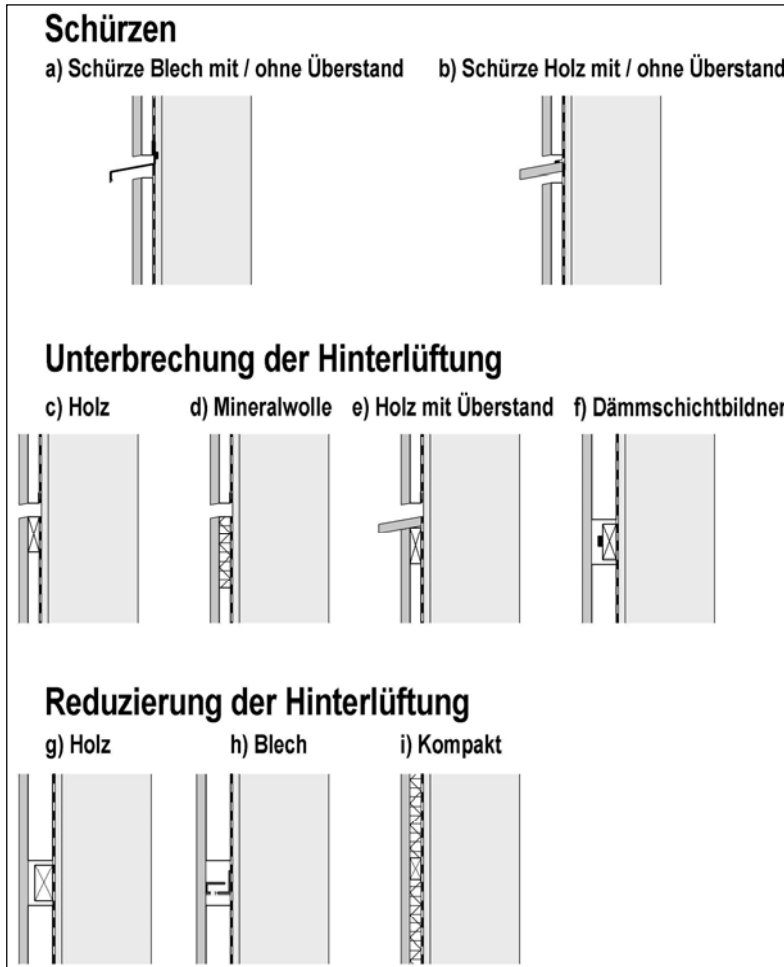


Abbildung 2: Brandschutzmassnahmen bei Aussenwandverkleidungen

2.4 Versuchsprogramm

Das Versuchsprogramm der Grossbrandversuche an der MFPA in Leipzig und der Naturbrandversuche in Merkers wurde so festgelegt, dass möglichst viele der konstruktiven und gestalterischen Varianten der Fassadentypen sowie der Holzbaumöglichkeiten abgedeckt sind.

Eine Serie von B2-Prüfungen gemäss DIN 4102-1 (Kleinbrennertest), dient als Ergänzung zu den Gross- und Naturbrandversuchen, für die Abklärung des Einflusses eines unterschiedlichen Brandverhaltens von Holzarten und Beschichtungssystemen.

Folgend sind auszugsweise einige Grossbrandversuche schematisch dargestellt:

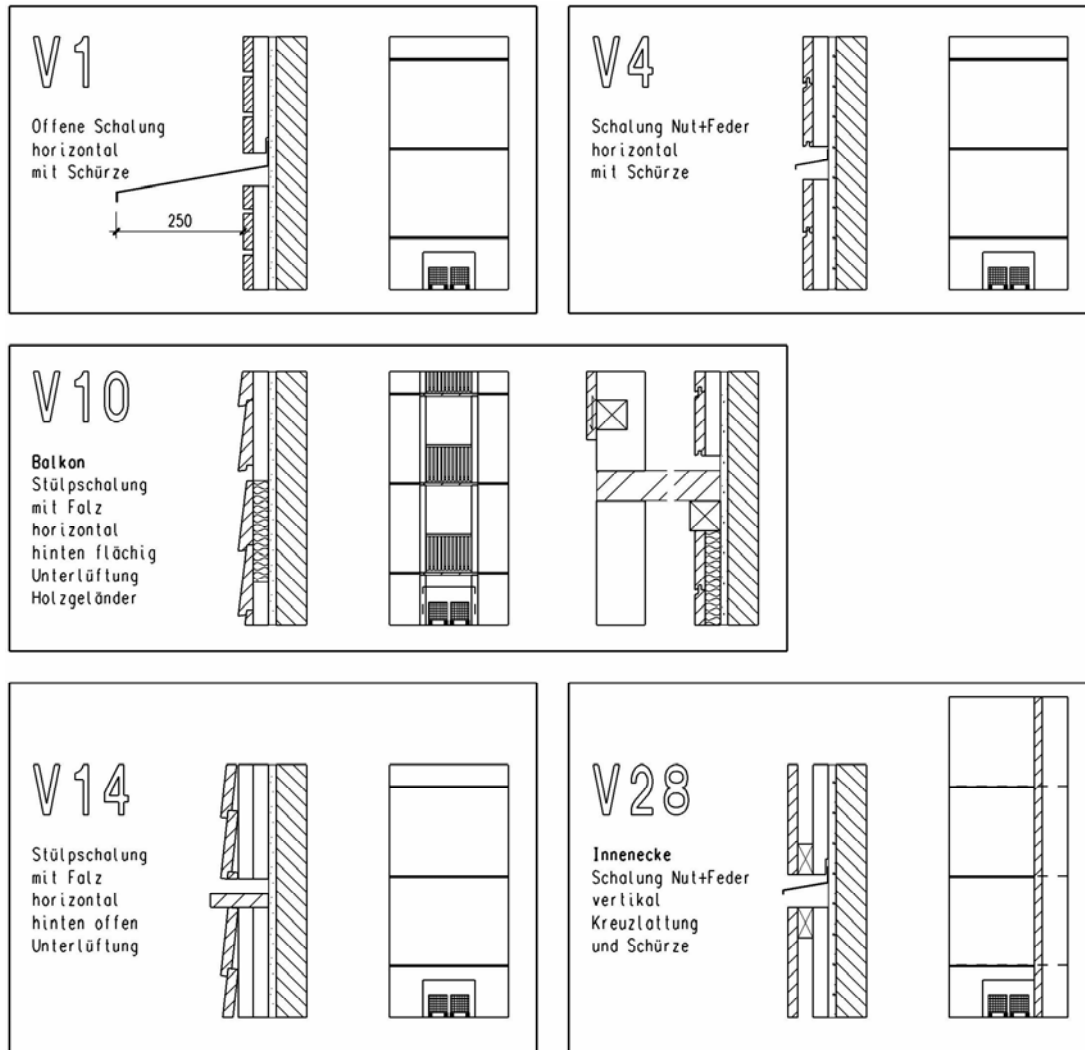


Abbildung 3: Schematische Darstellung einiger Grossbrandversuche mit der Brandschutzmassnahme

2.5 Experimentelle Untersuchungen im Grossmassstab ("large scale") an der MFPA Leipzig

Auf der Basis der Ergebnisse der Kalibrierungsversuche wurde an der MFPA Leipzig ein Fassadenprüfstand errichtet. Die Wand des Versuchsstandes besteht aus Kalksandstein. Auf diesem Untergrund wurde zur Erleichterung der Montage der Holzschalungen und zur Simulation einer Holzaußenwandkonstruktion eine massive Holzplatte mit 60 mm Dicke befestigt, die wiederum mit einer 15 mm dicken, nichtbrennbaren Fermacell HD-Platte beplankt wurde. Der Versuchsstand hat eine Gesamthöhe von 8,30 m und erlaubt damit die Bewertung der Brandausbreitung über 4 Geschosse. Insgesamt werden im Programm voraussichtlich 35 Grossbrandversuche durchgeführt.

Als Beispiel der bis heute durchgeführten 34 Versuche ist auf dieser und der folgenden Seite die Kurzzusammenfassung des Versuches V7 dargestellt.



Abbildung 4: Unterkonstruktion mit teilweise montierter Holzplatte

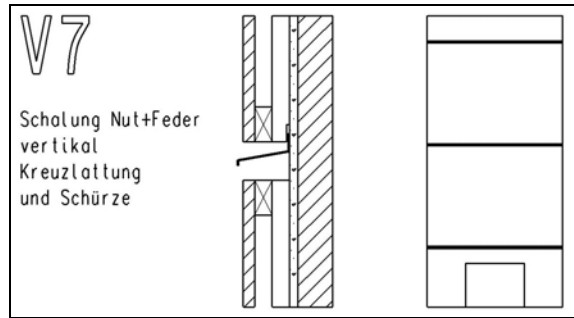


Abbildung 5: Schematische Darstellung von Grossbrandversuch V7



Abbildung 6: Detailaufnahme der Blechschräge



Abbildung 7: Prüfkörper fertig montiert

Originalmassstäbliche Brandversuche an Holzfassaden

Versuch 7 Vertikale Nut und Kamm Schalung (20 x 125 mm) 10 mm auskragende Brandsperrleiste (Blech 1.5 mm)

Beschreibung:

Verkleidung

- Vertikal geschlossene Nut und Kamm Schalung
- 20 x 125 mm Fichte

Unterkonstruktion

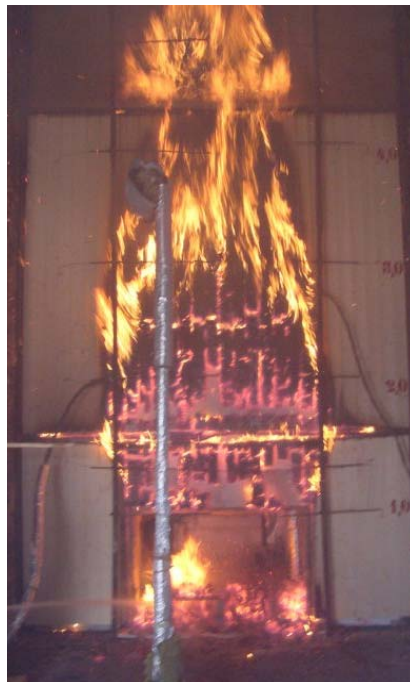
- Kreuzlattung 30 x 60 mm
lichter Abstand ca. 540 mm vert. und ca. 600 mm horizontal

Brandsperrleiste

- 10 mm auskragendes Blech, 1,5 mm Blechdicke



Versuchskörper



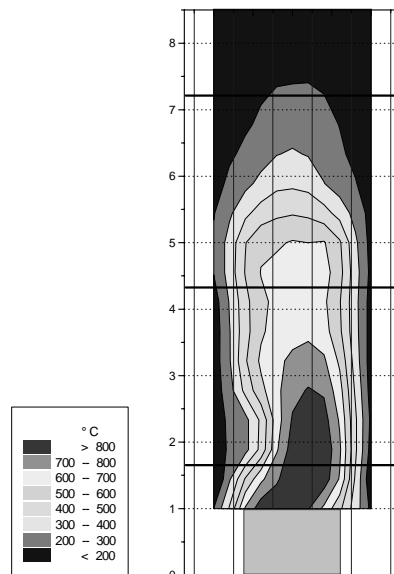
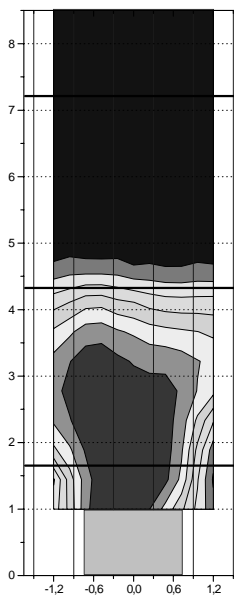
Brand: 20. Prüfminute



Schädigung Unterkonstruktion
(20. Min.)

Ergebnisse:**Versuchsablauf**

- Entflammung der Holzfassade über dem Fenstersturz in der 3., oberhalb der 1. Brandsperre in der 4. und oberhalb der 2. Brandsperre in der 20. Prüfminute.
- Ablöschen nach der 20. Prüfminute

*Schädigung**Schalung vorne (20. Minute)**Isothermen 5 mm vor der Fassade**Isothermen in der Hinterlüftung*

2.6 Naturbrandversuche ("full scale") in Merkers

Die Naturbrandversuche wurden in einem, zum Abriss bestimmten, Wohngebäude in Beton-Plattenbauweise in Merkers (Thüringen) durchgeführt. Das viergeschossige, 14,5 m hohe Gebäude hat eine Länge von 40,2 m und eine Breite von 10,0 m.

Die Versuche hatten das Ziel, die Ergebnisse der grossmassstäblichen Brandversuche in der MFPA Leipzig bei Anwendung praxisüblicher Brandlasten und Brandszenarien unter natürlichen Witterungsbedingungen an einem realen Gebäude zu validieren. Untersucht wurde das Brandverhalten mehrgeschossiger, vollflächig applizierter Holzschalungen bei einer Brandbeanspruchung von aussen am Fassadensockel und einer Brandbeanspruchung von innen durch einen Raumbrand in einem an die Fassade grenzenden Raum mit geöffnetem Fenster. In einem weiteren Versuch wurde die mögliche Beeinflussung des Brandverhaltens einer Holzschalung durch Holzbalkone untersucht werden.



Abbildung 8: Versuchsgebäude in Merkers; mit Holz verkleidet



Abbildung 9: Schadensbild nach den Brandversuchen

Die Längsfassade wurde in drei gleichgrosse Bereiche mit einer Länge von jeweils 13,4 m geteilt und vom Boden bis zum Dachrand (4 1/2 Geschosse) über eine Höhe von 13,7 m mit unterschiedlichen Holzschalungen bekleidet. Zusätzlich erfolgte die vollständige Bekleidung eines Giebels, vor diesen werden fünf übereinander liegende Holzbalkone montiert.

2.7 Weiteres Vorgehen

Versuchsprogramm

Nach dem Abschluss der Naturbrandversuche in Merkers (Oktober 2003) wurden weitere Grossbrandversuche an der MFPA in Leipzig durchgeführt. Da verschiedene Industriepartner interessiert sind zusätzliche, produktespezifische Abklärungen zu finanzieren, wurde das Versuchsprogramm bis Mitte 2004 erweitert.

Holzbautechnische Umsetzung

Das Kapitel "Fassaden" in der neuen SIA/Lignum Dokumentation "Brandschutz im Holzbau" soll für den Anwender ein einfach zu handhabendes Arbeitsmittel darstellen, mit dem er die gewünschte Holzfassade brandschutztechnisch, den Vorschriften entsprechend, gestalten kann. Es wird aus zwei Hauptteilen bestehen: einem allgemeinen Teil sowie einem Konstruktionskatalog, der das Werkzeug für die brandschutztechnische Optimierung der Fassade bildet.

Für die Planung von Pilotprojekten und als Grundlage von Ausnahmegewilligungen können die bisherigen Erkenntnisse objektbezogen bereits angewendet werden.

Akzeptanz durch die Brandschutzbehörden

In der Schweiz sind mit den neuen Brandschutzvorschriften VKF die Grundlagen für die Holz-anwendung geschaffen worden. Die positiven Erkenntnisse des Versuchsprogramms sollten von den Brandschutzbehörden akzeptiert werden und eine Holzanwendung an der Aussenwand auch bei Gebäuden mit mehr als drei Geschossen ermöglichen. Die notwendigen, technischen Anwendungsdokumente müssen aber durch die Holzbranche zur Verfügung gestellt werden.

Diese Anwendungsdokumente haben sicher auch in anderen Ländern ihre holzbau- und brand-schutztechnische Richtigkeit. Bezüglich der Akzeptanz durch die Brandschutzbehörden muss aber in jedem Land die baurechtliche Diskussion separat geführt werden. Das umfassende Versuchsprogramm mit der entsprechend umfangreichen und aussagekräftigen Dokumentation stellt in jedem Land eine optimale Grundlage für die Baurechts- oder Schutzzieldiskussion dar. Für die Holzwirtschaft wird sich dieses Engagement langfristig positiv auswirken.

2.8 Abschliessende Bemerkungen

Die bisher durchgeführten Versuche zeigen eindeutig, dass einzig Brennbarkeit (Entflammbarkeit) als Baustoffeigenschaft einer Holz-Aussenwandverkleidung nicht das massgebende Kriterium bezüglich des Brandverhaltens von Holz an der Aussenwand ist. Der grösste Einfluss bezüglich einer möglichen Brandweiterleitung an der Aussenwand resultiert aus der Konstruktion der Aussenwand. Richtig konstruierte Holz-Aussenwandbekleidungen (Holzfassaden) können die für die Schweiz festgelegten Schutzziele und Bewertungskriterien der Brandversuche erfüllen.

Das Versuchsprogramm sowie die Auswertungen der Versuchsergebnisse sind noch nicht abgeschlossen. Daher können in diesem Dokument die Ergebnisse nur auszugsweise dargestellt werden. Auf Grund dieser Teilergebnisse sind noch keine verbindlichen Aussagen möglich, diese bedürfen noch einer abschliessenden Interpretation im Gesamtzusammenhang aller Brandversuche. Allgemein verbindliche Rückschlüsse sind erst nach Beendigung des Gesamtprojektes möglich.

3 Zusammenfassung

Die Brandschutzvorschriften regeln grundsätzlich die Anforderungen an das Brandverhalten (Brandkennziffer) der einzelnen Schichten einer Aussenwand. Mit dieser Regelung wird der Einsatz von brennbaren Baustoffen (Holz) bei mehrgeschossigen Gebäuden eingeschränkt.

Aus der Definition von Brandszenarien an der Aussenwand lassen sich schutzzielorientierte Anforderungen ableiten. Solche Anforderungen berücksichtigen das Gesamtbrandverhalten einer Aussenwandkonstruktion. Mit dieser Betrachtungsweise ergeben sich für Holz neue Einsatzgebiete im Aussenwandbereich (siehe Punkt ??? und Punkt ???).

Die neuen Schweizerischen Brandschutzvorschriften VKF (gültig ab 01.01.2005) berücksichtigen diese gesamtheitliche Betrachtungsweise und sind somit holzbaufreundlicher formuliert. Es liegt nun an der Holzbranche, die Möglichkeiten auf dem neuesten Stand der Technik verantwortungsbewusst zu nutzen.

4 Projektbeteiligte

Projektträger und Projektpartner

- Förderprogramm holz 21 des BUWAL, CH-Bern
- Fachverband der Holzindustrie Österreichs, Holzforschung Austria, A-Wien
- Wood Focus Oy, FI-Helsinki
- DGfH Innovations- und Service GmbH, D-München / Holzabsatzfonds HAF, D-Bonn
- MFPA Leipzig GmbH, D-Leipzig
- Hochschule für Architektur, Bau und Holz, HSB, CH-Biel
- ETH Zürich, Eidgenössische Technische Hochschule, CH-Zürich
- VSH Verband Schweizerischer Hobelwerke, CH-Bern
- Firmen, Handelsbetriebe und kantonale Gebäudeversicherungen, Schweiz
- Lignum, Holzwirtschaft Schweiz, CH-Zürich

Projektbearbeitung

- Makiol + Wiederkehr, Dipl. Holzbau-Ing. HTL/SISH, CH-5712 Beinwil am See
Reinhard Wiederkehr (Projektleitung), Beat Bart
- MFPA Leipzig, Gesellschaft für Materialforschung und Prüfungsanstalt für das Bauwesen
Leipzig GmbH, D-04319 Leipzig
Ingolf Kotthoff, Daniel Kehl
- Hochschule für Architektur, Bau und Holz, HSB
Abteilung F + E, CH-2504 Biel
Daniel Schild, Isabel Engels, Hanspeter Kolb, Jan Hamm
- Ingenieurbüro für Brandschutz an Fassaden, D-04105 Leipzig
Ingolf Kotthoff

Fachliche Projektbegleitung

- VKF, Vereinigung Kant. Feuerversicherungen, CH-Bern
Hans Schneeberger, AVA, Abteilungsleiter Brandschutz, CH-Aarau
- ETH, Eidg. Technische Hochschule, CH-Zürich
Mario Fontana
- Josef Kolb AG, CH-Uttwil
Josef Kolb
- Fachausschuss „Brandschutz im Holzbau“, Lignum/VKF/SIA
Lignum, CH-Zürich
- Holzbau- / Brandschutzfachleute aus A / CH / D / FI

5 Literatur

Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen; Brandschutzvorschriften Ausgabe 1993 (Norm und Richtlinien); VKF; Bern

Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen; Schweiz. Brandschutzvorschriften VKF, gültig ab 01.01.2005; VKF; Bern

SIA/Lignum Dokumentation 83, Ausgabe 1997 "Brandschutz im Holzbau"; Lignum, Zürich

Brandsicherheit und Holzbau, Lignum - Holzwirtschaft Schweiz, Treffen der Holzbranche, 30. Juni 2004, unveröffentlicht, Lignum Zürich

Kotthoff I.: Brandausbreitung an Fassaden, Verwendung von Holz an der Aussenwand aus brandschutztechnischer Sicht, 9. DGfH-Brandschutztagung 2001, DGfH, München

Wiederkehr R., Kotthoff I.: Brandverhalten von Holzfassaden, 10. DGfH Brandschutztagung 2004 in Berlin, DGfH, München

"Objektkatalog Mehrgeschossige Holzbekleidungen", Makiol + Wiederkehr (unveröffentlicht)

Arbeitstagung "Holzfassaden bei mehrgeschossigen Gebäuden, Projekt: Holz 2000 / BUWAL / Lignum / Brandsicherheit und Holzbau, 19.05.2000 (unveröffentlicht)

Kotthoff I.: "Mechanismen der Brandausbreitung über die Gebäudeaussenwand" (unveröffentlicht)

"Grundsatzpapier für Rahmenbedingungen von Originalbrandversuchen", Projektgruppe "Brandschutz bei Holzfassaden", 27.03.2003 (unveröffentlicht)

Kotthoff I.: Prinzipien zur Überprüfung des Brandverhaltens von Holzaußenwandverkleidungen im originalmassstäblichen Versuchsaufbau (unveröffentlicht)

Naturbrandversuche an Holz-Außenwandverkleidungen, Dokumentation zum Fachkolloquium, vom 17.10.2003 in Merkers (D) (unveröffentlicht)