

TES-Fassaden unter Brandbeanspruchung

Brandschutztechnische Anforderungen und Lösungen für vorgefertigte Fassadenelemente in Holzrahmenbauweise

Durch die wachsende Bedeutung der Modernisierung von Bestandsgebäuden, steigt das Bedürfnis an geeigneten Sanierungslösungen. Das TES-Fassadensystem [TES 2009] bietet ein ganzheitliches Konzept basierend auf vorgefertigten Holzrahmenelementen. TES steht hierbei für „Timberbased Element System“. Neben den Anforderungen an die Konstruktion, Bauphysik und Lebensdauer muss der Brandschutz von Fassadenelementen und des gesamten Bauwerks in Abstimmung mit Gestaltung und Konstruktion erfolgen. In diesem Artikel werden brandschutztechnische Untersuchungen an einer TES-Fassade vorgestellt. Neben den Anforderungen und möglichen Brandszenarien wird der Einsatz von brennbaren, biogenen Dämmstoffen in höheren Gebäudeklassen untersucht. Die Bauteilentwicklung und begleitende Realbrandversuche einschließlich Lösungsansätze für den Brandschutz werden vorgestellt.

Autoren:
Stefan Loebus,
Norman Werther,
Stefan Winter,
TU München, Lehrstuhl für Holzbau
und Baukonstruktion,

Vollholz, Brettschichtholz oder I-Trägern im Abstand von 625 mm-833 mm, einer Innenbekleidung aus OSB oder Sperrholz und mineralisch gebundenen, nichtbrennbaren Platten, wie Gips, Faserzement oder Kalziumsilikat im Außenbereich. Die Gefachhohlräume mit einer Tiefe von bis zu 300 mm werden mit einer Wärmedämmung aus Zellulose, Holzweichfaser oder Mineralwolle vollständig ausgefüllt. Üblicherweise liegen die Abmessungen der Holzrahmen bei $B \times H = 12,0 \text{ m} \times 3,2 \text{ m}$ und sind abhängig von den Fertigungsanlagen und den Transportmöglichkeiten. [Ott 2013]

TES-Fassade

Das Fassadenelementsystem aus großformatigen Holzrahmenelementen bietet eine praktische Sanierungsmethode, die die Vorteile des modernen Holzbaus in den Modernisierungsprozess des Gebäudebestandes in Massivbauweise einführt. Aber auch im Hinblick auf Neubauten, deren Gebäudehülle durch Holzrahmenelemente gebildet wird, kommen diese Vorteile zum Vorschein. Hauptmerkmale des Systems sind ein hoher Vorfertigungsgrad, die Verwendung von erneuerbaren Materialien und die Möglichkeit von speziellen Erweiterungen oder integrierter Gebäudetechnik.

Das Prinzip der vorgefertigten Holzrahmenelemente für die Sanierung von bestehenden Gebäuden als auch für den Neubau von Hybridkonstruktionen wurde aus dem klassischen Holzrahmenbau hergeleitet. Die Holzrahmenelemente bestehen gewöhnlich aus



Abb. 1:
Einbau TES-Fassade
[gumpp & maier]

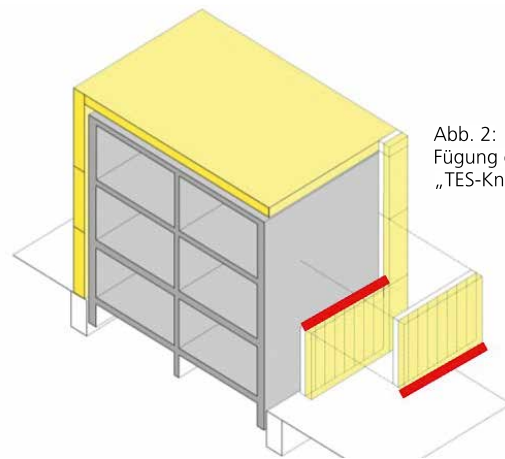
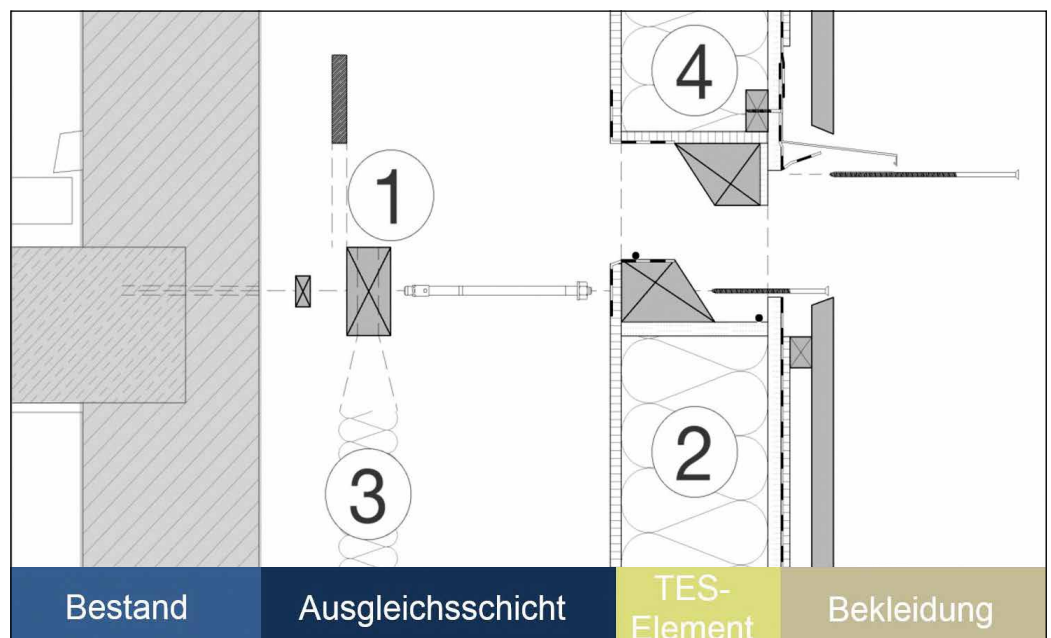


Abb. 2:
Fügung der TES-Elemente im
„TES-Knoten“ (rot)

Abb. 3:
Der „TES-Knoten“ – Aufbau und
Montagefolge



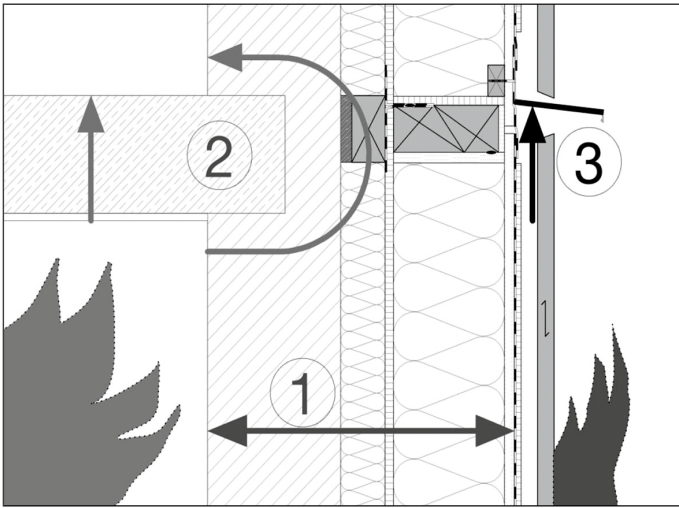
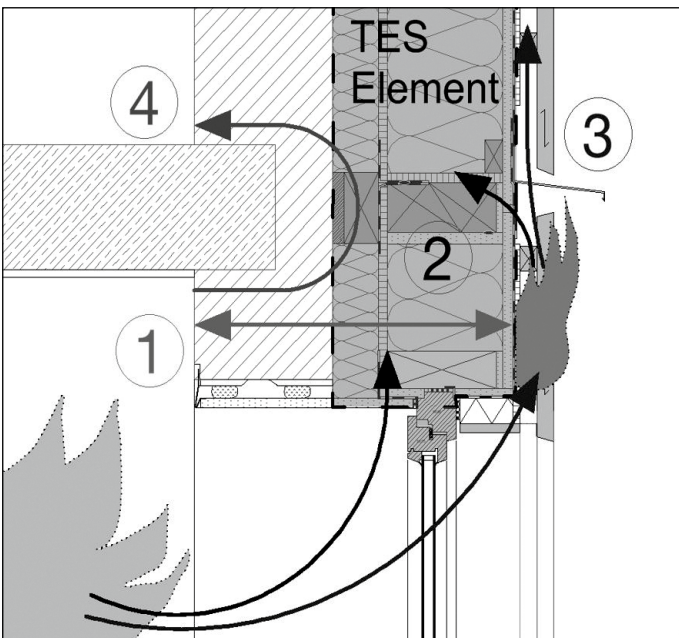


Abb. 4. Brandschutztechnische Anforderungen an TES-Fassadenelemente

Abb. 5. Konkretisierung der brandschutztechnischen Leistungseigenschaften im Hinblick auf die untersuchten Anforderungen



Brandschutzanforderungen

Der Hauptanwendungsbereich der TES-Fassaden sind mehrgeschossige Gebäude, bei denen der Einsatz von holzbasierenden Fassadenprodukten verhältnismäßig neu ist und Brandschutzanforderungen gewöhnlich auf nicht-brennbare Materialien ausgelegt sind. Die potentiellen TES-Objekte befinden sich somit nach Musterbauordnung (MBO) i.d.R. im Anwendungsbereich der Gebäudeklasse GK 4 und GK 5. Hieraus ergeben sich drei Anforderungen, die Einfluss auf den konstruktiven Aufbau der TES-Fassadenelemente nehmen (siehe auch Abb. 4):

- (1) Das TES-Element (vgl. Abb. 3) wird der Außenwand zugerechnet und ist damit eine nicht-tragende Außenwand bzw. nicht-tragender Teil einer tragenden Außenwand. Nach Musterbauordnung muss diese ab GK4 aus nicht-brennbaren Baustoffen bestehen oder bei Anwendung brennbarer Baustoffe als ein feuerhemmender Aufbau im Hinblick auf den Raumabschluss nachgewiesen werden.
- (2) Ist die Bestandswand zu dünn oder wird diese im Zuge von Sanierungsmaßnahme entfernt bzw. ist im Neubau gar nicht vorhanden, kann die Bauteilanforderung an die Geschossdecke für das dann mittragende TES-Element und insbesondere für deren Fügung relevant werden. Nach MBO muss dann eine Anforderung an die Feuerwiderstandsfähigkeit mit hochfeuerhemmend (in GK 4) bzw. feuerbeständig (in GK5) erfüllt werden.
- (3) Die außen liegende Fassadenbekleidung auf dem TES-Element muss zur Begrenzung einer Brandausbreitung schwerentflammbar ausgeführt werden. Bei Verwendung einer normalbrennbaren (Holz-)Bekleidung wird eine materielle Abweichung vom Bau-

recht notwendig. Diese muss im Rahmen des Brandschutzkonzeptes zusammen mit den getroffenen Ersatzmaßnahmen dargestellt und durch die Bauaufsichtsbehörde genehmigt werden.

Brandszenarien

Das Ausmaß der Brandbeanspruchung für eine Gebäudefassade wird vor Allem durch die Art und Intensität sowie dem Ort des Brandes bestimmt. Aus zahlreichen Brandereignissen lassen sich dabei drei wesentliche Brandszenarien ableiten, die die Beanspruchung der Fassade bewirken können.

- Wärmestrahlung- und Flugfeuerbeanspruchung durch ein benachbartes brennendes Gebäudes
- Brand außerhalb des Gebäudes, wie z.B. Müllcontainer
- Brand innerhalb eines Gebäudes in einem an die Außenwand angrenzenden Raum, mit aus den Öffnungen schlagenden Flammen






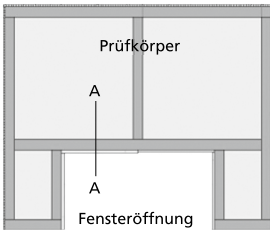
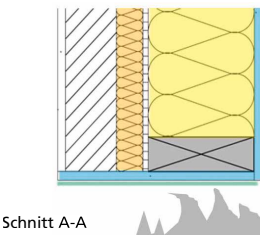
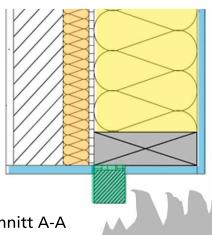
Aufgrund der vorhandenen Brandlast in Büro- oder Wohngebäuden stellt letzteres Szenario mit einem Brand aus einem Raum mit geöffneten oder zerstörten Fenstern für die Fassade die thermisch höchste Belastung dar. Dieses Szenario wird ebenfalls auch im Versuchsstand der nationalen Prüfnorm E DIN 4102-20 [DIN 4102] berücksichtigt. Eine aktuelle Auswertung von Brandereignissen der letzten Jahre und Vergleichsuntersuchungen an WDV-Systemen zeigt jedoch ebenfalls eine hohe Sensitivität auf einen Brand direkt vor dem Gebäude [Bachmeier 2015]. Als brandschutztechnisches Schutzziel für Fassaden, unabhängig von der Art und Ausführung, wird gefordert, dass bei einem Brand an der Gebäudeaußenwand vor dem Löschangriff der Feuerwehr keine Brandausbreitung über mehr als zwei Geschosse oberhalb der Brandetage auftreten darf. Zudem sind unkontrol-

liebare und kaum löschrbare Hohlraumbrände auszuschließen.

Um eine entsprechende Brandsicherheit für die untersuchten TES-Fassadenelemente gewährleisten zu können, wurden die Anforderungen nach MBO (vgl. 1-3, siehe oben) wie folgt konkretisiert, vgl. Abb. 5:

- (1) Sicherstellung des Raumabschluss-Kriteriums des Fassadenelements und Beitrag zum Feuerwiderstand der Außenwand,
- (2) Vermeidung des Einbrandes in das TES-Fassadenelement und unkontrollierte Ausbreitung des Feuers in der Struktur, Ausschluss von Glimmbränden,
- (3) Begrenzung unkontrollierter Brandausbreitung auf der Fassade und im Lüftungsspalt,
- (4) Ausschluss der Ausbreitung von Feuer, heißen Gasen und Rauch durch den TES-Wand-Deckenanchluss.

Tab. 1: Prüfkörperkonfiguration Kleinbrandversuch

Prüfkörperkonfiguration	1	2	3	4	5	6
Gefachdämmung	Zell. Faser 1	Zell. Faser 2	Holzweichfaser		Mineralwolle	Holzfasern
Abbildung Dämmung						
Ausgleichsebene	Zellulosefaser 1			Mineralwolle		
Dicke der Gipsfaserplatte	15 mm	15 mm	15 mm	18 mm	15 mm	18 mm
BS-Bekleidung Sturz/Laibung	durchlaufend				getrennt	
						

Brandprüfungen am kleinen TES-Element

In Bezug auf die thermische Belastung von TES-Fassadenelementen kann der Laibungsbereich um das Fenster als der kritischste Punkt angesehen werden.

Abgeleitet daraus wurden in orientierenden Kleinbrandversuchen die Auswirkungen des Brandes aus einer Fensteröffnung auf verschiedene konstruktive Aufbauten von TES-Fassadenelementen (vgl. Tab. 1) untersucht. Dabei wurden die Prüfkörper, die den oberen

Fenster- und Sturzbereich darstellten, in einem Brandofen mittels der zu erwartenden thermischen Beanspruchung beaufschlagt. Diese Beanspruchung wurde aus Messungen in Realbrandversuchen und Simulationsrechnungen abgeleitet. Die Brand-

Anzeige



Diese Platte entspricht nicht der Norm. Sie ist besser.

www.egger.com/osb4top

Wie beschreibt man eine enorm tragfähige Holzwerkstoffplatte am besten? Mit harten Fakten: geringe Durchbiegung und Schwingung auch bei größeren Stützweiten, Kosteneinsparung durch höhere Tragfähigkeit bei geringerer Plattendicke, sichere Befestigung auch an den Plattenkanten dank hoher Rohdichte. Einfach eine Top-Platte, diese **OSB 4 TOP**.

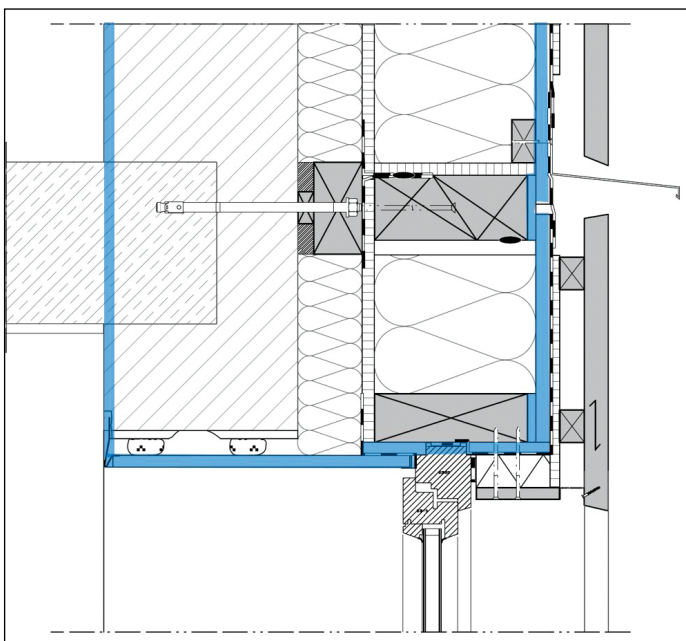
MEHR AUS HOLZ.

E EGGER



Abb. 6:
Prüfkörper aus dem Kleinbrandver-
such unmittelbar nach dem Ablö-
schen

Abb. 7:
Geschlossene Kapselung der Außen-
wand



Anzeige

Lohnabbund und Massiv-Holz-Mauer aus Sachsen

Abbundzentrum Dahlen GmbH & Co. KG

Gewerbestrasse 3
04774 Dahlen
Tel.: +49 (0) 34361 - 532 52
Fax: +49 (0) 34361 - 532 53



- Massiv
- Ökologisch, ohne Leim
- Gesund und behaglich
- Schnell
- Direkt vom Hersteller
- Freies Bauen

Internet: www.abbund-dahlen.de; E-Mail: info@abbund-dahlen.de

beanspruchungsdauer betrug dabei 20 Minuten. Anschließend wurde der Prüfkörper jeweils aus dem Ofen gehoben und oberflächlich mit Wasser abgelöscht. In der anschließenden Abkühlphase wurden die Prüfkörper 15 Stunden lang optisch und messtechnisch beobachtet.

Alle Konstruktionen wurden hinsichtlich der Leistungsfähigkeit der brandschutztechnischen äußeren Bekleidung, dem Auftreten von kritischen Temperaturen, der Brandausbreitung innerhalb des Elements und dem Auftreten von Glimmbränden beurteilt.

Während der Brandbeanspruchung zeigte weder die brandraumseitige 15 mm dicke Gipsfaserplatte noch die 18 mm dicke Gipsfaserplatte auffällige Risse in der Oberfläche. Die Temperaturen hinter der 18 mm dicken Gipsfaserplatte blieben unter 150° C, während die Temperaturen im Bereich der Hohlraumdämmung hinter der 15 mm dicken Gipsfaserplatte 350°C überstiegen. Infolge des Ablöschens der Oberflächen nach der Brandbeanspruchung und der anschließenden Abkühlphase kam es bei beiden brandschutztechnischen Bekleidungen zu Rissbildungen. In der Konfiguration mit 18 mm dicken Gipsfaserplatten gingen alle gemessenen Temperaturwerte im Element auf Raumtemperatur zurück. Hinter den 15 mm dicken Platten kam es jedoch zu Glimmbränden.

Die Versuche zeigten, dass die Stoßfugenausbildung der Gipsfaserplatten im Laibungsbereich einen maßgeblichen Einfluss auf die Schutzwirkung am Element besitzt. So kam es bei der Ausführung mit 15 mm dicken Gipsfaserplatten zu einer frühzeitigen Öffnung der stumpfen Stoßfuge und einem Einbrand ins Element. Dies, zusammen mit der Rissbildung in der Abkühlphase und Fehlstellen im Dämmungsbereich führte zu einem Kamineffekt und Glimmbrandprozessen für diese Ausführungsvariante.

Daraus lässt sich ableiten, dass mit einer präzisen Füllung der Hohlräume, einer soliden Fugenausbildung und schlussendlich einer reduzierten Temperaturbelastung durch eine adäquat dimensionierte brandschutztechnische Bekleidung die Dämmung aus Holz- und Zellulosefaser geschützt werden kann.

Konstruktionsprinzipien

Aus den Ergebnissen der Kleinbrandversuche konnten folgende Konstruktionsprinzipien abgeleitet werden (vgl. Abb. 7):

- Das TES-Element sollte mit einer 18 mm dicken Gipsfaserplatte oder Äquivalentem bekleidet werden.
- Stumpfe Plattenstöße sind mit einem 10 mm dicken Plattenstreifen zu hinterlegen oder als Stufenfalz auszuführen.
- Eine Unterbrechung der brandschutztechnischen Bekleidung im Laibungsbereich durch den Fensterrahmen ist möglich, ohne eine Schwachstelle darzustellen.

Diese Konstruktionsprinzipien wurden im folgend dargestellten Großbrandversuch übernommen, um deren Leistungsfähigkeit abschließend zu bestätigen. Hierin wurde zudem ein weiteres Konstruktionsmerkmal der TES-Fassade untersucht; die Fügung zweier Elemente im sogenannten TES-Elementstoß, siehe Abb. 2. Hierfür muss sichergestellt werden, dass die Brandschutzbekleidung nicht an der Fugestelle unterbrochen wird und es zu Einbränden kommt. Da der Elementstoß während der Montage schwer zugänglich ist (vgl. Abb. 3), ist das nachträgliche Verschließen der Stoßfuge vor Ort nur schwer möglich. Folglich wurde hier die Idee der Hinterlegung aufgegriffen und auf den Elementstoß angewendet, siehe Abb. 7.

Großbrandversuch

Das Prüfkonzept des Großbrandversuchs entspricht der

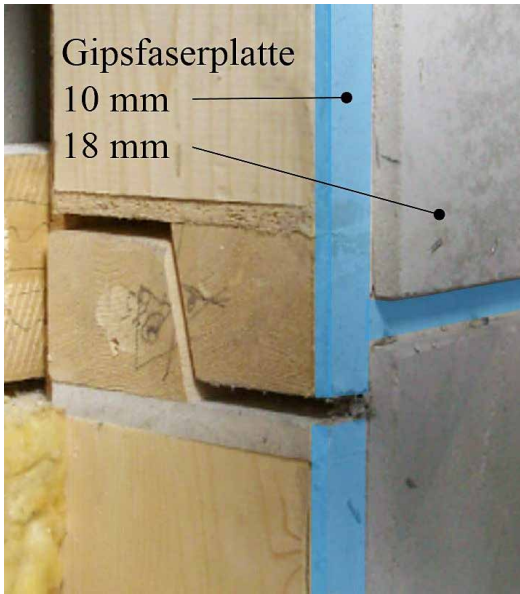
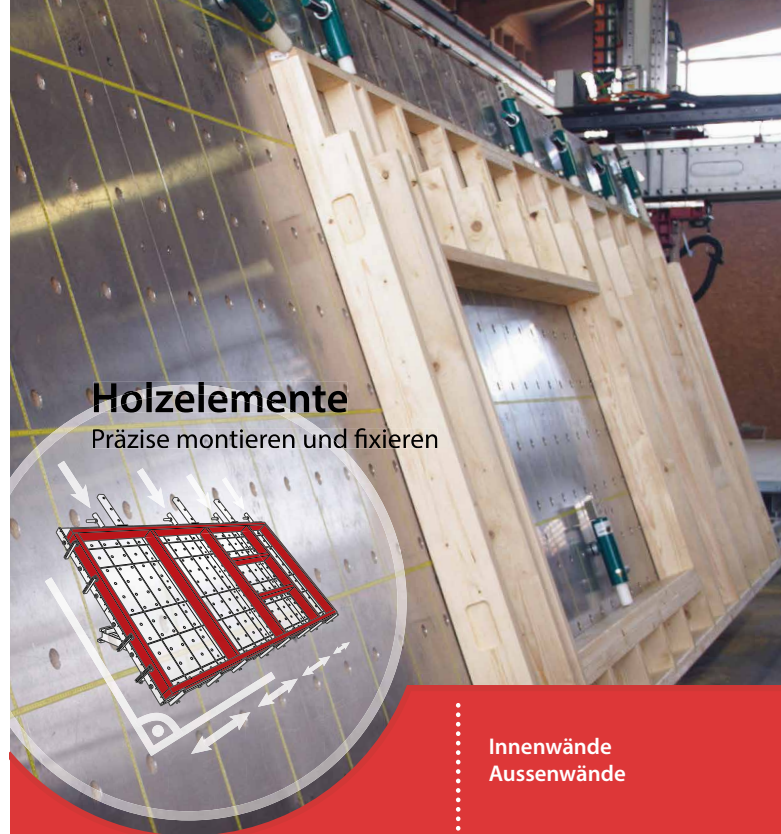


Abb. 8: Hinterlegen der Brandschutzbekleidung im Bereich des Elementstoßes

Tab. 2: Prüfkörperkonfiguration Großbrandversuch

Prüfkonfiguration	1
Gefachdämmung	Zellulosefaser
Ausgleichsebene	Zellulosefaser / Mineralwolle im Laibungsbereich
Dicke der Gipsfaserplatte	18 mm
Elementstoßkonfiguration	Hinterlegen mit 10 mm dickem Gipsfaserplattenstreifen
Fassadenbekleidung	keine
Kapselung Sturz / Laibung	durchlaufend

Abb. 9: Großbrandversuche in der Durchführung



Holzelemente

Präzise montieren und fixieren



Innenwände
Aussenwände

Elementbautisch



Ein Bau

=



Ein Tisch

Decken
Dächer

Kastenelemente

Pneumatisch pressen



Maschinentechnik
Für den Holzbau

woodtec Fankhauser GmbH

+41 (0)62 752 95 80 | info@woodtec.ch | www.woodtec.ch



Abb. 10: Prüfkörper nach dem Versuch

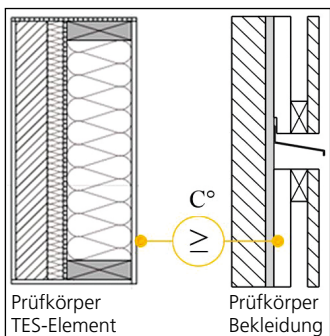


Abb. 11: Vergleich der Prüfkonfiguration zwischen den Versuchen mit Holz-Fassadenbekleidung und dem TES-Element

E DIN 4102-20 [DIN 4102]. Der zugehörige Prüfstand besteht aus einer im rechten Winkel angeordneten Außenwanddecke, in der die TES-Elemente 6 m hoch montiert wurden (siehe Abb. 8 und 9). Die thermische Beanspruchung wird durch einen Gasbrenner unter natürlicher Belüftung erzeugt, der in der Fensteröffnung steht. Die Beflammungsdauer betrug 20 Minuten.

Direkt nach dem Versuch konnten keine Schäden, wie z.B. Risse in den Gipsfaserplatten festgestellt werden. Nach dem Abstellen des Gasbrenners und während der darauffolgenden Beobachtungs-

phase von ungefähr 20 Stunden traten kein Glimmbrand und kein sichtbarer Sekundärbrand auf. Beim Rückbau des Prüfkörpers wurde weder an der Holzkonstruktion noch am Dämmmaterial in den Elementen und in der Ausgleichsschicht Brandschäden verzeichnet (siehe Abb. 10). Damit verhielt sich der Großbrandversuch günstiger als die Kleinbrandversuche.

Holzfassadenbekleidung auf TES-Element

Für die Anwendung von brennbaren Fassadenbekleidungen wurden im Rahmen des Schweizer Projekts „B3-Fassaden – AG Brandschutz bei Holzfassaden“ Versuche an 28 verschiedenen Holzfassadenbekleidungen im Großmaßstab durchgeführt. [HTO 2009] Die Prüfkonfiguration an diesen Holzfassaden entsprach dem Großversuch am TES-Element. Die Temperaturentwicklung hinter der Fassadenbekleidung und an der Oberfläche des untersuchten TES-Elements wurde an denselben geometrischen Stellen (vgl. Abb. 12), bei vergleichbarer Brandbeanspruchung erfasst. Bleiben die aufgezeichneten Temperaturen hinter der Holzfassade unter der Temperatur die am untersuchten TES-Element über die gesamte Versuchszeit erreicht wurden, lassen sich die entsprechenden Holzfassaden auch auf die untersuchten TES-Elemente aufbringen. [SmartTES 2013]

Schlussfolgerung

Im Hinblick eines Bemesungsbrandes müssen die Standards für die Brandbelastung der Fassaden weiter diskutiert werden. Durch die unterschiedlichen Belastungsbedingungen im Kleinbrandversuch verglichen mit dem Großbrandversuch, variiert das Ergebnis bezüglich der Anwendbarkeit der Materialien und der Konstruktion.

Die Versuche zeigten klar, dass die brandschutztechnische Bekleidung als wesent-

liches Mittel zum Erreichen der Schutzziele anzusehen ist. Zudem muss auf die Notwendigkeit einer ausreichenden Schutzwirkung im Bereich der Fugen und Anschlüsse hingewiesen werden. Als wesentliches Mittel stellt sich hier die Ausbildung von Verfaltungen, durch Hinterlegung der Stoßstellen dar, wodurch auch bei Anwendung von biogenen Gefachdämmstoffen der notwendige Schutz ermöglicht wird.

Durch das Ergebnis der durchgeführten Untersuchung wurden praktische Lösungen für die brandschutztechnisch sichere Konstruktion von vorgefertigten TES-Fassade entwickelt, welche nun verfügbar sind. Die Anwendung von TES in der Gebäudeklasse 4 und 5, entsprechend der deutschen Musterbauordnung, ist somit möglich. ■

Literaturverweise

- [TES 2009] TES EnergyFacade – Prefabricated timber based building system for improving the energy efficiency of the building envelope, <http://www.tesenergyfacade.com>, BMBF, PTJ, 2009
- [Ott 2013] Stephan Ott, Stefan Loebus, Stefan Winter: Vorgefertigte Holzfassadenelemente in der energetischen Modernisierung, Bautechnik, Vol 90 (1), pp 26-33, 2013
- [Bachmeier 2015] Peter Bachmeier: WDVS mit Polystyrol-Dämmstoffen – welche Maßnahmen sind notwendig?, FeuerTRUTZ Magazin 1. 2015
- [DIN 4102] E DIN 4102-20 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Besonderer Nachweis für das Brandverhalten von Außenwandbekleidung“, Fassung März 2010/ Oktober 2015
- [HTO 2009] High-Tech Offensive Bayern, Forschungsbericht HTO TP 2: Brandsicherheit im mehrgeschossigen Holzbau, TU München, 2009
- [SmartTES 2013] SmartTES Schlussbericht, BMBF, PTJ, 2013

Anzeige

»Profilholz direkt vom Hersteller.«



Falter

gegründet 1919

Wir arbeiten mit den Hölzern Lärche, Douglasie, Fichte, Weißtanne und Zirbenholz/Zirbelkiefer.

Wir sind kompetente Partner für Architekten, Zimmereien, Holzbau und private Bauherren.

Säge- und Hobelwerk Josef Falter & Sohn Frathau 3
94256 Drachselsried **Telefon** (09945)1007 **Fax** (09945) 2290
info@falter-holz.de www.laerchenholz-falter.de