



Durch die DAkks GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren, welche unter www.mfpa-leipzig.de eingesehen werden kann.

Geschäftsbereich III - Baulicher Brandschutz

Geschäftsbereichsleiter: Dr.-Ing. Peter Nause

Arbeitsgruppe 3.3 – Originalbrände

Kurzbericht

zu

UB 3.3/10-009

vom 20.08.2010 1. Ausfertigung

Gegenstand: Originalbrandversuch nach den Zulassungsgrundsätzen des DIBt an einem Außenwandausschnitt aus zweischaligem Mauerwerk mit geplanter Luftschicht (40 mm) unter Verwendung einer Dämmung aus Polyurethan-Hartschaum in einer Dicke von 160 mm im Schalenzwischenraum

Auftraggeber: Industrieverband Polyurethan-Hartschaum e.V.
Im Kaisemer 5

D – 70191 Stuttgart

Auftragsdatum: 04.03.2009

Bearbeiter: Dipl.-Phys. Ingolf Kotthoff, Arbeitsgruppenleiter
Dipl.-Ing. (FH) Kerstin Hegemann, Bearbeiterin

Dieser Kurzbericht besteht aus 7 Seiten.

Dieser Bericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Eine Veröffentlichung – auch auszugsweise – bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der MFPA Leipzig GmbH. Als rechtsverbindliche Form gilt die Schriftform mit Originalstempel und Originalunterschrift des / der Zeichnungsberechtigten.

Es gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) der MFPA Leipzig GmbH

Gesellschaft für Materialforschung und Prüfungsanstalt
für das Bauwesen Leipzig mbH
Geschäftsführer: Prof. Dr.-Ing Frank Dehn
Sitz: Hans Weigel Straße 2b · D - 04319 Leipzig
Telefon: +49 (0) 341/65 82-121
Fax: +49 (0) 341/65 82-197
E-Mail: brandschutz@mfpa-leipzig.de

Handelsregister: Amtsgericht Leipzig HRB 177 19
Ust.-Nr.: DE 813200649
Bankverbindung: Sparkasse Leipzig
Kto.-Nr 1100 560 781
BLZ 860 555 92

1. Veranlassung

Zur weiteren Minimierung von Energieverlusten über die Gebäudeaußenwand ist seitens der Industrie beabsichtigt künftig im verstärkten Umfang auch bei zweischaligem Mauerwerk Polyurethan-Hartschaum als Dämmung zwischen der tragenden Innenschale und der Vormauerschale einzusetzen. Entsprechend der aktuellen Verwendbarkeitsnachweise (hier bauaufsichtliche Zulassungen) für die Luftschichtanker, die die Vorsatzschale halten, ist die Tiefe des Schalenzwischenraums dabei momentan auf 200 mm begrenzt. Der Dämmstoff ist nach DIN 4102-1 der Baustoffklasse B2, normalentflammbar, zuzuordnen. Die Verwendung bei Gebäuden normaler Art und Nutzung (Wohn- und Bürogebäude) der Gebäudeklassen 1 bis 3 ist nach § 28 MBO ist aus brandschutztechnischer Sicht, unabhängig der technischen Ausführung der Außenwandkonstruktion, ohne zusätzliche Anforderungen möglich. Der Eignungsnachweis für eine Verwendung des Dämmstoffs in Zweischalenmauerwerk bei Gebäuden der Gebäudeklassen 4 und 5, d.h. dort wo baurechtlich die Verwendung schwerentflammbarer Baustoffe gefordert ist, war in Abstimmung mit dem DIBt durch einen Originalbrandversuch nach den Zulassungsgrundsätzen des DIBt (DIN E 4102-20) zu führen, wobei die brandschutztechnisch kritischste Einbausituation zu untersuchen war. Für die Bauart wurde durch das IBF eine Risikoanalyse erstellt und der „worste case“ abgeleitet. Als solcher wurde ein Zweischalenmauerwerk mit einer geplanten, durchströmten Luftschicht (40 mm) bei gleichzeitigem Einbau eines Verschattungselements (Rollladen, Jalousie) oberhalb des Sturzes der Außenwandöffnung identifiziert. Mit der Durchführung der Prüfung wurde die MFPA Leipzig beauftragt.

2. Prüfmethode

Der Prüfansatz entsprach dem aktuellen DIN-Entwurf 4102-20 „Besonderer Nachweis für das Brandverhalten von Außenwandbekleidungen“ als Bestandteil der Zulassungsgrundsätze des Deutschen Instituts für Bautechnik. Als Versuchsstand wird dabei ein originalmaßstäblicher Außenwandabschnitt (Höhe 6 m) mit einspringender Gebäudeecke und einem Einzelfenster (Brandkammeröffnung mit Prüffeuerelement) ausgebildet und mittels eines Gasbrenners bei natürlichen Lüftungsbedingungen thermisch beansprucht wird. Die Beanspruchungsdauer beträgt 20 Minuten. Die Anordnung des Gasbrenners in der Brandkammer simuliert ein Szenario, wie es für den Flammenaustritt aus einem offenen Fenster eines sich im Vollbrand befindlichen Wohnraumes auf eine Fassade typisch ist. Im betrachteten Fall war es infolge der Besonderheiten der Bauart notwendig einen separaten Versuchsstand zu errichten, der hier gleichzeitig den Prüfkörper bildete. Der Prüfkörper hatte eine Breite von 3,2 m, (Rückwand 2 m, Eckwand 1,2 m) bei einer Höhe von 6 m. In der Rückwand befand sich in der linken unteren Ecke eine Brandkammer, Breite 1,0 m, Höhe 1,0 m, Tiefe 0,8 m in der der Gasbrenner positioniert wurde.

3. Versuchsgegenstand

Der Aufbau des Prüfkörpers erfolgte durch eine vom Auftraggeber benannte Fachfirma. Die verwendeten Materialien wurden durch Mitarbeiter der MFPA Leipzig kontrolliert. Der Prüfkörper hatte von innen nach außen folgenden prinzipiellen Aufbau:

- **Hintermauerwerk**
 - Kalksandstein nach DIN 106, Mittelformat (24 x 17,5 x 24 cm)
 - Fugenmörtel der Mörtelgruppe 3 nach DIN 18580, Ausführung im Dünnbettverfahren; 2 mm Lagerfugen, Stoßfugen unvermörtelt (knirsch gestoßen) aber raumseitig verspachtelt
 - industriell vorgefertigter Sturz (Flachsturz 3DF); Länge 1,5 m
 - Luftschichtanker (hier nach Z-17188) aus Edelstahl, ca. 90 mm in die Lagerfuge einbindend, hier 7 Stück pro Quadratmeter Wandfläche
- **Dämmschicht**
 - Polyurethan Hartschaum nach DIN EN 13165
 - Dichte ca. 30 kg/m³
 - normalentflammbar nach DIN 4102-1
 - Dämmplatten mit beidseitiger Alu-Verbunddeckschicht (hier „Ecotherm@Slimline KD 024“); Dicke 80 mm; Aluminium-Mehrlagenverbundfolie aus 7 Lagen (PE 15 µ, Alu 7 µ, PE 15 µ, Papier 100 µ, PE 15 µ, Alu 7 µ, Kleber); Plattenformat 800 x 1200 mm
 - zweilagig (2 x 80 mm, d.h. in der Mitte zwei Lagen Kaschierung) im Verband verlegt

- auf die Luftschichtanker „gepinnt“ und mit Klemmscheiben (Polyamid) fixiert, die Klemmscheiben waren dabei trotz unterschiedlicher Farbe (Anlieferung) gleich
- Mauersperrbahn (hier „Dörken Mauerwerkssperre“ aus PVC-Folie, 1,2 mm) zur Wasserabführung, oberhalb des Sturzes der Brandkammeröffnung (ca. 400 mm) mit Klebeband (hier „Delta-Multiband“) auf der Außenseite der Dämmung fixiert (Luftschichtanker durchgehend), oberhalb der Brandschutzmaßnahme und unterhalb der Entwässerungsöffnungen, die Öffnung seitlich ca. 200 mm überragend
- **Luftschicht**
 - durchgängig, Tiefe 40 mm, partiell durch Mörtelwülste (Vermauerung der Vorsatzschale) eingengt
 - Lüftungs- und Entwässerungsöffnungen gemäß normativer Vorgabe in der Vorsatzschale
 - offene Stoßfugen, Öffnungsgröße hier 10 x 82 mm, Abstand von ca. 50 cm
 - unten: im Sockelbereich 4 (2 x 2 je links und rechts der Brandkammeröffnung), in der dritten Schicht über dem Fußboden oberhalb des Sturzes 2 Öffnungen (oberhalb der nach vorn in die Vorsatzschale gezogenen Mauersperrbahn)
 - oben: am oberen Ende des Prüfaufbaus (eine Lage) insgesamt 6 Öffnungen
 - insgesamt 6 Öffnungen unten und 6 Öffnungen oben
- **Brandschutzmaßnahme:**
 - *kein Einbau von Brandschutzmaßnahmen in der Dämmebene, PU-Hartschaum bis zur Sturzunterseite geführt, vollständig freiliegend, nicht geschützt!!!!*
 - Verfüllung der Luftschicht dreiseitig (Sturz und beide Leibungen, links und rechts) um die Außenwandöffnung (Brandkammer) mit einem Streifen aus nichtbrennbarem, im Brandfall formbeständigen Material
 - Breite des Streifens 300 mm, Dicke 40 mm (wie Luftschicht)
 - Mineralwolle nach DIN EN 13162, Dichte ca. 40 kg/m³
 - nichtbrennbar (Din 4102-A1, A1 nach EN 13501-1), Schmelzpunkt > 1000 °C nach DIN 4105-17
 - auf die Luftschichtanker gepinnt (Abstand ca. 250 mm) und mit Klemmscheibe (Polyamid) fixiert, aber nicht komprimiert
- **Vorsatzschale**
 - Vormauerziegel nach DIN 105; 24 x 9 x 7,2 cm (L x B x H)
 - Fugenmörtel Gruppe 2a nach DIN V 18580
 - Lagerfuge 12 mm, Stoßfuge 10 mm, vollfugig gemauert, Fugenglattstrich vorderseitig
 - Sturz aus Ziegeln in „Grenadieranordnung“ (hoch stehend) örtlich gemauert
 - Luftschichtanker ca. 50 mm in die Lagerfuge einbindend
 - Mauersperrbahn in Lagerfuge eingelegt

Die nachfolgenden Bilder vermitteln einen Eindruck vom Versuchsaufbau



Abb. 1: applizierte Dämmung



Abb. 2: Steinwolle im Luftspalt zw. Dämmung und Vorsatzschale

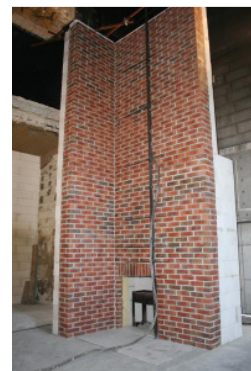


Abb. 3: Endzustand



Abb. 4: Sturz- und Leibungsausbildung

3. Mess- und Registrierdaten

Während des Versuches wurden flächendeckend Temperaturen im gleichen Messraster vor der Fasadenoberfläche (Außenseite der Vorsatzschale), im Luftraum und in der Mitte der registriert. Weiterhin wurden die Rauchgastemperaturen und die thermische Beanspruchung unterhalb des Sturzes (Flammenaustrittstemperaturen) erfasst. Die Flammenhöhen während des Versuches wurden visuell durch Vergleich mit Messmarken registriert und die Konzentration ausgewählter Rauchgase im Abgasschlot bestimmt. Die Temperaturverteilung vor bzw. an der Oberfläche der Vorsatzschale wurde mit einer IR-Kamera dokumentiert.

4. Versuchsdurchführung

- **Versuchstermin:** 21.04.2010
- **Prüfzeit:** 20 Minuten bei einer Brennerleistung von ca. 400 kW

Prüfminute	Versuchsbeobachtungen	max. Flammenhöhe*
1.	Versuchsbeginn, Gasbrenner gezündet, der ungeschützte Dämmstoff wird an der Sturzunterseite und im oberen Drittel der Leibungen direkt beflammt und entflammt zeitnah	2,2 m
2. - 10.	im Einflussbereich der Prüfflamme verrußt die Oberfläche der Vorsatzschale zunehmend, das oberflächliche Brennen des Dämmstoffes setzt sich in den Leibungen geringfügig nach unten fort	2,8 m
11. - 20.	am Sturz und in den Leibungen verlöschen die Flammen des Sekundärbrandes zunehmend eigenständig, weitere Schäden oder Branderscheinungen sind am Prüfaufbau nicht zu beobachten	2,6 m
21.	Versuchsende, Gasbrenner abgeschaltet, es schließt sich eine Beobachtungszeit von 60 Minuten (Messwerterfassung 120 Minuten) an; am Sturz und in den Leibungen sind lokal und intermittierend über eine Dauer von ca. 5 Minuten kleine Flammen zu beobachten, die jedoch zeitnah verlöschen, im weiteren sind keine Branderscheinungen mehr wahrnehmbar	-

*Bezugsebene für die angegebenen Höhen ist der Brandkammersturz

Die nachfolgenden Abbildungen vermitteln einen Eindruck vom Brandgeschehen.

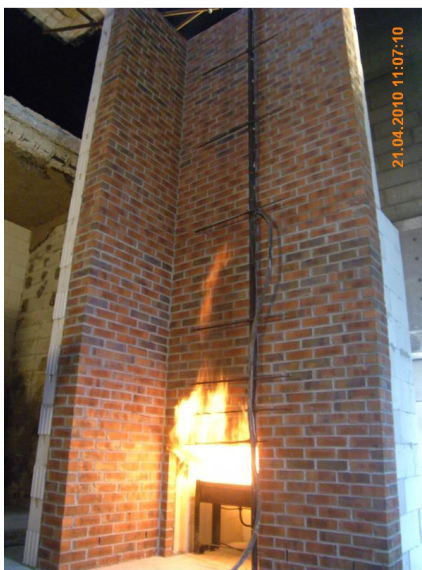


Abb. 5: 1. Prüfminute



Abb. 6: 6. Prüfminute



Abb. 7: 18. Prüfminute

5. Ergebnisse

- Zeitunabhängige Maximaltemperaturen

Messort	Temperaturen [°C] in							
	Sturz	0,25 m Höhe*	0,5 m Höhe*	1 m Höhe*	2 m Höhe*	3 m Höhe*	4 m Höhe*	5 m Höhe*
5 mm vor der Vorsatzschale	880	852	791	503	270	168	135	109
100 mm vor der Vorsatzschale	931	889	804	591	316	200	131	102
im Luftspalt < 60. Minute > 60 Minuten	-	95	47	44	37	30	30	25
	-	87	53	45	39	30	30	26
in der Mitte des Dämmstoffes < 60. Minute > 60 Minuten	-	40	14	14	14	14	14	14
	-	49	23	21	19	18	18	19

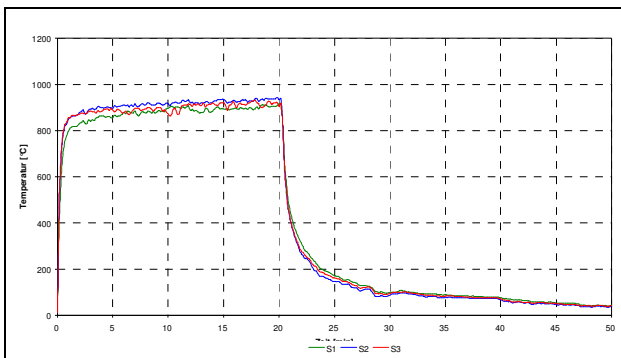


Abb. 8: Temperatur-Zeit-Verhalten der Messwerte an den Messstellen an der Unterseite des Sturzes

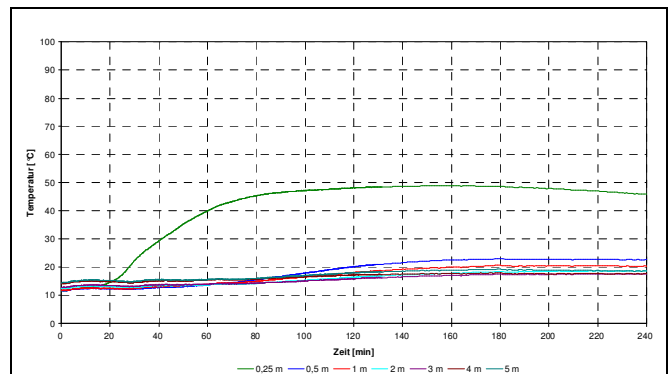


Abb. 9: Temperatur-Zeit-Verhalten der Messwerte an den Messstellen im Dämmstoff – mittig oberhalb der Brandkammer

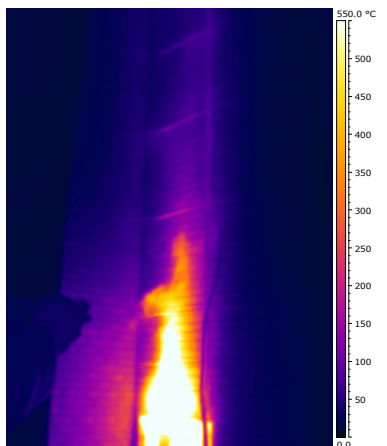


Abb. 10: Infrarotaufnahme - 15. Prüfminute thermische Beanspruchung vor der Fassadenoberfläche

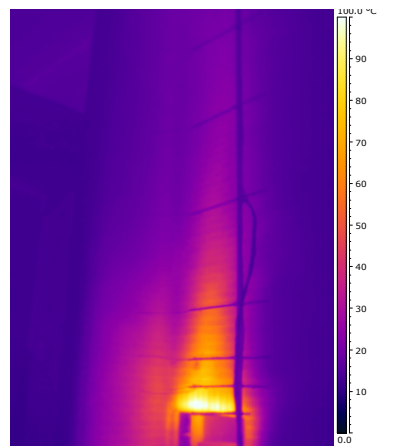


Abb. 11: Infrarotaufnahme - 105. Prüfminute thermische Beanspruchung vor der Fassadenoberfläche

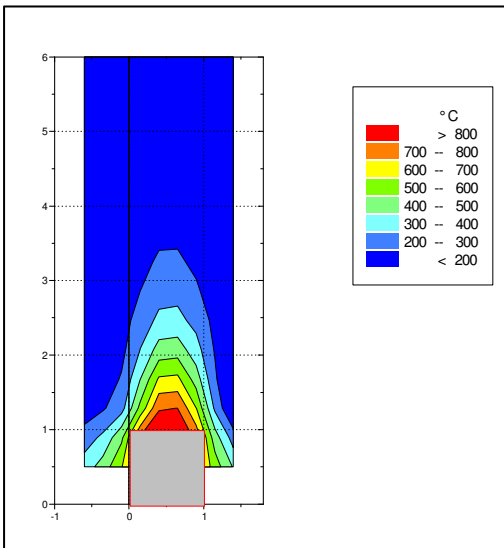


Abb. 12: Isothermendarstellung zeitunabhängige maximale thermische Beanspruchung vor der Fassadenoberfläche

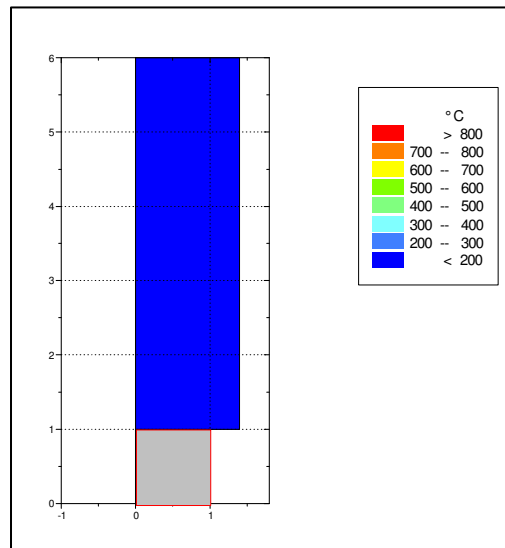


Abb. 13: Isothermendarstellung zeitunabhängige maximale thermische Beanspruchung im Dämmstoff

- Konzentration der Gase O₂, CO und CO₂ im Abgasschlot**

Die im Abgasstrom ermittelten Konzentrationen der Gase O₂, CO₂ und CO überschritten die atmosphärischen Ausgangswerte vor der Prüfung nicht signifikant (Prüffeuher).

6. Zustand des Prüfkörpers nach dem Versuchsende

Vorsatzschale	
verfärbt / verrußt	vertikal ca. 4 m* horizontal ca. 1,2 m
Risse / Abplatzungen	keine
Dämmung	
Brandschädigung nach DIN 4102-1	vertikal ca. 0,12 m* horizontal ca. 1,30 m (jeweils ca. 0,15 m seitlich der Leibungen)

*Die angegebenen Höhen beziehen sich auf den Brandkammersturz



Abb. 14 bis 16: Zustand des Prüfkörper nach dem Versuch

7. Zusammenfassung

Ein Außenwandausschnitt aus zweischaligen Mauerwerk mit einer geplanten, durchströmten Luftschicht (40 mm) und Polyurethan-Hartschaum als Dämmung (Dicke 160 mm) zwischen der tragenden Innenschale und der Vormauerschale wurde einem originalmaßstäblichen Brandversuch nach den Zulassungsgrundsätzen des DIBt (DIN E 4102-20) unterzogen. Die Luftschicht wurde dreiseitig um die Brandkammer mit einem Streifen aus Mineralwolle verfüllt. Brandschutzmaßnahmen in der Dämmebene wurden nicht ausgeführt, der PU-Hartschaum lag sowohl an der Sturzunterseite als auch an den beiden Leibungen vollständig frei.

Bedingt durch den direkten Kontakt mit den Flammen des Prüffeuers entflammte der ungeschützte Dämmstoff im Sturz (ca. 900 °C über 20 Minuten) und in den Leibungen unmittelbar nach Versuchsbeginn. Bedingt durch den Selbstschutzeffekt des Materials durch die sich bei thermischer Zersetzung bildende relativ formstabile Kohlenstoffschicht (Karbonisierung) kam es nicht zu einem fortschreitenden Weiterbrennen, die Schädigung blieb auf eine 12 – 20 cm breiten bzw. hohen Streifen um die Öffnungsleibungen und den Sturz der Flammenaustrittsöffnung beschränkt, wie auch die Temperaturmessungen innerhalb der Dämmebene bestätigen. Das lokale und intermittierende Brennen am Dämmstoff im Leibungsbereich der Brandkammer erlosch zeitnah mit Wegnahme der Flammen des Prüffeuers selbständig. Die Abschottung des Schalenzwischenraums durch den Mineralwollstreifen war wirksam, Heißgase traten in den Hinterlüftungsspalt nicht ein. Die Vorsatzschale aus Vormauerziegeln wies erwartungsgemäß, von geringfügigen Verfärbungen abgesehen, keine Schäden, wie Risse oder Abplatzungen auf.



Dipl.-Phys. I. Kotthoff
Arbeitsgruppenleiter

