






















TECHNISCHE SYSTEMINFORMATION
**WDVS UND
BRANDSCHUTZ**
KOMPENDIUM



Hinweis zu den Grafiken

Die Details bzw. Abbildungen in diesem Merkblatt sind aufgrund der Erkennbarkeit von z. B. Profilen nicht maßstabsgetreu. Bei allen Abbildungen handelt es sich um beispielhafte Ausführungen.

Legende Abbildungen:

	Dübel		Dämmstoffe allgemein
	Dichtbänder		EPS
	Fugendichtungsbänder (Kompribänder)		Mineralwolle
	Dämmplatten-Kleber		Unterputz
	Dicht- bzw. Klebstoff		Oberputz
	Fenster, Fensterbänke		Mauerwerk, Stein usw.
	Jalousie- bzw. Rollladenkästen		Keramisches WDVS
	Profile		
	Gebäudeabschnitte Sockelbrandbereich		
	Gebäudeabschnitte Raumbrandbereich		
	Brandriegel im Sockelbrandbereich		
	Brandriegel im Raumbrandbereich		
	Abschlussriegel		
	Nichtbrennbarer Dämmstoff		

Vorwort

Es gibt viele Gründe, Gebäude zu dämmen. Seien es die formellen Vorgaben des Gesetzgebers im Gebäudeenergiegesetz (GEG), finanzielle Einsparungen bei den Heizkosten oder aber ethische Gründe, aktiven Klimaschutz zu betreiben. Niemand möchte sich jedoch mit den Dämmmaßnahmen unkalkulierbare Risiken an die Hausfassade montieren, was bei Beachtung der öffentlich-rechtlichen Vorgaben des Bauordnungsrechts in Abhängigkeit der Gebäudeklassen und Nutzungen auch gewährleistet wird.

Grundsätzlich ist das Bauordnungsrecht so aufgebaut, dass die Schutzziele und für Standardbauten sowie ausgewählte Sonderbauten die materiellen Anforderungen konkret beschrieben werden. Die Verwendbarkeitsnachweise der Baustoffe, der Bauteile sowie der Bauarten zielen wiederum auf diese Regelungen ab.

Haben wir damit nicht genug Regelungen, unter denen die Bauwirtschaft ohnehin schon stöhnt?

Für die Herstellung der Baustoffe und den Brandschutznachweis, der Grundlage der Baugenehmigung ist, kann dies wohl bejaht werden. Im Rahmen der Detailplanung und der konkreten Bauausführung ergeben sich aber zahlreiche Fragestellungen, die nicht zwingend durch öffentlich-rechtliche Vorgaben definiert werden müssen, sondern viel flexibler durch privatrechtliche Regelungen aus der Praxis für die Praxis. Mit dem Brandschutz-Kompendium gelingt dies seit vielen Jahren vorbildlich. Mit der nun vorliegenden Aktualisierung wird den Planerinnen und Planern sowie Bauausführenden eine aktuelle Übersicht zur Verfügung gestellt.

Warum ist mir als Vorsitzendem des Fachausschusses Vorbeugender Brand- und Gefahrenschutz der deutschen Feuerwehren dieses Vorwort wichtig? Nach den validierten Ergebnissen der Einsatzstellenbewertungen findet eine Brandausbreitung über Nutzungseinheiten hinaus am häufigsten über geöffnete Feuerschutzabschlüsse statt. Bereits an zweiter Stelle liegt aber die Brandausbreitung über die Fensteröffnungen und die Fassade. Allein aus diesen praktischen Erkenntnissen ist die Bedeutung der Fassadendämmung gut erkennbar. Brände sollten bei Eintreffen der Einsatzkräfte der Feuerwehr kein Ausmaß angenommen haben, das nicht mehr beherrschbar ist; im Regelfall muss der Brand auf das Brandgeschoss und maximal ein Geschoss darüber begrenzt sein. Um dies zu gewährleisten, müssen die Baustoffe, Bauteile und Bauarten den baurechtlichen Vorgaben entsprechen.

Den entscheidenden Beitrag leisten hierbei die Bauausführenden, für die das vorliegende Kompendium als Hilfestellung bei ihrer Arbeit dienen soll.

Dipl.-Ing. (FH) Peter Bachmeier
Leitender Branddirektor

Vorsitzender des Fachausschusses
Vorbeugender Brand- und Gefahrenschutz

AGBF Bund – Arbeitsgemeinschaft
der Leiter der Berufsfeuerwehren
in der Bundesrepublik Deutschland (AGBF)

Der Inhalt dieser Broschüre wird mitgetragen von:

**BUNDESVERBAND
AUSBAU UND FASSADE**
im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes



**Bundesverband
Farbe Gestaltung
Bautenschutz**



Fachverband der Stuckateure im
**BRANCHENZENTRUM
AUSBAU UND FASSADE**



Inhalt

1	Brandweiterleitung an der Gebäudeaußenwand	4	3	Systemvielfalt und Brandverhalten von WDVS	22
1.1	Brandszenarien	4	3.1	Anwendungsbereiche von WDVS	22
1.2	Bemessungsbrände	6	3.2	Systemvielfalt und objektspezifische Verwendung	22
1.3	Mechanismen der Brandweiterleitung an Fassaden und daraus abgeleitete Schutzziele	8	3.3	WDVS und Brandverhalten	23
1.3.1	Ausgangssituation	8	4	Brandschutzgerechte Ausführung von WDVS	24
1.3.2	Fallstudien	9	4.1	Normalentflammbare WDVS	24
1.3.2.1	Massivbau ohne Außenwandbekleidung, „Grundsituation“	9	4.2	Schwerentflammbare WDVS mit PF und PU	24
1.3.2.2	Massivbau mit Außenwandbekleidung	10	4.3	Schwerentflammbare WDVS mit EPS	24
1.4	Schutzziele an der Gebäudeaußenwand	10	4.3.1	Definition von „Schutzzonen“	24
2	Bauordnungsrechtliche Grundlagen	11	4.3.2	Schutzmaßnahmen gegen das Szenario Raumbrand	25
2.1	Allgemein	11	4.3.2.1	Fall A: Schutzzone Raumbrand – keine Zusatzmaßnahmen	26
2.2	Grundanforderungen an das Brandverhalten von Außenwandbekleidungen	12	4.3.2.2	Fall B: Schutzzone Raumbrand – umlaufender Brandriegel	26
2.2.1	Begriffsdefinition	12	4.3.2.3	Fall C: Schutzzone Raumbrand – Sturzschutz	28
2.2.2	Anforderungen gemäß Musterbauordnung / Landesbauordnung und nachfolgender Verordnungen / Richtlinien	12	4.3.2.4	Fall D: Schutzzone Raumbrand – dreiseitige Umschließung	30
2.2.3	Anforderungen und Ausführungsbeispiele für besondere Gebäudebereiche	14	4.3.3	Schutzmaßnahmen gegen Brand von außen	33
2.2.3.1	Anforderungen an Brandwände	14	4.3.3.1	Fall A: Schutzzone Sockelbrandszenario bei WDVS mit EPS-Dämmstoff und Putz	33
2.2.3.2	Ausführungsbeispiele für WDVS auf Brandwänden	16	4.3.3.2	Fall B1: Schutzzone Sockelbrand bei WDVS mit EPS-Dämmstoff und Hartbelägen (Keramik-, Glasmosaik- oder Natursteinbekleidungen)	37
2.2.3.3	Anforderungen an Rettungswege und Zufahrten	16	4.3.3.3	Fall B2: Schutzzone Sockelbrandszenario bei WDVS mit EPS-Dämmstoff auf Untergründen des Holztafelbaus	38
2.2.3.4	Ausführungsbeispiele für WDVS an Rettungswegen und Zufahrten	17	4.3.3.4	Ausbildung von Brandriegeln in der Schutzzone Sockelbrand bei Übergängen zu horizontalen Flächen	39
2.3	Prüfung und Klassifizierung von Bauprodukten sowie Zuordnung zu bauaufsichtlichen Anforderungen	19	4.3.4	Oberer Abschluss eines WDVS mit EPS	40
2.3.1	Bausteine für die Prüfung und Klassifizierung	19	4.3.4.1	Dächer	40
2.3.2	Laborprüfungen nach DIN 4102-1 und DIN EN 13501-1	19	4.3.4.2	Mischfassaden	42
2.3.3	Originalbrandversuche nach DIN 4102-20	21	4.3.5	Beispielhafte Umsetzung von Brandschutzmaßnahmen	44
2.3.4	Sockelbrandszenario nach DIN 4102-24	21	4.3.5.1	Kombination von Brandschutzmaßnahmen gegen Sockelbrand und Raumbrand	44
2.4	Verwendbarkeitsnachweise für WDVS	21			

4.3.5.2	Ausführung von Brandschutzmaßnahmen gegen eine Brandeinwirkung von außen bei genutzten angrenzenden horizontalen Gebäudeteilen	45	5	Hinweise zur Bauausführung und Nutzung	64
4.3.5.3	Ausführung von Brandschutzmaßnahmen in Abhängigkeit von der Gebäudeklasse (GK).....	46	5.1	Ausführungskontrolle und Übereinstimmungsbestätigung	64
4.3.5.4	Ausführung von Brandriegeln bei versetzten Außenwandöffnungen	48	5.2	Nachträgliches Aufbringen von WDVS an bestehende Gebäude	65
4.3.5.5	Ausführung von Brandriegeln bei versetzten Geschossen	49	5.3	Sicherstellung der Schutzwirkung von WDVS.....	65
4.3.5.6	Ausführung von Brandschutzmaßnahmen an Treppenträumen	50		Anhang A	
4.3.5.7	Ausführung von Brandschutzmaßnahmen bei Gebäuden in Hanglage	51		Checkliste für Planer und Unternehmer	66
4.3.5.8	Deckenrandabstellungen und -dämmungen im Bereich von Brandriegeln	52		Anhang B	
4.3.5.9	Durchdringung von Brandriegeln.....	52		Nachweis des Brandverhaltens	67
4.3.5.10	Spritzwasserbereiche bei schwerentflammbaren WDVS.....	53	B.1	Grundsätze.....	67
4.3.6	Ausnutzung von Gebäudestrukturen als Brandriegel	53	B.2	Brandprüfungen nach DIN 4102-1 und DIN EN 13501-1	67
4.3.6.1	Anschluss von Brandriegeln an Kragplatten von Balkonen, Loggien und Laubengängen.....	54	B.2.1	Brennkasten nach DIN 50050-1 bzw. DIN EN ISO 11925-2.....	67
4.3.6.2	Durchgängige Fensterbänder	56	B.2.2	Brandschacht nach DIN 4102-15	68
4.3.6.3	Gesimse, vorgesetzte Geschossdecken	56	B.2.3	SBI-Test nach DIN EN 13823.....	69
4.4	Nichtbrennbare WDVS.....	56	B.2.4	Weitere Prüfverfahren	69
4.4.1	Fugen	57	B.3	Fassadenprüfstand nach DIN 4102-20.....	70
4.4.2	Spritzwasserbereiche.....	57		Anhang C	
4.5	Weitere brandschutztechnische Lösungen	58		Naturbrandversuche	71
4.5.1	Aufdopplung von WDVS.....	58	C.1	Raumbrand	71
4.5.1.1	Grundsätze.....	58	C.2	Sockelbrand	75
4.5.1.2	Notwendige konstruktive Brandschutzmaßnahmen bei aufgedoppelten WDVS mit EPS.....	59	C.2.1	Anlass, Grundlagen, Daten	75
4.5.1.3	Ausführung der Brandschutzmaßnahmen bei aufgedoppelten WDVS mit EPS.....	60	C.2.2	Versuchsbeispiel	77
4.5.2	Ausschäumen von Dämmplattenfugen.....	62	C.2.3	Sockelbrandszenario an einem nichtbrennbaren WDVS (z. B. Brandwand) mit brennbarer Sockeldämmung im Spritzwasserbereich, „schräges“ Gelände/Dach	79
4.5.3	Blitzschutz und WDVS.....	62	C.3	WDVS mit EPS und Vandalismus.....	85
4.5.4	Besondere Gebäudesituationen.....	62	C.3.1	EPS-Dämmung verklebt, aber unverputzt.....	85
4.5.4.1	Kanalförmige Gebäuderücksprünge	62	C.3.2	WDVS im Gebrauchszustand	87
4.5.4.2	Untersichten	62		Anhang D	
				Literatur- und Normenverzeichnis	88
				Anhang E	
				Abkürzungen	89

1 Brandweiterleitung an der Gebäudeaußenwand

1.1 Brandszenarien

Zur Abschätzung der möglichen thermischen Beanspruchung der Außenwandflächen (Fassaden) von Gebäuden im Brandfall und der damit verbundenen potenziellen Brandausbreitung ist es erforderlich, die infrage kommenden Brandszenarien zu betrachten.

Brandszenarien beschreiben ein mögliches, erwartbares Ereignis. Dabei kann ein Brandgeschehen unter besonderer Berücksichtigung bestimmter Rahmenbedingungen (wie der zeitlichen Entwicklung und einer spezifischen Bau- und Nutzungssituationen) ablaufen. Brandszenarien bilden die qualitative Darstellung eines Brandes ab, während sogenannte Bemessungsbrände zur Quantifizierung von Brandgeschehen herangezogen werden.

Die Ausbreitung eines Brandes, der die Fassade beeinträchtigt, wird von der Art, der Intensität sowie dem Ort des Entstehungsbrandes beeinflusst. Der zeitliche Verlauf der Energiefreisetzung und die Temperaturentwicklung sind abhängig von Art, Umfang und Zusammensetzung der „Brandlast“.

Als Brandlast versteht man alle brennbaren Gegenstände, also auch Bauprodukte, die in ein Gebäude eingebracht werden. Der Brandverlauf wird zusätzlich von der Sauerstoffzufuhr beeinflusst.

Die Oberfläche einer Gebäudeaußenwand, die Fassade, und damit auch ein darauf appliziertes Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS), wird durch die nachfolgend benannten drei Brandszenarien maßgeblich thermisch beansprucht.

Szenario 1:

Brand eines benachbarten Gebäudes

Die thermische Beaufschlagung der Fassade ist abhängig vom Abstand der Gebäude zueinander.

Je größer der Abstand, umso geringer ist die Wahrscheinlichkeit einer Brandübertragung, da diese nicht mehr durch Flammen (Heißgase), sondern nur noch durch Wärmestrahlung erfolgen kann. Die Intensität der Wärmestrahlung wird durch das Entwicklungsstadium des Brandes, die Größe der strahlenden Fläche, den Abstand zum Nachbargebäude und dessen lokaler Orientierung zum beanspruchten Gebäude (Winkel) bestimmt. Die Brandbeaufschlagung durch sogenanntes Flugfeuer (brennende Teile, die über die Luft transportiert werden) ist an vertikalen Teilen (Außenwand) vernachlässigbar, da sie auf diese nur aufprallen können und dann nach unten fallen. Der Temperatureintrag in die Fassade ist nur sehr kurzzeitig.

Dieses Brandszenario ist für ein WDVS nur dann relevant, wenn die baurechtlich vorgeschriebenen Mindestabstände zwischen den einzelnen Gebäuden (Prinzip der „äußeren Abschottung“) nicht eingehalten werden.

Szenario 2:

Brand außerhalb des Gebäudes, unmittelbar an der Fassade (Sockelbrand)

Als mögliche Orte für einen Entstehungsbrand kommen nur der Sockelbereich des Erdgeschosses und horizontal an die Fassade anschließende Flächen, wie z. B. Terrassen, Balkone und Loggien, in Betracht. Typische Brandquellen am Gebäudefuß stellen z. B. Müllsammelcontainer, abgestellte Fahrzeuge, Sperrmüll und Vegetation dar. Bei einem Brand vor oder in einem geringen Abstand von der Außenwand entwickelt sich das Brandgeschehen ausschließlich in Abhängigkeit von der Art (Material, Packungsdichte usw.) und der



Abbildung 1: Brandszenarien an der Gebäudeaußenwand

Menge der vor Ort befindlichen Brandlast, d. h. brandlastgesteuert. Ohne Windeinfluss steigen die Heißgase senkrecht nach oben auf. Eine unmittelbare Flammenbeanspruchung der Fassade ist nur gegeben, wenn sich die Brandlast direkt an der Fassade befindet oder Luftströmungen (Wind) die Flammen an die Fassade drücken. Die Intensität des Brandes kann von einem kleinen Entstehungsbrand bis zum vollentwickelten Brand einer der genannten Brandquellen reichen. In letzterem Fall ist es durchaus möglich, dass über eine Höhe von 5 bis 7 m unmittelbar vor der Fassade Temperaturen bis zu 800 °C und Energieabgaben von bis zu 4 Megawatt (MW)^{a)} (bspw. bei Brand eines Müllcontainers mittlerer Größe) auftreten. Ein Brandüberschlag vom angrenzenden Gelände in das Erdgeschoss oder das erste Obergeschoss durch Außenwandöffnungen (Fenster oder Türen) kann auch bei vollständig massiv-mineralischer Außenwand und nichtbrennbarer Fassade nach ca. 10–15 Minuten erfolgen.

Die Brandentwicklung auf einer oberhalb des Geländeanschlusses an die Fassade angrenzenden, genutzten Horizontalfläche ist abhängig von ihrer Größe und der dort befindlichen Brandlast. Auf Parkdecks oder auf Terrassen, die anderweitig gewerblich genutzt werden (z. B. Gastronomie), kann ein ähnliches Ausmaß der Brandentwicklung wie am Geländeanschluss nicht ausgeschlossen werden.

Mögliche Brandquellen auf Balkonen bzw. Loggien können Verpackungsmaterialien, Kleinmöbel, Grillgeräte usw. darstellen. Bedingt durch die relativ kleine mögliche Brandfläche und die damit ebenfalls begrenzte Lagerkapazität für brennbare Materialien wird die Energieabgabe auch im Vollbrand 0,5 MW meist nicht überschreiten und damit in der Regel deutlich geringer sein als bei einem Brand am Geländeanschluss.

Szenario 3:

Brand in einem an die Außenwand grenzenden Raum mit Öffnung (Raumbrand)

In einem möblierten Raum mit Außenwandöffnungen kommt es zu einem Entstehungsbrand, der sich in Abhängigkeit von der Brandlast und den vorhandenen Ventilationsbedingungen im Raum innerhalb des Gebäudes weiterentwickelt. Bei geschlossenen Raumöffnungen kann wegen des unzureichenden Sauerstoffnachschiebs der Brand im Raum zum Erliegen kommen oder in einen sogenannten „Schwelbrand“ ohne signifikante Energieabgabe übergehen. Bei ausreichendem Sauerstoffangebot, z. B. wenn durch eine Öffnung in der Außenwand oder zum Gebäudeinneren genügend Frischluft nachströmen kann (z. B. ein Fenster steht von Beginn des Brandes

^{a)} Megawatt (MW) als Einheit für die Energiefreisetzung gem. Eurocode

an offen oder wird durch den Brand zerstört), geht der Brand in Räumen begrenzter Größen in der Regel nach 10–12 Minuten durch den sogenannten „flash-over“ (Durchzündung) in den Vollbrand über. Infolge starker Hitzeentwicklung vergrößert sich das Gasvolumen spontan. Druck- und hitzebedingt werden die Fenster zerstört, sodass der Brand mit neuem Sauerstoff versorgt wird. Infolgedessen treten Flammen aus den Außenwandöffnungen und beanspruchen die Öffnungsanschlüsse (Rahmen), den Sturz und schließlich auch die Oberfläche der Außenwand, einschließlich der Gebäudeöffnungen der darüberliegenden Etagen. Erst ab diesem Zeitpunkt kommt es zu einer Flammenbeaufschlagung der Fassade (bzw. des WDVS). Vorher ist das nicht der Fall.

flash-over

Die durch hohe Wärmestrahlung hervorgerufene schlagartige Entzündung vorhandener Pyrolyse-gase, die normalerweise zum Inbrandsetzen aller in einem Raum befindlichen brennbaren Gegenstände führt („Vollbrand“).

Nach einer anfänglich dynamischen Phase (flash-over) geht der Raumbrand dann in einen „quasi-stationären“, durch die Größe der Raumöffnungen (Ventilation) gesteuerten Abbrand über. In dieser „after flash-over“-Phase kommt es über einen längeren Zeitraum zu einem stabilen Abbrand und damit Flammenaustritt vor die Fassade. Bei einer Vergleichsbrandlast von ca. 500–700 Megajoule pro Quadratmeter (MJ/m^2)^{a)} (gegeben bei einem herkömmlich eingerichteten Wohn- oder Büroraum) und einer Fensteröffnung von ca. 2,5 m^2 sowie einer Raumfläche von ca. 20 m^2 dauert diese durch den Austritt von Flammen gekennzeichnete Phase 10–15 Minuten. Von der im Raum im Gebäudeinneren freigesetzten Brandenergie tritt dabei etwa ein Drittel vor die Fassade aus.

^{a)} Megajoule pro Quadratmeter (MJ/m^2) als Maß für die Bemessungsbrandlast gem. Eurocode

1.2 Bemessungsbrände

Die in Abschnitt 1.1 angeführten drei maßgeblichen Brandszenarien für Fassaden umfassen, bedingt durch die aus der Schadenspraxis bekannte, verhältnismäßig große Variationsbreite denkbarer Brandlasten, ein breites Spektrum möglicher thermischer Beanspruchungen.

In Abhängigkeit von der bekannten statistischen Wahrscheinlichkeit des Auftretens vergleichbarer Brände und dem baurechtlich benannten Schutzziel werden „Bemessungsbrände“ vereinbart,

- die eine Vielzahl denkbarer Brandszenarien auf der sicheren Seite erfassen sollen,
- die gleichzeitig eine akzeptierte Versagenswahrscheinlichkeit von besonders kritischen, aber selten auftretenden Bränden („worst case“) beinhalten, und
- die ein vereinbartes brandschutztechnisches „Restrisiko“ festlegen, das durch die Feuerwehren bekämpfbar ist.

In der weiteren Betrachtung werden nur die als vereinbart geltenden Bemessungsbrände für die Brandszenarien an Fassaden „Brand von außen“ (Szenario 2) und „Brand von innen“ (Szenario 3) vertiefend dargestellt, da diese experimentell, auch mit WDVS, nachgestellt wurden und teilweise in Forschungsprojekten bzw. normierten Brandprüfungen Eingang fanden. Für den „Brand eines benachbarten Gebäudes“ (Szenario 1) ist aufgrund vielfältiger Variationen kein Bemessungsbrand benannt.



Bild 1: Brennender Müllcontainer (1 100 l)

Brand von außen – Sockelbrand

Brandort:

Geländeanschluss von Gebäuden (Sockel) oder an die Fassade angrenzende Horizontalflächen vergleichbarer Nutzung (Terrassen, Balkone, Loggien etc.).

Brandlast:

Mülltonnen bzw. Müllsammelcontainer (max. 1 100 l), Vegetation, abgestellte Kraftfahrzeuge, kleinere Sperrmüllbereitstellungen, kleinere Lagerungen bei Umzug, lagerndes Baumaterial bei Sanierungen.

Brandcharakteristik des Bemessungsbrandes:

Beginn der Brandbeaufschlagung der Fassade: 3.–7. Minute

Vollbranddauer: ca. 15 min

Gesamtbranddauer: 30–35 min

durchschnittliche Flammenhöhe (ÜG): 4–5 m

max. Flammenhöhe (ÜG): 6–7 m

max. Energiefreisetzung der Flammen vor der Fassade: bis ca. 3,5 MW

Anmerkung:

Die Temperatur des sichtbaren Teils des Heißgasstroms (Flamme) ist höher als 520 °C.

Besonderheiten:

- Brandentstehung überwiegend durch menschliches Fehlverhalten, bewusst oder unbewusst (Vandalismus, gezielte Brandstiftung, selten Fahrlässigkeit, nur bei Fahrzeugen durch technische Defekte)
- brandlastgesteuerter Brand, d. h. zeitliche Brandentwicklung nur abhängig von der Brandlast, zum Abbrand ist genügend Sauerstoff in der Atmosphäre vorhanden
- zeitnahe Beaufschlagung der Fassade nach Brandentstehung
- in der Regel schnelle Wahrnehmbarkeit (Rauch und Flammen)
- „Vandalfeuer“ (Molotowcocktails etc.) sind bei diesem Bemessungsbrand miterfasst

Brand von innen – Raumbrand

Brandort:

Alle Aufenthaltsräume mit Fassadenöffnungen und entsprechender Brandlast. Öffnungen in Dächern sind für die Fassade nicht relevant.

Bauliche Gegebenheiten:

- Brandraum: Grundfläche 20 m², Höhe 2,4 m
- Flamm Austrittsöffnung: Fenster, Fläche 3 m² (2 x 1,5 m, 1/8 der Raumfläche)

Brandlast:

- Büro- oder Wohneinrichtung (Gebäude „normaler“ Art und Nutzung); Brandlastdichte 500–700 MJ/m²
- mittlere Brandausbreitungsgeschwindigkeit
- Energiefreisetzung der Brandlast in der Vollbrandphase 5–6 MW

Besonderheiten:

- Brände in Wohngebäuden sind, bedingt durch deren Nutzung, statistisch die am häufigsten vorkommenden Schadensfeuer



Bild 2: Flammenaustritt aus einem Raum vor die nicht gedämmte Fassade nach dessen Durchzündung (flash-over)

Brandcharakteristik des Bemessungsbrandes:

Beginn der Flammenbeaufschlagung der Fassade:
nach dem „flash-over“, durchschnittlich ca.
12 Minuten nach dem Brandbeginn im Raum

Dauer des Flammenaustritts vor die Fassade:
10–15 min

durchschnittliche Flammenhöhe (ÜSt): ca. 3 m
max. Flammenhöhe (ÜSt): ca. 5 m

max. Energiefreisetzung der Flammen vor
der Fassade: rd. ein Drittel der Gesamtenergie,
d. h. ca. 1,5–2 MW

Anmerkung:

Bemessungshöhe für die Flammen ist der Sturz
der Austrittsöffnung des Brandraums (ÜSt).

- Brandentstehung durch vielfältige Ursachen, wie defekte elektrische Anlagen, Heizquellen, Umgang mit offenen Flammen (Rauchen, Kerzen usw.), leichtentzündliche Einrichtungsgegenstände und menschliches Fehlverhalten
- verzögerte Brandbeanspruchung der Fassade, da der Flammenaustritt erst nach der Durchzündung des Brandraumes (flash-over) erfolgt
- ohne Brandmelder in der Regel zeitlich verzögerte Wahrnehmbarkeit (innerhalb von Gebäuden, auch durch Abwesenheit der Nutzer)

1.3 Mechanismen der Brandweiterleitung an Fassaden und daraus abgeleitete Schutzziele

1.3.1 Ausgangssituation

Bei den angeführten Bemessungsbränden „Brand von außen“ und „Brand von innen“ erfolgt die Brandbeanspruchung der Fassadenfläche (außen) einschließlich ihrer Öffnungen über die Höhe von mehr als zwei Geschossen (angesetzte Geschosshöhe: Raumhöhe 2,4 m + 20 cm Decke, d. h. ca. 2,6 m)

Brand von außen – Sockelbrand

- Flammenhöhe über Gelände vor der Fassade: 4–7 m
- Anzahl potenziell gefährdeter Geschosse im Gebäude: 2–3 (je nach Lage der Außenwandöffnungen), in jedem Fall geschossübergreifend

Brand von innen – Raumbrand

- Flammenhöhe außen über dem Sturz einer Außenwandöffnung vor der Fassade: 3–5 m
- Anzahl potenziell gefährdeter Geschosse im Gebäude: die bereits brennende Etage und ein bis zwei darüberliegende Geschosse (fensterlagenabhängig), damit insgesamt 2–3 Geschosse, in jedem Fall geschossübergreifend

Die Höhe der Flammen vor der Fassade und somit die direkt beanspruchte Fassadenfläche ist bei den beiden Brandszenarien unterschiedlich.

Die Anzahl der brandbeanspruchten Etagen, die direkt (Raumbrand in einer Etage) oder indirekt (Flammenbeaufschlagung vor Öffnungen der darüberliegenden Geschosse) gefährdet sind, ist jedoch identisch.

Bei der Außenwandgestaltung eines Gebäudes als sogenannte „Lochfassade“ (bzw. als „Fensterbänder“) mit einem Brüstungsabstand von 1–2 m zwischen übereinander liegenden Außenwandöffnungen, die keinen feuerwiderstandsfähigen Verschluss besitzen, werden die Fenster der nächsten Etage oberhalb der Brandausbruchsstelle immer über ihre volle Höhe

von Flammen beaufschlagt, das 2. Geschoss darüber partiell. Ein Eindringen des Brandes nach kurzer Zeit, zumindest in das Geschoss oberhalb des Brandortes, ist somit sehr wahrscheinlich.

Der Brandüberschlag vollzieht sich in folgenden Schritten:

1. Die Verglasung des Fensters im oberhalb der Flammenaustrittsöffnung liegenden Raum und auch die im Einflussbereich der Flammen des „Brandes von außen“ liegenden Fensterverglasungen werden durch thermische Einwirkung zerstört oder das Fenster war bereits vorher geöffnet.
2. In der Nähe der Öffnung befindliche brennbare Gegenstände (Vorhänge, Gardinen etc.) werden entzündet.
3. Brennbare Gegenstände, die sich im oberen Raumdrittel befinden, entflammen.
4. Herabfallende brennende Teile entzünden brennbare Gegenstände im unteren Raumdrittel.
5. Der Brand geht auch in diesem Raum vom Entstehungsbrand über den entwickelten Brand in den Vollbrand über.
6. Flammen treten aus der Raumöffnung aus und der in den Punkten 1–5 beschriebene Vorgang wiederholt sich, wobei infolge der thermischen Überlagerung eine Forcierung des Brandgeschehens und damit der zeitlichen Abläufe eintritt.

Dieser Prozess setzt sich ohne rechtzeitiges Eingreifen der Löschkräfte der Feuerwehr ungehindert nach oben fort und kann zusätzlich beschleunigt werden, wenn Fenster im über dem Brandraum liegenden Geschoss geöffnet sind.

1.3.2 Fallstudien

Hinsichtlich der geschossübergreifenden thermischen Beanspruchung der Außenwand sind beide betrachteten Brandszenarien – „Brand von außen“ und „Brand von innen“ – in ihrer potenziellen Wirkung durchaus ähnlich. Im Weiteren wird deshalb auf eine Differenzierung verzichtet. Es werden die prinzipiellen Mechanismen der

geschossübergreifenden Brandweiterleitung an der Fassade stellvertretend am Beispiel des Brandszenarios „Brand von innen“ erläutert.

1.3.2.1 Massivbau ohne Außenwandbekleidung, „Grundsituation“

Unter günstigen Brandentwicklungsbedingungen (Fenster im Raum geöffnet) ist eine durchschnittliche Zeit bis zur Durchzündung des Brandraumes (Etage 1) von ca. 12 Minuten anzusetzen. Erst ab diesem Zeitpunkt (Austrittszeit) treten Flammen aus dem Brandraum im Innern des Gebäudes vor die Fassade aus. Die Temperaturen der vorher ausströmenden Heißgase sind zu gering (< 300 °C), um eine Entflammung fester brennbarer Materialien bewirken zu können. Spätestens 10 Minuten nach dem Flammenaustritt (in der Regel früher) findet eine Brandübertragung in das nächste Geschoss statt (Eintrittszeitpunkt des Brandes in das Gebäude), d. h. spätestens nach ca. 22 Minuten ab dem Zeitpunkt des Brandbeginns. In den nächsten 3–5 Minuten beginnt sich der Brand im darüber liegenden Raum der nächsten Etage (Etage 2) zunächst langsam auszubereiten. Innerhalb von ca. 25 Minuten sollte daher ein Löschangriff der Feuerwehr erfolgen, wenn die Entwicklung dieses Brandes zum Vollbrand, gefolgt vom Flammenaustritt aus einer weiteren Etage (Etage 2) vor die Fassade und damit in weitere Etagen (3 – X) verhindert werden soll.

Auf die Bekämpfung einer solchen Brandsituation – vollentwickelter Raumbrand in einer Etage und beginnender Brand in einem Raum der darüber liegenden Etage, einschließlich dazugehöriger Personenrettung – ist die Feuerwehr bei Gebäuden „normaler Art und Nutzung“ (Wohn- und Bürogebäude, keine Sonderbauten) eingerichtet. Ein Brandereignis dieses Ausmaßes ist in der Regel durch einen Löschzug bekämpfbar.

Ohne ein Ablöschen geht der Brand auch in diesem Raum nach weiteren 12 Minuten in den Vollbrand über. Die Brandausbreitung setzt sich über die Fassade weiter nach oben fort. Ein derartiger Brandüberschlag über Außenwandöffnungen kann nur durch folgende vorbeugende bauliche

Brandschutzmaßnahmen verhindert werden:

1. Reduzierung der Brandentwicklung im Brandraum, z. B. Sprinklerung
2. Ableitung der austretenden Flammen von der Fassade, z. B. durch Balkone
3. hinreichend hoher vertikaler Feuerüberschlagsweg, z. B. eine Etage ohne Fenster
4. brandsichere Ausbildung von Wänden und Öffnungsverschlüssen in den über der Brandausbruchsstelle liegenden Geschossen, z. B. mind. feuerhemmende Verschlüsse aller Außenwandöffnungen

Da diese Maßnahmen bei Gebäuden „normaler Art und Nutzung“ baurechtlich nicht gefordert werden, lässt sich im Rückschluss daraus ableiten, dass die Brandweiterleitung mind. in das oberhalb der Brandausbruchsstelle liegende Geschoss in einem absehbaren Zeitraum baurechtlich toleriert wird. Ein rechtzeitiger Löschangriff der Feuerwehr muss sichergestellt werden.

1.3.2.2 Massivbau mit Außenwandbekleidung

Durch das Anbringen von flächigen Außenwandbekleidungen mit einem möglichen zusätzlichen Eintrag brennbarer Bauprodukte (fortschreitendes Lauffeuer an der Fassadenoberfläche oder in der Dämmung) kann die vorstehend aufgezeigte geschossübergreifende Brandausbreitung (vgl. Abschnitt 1.3.2.1) weiter beschleunigt werden. Das brandschutztechnische Hauptrisiko liegt dabei nicht im Abbrand der Außenwandbekleidung vor der Fassade selbst, sondern in der Gefahr der möglichen Brandweiterleitung in die darüber liegenden Etagen über Flammeneintritt durch die Außenwandöffnungen in das Gebäudeinnere (von Menschen genutzter Bereich). Die geschossweise Brandausbreitung kann beschleunigt werden und die Brandentwicklung könnte bei zeitgleichem Löszeitpunkt (ca. 25 Minuten) zwar noch bekämpfbar sein, allerdings mit größeren Risiken für die Nutzer und möglicherweise auch für die Feuerwehren. Eine solche Brandsituation ist daher mit den Mitteln des vorbeugenden baulichen Brandschutzes zu verhindern.

1.4 Schutzziele an der Gebäudeaußenwand

Das baurechtliche Brandschutzziel an der Gebäudeaußenwand wird in § 28 „Außenwände“ der Musterbauordnung (MBO) allgemein benannt:

„Außenwände und Außenwandteile wie Brüstungen und Schürzen sind so auszubilden, dass eine Brandausbreitung auf und in diesen Bauteilen ausreichend lang begrenzt ist.“

Diese baurechtlich vorgegebene allgemeine Formulierung lässt sich wie folgt konkretisieren:

Die Brandausbreitung an der Außenwand darf vor dem Löschangriff der Feuerwehr eine Ausdehnung von zwei Geschossen im Gebäude nicht überschreiten. Dabei wird eine zu gewährleistende „Schutzzeit“ von Brandbeginn bis Löschanfang von max. 25 Minuten vorausgesetzt. Zusätzlich ist eine Gefährdung der Rettungskräfte durch großflächig abstürzende, brennende oder nichtbrennende Fassadenteile bzw. durch brennendes Abtropfen auszuschließen.

2 BAUORDNUNGSRECHTLICHE GRUNDLAGEN

2.1 Allgemein

Das Baurecht definiert, basierend auf den jeweilig maßgeblichen Brandszenarien, für bauliche Anlagen und Bauprodukte Anforderungen an deren Anordnung, Errichtung, Änderung und Instandhaltung. Sie dienen allgemein dazu, die öffentliche Sicherheit und Ordnung nicht zu gefährden, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen. Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.

Bei der Umsetzung dieser Forderungen stehen folgende grundsätzliche Möglichkeiten zur Verfügung:

Vorbeugung der Entstehung eines Brandes und Begrenzung seiner Ausbreitung

- Klassifizierung von Bauprodukten hinsichtlich ihrer Entflammbarkeit, Brandausbreitung an Oberflächen und Energiefreisetzung unter bestimmten Brandszenarien

- anzuwendende technische Regeln sind DIN 4102-1 oder DIN EN 13501-1

Begrenzung der Brandausbreitung, Gewährleistung der Rettung von Menschen und wirksamer Löscharbeiten durch Systeme der „inneren“ und „äußeren“ Abschottung

- Klassifizierung von Bauteilen (Wände, Decken, Stützen usw.) hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit, des Raumabschlusses und des Wärmedurchgangs
- anzuwendende technische Regeln sind DIN 4102-2 oder DIN EN 13501-2

Aus diesen Schutzprinzipien leiten sich spezifische baurechtliche Forderungen an das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen ab.

Darüber hinaus können sich verschärfte Anforderungen ergeben, z. B. aus

- objektspezifischen Brandschutzkonzepten,
- privatrechtlichen Forderungen und Verträgen,
- Ausschreibungen,
- besonderen Gebäudesituationen.

Tabelle 1: Bauaufsichtliche Anforderungsniveaus (Schutzziele) für Baustoffe

bauaufsichtliche Anforderung	Zündinitial (Brandszenario)	tolerable Wirkung
normalentflammbar	Beanspruchung durch kleine definierte Flamme	Entzündbarkeit und Flammausbreitung innerhalb einer bestimmten definierten Zeit begrenzt
schwerentflammbar	<ul style="list-style-type: none"> ■ bei allen Baustoffen: brennender Papierkorb ■ zusätzlich bei Fassadenbekleidungen: aus einer Wandöffnung schlagende Flammen 	Brandausbreitung nicht wesentlich außerhalb des Primärbereiches
nichtbrennbar	fortentwickelter Brand oder Vollbrand	<ul style="list-style-type: none"> ■ Wärmeabgabe und Brandausbreitung sehr gering ■ entzündbare Gase sehr begrenzt

2.2 Grundanforderungen an das Brandverhalten von Außenwandbekleidungen

2.2.1 Begriffsdefinition

Ein Wärmedämm-Verbundsystem ist eine Außenwandbekleidung. Eine Außenwandbekleidung wird auf eine raumabschließende Außenwand zur Verbesserung der bauphysikalischen Eigenschaften sowie aus gestalterischen Gründen aufgebracht.

Außenwandbekleidungen werden aus brandschutztechnischer Sicht im Bauordnungsrecht den Bauprodukten zugeordnet. Sie müssen zur Gewährleistung des Schutzziels an der Außenwand Anforderungen an die Entflammbarkeit, die Brandausbreitung an Oberflächen und die Energiefreisetzung erfüllen.

Feuerwiderstandsanforderungen an Außenwandbekleidungen gibt es nicht, da sie kein Bestandteil innerer oder äußerer Abschottung sind.

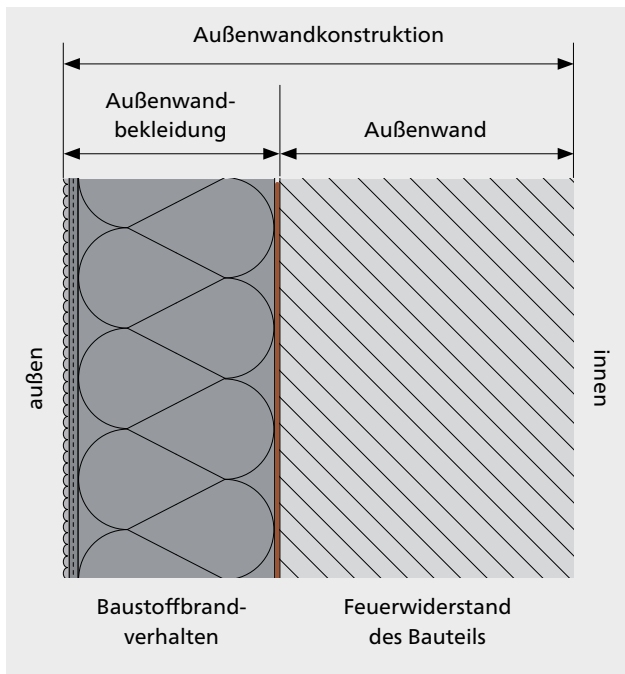


Abbildung 2: Aufbau einer Außenwandkonstruktion und Brandschutzanforderungen

2.2.2 Anforderungen gemäß Musterbauordnung / Landesbauordnung und nachfolgender Verordnungen / Richtlinien

Alle nachfolgenden Angaben entsprechen der Musterbauordnung (MBO) 2002, zuletzt geändert am 22./23.09.2022. Der aktuell gültige Stand ist mit der jeweils gültigen Landesbauordnung (LBO) und den konkretisierenden Anforderungen aus den Technischen Baubestimmungen abzugleichen.

a) Außenwandbekleidungen

In § 28 „Außenwände“ der MBO der ARGEBAU sind die baurechtlichen Anforderungen an Fassadenbekleidungen wie folgt beschrieben (hier: auszugswise WDVS betreffend):

1. Außenwände und Außenwandteile wie Brüstungen und Schürzen sind so auszubilden, dass eine Brandausbreitung auf und in diesen Bauteilen ausreichend lang begrenzt ist (übergeordnetes Schutzziel).
2. [...]
3. Oberflächen von Außenwänden sowie Außenwandbekleidungen müssen einschließlich der Dämmstoffe und Unterkonstruktionen schwerentflammbar sein; Unterkonstruktionen aus normalentflammbaren Baustoffen sind zulässig, wenn die Anforderungen nach Absatz 1 erfüllt sind. Balkonbekleidungen, die über die erforderliche Umwehrgeschwindigkeit hinaus hochgeführt werden, und mehr als zwei Geschosse überbrückende Solaranlagen an Außenwänden müssen schwerentflammbar sein. Baustoffe, die schwerentflammbar sein müssen, in Bauteilen nach Satz 1 Halbsatz 1 und Satz 2 dürfen nicht brennend abfallen oder abtropfen.
4. Bei Außenwandkonstruktionen mit geschossübergreifenden Hohl- oder Lufträumen wie hinterlüfteten Außenwandbekleidungen sind gegen die Brandausbreitung besondere Vorkehrungen zu treffen. [...]

Die Forderungen von 3. und 4. gelten nicht für die Gebäudeklassen 1–3, für Doppelfassaden sind die Details der MBO zu beachten.

Die Anforderungen an das Brandverhalten von Fassadenbekleidungen sind von der Gebäudeklasse (GK) und deren Nutzung abhängig (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2: Anforderungen an das Brandverhalten von Außenwandbekleidungen

Gebäudeart	Richtlinie oder Verordnung	Anforderungen an Außenwandbekleidungen
Gebäudeklasse GK 1–3 Gebäude geringer Höhe ($h \leq 7 \text{ m}^{\text{a)}$)	Musterbauordnung (MBO) Landesbauordnungen (LBO)	mind. normalentflammbar
Gebäudeklasse GK 4–5 Gebäude mittlerer Höhe ($7 \text{ m} \leq h \leq 22 \text{ m}^{\text{a)}$)	Musterbauordnung (MBO) Landesbauordnungen (LBO)	mind. schwerentflammbar
Hochhäuser	Muster-Hochhaus-Richtlinie (MHHR)	nichtbrennbar
Industriebau	Muster-Industriebau-Richtlinie (MIndBauRL)	mind. schwerentflammbar ■ einschließlich Gebäude GK 1–3
Verkaufsstätten	Muster-Verkaufsstättenverordnung (MVKVO)	mind. schwerentflammbar ■ erdgeschossig, ohne Sprinkleranlage ■ mehrgeschossig, mit Sprinkleranlage nichtbrennbar ■ mehrgeschossig, ohne Sprinkleranlage
Versammlungsstätten	Muster-Versammlungsstättenverordnung (MVStättVO)	Dämmstoffe mehrgeschossiger Versammlungsstätten aus nichtbrennbaren Baustoffen (Dämmstoffe)
Schulen	Muster-Schulbau-Richtlinie (MSchulbauR)	mind. normalentflammbar ■ Gebäude geringer Höhe ($h \leq 7 \text{ m}^{\text{a)}$) mind. schwerentflammbar ■ Gebäude mittlerer Höhe ($7 \text{ m} \leq h \leq 22 \text{ m}^{\text{a)}$)
Krankenhäuser	Muster-Krankenhausbauverordnung ^{b)} (KhBauVO)	mind. schwerentflammbar ■ mehr als ein Geschoss nichtbrennbar ■ mehr als fünf Geschosse
Holzbauten ^{c)}	Muster-Holzbau-Richtlinie (MHolzBauRL)	nichtbrennbar (Dämmstoffe)

^{a)} Höhe h ist hier das Maß zwischen der Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses, in dem ein Aufenthaltsraum möglich ist, über der Geländeoberfläche im Mittel (vgl. § 2 MBO)

^{b)} zurückgezogen, inhaltlich jedoch in der Praxis im Zuge von Brandschutzkonzepten angewendet

^{c)} gilt für Gebäude der Gebäudeklassen 4 und 5 sowie für Wände anstelle von Brandwänden gemäß § 30 MBO, Abs. 3, Satz 2; Nr. 2 in Gebäuden der Gebäudeklasse 3

b) Dämmstoffe und Bekleidungen an Decken und Wänden von Garagen

Entsprechend der Muster-Garagenverordnung (M-Gar-VO) sind in Großgaragen (Nutzfläche > 1 000 m²) die Bekleidungen und Dämmschichten an Decken generell mit nichtbrennbaren Dämmstoffen auszuführen.

In Mittelgaragen sind mind. schwerentflammbare Baustoffe auszuführen. Bauprodukte aus expandiertem Polystyrol (EPS) und extrudiertem Polystyrol-Hartschaum (XPS) dürfen nicht eingebaut werden.^{d)}

^{d)} Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), Anhang 4, Abs. 1.4

In Kleingaragen sind normalentflammbare Baustoffe zulässig.

Für Mittel- und Großgaragen werden als Dämmstoffe an Wänden nichtbrennbare Dämmstoffe empfohlen.

Achtung

Für Kleingaragen (bis 100 m² Nutzfläche) und Mittelgaragen (bis 1000 m² Nutzfläche) wird der Einsatz von nichtbrennbaren Dämmstoffen empfohlen.

c) Leichtentflammbare Baustoffe

Gemäß § 26 MBO dürfen Baustoffe, die nicht mind. normalentflammbar sind (leichtentflammbare Baustoffe, B3 nach DIN 4102-1 bzw. F nach DIN EN 13501-1), nicht verwendet werden, es sei denn, sie sind in Verbindung mit anderen Baustoffen nicht mehr leichtentflammbar. Leichtentflammbare Außenwandbekleidungen, einschließlich WDVS, sind deshalb in Deutschland generell nicht zulässig.

2.2.3 Anforderungen und Ausführungsbeispiele für besondere Gebäudebereiche

Besondere brandschutztechnische Anforderungen gelten gemäß MBO/LBO insbesondere für:

- Brandwände,
- Rettungswege und Zufahrten,
- Außentrepfen,
- Feuerwehrdurchfahrten.

2.2.3.1 Anforderungen an Brandwände

Das allgemeine baurechtliche Schutzziel für Brandwände ist in § 30 MBO aufgeführt: „Brandwände müssen als raumabschließende Bauteile zum Abschluss von Gebäuden (Gebäudeabschlusswand) oder zur Unterteilung von Gebäuden in Brandabschnitte (innere Brandwand) ausreichend lang die Brandausbreitung auf andere Gebäude oder Brandabschnitte verhindern.“

a) Gebäudeabschlusswände

Gebäudeabschlusswände („äußere“ Brandwände) sind in der Regel als Brandwand auszuführen, wenn sie mit einem Abstand von weniger als 2,5 m von der Grundstücksgrenze errichtet werden. Dies gilt nicht, wenn ein Abstand von mind. 5 m zu bestehenden oder nach den baurechtlichen Vorschriften zulässigen künftigen Gebäuden gesichert ist. Die Verwendung von nichtbrennbarem Dämmstoff am Gebäudeabschluss (Grundstücksgrenze) ist auch im Falle aneinandergereihter Gebäude erforderlich, wenn die Fassadenfläche nur eines der Gebäude gedämmt wird.

b) Einbindende Brandwände

In die Gebäudeaußenwand können die Stirnseiten innerer Brandwände (Brandabschnittstrennung) einbinden. Diese Streifen sind als Brandwände auszubilden.

c) Trennung von landwirtschaftlicher Nutzung und Wohngebäuden

Die Gebäudeabschlusswand zwischen Wohngebäuden und angebauten landwirtschaftlich genutzten Gebäuden sowie die innere Brandwand zwischen dem Wohnteil und dem landwirtschaftlich genutzten Teil eines Gebäudes sind Brandwände.

d) Brandwände in Innenkanten

Müssen Gebäude oder Gebäudeteile, die über Kanten (umgangssprachlich Ecken) zusammenstoßen, durch eine Brandwand getrennt werden, so muss der Abstand dieser Wand von der inneren Kante mind. 5 m betragen. Das gilt nicht, wenn der Winkel der inneren Kante mehr als 120 Grad beträgt oder mind. eine Außenwand auf 5 m Länge als öffnungslose feuerbeständige Wand aus nichtbrennbaren Baustoffen ausgebildet ist, bei Gebäuden der Gebäudeklassen 1–4 als öffnungslose hochfeuerhemmende Wand. Dieser Wandbereich (5 m Flammenausstrahlungsbereich) ist im Sinne einer Außenwandbekleidung als Brandwand zu betrachten.

e) Außenwandbekleidungen auf Brandwänden

Brandwände dürfen nicht mit brennbaren Baustoffen überbrückt werden. Demnach müssen Außenwandbekleidungen (auch WDVS) auf Brandwänden (z. B. auf Gebäudeabschlusswänden oder Einbindungen einer inneren Brandwand in eine Außenwand) einschließlich der Dämmstoffe und Unterkonstruktionen nichtbrennbar sein. Dies gilt auch für die nichtbrennbare Ausbildung von Außenwandbekleidungen im Bereich von Innenkanten, wenn sich dort eine Brandwand befindet.

Bei flächigen Brandwänden (Breiten von mehr als 20 cm) ist der Nachweis der Nichtbrennbarkeit des Dämmstoffs brandschutztechnisch hinreichend. Bei streifenförmiger Ausbildung, wie z. B. bei einbindenden inneren Brandwänden, muss eine Ausbildung in der Qualität einer Brandschutzmaßnahme (Brandriegel) erfolgen, d. h. es sind Mineralwolle (MW)-Dämmstreifen in der Qualität eines Brandriegels

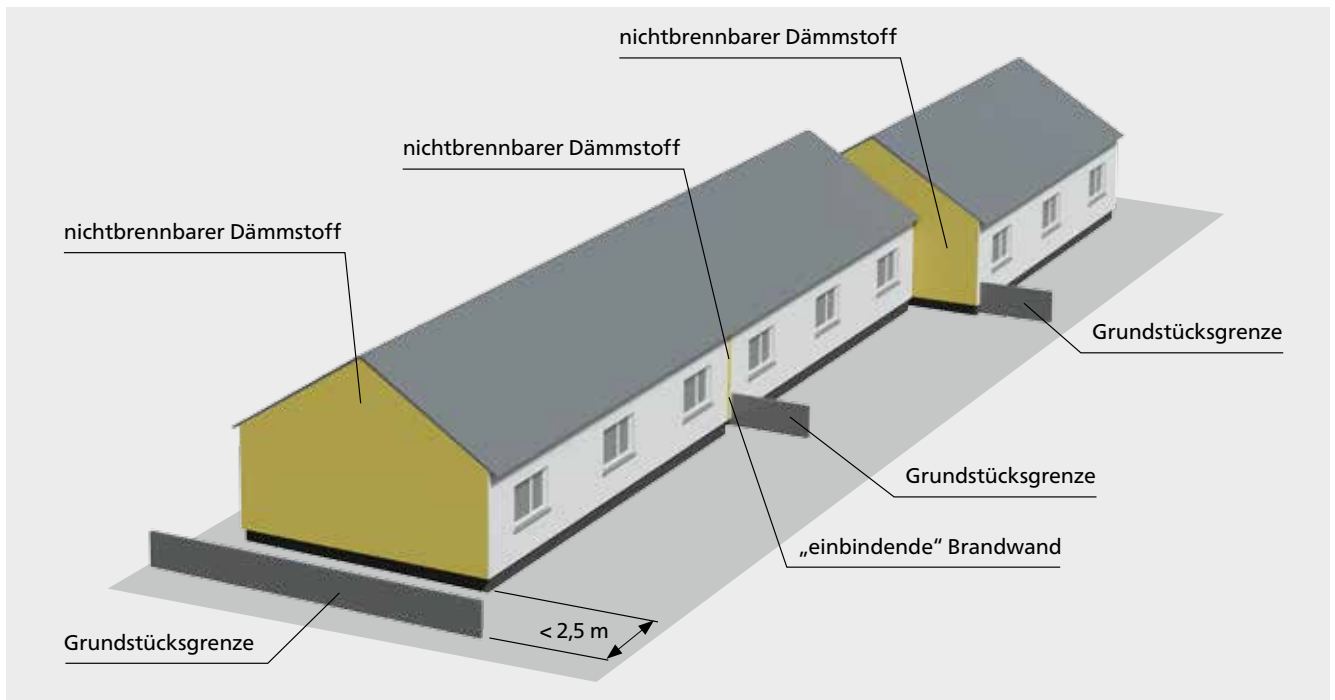


Abbildung 3: Beispiele für Gebäudeabschlusswände. Diese müssen mit nichtbrennbarem Dämmstoff überdämmt werden.

(vgl. Abschnitt 4.3.2.2) in einer Minimalbreite von 20 cm zu verwenden, die über einen Schmelzpunkt von $> 1000\text{ °C}$ nach DIN 4102-17 verfügen. Diese Streifen sind auf der Stirnseite der Brandwand mit einem mineralisch gebundenen Klebemörtel im kombinierten Klebverfahren (Floating-Buttering-Verfahren) vollflächig zu verkleben, wodurch im Brandfalle eine sichere Abschottung erreicht wird. Dieses Klebverfahren zeichnet sich durch den vollflächigen Auftrag des Klebemörtels auf den Untergrund und auf der Rückseite des Brandriegels aus. Anschließend wird der Brandriegel in den auf dem Untergrund befindlichen Klebemörtel frisch in frisch „eingeschwommen“. Damit kann eine annähernd vollflächige Verklebung des Brandriegels erreicht werden. Zusätzlich ist der Brandriegel am Untergrund so zu befestigen, dass die aus Wind resultierenden Einwirkungen sicher abgeleitet werden können.

Im Punkt 10 der Begründung der ARGEBAU zur MBO (Fassung September 2012) wird die Anforderung an die Oberfläche von Außenwandbekleidungen auf Brandwänden, d. h. bei WDVS an die Putzbeschichtung, präzisiert. Wenn an einem Gebäude eine schwerentflammbare Außenwandbekleidung gefordert ist, darf der Putz auch auf Brandwänden in

deren Bereich schwerentflammbar ausgeführt werden. Ein Putz, der in schwerentflammbaren WDVS allgemein bauaufsichtlich zugelassen ist, darf somit auf eine Brandwand aufgebracht werden.

Die Notwendigkeit bzw. das mögliche Vorhandensein von Brandwänden am konkreten Gebäude ist für die Ausführenden eines WDVS ohne Kenntnis der Planung nicht erkennbar. Die Informationen, welche Außenwände eines Gebäudes Brandwände sind und wo innere Brandwände in die Außenwand einbinden sowie deren Lage und Anordnung, müssen daher dem ausführenden Fachunternehmer vom Auftraggeber bzw. dem Entwurfsverfasser bereitgestellt werden.

Anmerkung

Auch dann, wenn anstelle von Brandwänden Wände mit reduzierten Feuerwiderstandsforderungen (vgl. Punkt 3 des § 30 MBO) zulässig sind, ist das allgemeine Schutzziel an Brandwände zu erfüllen. D. h., es ist auf diesen Wänden oder Wandabschnitten generell nichtbrennbare Dämmung zu verwenden. Das schließt Gebäude der Gebäudeklassen 1–3 mit ein.

2.2.3.2 Ausführungsbeispiele für WDVS auf Brandwänden

a) einbindende innere Brandwände

Die Ausführung eines durchgängigen, mind. 20 cm breiten Dämmstreifens aus Mineralwolle in der Dicke der angrenzenden Dämmung (bei unterschiedlichen Dämmdicken zählt die dickere) ist als vertikale Brandsperre zur Verhinderung der seitlichen Brandausbreitung hinreichend.

Die Anordnung von Dehnfugen im Bereich von Brandwandausbildungen beeinträchtigt die Wirkung als vertikale Brandsperre nicht signifikant. Die Fuge hinter der Dehnfugenabdeckung ist mit Mineralwolle zu verfüllen.

b) Spritzwasserbereiche auf Brandwänden

Nach vorliegenden Prüfergebnissen (vgl. Anhang C 2.3 bzw. Abschnitt 4.4.2) kann eine lateral fortschreitende Brandweiterleitung im Spritzwasserbereich

von WDVS ausgeschlossen werden. Bei einbindenden Brandwänden ist es hinreichend, die vertikale Brandsperre (Mineralwolledämmung in der oben genannten Qualität) hinunter bis auf 30 cm oberhalb der angrenzenden Horizontalfläche bzw. des Geländes zu führen.

2.2.3.3 Anforderungen an Rettungswege und Zufahrten

Nach § 33 MBO müssen für Nutzungseinheiten in jedem Geschoss mind. zwei unabhängige Rettungswege mit einem sicheren Ausgang ins Freie vorhanden sein. Horizontale Rettungswege (z.B. Flure) führen bei mehrgeschossigen Gebäuden zu vertikalen Rettungswegen (Treppen). Bei Gebäuden normaler Art und Nutzung kann der zweite Rettungsweg auch eine mit Rettungsgeräten der Feuerwehr erreichbare Stelle der Nutzungseinheit (z.B. Wohnung) sein. Das erfordert die ungehinderte Zugänglichkeit für

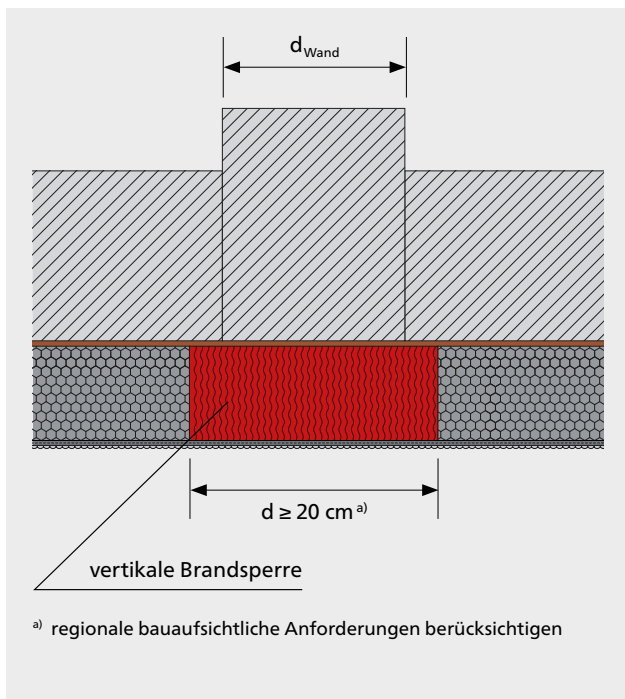


Abbildung 4: WDVS auf einer einbindenden Brandwand

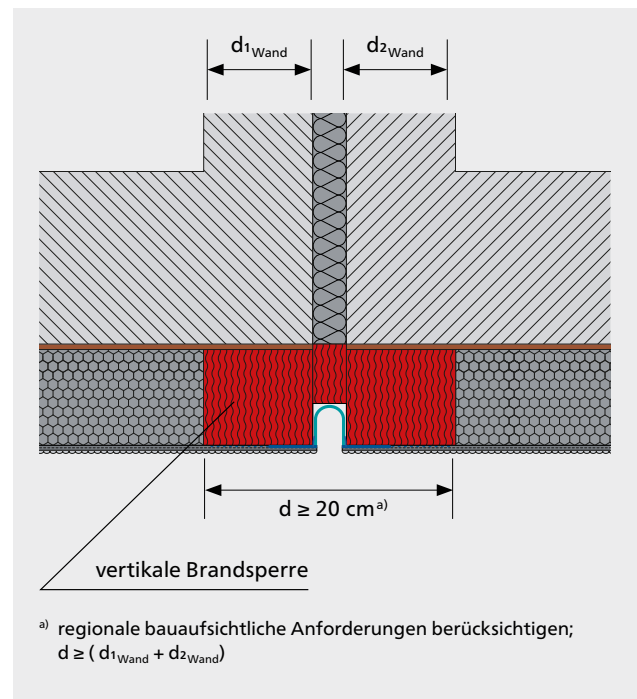


Abbildung 5: Dehnfugenausbildung im Bereich zweier einbindender Brandwände

Feuerwehrfahrzeuge, z. B. mittels Durchfahrten. In Fällen, bei denen das erforderliche Anleitern an diesen Gebäuden nicht gewährleistet ist, werden sogenannte Feuerwehrtreppen vor der Außenwand errichtet.

Die Festlegung eines Flurs oder einer Treppe als Bestandteil des notwendigen Rettungswegs erfolgt bei der Erstellung des Brandschutzkonzepts. In der Regel befinden sich bauliche Rettungswege innerhalb des Gebäudes. In Ausnahmefällen können diese auch direkt an der Außenwand liegen. Beispiele sind offene Gänge (sogenannte „Laubengänge“) und Außentreppen. Die Lage der Rettungswege ist dem Fachunternehmer vom Bauherrn oder dem Entwurfsverfasser mitzuteilen.

In notwendigen Treppenräumen und Fluren einschließlich der sicheren Ausgänge ins Freie sind nur nichtbrennbare Wand- und Deckenbekleidungen zulässig (§§ 35 und 36 MBO). Das gilt inhaltlich auch für Rettungswege im Außenbereich. Demzufolge

müssen WDVS in Laubengängen nichtbrennbar ausgeführt werden.

2.2.3.4 Ausführungsbeispiele für WDVS an Rettungswegen und Zufahrten

a) „offene“ Gänge (Laubengänge)

In Laubengängen, die „offene“ Gänge gemäß § 36 MBO sind, müssen WDVS nichtbrennbar ausgeführt werden.

Achtung

Im Spritzwasserbereich kann bis zu einer Höhe von 30 cm über Geländeoberkante/Belag ein geeigneter Dämmstoff verwendet werden, wenn er mit in schwerentflammaren WDVS zugelassenen Putzsystemen sowie Feuchteschutz (Putzabdichtung) und/oder durch geeignete Sockelbeschichtungen abgedeckt wird (vgl. Abschnitt 4.4.2).



Abbildung 6: Mögliche Ausführung eines WDVS an „offenen“ Fluren, die ausgewiesene Fluchtwege sind

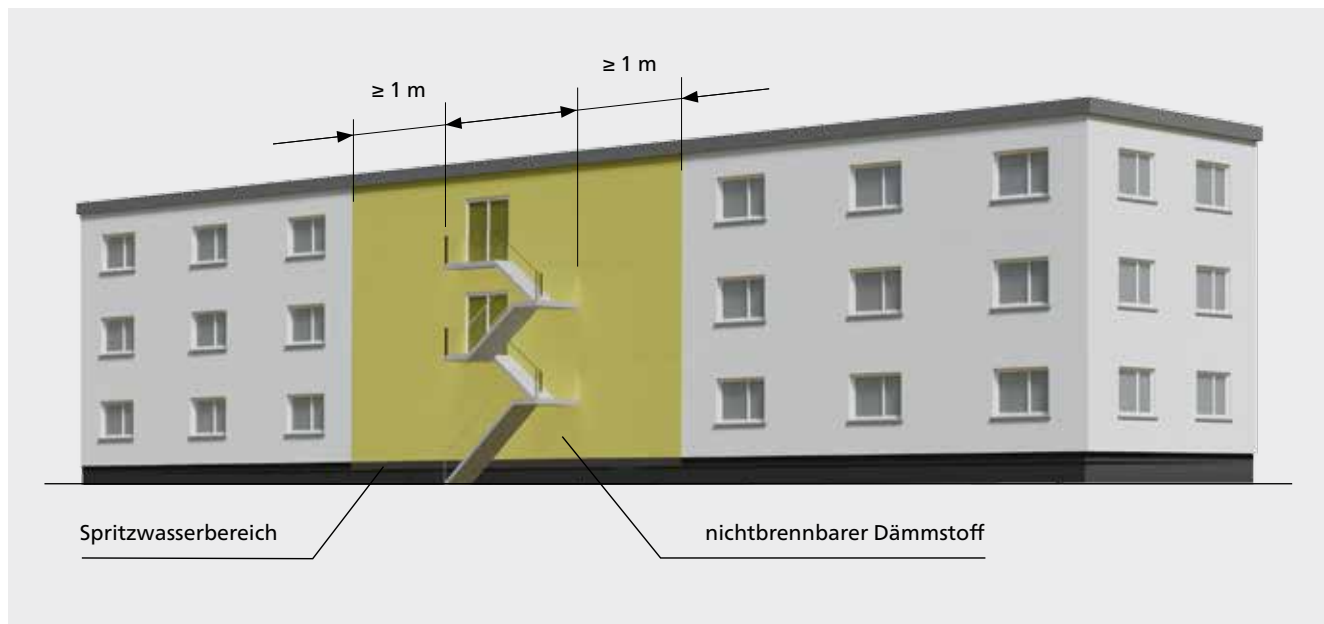


Abbildung 7: Notwendige Außentreppe und Feuerwehrtreppe im Bereich von WDVS

b) baurechtlich relevante Außentreppe und „Feuerwehrtreppe“

Feuerwehrtreppe als zweiter Rettungsweg und notwendige Außentreppe müssen nichtbrennbar ausgeführt werden.

Achtung

Für die Fassadenflächen hinter diesen Treppen, sowie beidseitig jeweils mind. 1 m darüber hinaus, werden für die Ausführung von WDVS generell nichtbrennbare Dämmstoffe empfohlen.

In schwerentflammaren WDVS zugelassene Putzsysteme, deren Eignung auf nichtbrennbaren Dämmstoffen belegt ist, dürfen durchlaufen.

c) Anforderungen an die Zugänglichkeit baulicher Anlagen

In offenen Durchfahrten bzw. Durchgängen, durch die der einzige Rettungsweg zur öffentlichen Verkehrsfläche führt oder die Zugänglichkeit für die Feuerwehr gewährleistet wird, sind an Stützen, Wänden und Decken nur nichtbrennbare Dämmstoffe zulässig (vgl. A 2.1.1 Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen MVV TB).

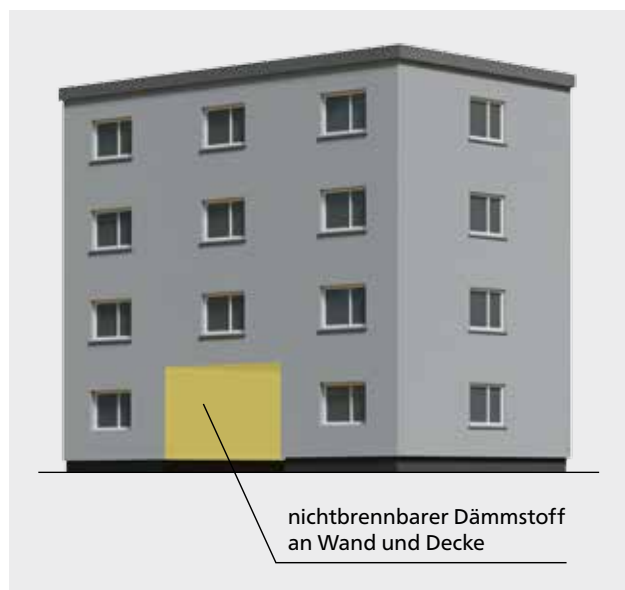


Abbildung 8: WDVS in Feuerwehrdurchfahrten – geforderte lichte Breiten und Höhen beachten!

d) Sicherer Ausgang ins Freie

Sind Gebäudeeingänge oder Durchgänge Teil von Flucht- und Rettungswegen (notwendige Treppenträume) und damit erforderlich für einen „sicheren“ Ausgang ins Freie, müssen in Bekleidungen an Wänden und Untersichten nichtbrennbare Dämmstoffe verwendet werden (§ 35 MBO; für GK 1 und GK 2 nicht gefordert). Die Stirnfläche (Streifen) der nichtbrennbaren Dämmung darf fassadenseitig außen mit

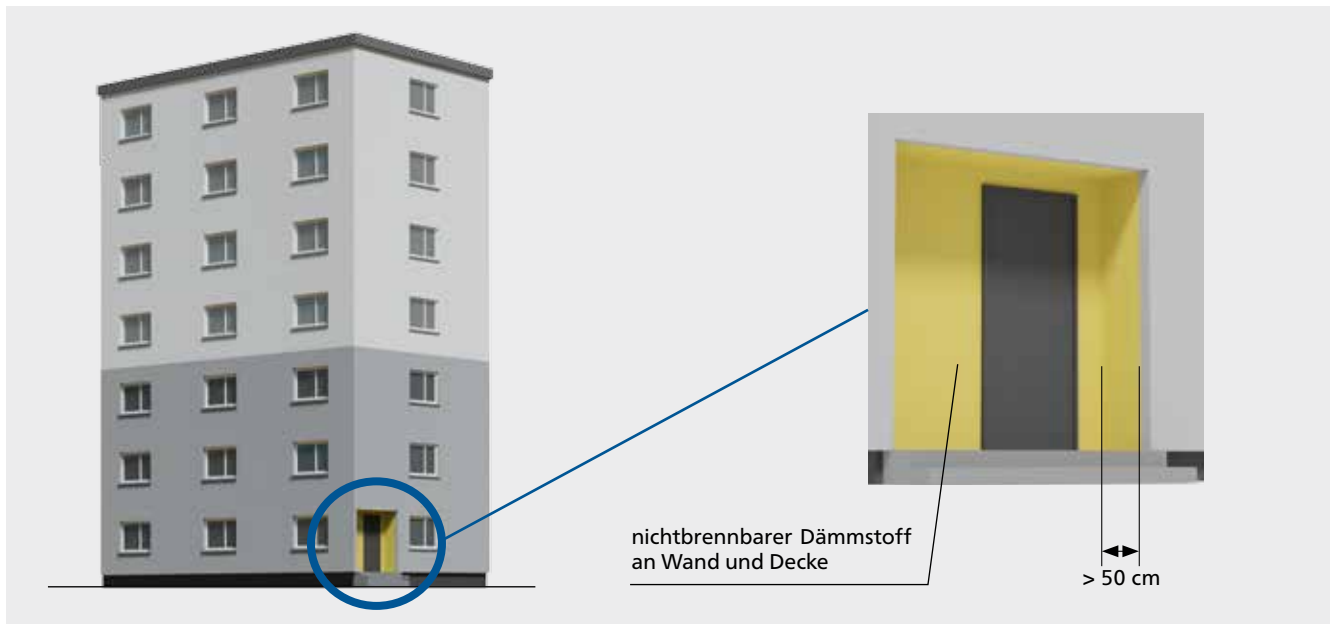


Abbildung 9: Ausführung bei sicheren Ausgängen ins Freie – geforderte lichte Breiten beachten!

der brennbaren Flächendämmung überdeckt werden. Ausnahmen sind durch die Anordnung konstruktiver Brandschutzmaßnahmen möglich (s. Abb. 33). Bei Gebäudeeingängen, die nicht mehr als 50 cm von der Rohbaukante rückversetzt sind, ist diese Maßnahme nicht erforderlich.

2.3 Prüfung und Klassifizierung von Bauprodukten sowie Zuordnung zu bauaufsichtlichen Anforderungen

2.3.1 Bausteine für die Prüfung und Klassifizierung

Ein WDVS wird baurechtlich als Außenwandbekleidung eingeordnet, an welches die Anforderungen an das baustoffliche Brandverhalten gestellt werden (vgl. Abschnitt 2.2.1). Das Brandverhalten von Außenwandbekleidungen ist daher als Baustoff zu prüfen und zu bewerten. Für die Prüfung und Klassifizierung von WDVS sind folgende Schritte erforderlich:

- Prüfung von wesentlichen Einzelkomponenten und Systemen im Labormaßstab

- Zusätzlich können definierte Originalbrandversuche an Fassadenprüfständen erforderlich sein, wenn z. B. aufgrund größerer Dämmstoffdicken das Systemverhalten im Laborversuch nicht mehr abgebildet werden kann oder die Funktionalität von konstruktiven Brandschutzmaßnahmen und Systemkonfigurationen untersucht werden soll.

2.3.2 Laborprüfungen nach DIN 4102-1 und DIN EN 13501-1

Für die Bestimmung des Brandverhaltens im Laborversuch gibt es national und europäisch genormte Prüfmethode. Bauprodukte, für die keine europäisch harmonisierten Produktnormen vorliegen, können wahlweise eine Prüfung und Bewertung nach DIN 4102-1 oder DIN EN 13501-1 absolvieren.

Das Brandverhalten von WDVS wird auf der Grundlage der deutschen Norm DIN 4102-1 oder der europäischen Norm DIN EN 13501-1 bewertet und klassifiziert. Da WDVS bislang nicht europäisch harmonisiert sind, sind beide Normen alternativ anwendbar. Die Baustoffklassen nach DIN 4102-1 sind jedoch nicht direkt mit den europäischen Klassen zum Brandverhalten nach DIN EN 13501-1

vergleichbar. Die zugehörigen Prüfverfahren werden im Anhang B beschrieben. Die nach DIN EN 13501-1 klassifizierten Eigenschaften des Brandverhaltens

von Bauprodukten entsprechen folgenden Anforderungen in bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften:

Tabelle 3: Bauaufsichtliche Anforderungen und Zuordnungen zu Klassifizierungen nach DIN EN 13501-1 und gemäß MVV TB; Anhang 4

bauaufsichtliche Anforderung nach MBO/LBO	Zusatzanforderungen		europäische Klasse nach DIN EN 13501-1 ^{a) b)}
	kein Rauch	kein brennendes Abfallen/Abtropfen	Bauprodukte, ausgenommen lineare Dämmstoffe
nichtbrennbar	x	x	A1
	x	x	A2 – s1, d0 ^{c)}
schwerentflammbar	x	x	B – s1, d0 C – s1, d0
		x	A2 – s2, d0 B – s2, d0 C – s2, d0
	x		A2 – s1, d1 A2 – s1, d2 B – s1, d1 B – s1, d2 C – s1, d1 C – s1, d2
			A2 – s2, d1 A2 – s2, d2 B – s2, d1 B – s2, d2 C – s2, d1 C – s2, d2
		x	A2 – s3, d0 B – s3, d0 C – s3, d0 D – s1, d0 D – s2, d0 D – s3, d0 E
normalentflammbar			A2 – s3, d1 A2 – s3, d2 B – s3, d1 B – s3, d2 C – s3, d1 C – s3, d2 D – s1, d1 D – s1, d2 D – s2, d1 D – s2, d2 D – s3, d1 D – s3, d2
			E – d2
			F
leichtentflammbar			F

^{a)} In den europäischen Prüf- und Klassifizierungsregeln ist das Glimmverhalten von Baustoffen nicht erfasst. Für Anwendungen, bei denen Glimmen ausgeschlossen werden muss, ist das Glimmverhalten nachzuweisen.

^{b)} Mit Ausnahme der Klassen A1 (ohne Anwendung der Fußnote c zu Tabelle 1 der DIN EN 13501-1) und E kann das Brandverhalten von Oberflächen von Außenwänden und Außenwandbekleidungen (Bauart) nach DIN EN 13501-1 nicht abschließend klassifiziert werden.

^{c)} bei Prüfung gemäß DIN EN 13823:2023 TSP600 $s \leq 35 \text{ m}^2$

Gemäß Tabelle 3 fließen zusätzlich zur Einstufung des Brandverhaltens sogenannte Brandparallelerscheinungen wie die Rauchentwicklung (smoke: s1, s2, s3) und das brennende Abtropfen/Abfallen (droplets: d0, d1, d2) in die Bewertung ein. Mit ansteigender Ziffer nehmen die Erscheinungen zu.

Nach DIN 4102-1 klassifizierte Bauprodukte werden den bauaufsichtlichen Bezeichnungen entsprechend Tabelle 4 zugeordnet. Für bestimmte Bauprodukte bzw. Systeme können zusätzlich zu den Klassifizierungen nach DIN 4102-1 bzw. DIN EN 13501-1 weitere Anforderungen gestellt werden.

Die Zuordnung der Prüfergebnisse nach DIN EN 13501-1 (Tabelle 3) und DIN 4102-1 (Tabelle 4) zu den bauaufsichtlichen Klassen nichtbrennbar, schwerentflammbar und normalentflammbar wird für WDVS durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen vorgenommen.

Tabelle 4: Zuordnung der Klassifizierung nach DIN 4102-1 zu den bauaufsichtlichen Begriffen

bauaufsichtliche Anforderung	Baustoffklasse nach DIN 4102-1
nichtbrennbar	A (A1 oder A2)
schwerentflammbar	B1
normalentflammbar	B2
leichtentflammbar	B3

2.3.3 Originalbrandversuche nach DIN 4102-20

Das Systembrandverhalten eines WDVS einschließlich aller konstruktiven Detaillösungen und Brandschutzmaßnahmen wird, wenn die Ergebnisse der Laborbrandprüfungen keine ausreichende Bewertungsgrundlage liefern, ergänzend in einem originalmaßstäblichen Brandversuch nach DIN 4102-20 untersucht. Der Versuchsansatz (Brandbeanspruchung von außen durch einen Raumbrand) wurde einschließlich der Dimensionierung des Prüffeuers und der Ausbildung des Prüfkörpers durch Originalbrandversuche an einem Abrissgebäude validiert.

2.3.4 Sockelbrandszenario nach DIN 4102-24

Die Prüfung des Brandverhaltens von Außenwandbekleidungen unter Berücksichtigung des Sockelbrandszenarios an maßstabsgetreuen Prüfkörpern wird in der DIN 4102-24 beschrieben.

Zudem setzt die MVV TB von 2023 die brandschutztechnische Prüfung von WDVS mit Dämmstoff aus expandiertem Polystyrol (EPS-Dämmstoff), unter Berücksichtigung einer zusätzlichen Brandeinwirkung von außen, die unmittelbar im unteren Bereich der Fassade erfolgt, als ergänzenden Nachweis voraus.

2.4 Verwendbarkeitsnachweise für WDVS

Der bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweis für WDVS im Gebrauchszustand ist nach §§ 16 und 17 MBO in Deutschland durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ), allgemeine Bauartgenehmigung (aBG) oder durch eine Europäisch-Technische Bewertung (ETA – European Technical Assessment), ergänzt um den Nachweis der Erfüllung der Anforderungen der technischen Baubestimmungen gemäß MVV TB, Anhang 11, zu erbringen. Darin werden wesentliche Eigenschaften des WDVS zum Nachweis der Verwendbarkeit beschrieben und festgelegt.

Aus baurechtlicher und brandschutztechnischer Sicht wird das Bauprodukt WDVS in seiner Gesamtheit als Außenwandbekleidung und hinsichtlich seines Brandverhaltens als Baustoff eingestuft. Gleichzeitig werden an Einzelkomponenten wie Dämmstoffe gesonderte Anforderungen gestellt (§§ 26 und 28 MBO). Die Komponenten eines WDVS sind systemspezifisch geprüft, aufeinander abgestimmt und dürfen nur vom jeweiligen WDVS-Hersteller als Zulassungs- bzw. ETA-Inhaber komplett geliefert werden oder durch diesen liefern zu lassen. Die Komponenten werden vom Zulassungs- bzw. ETA-Inhaber oder dessen Lieferanten werksmäßig hergestellt.

3 Systemvielfalt und Brandverhalten von WDVS

3.1 Anwendungsbereiche von WDVS

WDVS werden angewendet, um den Wärmedurchgang durch Außenwände zu minimieren. Sie tragen zur Einsparung von Heiz- und Kühlenergie und damit zur Reduzierung klimaschädlicher Emissionen bei. Weiterhin verbessern sie den Wohnkomfort und die Wohngeundheit, schützen die Außenwand und leisten einen bedeutenden Beitrag zum Werterhalt der Bausubstanz.

WDVS werden im Neubau sowie zur Sanierung ungedämmter oder nicht ausreichend gedämmter Gebäude verwendet.

3.2 Systemvielfalt und objektspezifische Verwendung

In den vergangenen Jahrzehnten wurden WDVS kontinuierlich weiterentwickelt. Dabei ist eine Vielzahl unterschiedlicher Systemtypen entstanden. Mit diesen können die individuellen Anforderungen und

Gestaltungswünsche von Auftraggebern und Architekten erfüllt werden.

Die Vielfalt der angebotenen Systeme zeigt sich unter anderem in der

- Art der Befestigung,
- Art und Dicke des verwendeten Dämmstoffs,
- Art und Struktur der Oberfläche bei verputzten Systemen,
- Farbgestaltung, und den
- verwendeten Bekleidungen.

Die objektspezifische Auswahl eines WDVS orientiert sich an folgenden Kriterien:

- Wärmedämmeigenschaften, insbesondere U-Wert-Anforderungen an die Außenwand gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG)
- bauliche Voraussetzungen, z. B. Dachüberstand, Grenzabstände, Zustand und Dämmwirkung der Altfassade

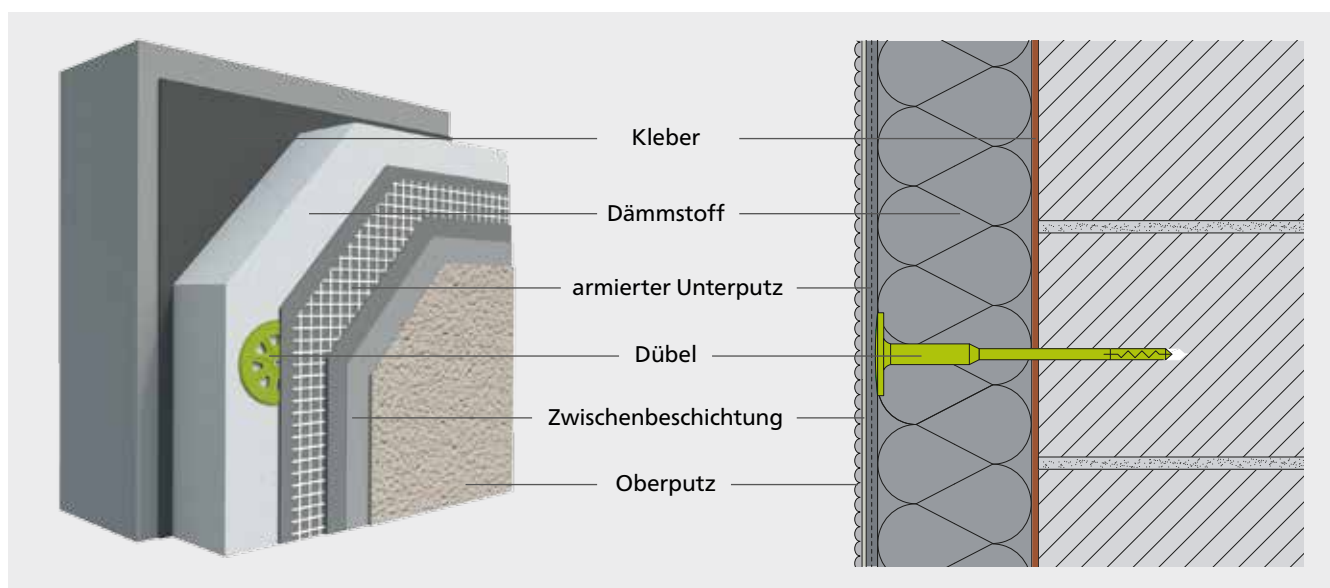


Abbildung 10: Beispielhafter Aufbau eines geklebten und gedübelten WDVS

- Brandschutzanforderungen (vgl. Abschnitt 1 und 2)
- Gestaltungswünsche
- Wirtschaftlichkeit, unter Berücksichtigung von z. B. Energieeinsparung, Wertsteigerung/-erhalt der Immobilie, Verbesserung der Vermietbarkeit, Investitionskosten
- besondere Eigenschaften des Systems, z. B. Stoßfestigkeit, Verschmutzungsneigung

Systeme mit verschiedenen Dämmstoffarten und -dicken ausgewählt werden.

Bei der Auswahl und Planung eines Fassaden-dämmsystems für ein Gebäude sind die bauordnungsrechtlichen Anforderungen für den Brandschutz an die Fassade zu beachten. Diese hängen von der Größe sowie der Art und Nutzung des Gebäudes ab, wie in Abschnitt 2.2.2 dargestellt.

3.3 WDVS und Brandverhalten

In Abhängigkeit von den in Abschnitt 3.2 beschriebenen objektspezifischen Anforderungen können

Tabelle 5 liefert Beispiele für das Brandverhalten von WDVS, welches abhängig ist vom Anwendungsbereich und dem Zusammenspiel der eingesetzten Komponenten, wie z. B. Putzsystem und Dämmstoff.

Tabelle 5: Überblick über Dämmstoffe, die in WDVS verwendet werden, sowie das in der Regel erzielbare Brandverhalten des Gesamtsystems

verwendeter Dämmstoff	Klasse des Dämmstoffes nach DIN EN 13501-1 (Einzelne Produkte können abweichen)	erreichbares Brandverhalten des WDVS gemäß MBO/LBO ^{b)}
Mineralwolle (MW) nach EN 13162	A1	nichtbrennbar
Mineralschaum nach Zulassung oder ETA	A1	nichtbrennbar
Expandiertes Polystyrol (EPS) nach EN 13163	E	schwerentflammbar ^{a)}
Polyurethan (PU/PIR) nach EN 13165	E	schwerentflammbar
Phenolharzschaum (PF) nach EN 13166	C - s2, d0	schwerentflammbar
Holzfaserplatte (WF) nach EN 13171	E	normalentflammbar
Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen	E	normalentflammbar

^{a)} mit Brandschutzmaßnahmen

^{b)} Gilt für die Anwendung auf massiven mineralischen Untergründen – Systeme auf anderen Untergründen werden ggf. in WDVS-Zulassungen anders eingestuft.

4 Brandschutzgerechte Ausführung von WDVS

4.1 Normalentflammbare WDVS

Bei Gebäuden mit geringer Höhe (Gebäudeklassen 1–3) sind normalentflammbare WDVS zulässig. Die verwendeten Dämmstoffe müssen mind. normalentflammbar sein. Für WDVS mit z. B. Holzfaser-Dämmplatten (WF) sind keine zusätzlichen konstruktiven Brandschutzmaßnahmen erforderlich.

Die Anforderungen an Brandwände und besondere Gebäudebereiche müssen beachtet werden. Zu Anforderungen und Ausführungsbeispielen vergleiche Abschnitt 2.2.3.1.

4.2 Schwerentflammbare WDVS mit PF und PU

Die verwendeten Dämmstoffe müssen mind. normalentflammbar sein. Für schwerentflammbare WDVS mit Phenolharzschaum (PF)-Dämmung und Polyurethan (PU)-Dämmung sind ebenfalls keine zusätzlichen konstruktiven Brandschutzmaßnahmen erforderlich.

Auch hier gelten besondere Anforderungen an Brandwände (vgl. Abschnitt 2.2.3.1).

4.3 Schwerentflammbare WDVS mit EPS

4.3.1 Definition von „Schutzzonen“

Aus dem allgemeinen baurechtlichen Schutzziel für Fassadenbekleidungen – der ausreichend langen Begrenzung der potenziell möglichen, geschossübergreifenden Brandausbreitung – leiten sich unter Berücksichtigung der maßgeblichen Brandszenarien (vgl. Abschnitt 1.1) und den

definierten Bemessungsbränden (vgl. Abschnitt 1.2) für WDVS mit EPS-Dämmung brandschutztechnische „Schutzzonen“ ab, die wesentlich an den Ort der Brandentstehung gebunden sind.

Schutzzone Raumbrand

- Benanntes Brandszenario ist hier der „Brand von innen“ (Raumbrand).
- Der Flammenaustritt erfolgt aus der Außenwandöffnung eines im Vollbrand befindlichen Raums vor die Fassade.
- Eine „indirekte“, verzögerte Brandwirkung entsteht erst nach Flammenaustritt aus einer Außenwandöffnung (Fenster, Tür o. Ä.).
- Prinzipiell kann eine solche Situation an jeder vorhandenen Außenwandöffnung entstehen, nicht aber an Wänden ohne Öffnung, z. B. fensterlosen Giebeln.
- Die Schutzzone Raumbrand muss im konservativen Ansatz alle Etagen eines Gebäudes einschließen.

Schutzzone Sockelbrand

- Benanntes Brandszenario ist hier der „Brand von außen“ (Sockelbrand).
- Es erfolgt eine „direkte“, sofortige Brandwirkung.
- Die brennende Brandlast befindet sich außen unmittelbar vor der Fassade am Geländeabschluss oder auf einer an die Fassade direkt angrenzenden Horizontalfläche vergleichbarer Nutzung.
- Ausgehend vom benannten Bemessungsbrand und den dort angesetzten Brandlasten wurde die Schutzzone Sockelbrand auf die ersten drei Etagen, beginnend vom Ort des möglichen Brandherds, festgelegt. Bei einem Brand am Geländeanschluss umfasst diese Schutzzone also das EG sowie das 1. und 2. OG.



Abbildung 11: Brandschutztechnische Schutzzonen an Fassaden

Die abzuleitenden Brandschutzmaßnahmen für die gesamte Schutzzone „Fassade“ wurden den beiden benannten Schutzzonen (Raumbrand und Sockelbrand) angepasst. Im Sockelbereich überlagern sich die beiden Schutzzonen, daher wurden die dort anzuwendenden Maßnahmen restriktiv so gewählt, dass sie die Möglichkeit eines Raumbrandes in diesem Bereich mit abdecken.

4.3.2 Schutzmaßnahmen gegen das Szenario Raumbrand

Gegen die Brandeinwirkung von innen (Raumbrand) sind, falls erforderlich, folgende konstruktive, alternativ anwendbare Brandschutzmaßnahmen in WDVS mit einer EPS-Dämmung zu treffen:



Abbildung 12: Konstruktive Brandschutzmaßnahmen für die Schutzzone Raumbrand im Überblick

4.3.2.1 Fall A: Schutzzone Raumbrand – keine Zusatzmaßnahmen

Bei einer Dicke der EPS-Dämmung bis 10 cm ist nach experimentellen Untersuchungen bei einem Flammenaustritt eines Raumbrandes vor die Fassade kein Öffnen der Putzschicht des WDVS im Sturzbereich bekannt, da die Masse der möglichen sich bildenden Schmelze zu gering ist. Die Ausführung zusätzlicher konstruktiver Brandschutzmaßnahmen ist daher nicht erforderlich.



Abbildung 13: Keine Zusatzmaßnahmen

Bauliche Unterbrechungen des WDVS aus nicht-brennbaren, im Brandfall hinreichend formbeständigen Konstruktionen oder Materialien, wie z. B. bei Gesimsen, Kragplatten von Balkonen, durchgängigen Fensterbändern oder rückspringenden Bebauungen, z. B. bei Staffelgeschossen, können in die Ausbildung eines Brandriegels einbezogen werden bzw. diesen teilweise oder vollständig ersetzen, wenn sie die brandschutztechnische Funktion übernehmen. Der Anschluss von Brandriegeln an Kragplatten von Balkonen ist in Abschnitt 4.3.6.1 beschrieben.



Abbildung 14: Umlaufender Brandriegel am Gebäude

4.3.2.2 Fall B: Schutzzone Raumbrand – umlaufender Brandriegel

Die brandschutztechnische Funktion eines Brandriegels im Raumbrandbereich besteht in der Verhinderung einer fortschreitenden, geschossübergreifenden Brandweiterleitung in der Dämmebene von WDVS mit einer EPS-Dämmung größerer Dicke ($10 \text{ cm} < d \leq 30 \text{ cm}$) durch vollständige, horizontal umlaufende Unterbrechungen der Dämmung in mind. jedem zweiten Geschoss.

Ein Brandriegel muss aus einem im Brandfall für diese Anwendung hinreichend formstabilen, nicht-brennbaren Material bestehen. Dies ist für einen mind. 20 cm hohen Mineralwolle-Streifen mit einem Schmelzpunkt $> 1000 \text{ °C}$ gem. DIN 4102-17 nachgewiesen und zugelassen. Alternative Materialien und Lösungen existieren, bedürfen aber gesonderter prüftechnischer Nachweise und entsprechender Zulassungen für die Anwendung als Brandriegel in WDVS mit EPS-Dämmung.



Bild 3: Verklebung eines Brandriegels – Vollflächige Verklebung, hier erreicht durch „Aufzählen“ auf den Untergrund und auf die Brandriegelrückseite (Floating-Buttering) sowie durch die dem Untergrund angepasste Zahnung.



Bild 4: Verklebungskontrolle – Der Klebeflächenanteil muss kontrolliert werden. Hier wurde eine ausreichende und annähernd vollflächige Verklebung erreicht.

Die Verklebung des Brandriegels muss in jedem Fall vollflächig mit mineralischen Mörteln erfolgen, die in der WDVS-Zulassung als Klebemörtel genannt sind. Damit wird zugleich sichergestellt, dass zwischen Brandriegel und Wand kein hinterströmbarer

Spalt entsteht. Ein nachträgliches Schließen von Fehlstellen und offenen Fugen im Stoßbereich der Brandriegel durch Ausschäumen ist nicht zulässig. Brandriegelelemente sind spaltfrei gegeneinander zu stoßen.

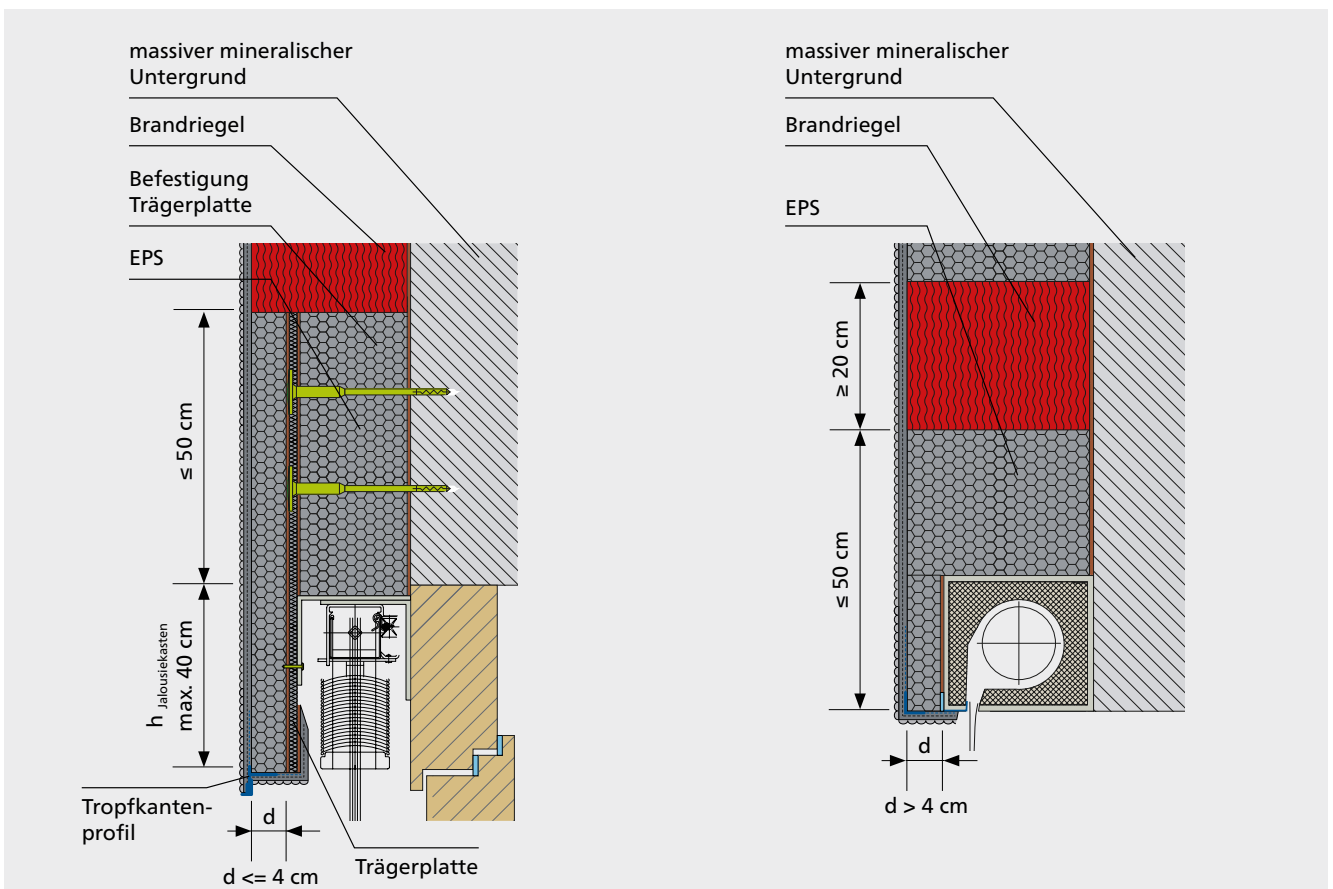


Abbildung 15: Brandriegel bei der Überdämmung von Jalousiekästen

In WDVS, die zulassungsgemäß geklebt und verdübelt werden, muss der Brandriegel zusätzlich zur vollflächigen Verklebung immer mit allgemein bauaufsichtlich zugelassenen WDVS-Dübeln befestigt werden, bei denen Dübelteller und Hülse aus Kunststoff und das Spreizelement aus Stahl bestehen. Der Durchmesser des Dübeltellers beträgt mind. 6 cm.

Besteht der Brandriegel aus einer Mineralwolle, die gemäß ihrer Zulassung bzw. der WDVS-Zulassung immer geklebt und verdübelt angebracht werden muss, ist ebenfalls prinzipiell eine Verdübelung notwendig. Der Brandriegel darf nur auf massiven mineralischen Untergründen befestigt werden.

Bei Verwendung der Brandschutzmaßnahme „Brandriegel“ können weitere Brandschutzmaßnahmen beim Einbau von Verschattungseinrichtungen, wie Rollladenkästen, Jalousien oder Ähnlichem, im Bereich der Außenwandöffnungen oder bei „vorgesetzten“ Fenstern, die ganz oder teilweise in der Dämmebene liegen, entfallen.

Ein Brandriegel im Raumbrandbereich ist so anzuordnen, dass ein max. Abstand von 50 cm zwischen Unterkante Sturz der Außenwandöffnung und Unterkante Brandriegel eingehalten wird.

Die Überdämmung von Jalousien oder Rollläden, die sich vor der Außenwand befinden (Aufsatzmontage), braucht bei der Bemessung des Maßes von 50 cm (Abstand Unterkante Sturz und Unterkante Brandriegel) in diesem Bereich bis zu einer Höhe von 40 cm nicht berücksichtigt werden.

4.3.2.3 Fall C: Schutzzone Raumbrand – Sturzschutz

Die Sturzkante über Außenwandöffnungen (Fenstern, Türen usw.) unterliegt im Falle eines Flammenaustrittes vor die Fassade bei einem Raumbrand besonders hohen thermischen Beanspruchungen. Bei WDVS mit einer Dämmschichtdicke > 10 cm könnte es hierbei zu einem Öffnen der Sturzkante und somit zu einer Brandweiterleitung in der Dämmstoffebene kommen. Durch den Einbau eines



Abbildung 16: Anordnung Sturzschutz am Gebäude

zusätzlichen Sturzschutzes in Form eines nichtbrennbaren Dämmstreifens direkt oberhalb von Außenwandöffnungen wird dieser sensible Bereich brandschutztechnisch stabilisiert und so ein Eindringen des Brandes in das WDVS verhindert.

Bei der Anwendung der Brandschutzmaßnahme Sturzschutz muss unmittelbar oberhalb jeder Außenwandöffnung im Bereich der Stürze ein mind. 20 cm hoher und mind. 30 cm seitlich überstehender (links und rechts der Öffnung) Brandriegel vollflächig angeklebt und ggf. verdübelt werden.

Andere Materialien und Lösungen sind denkbar, bedürfen aber gesonderter prüftechnischer Nachweise und der Benennung in den WDVS-Zulassungen.

Die Verklebung des Sturzschutzes erfolgt ausschließlich mit mineralischen Mörteln. In WDVS, die zulassungsgemäß geklebt und verdübelt oder schienenbefestigt werden, bzw. bei Verwendung von Mineralwolle-Dämmplatten, die nicht für eine Befestigung ausschließlich durch Verklebung geeignet sind, muss zusätzlich zur vollflächigen Verklebung

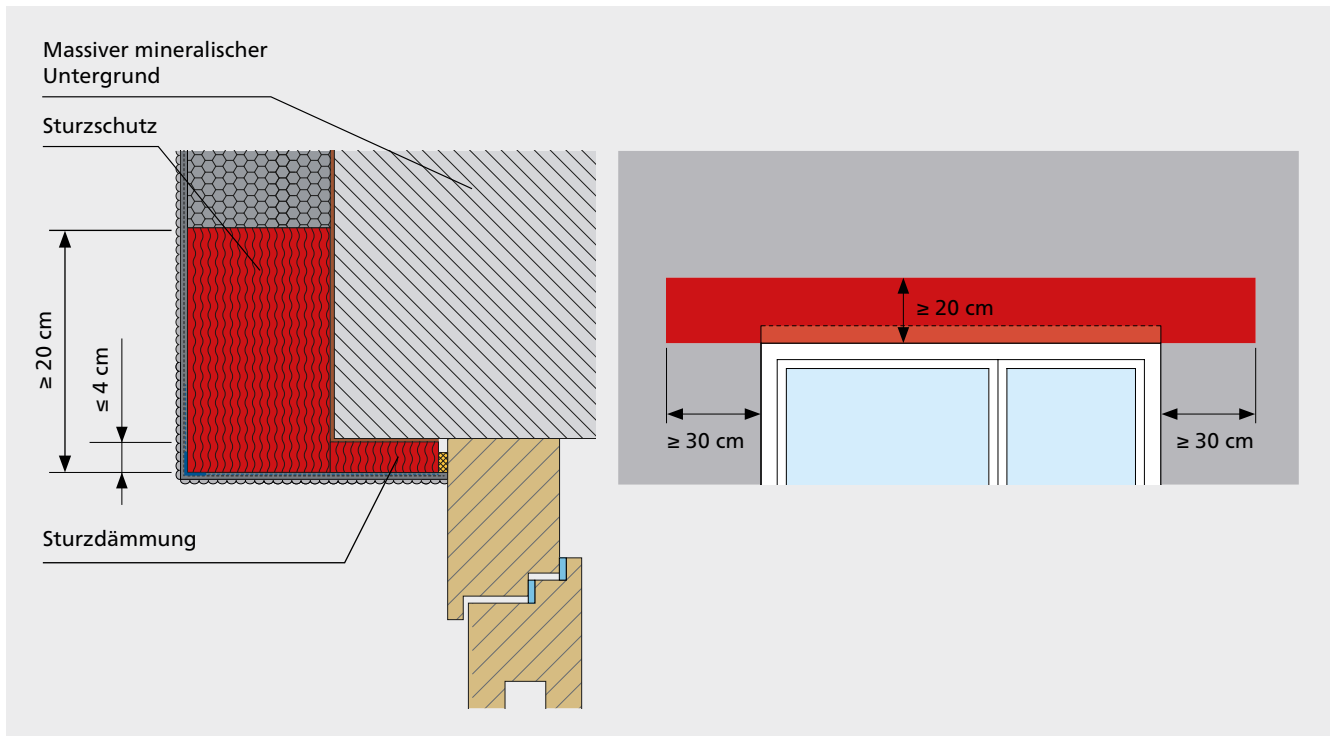


Abbildung 17: Sturzschutz: Anbringung im Sturzbereich einer Außenwandöffnung

immer eine Verdübelung des Sturzschutzes mit systemzugehörigen WDVS-Dübeln erfolgen. Gegen die Überdämmung des Fensterrahmens mit max. 4 cm durch den Sturzschutz bestehen brandschutztechnisch keine Bedenken. Werden auch Sturzlaibungen bis 4 cm Dicke gedämmt.

a) Aufsatzrollläden

Der Aufsatzrollladen ist Bestandteil des Fensterelements. Somit ist das gesamte Fensterelement wie ein Fensterrahmen ohne Rollladenkasten zu behandeln. Im Beispiel der Abbildung 18 überragt das Fensterelement die Rohbauöffnung nicht.

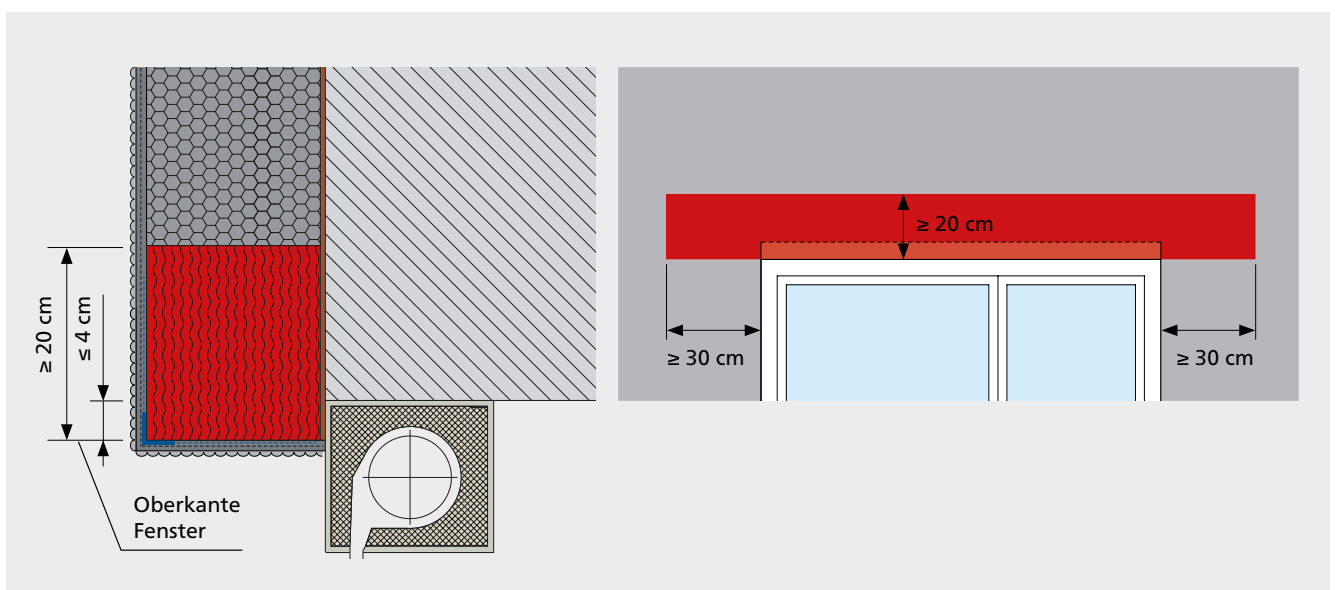


Abbildung 18: Sturzschutz bei der Ausführung mit Aufsatzrollläden

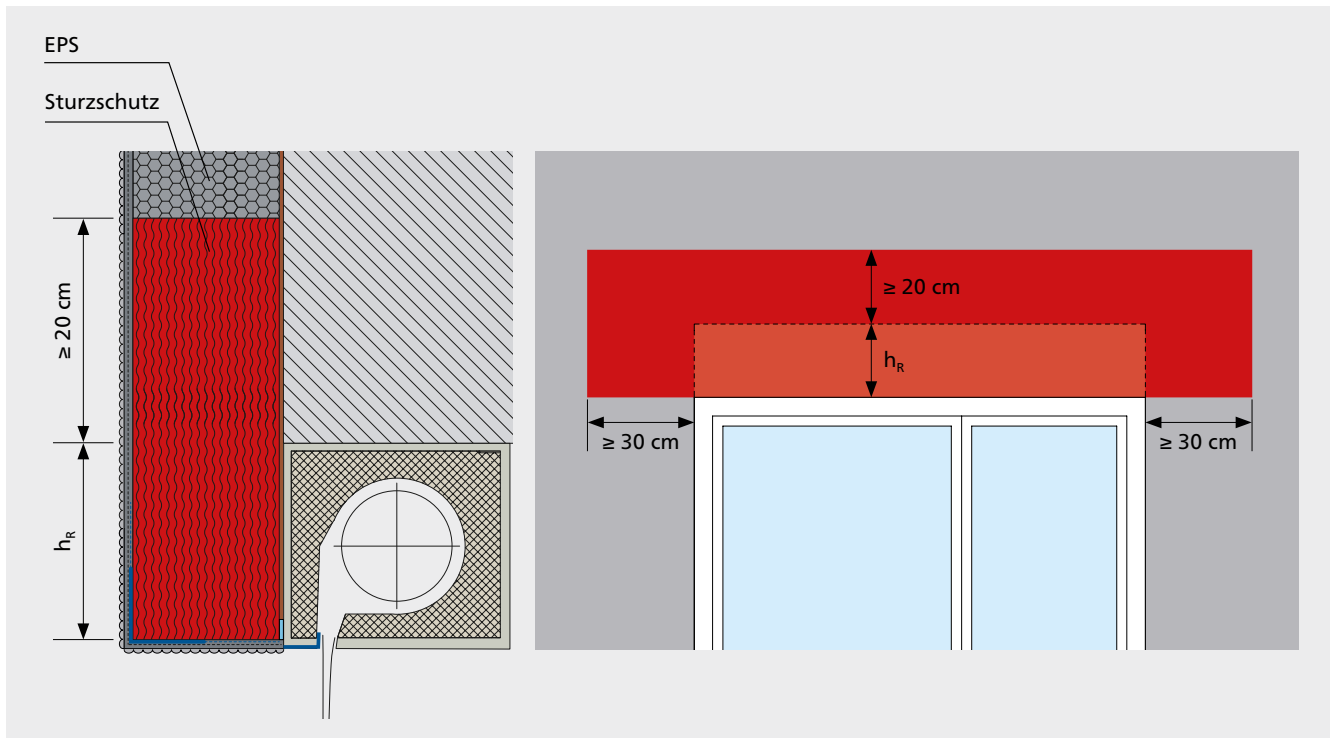


Abbildung 19: Sturzschutz bei der Ausführung mit Einbaurollläden

b) Einbaurollläden

Der Einbaurollladenkasten ist hier Teil der raumabschließenden Wand, d. h. er ist außenbündig zur Rohbauwand angeordnet (Abbildung 19).

diesen anzuwenden. An allen anderen Öffnungen genügt der einfache Sturzschutz oberhalb der Öffnung.

4.3.2.4 Fall D: Schutzzone Raumbrand – dreiseitige Umschließung

Bei der vorgesezten Montage von Fenstern oder der Ausführung von Rollläden oder Jalousien direkt über dem Sturz in der Dämmebene (Vorsatzmontage) ist die alleinige Ausführung des Sturzschutzes (Fall C) zur Verhinderung eines Brandeintritts in die Dämmebene des WDVS nicht ausreichend. In diesen Fällen muss der Sturzschutz durch zusätzliche Mineralwolle-Streifen gleicher Qualität an den beiden Seiten (Laibungen) so ergänzt werden, dass eine dreiseitige Umschließung entsteht.

Diese Maßnahme ist bei baugleicher Ausführung der Fensterkonstruktion an allen Öffnungen auszuführen. Wenn jedoch nur einzelne Fenster oder Öffnungen entsprechend ausgebildet wurden, ist sie nur an



Abbildung 20: Dreiseitige Umschließung bei vorgesezten Fenstern

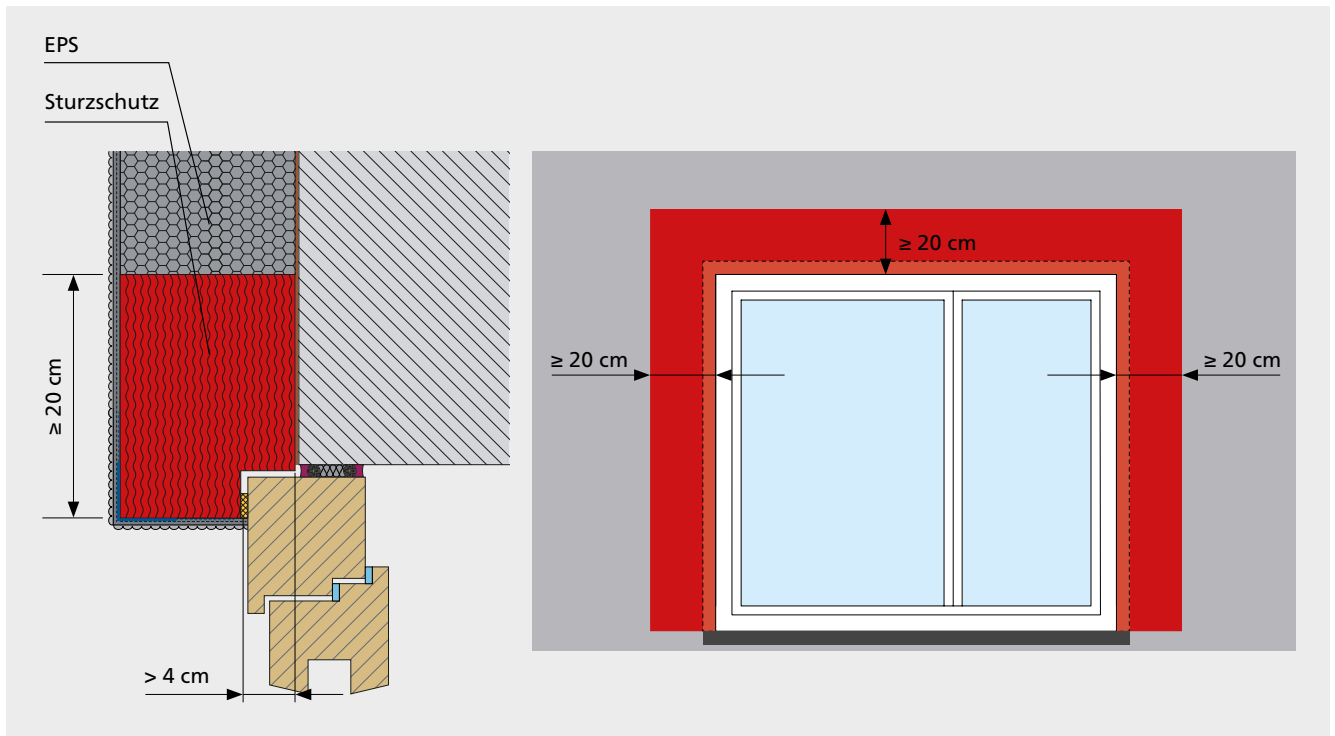


Abbildung 21: Dreiseitige Umschließung von Fenstern, deren Rahmen mehr als 4 cm vor die Rohbaukante ragt

Die Einschließung muss dreiseitig durchgängig – oberhalb und an beiden Seiten der jeweiligen Außenwandöffnung – mit mind. 20 cm hohen bzw. breiten Brandriegeln erfolgen, die alle vollflächig zu verkleben und ggf. zu dübeln sind.

Bei Fenstern, deren Rahmen nicht mehr als 4 cm vor die Rohbaukante ragen, genügt aus brandschutztechnischer Sicht die alleinige Brandriegelausbildung im Sturzsbereich. Seitliche vertikale Brandriegel sind dann nicht erforderlich.

Die nachfolgend dargestellten, an die jeweilige Bauart von Verschattungseinrichtungen angepassten Einzellösungen, wurden brandschutztechnisch nachgewiesen. Bei entsprechender Umsetzung kann auf die Ausführung der beiden seitlichen „Laiungstreifen“ verzichtet werden.

a) Vorbaurollläden

Der Rollladenkasten wird außen auf die Außenwand aufgesetzt. Er kann sichtbar bleiben oder überdämmt werden. Wenn die zurückspringende Frontseite des Rollladenkastens bündig gedämmt

werden soll, ist hierfür bis zu einer Dämmstoffdicke von 4 cm auf dem Rollladen EPS zulässig. Bei einer Dämmstoffdicke von mehr als 4 cm ist Mineralwolle zu verwenden (vgl. Abbildung 22).

b) Jalousien

Wenn die zurückspringende Frontseite der Jalousie bündig gedämmt werden soll, ist hierfür Mineralwolle zu verwenden. Unterhalb einer Dämmstoffdicke $d = 4$ cm kann auf der Höhe h , EPS-Dämmstoff Anwendung finden (vgl. Abbildung 23).

c) Sturzschutz im Bereich von runden Fenstern / Türbögen:

Runde Fenster und Türbögen erfordern eine besondere Ausführung des Sturzschutzes, da eine direkte Anpassung nur begrenzt möglich ist.

Ein horizontaler Brandriegel wird mit seiner Unterkante am höchsten Punkt der Rundung eingebaut und überragt beidseitig die max. Öffnungsbreite um mind. 20 cm. Zusätzlich werden beidseitig der Gebäudeöffnung vertikale Brandschutzstreifen vorgesehen. Diese müssen oben direkt an den horizontalen

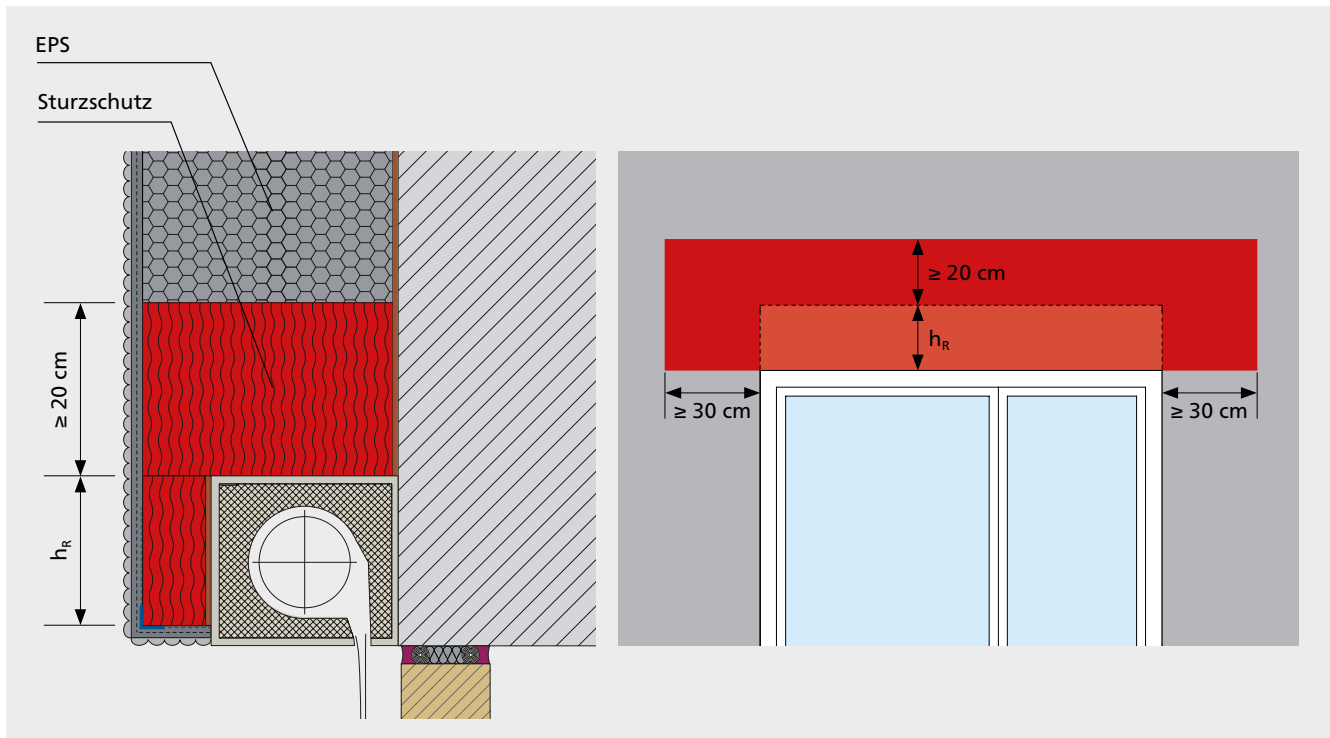


Abbildung 22: Dreiseitige Umschließung von Vorbaurollläden

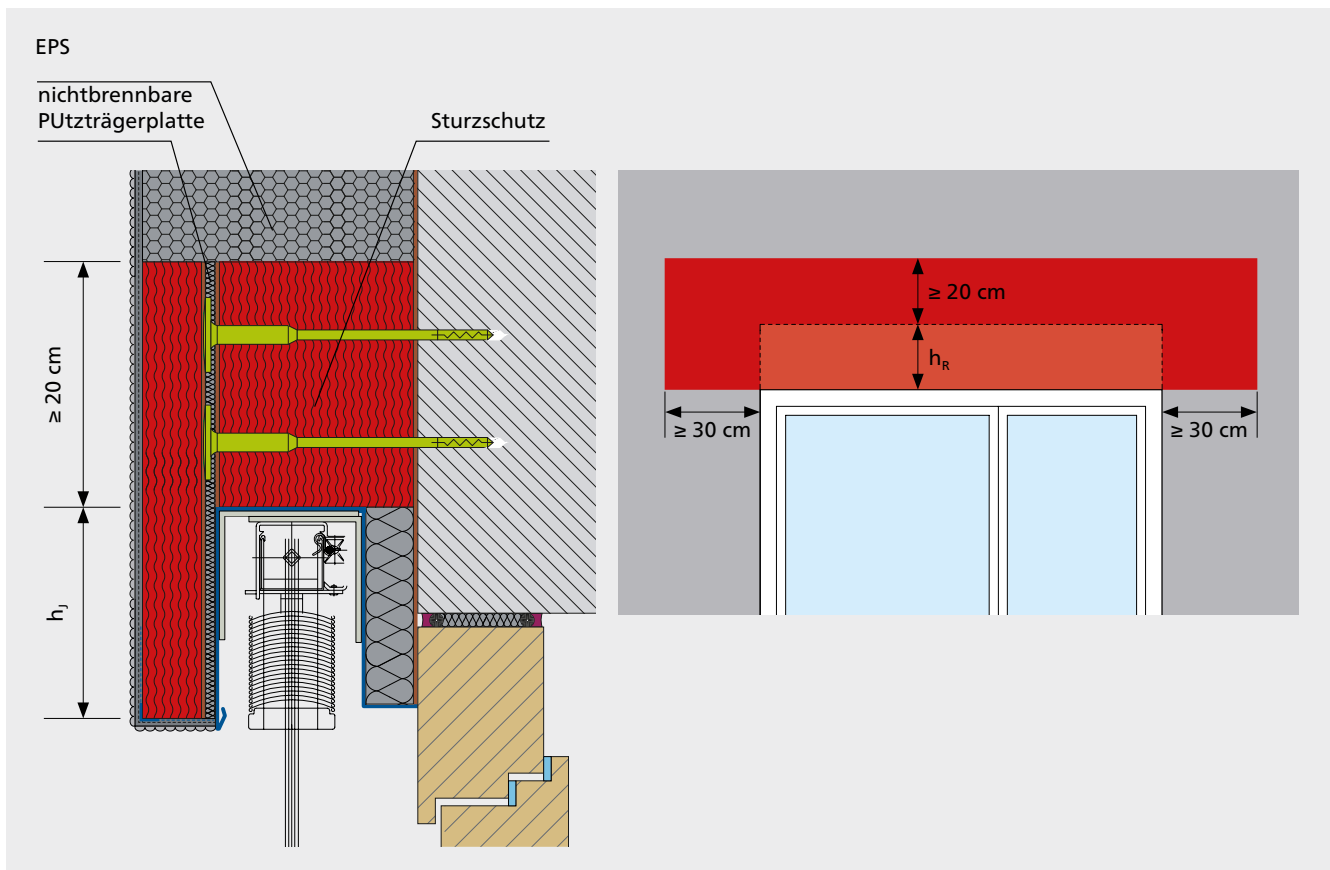


Abbildung 23: Dreiseitige Umschließung von Jalousien

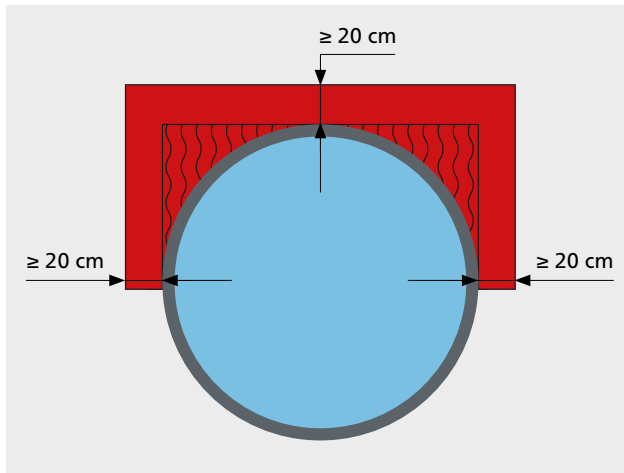


Abbildung 24: Dreiseitige Umschließung, Ausführungsbeispiel bei runden Außenwandöffnungen

Brandriegel-Streifen stoßen, die breiteste Stelle überragen und nach unten mind. die Hälfte der Gebäudeöffnung umschließen.

4.3.3 Schutzmaßnahmen gegen Brand von außen

Die notwendigen konstruktiven Schutzmaßnahmen gegen Brandeinwirkungen von außen sind

unterschiedlich für die jeweiligen WDVS-Typen und werden nachfolgend erläutert.

4.3.3.1 Fall A: Schutzzone Sockelbrandszenario bei WDVS mit EPS-Dämmstoff und Putz

Gegen die Brandeinwirkung von außen (Sockelbrandszenario) sind folgende konstruktive Brandschutzmaßnahmen in WDVS mit einer EPS-Dämmung zu treffen:

1. **Brandriegel:** An der Unterkante des WDVS bzw. max. 90 cm über Geländeanschluss oder angrenzenden genutzten horizontalen Gebäudeteilen, und
2. **Brandriegel:** im Deckenbereich^{a)} des ersten darüber liegenden Geschosses, und
3. **Brandriegel:** im Deckenbereich des dritten darüber liegenden Geschosses.

^{a)} Falls in diesem Bereich eine Deckenrandabstimmung vorhanden ist, Hinweise unter Abschnitt 4.3.5.8 beachten.



Abbildung 25: Konstruktive Brandschutzmaßnahmen für die Schutzzone Sockelbrand im Überblick



Abbildung 26: Anordnung der Brandriegel in der Schutzzone Sockelbrand, Fall A

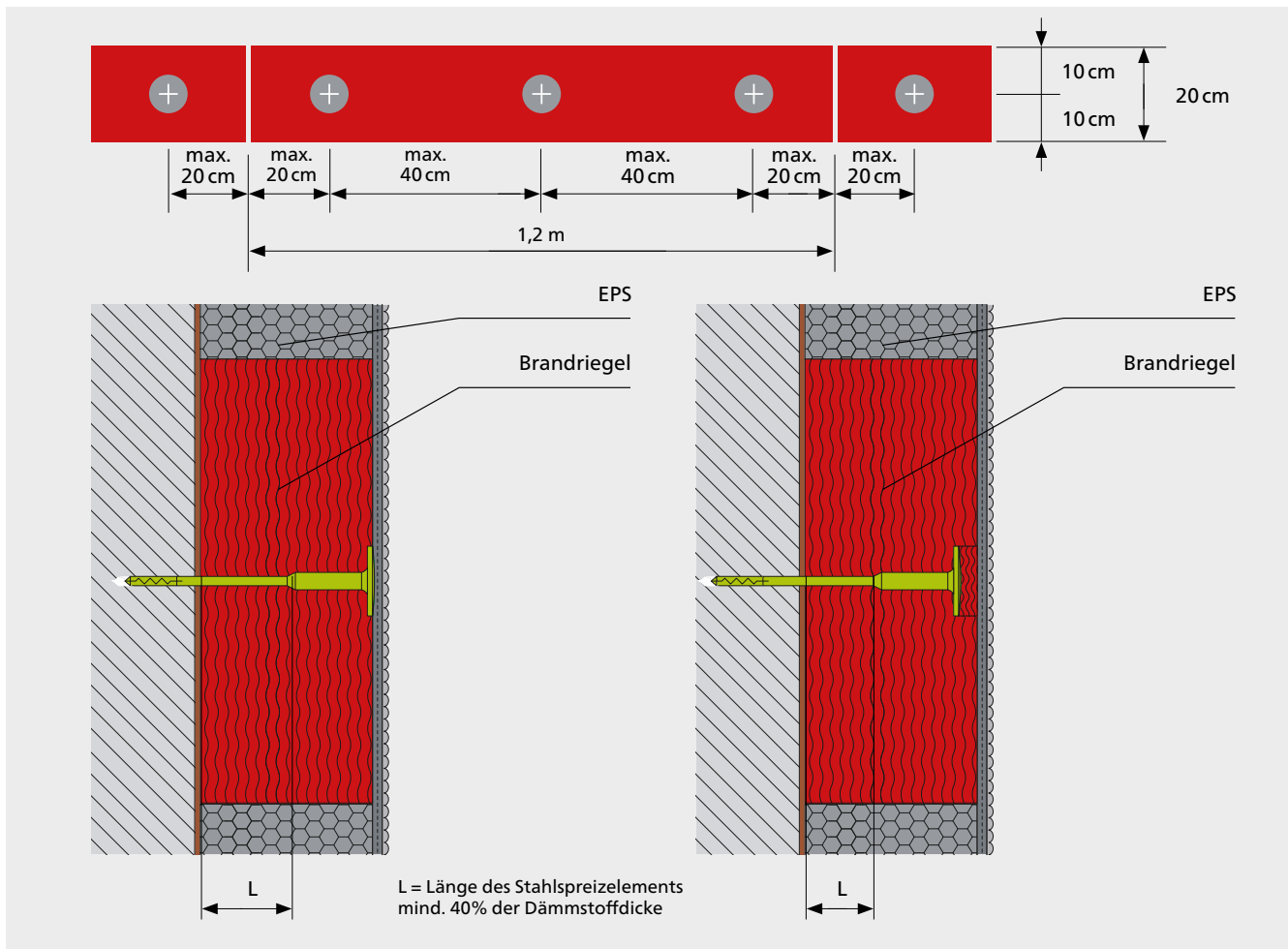


Abbildung 27: Verdübelung von Brandriegeln in der Schutzzone Sockelbrand (links: oberflächenbündiger Tellerdübel, rechts: versenkter Tellerdübel), Maximalabstände der Dübel

Anmerkung

- Die Angabe „mind. 10 cm nach oben und unten“ meint, dass die Dübel etwa in halber Höhe der Brandriegel zu setzen sind.
- Es wird empfohlen, die Länge L des Stahlspreizelementes mit mind. 40 % der Dämmstoffdicke auszuführen. Alternativ können Dübel verwendet werden, deren Tauglichkeit durch ein Gutachten oder durch Nennung in der aBG / abZ dokumentiert ist und wenn die dafür mit dem Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) abgestimmten Versuche durchgeführt wurden.

Die Brandriegel müssen nicht direkt auf dem Deckenkopf angebracht werden (Deckenrandschalung). Es genügt, sie im Bereich der Decke auf massivem Untergrund anzubringen.

Im Falle einer Aufdopplung müssen die Brandriegel auch das bestehende WDVS bzw. die Holzwolle-Leichtbauplatte (HWL-Platte) durchdringen. Bei Schienensystemen sind die Schienen am Brandriegel zu unterbrechen.

Anforderungen an die Brandriegel im Bereich der Schutzzone Sockelbrandszenario

- Höhe ≥ 20 cm
- nichtbrennbar, formstabil bis 1000 °C
- Rohdichte von ≥ 60 bis 90 kg/m^3 und Querkzugfestigkeit $\geq 80 \text{ kPa}$ oder Rohdichte $\geq 90 \text{ kg/m}^3$ und Querkzugfestigkeit $\geq 5 \text{ kPa}$
- mit mineralischem Klebemörtel (Bindemittel Kalk und/oder Zement) vollflächig angeklebt und zusätzlich mit WDVS-Dübeln verdübelt
- Verdübelung der Brandriegel mit zugelassenen WDVS-Dübeln, bestehend aus Dübelteller und Hülse aus Kunststoff sowie Spreizelement aus Stahl, Durchmesser des Dübeltellers ≥ 6 cm, Montage durch den bewehrten Unterputz, oberflächenbündig unter dem bewehrten Unterputz oder im Dämmstoff versenkt

- Brandriegel sind durch vollflächige Verklebung und Verdübelung derart am Untergrund zu befestigen, dass die auftretenden Windlasten sicher abgeleitet werden können. Die Haftzugfestigkeit zwischen Klebemörtel und Brandriegel bzw. zwischen Putzschicht und Brandriegel muss mind. der geforderten Querkzugfestigkeit des Brandriegels entsprechen.

Rand- und Zwischenabstände der Dübel: mind. 10 cm nach oben und unten, max. 20 cm zu den seitlichen Rändern eines Brandriegel-Streifenelements und max. 40 cm zum benachbarten Dübel.

Anforderungen an das WDVS im Bereich des Sockelbrandszenarios

Das WDVS muss von seiner Unterkante bis mind. zur Höhe des 3. Brandriegels (Decke über dem 3. Geschoss) folgende Anforderungen erfüllen:

- Mindestdicke des Putzsystems (Oberputz + Unterputz) 0,4 cm. Bei Ausführung mit vorgefertigten, klinkerartigen Putzteilen („Flachverblander“) muss die Dicke des Unterputzes mind. 0,4 cm betragen.
- An Gebäudeinnenkanten sind in den bewehrten Unterputz Eckwinkel aus Glasfasergewebe, Flächengewicht $\geq 280 \text{ g/m}^2$ und Reißfestigkeit $> 2,3 \text{ kN/5 cm}$ (im Anlieferungszustand) einzuarbeiten.
- Die Rohdichte des EPS-Dämmstoffes darf 25 kg/m^3 nicht überschreiten.
- Es ist ein Armierungsgewebe mit einem Flächengewicht von $\geq 150 \text{ g/m}^2$ zu verwenden.
- Die in den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für schwerentflammbare WDVS mit EPS vorgeschriebenen Maßnahmen im Bereich von Außenwandöffnungen müssen erst oberhalb des 3. Brandriegels ausgeführt werden.

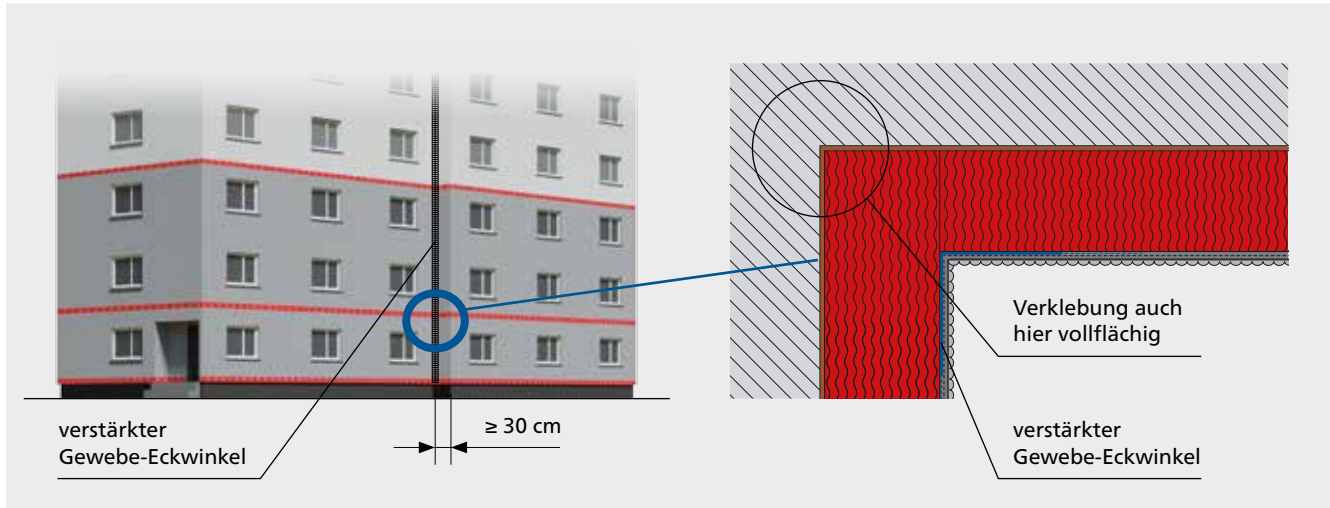


Abbildung 28: Innenkante im Sockelbrandbereich

Ausbildung von Innenkanten im Bereich der Schutzzone Sockelbrand:

Die Ausbildung einer Innenkante erfolgt wie oben beschrieben mit einem verstärkten Eckwinkel im Bereich vom Geländeanschluss (oder dem Fußpunkt anderer angrenzender horizontaler Gebäudeteile) bis zur Oberkante des 3. Brandriegels. Verspringt der Sockel (Spritzwasserbereich) gegenüber dem oberhalb anschließenden WDVS nach hinten, kann in diesem Bereich (unterhalb des Brandriegels) auf den verstärkten Eckwinkel verzichtet werden.

Als Innenkante ist aus brandschutztechnischer Sicht ein Versprung oder Versatz der Außenwand von 30 cm und mehr zu verstehen.

Ausbildung des 1. Brandriegels im Bereich von Türen und Fenstern

Häufig befinden sich Türen, aber auch Fenster im Bereich des 1. Brandriegels und nicht immer ist es möglich oder auch sinnvoll, ihn um Gebäudeöffnungen herumzuführen. Der 1. Brandriegel kann an die betreffende Außenwandöffnung (Tür oder Fenster) stoßen, wenn er vollständig in die Laibung hineingeführt wird.

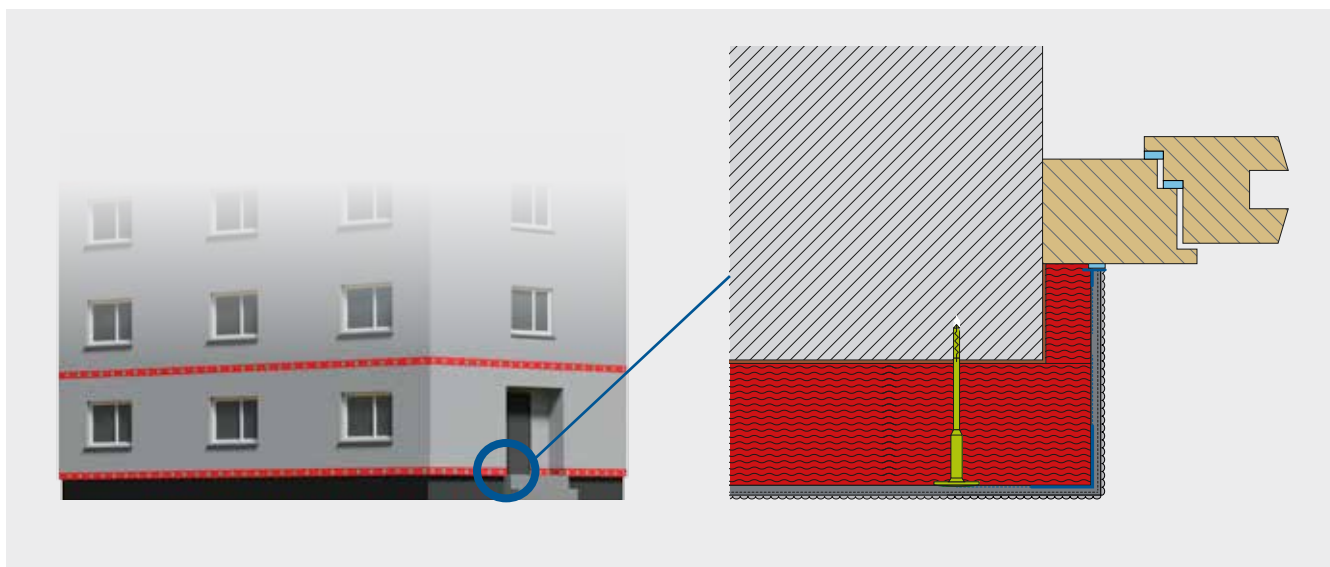


Abbildung 29: Ausführung des ersten Brandriegels an Fenster oder Türen in der Schutzzone Sockelbrand, Verdübelung des Brandriegels, hier z. B. mit oberflächenbündig gesetztem Dübelteller

4.3.3.2 Fall B1: Schutzzone Sockelbrand bei WDVS mit EPS-Dämmstoff und Hartbelägen (Keramik-, Glasmosaik- oder Natursteinbekleidungen)



Abbildung 30: Anordnung der Brandriegel in der Schutzzone Sockelbrand, Fall B1

Übergang von der Außenwandbekleidung im untersten Geschoss zum EPS-WDVS

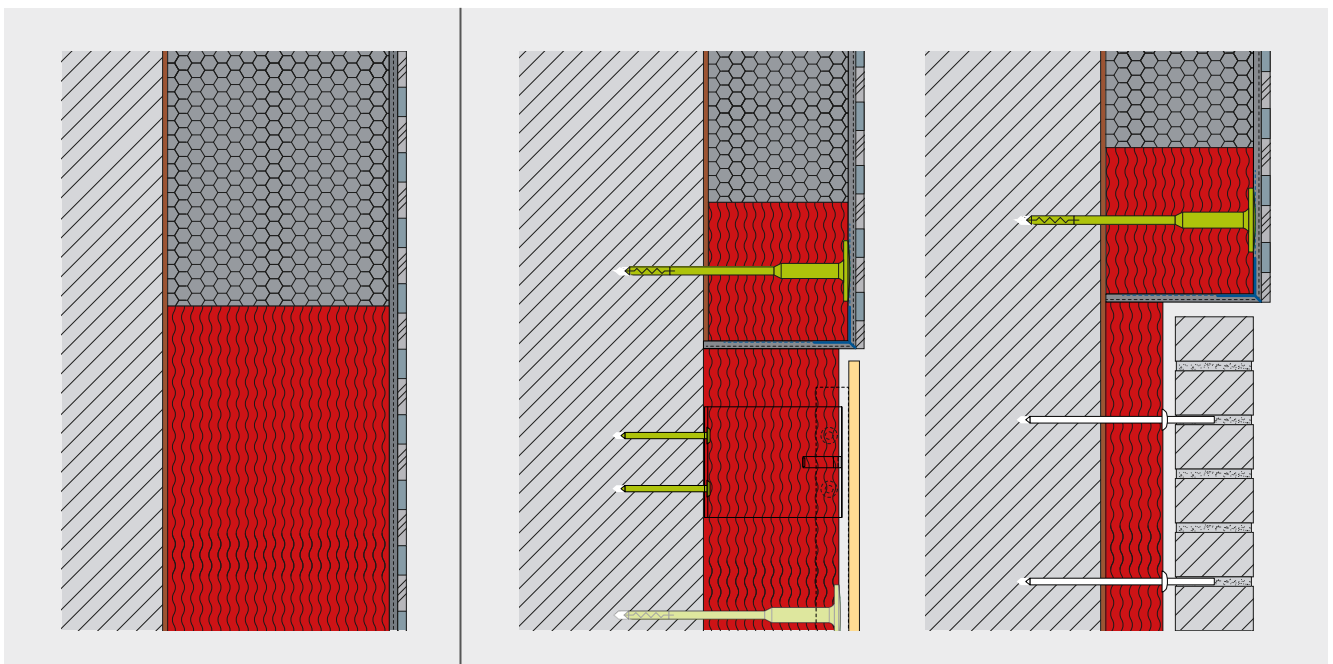


Abbildung 31: Übergang vom untersten Geschoss mit nichtbrennbarer Außenwandbekleidung bzw. schwerentflammbarem WDVS mit nichtbrennbarer Mineralwolle als Dämmstoff zum WDVS mit EPS-Dämmung.

4.3.3.3 Fall B2: Schutzzone Sockelbrandszenario bei WDVS mit EPS-Dämmstoff auf Untergründen des Holztafelbaus

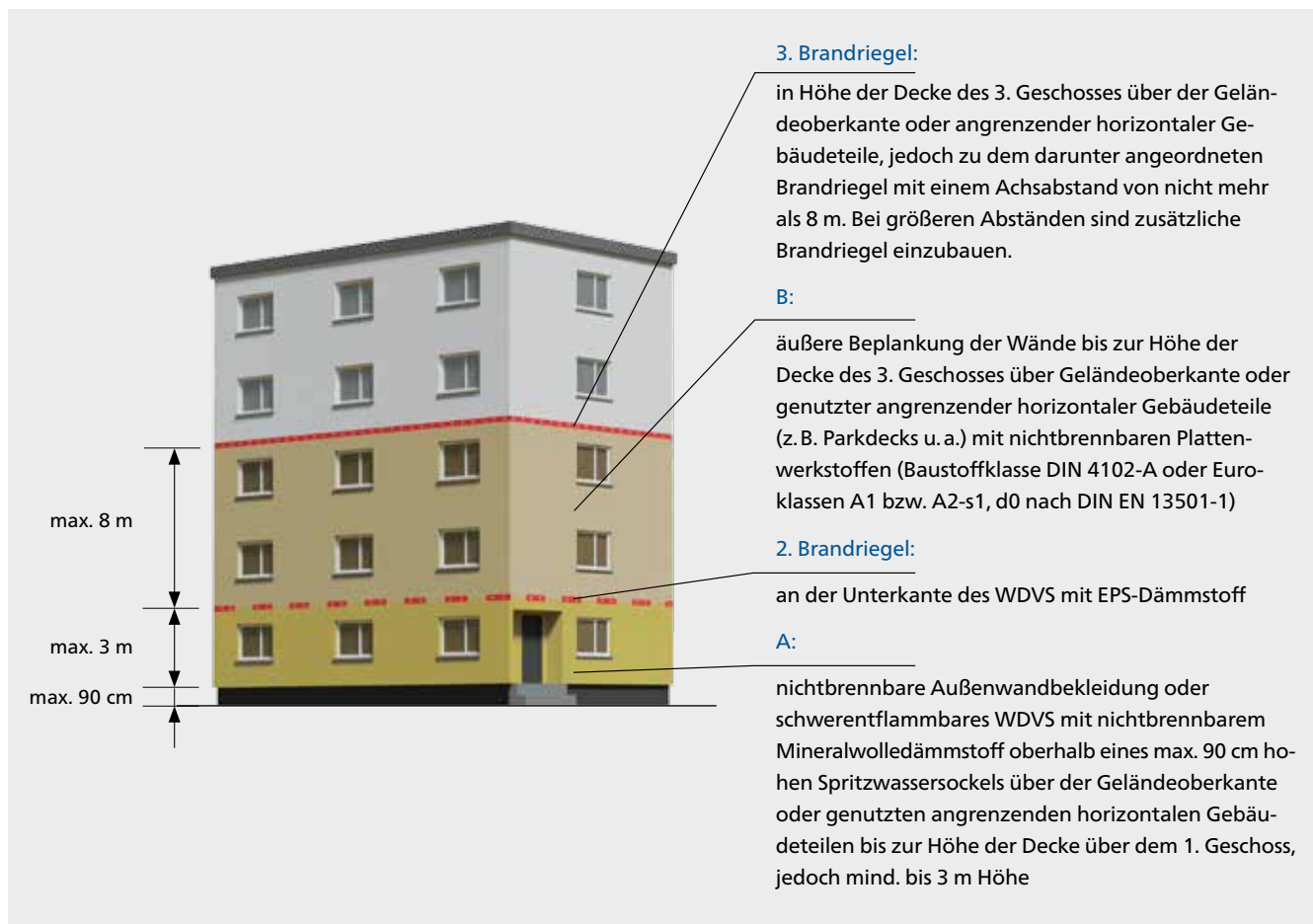


Abbildung 32: Anordnung der Brandriegel in der Schutzzone Sockelbrandszenario, Fall B2, der Übergang vom untersten Geschoss zum WDVS mit EPS-Dämmung kann inhaltlich so wie in Fall B1 ausgeführt werden

Grundsätzlich ist auf der Höhe der Schutzzone Sockelbrand, d. h. über drei Etagen, eine äußere Beplankung der Außenwände bis zur Höhe der Decke des dritten Geschosses über der Geländeoberkante oder genutzten angrenzenden horizontalen

Gebäudeteilen (z. B. Parkdächer) mit nichtbrennbaren Plattenwerkstoffen (Baustoffklassen DIN 4102-A1 bzw. -A2 oder Klassen A1 bzw. A2-s1, d0 nach DIN EN 13501-1) der Klassifizierung K₂30 nach DIN EN 13501-2 auszuführen.

4.3.3.4 Ausbildung von Brandriegeln in der Schutzzone Sockelbrand bei Übergängen zu horizontalen Flächen

Bei WDVS mit EPS sind an Übergängen der Außenwand zu horizontalen, auskragenden Flächen (Untersichten von z. B. Durchgängen /-fahrten, Arkaden) nach den abZ / aBG von WDVS besondere Brandschutzmaßnahmen erforderlich, soweit diese Übergänge in dem durch einen Brand von außen beanspruchten Bereich des 1. bis 3. Geschosses liegen.

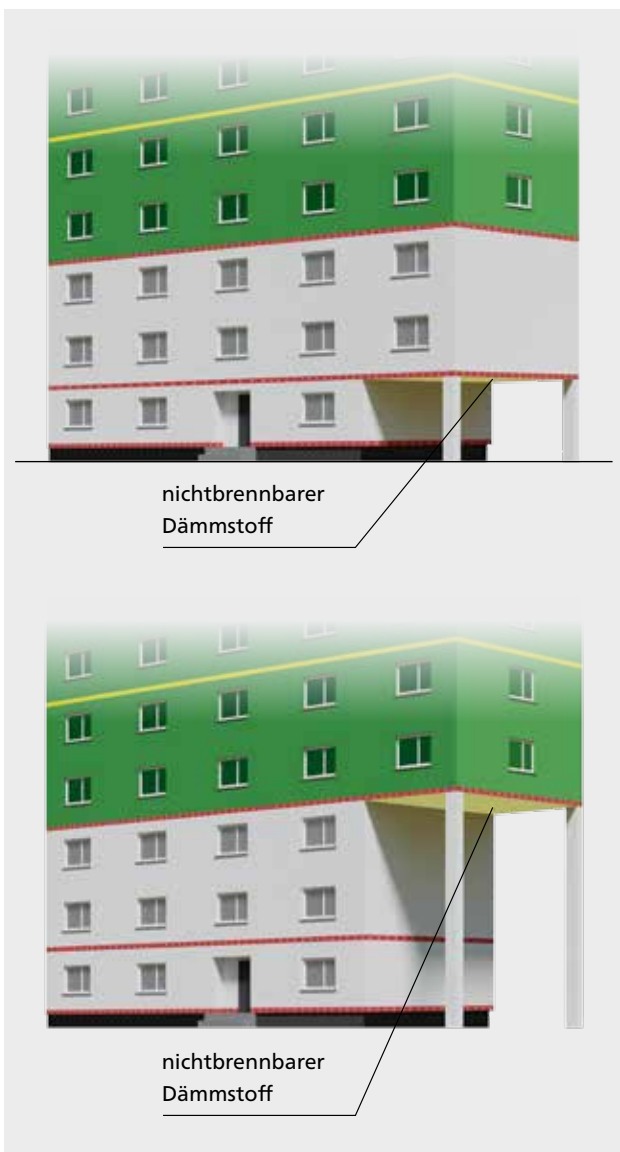


Abbildung 33: Übergänge zu auskragenden Horizontalflächen in der Schutzzone Sockelbrand am Beispiel von Arkaden. Für Untersichten werden ausschließlich nichtbrennbare Dämmstoffe empfohlen.

Achtung

Zu dämmende Untersichten sollen generell mit einer nichtbrennbaren Dämmung ausgeführt werden, sodass der Brandriegel sowohl seitlich als auch oberhalb direkt an diesen nichtbrennbaren Dämmstoff auf der Untersicht in voller Höhe anschließen kann und seine Wirkung als Brandsperre auf diese Weise durchgängig gewährleistet ist. Zur Dämmung von Untersichten wird die Verwendung von bauaufsichtlich zugelassenen WDVS empfohlen.

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine mögliche Ausbildung im Detail:

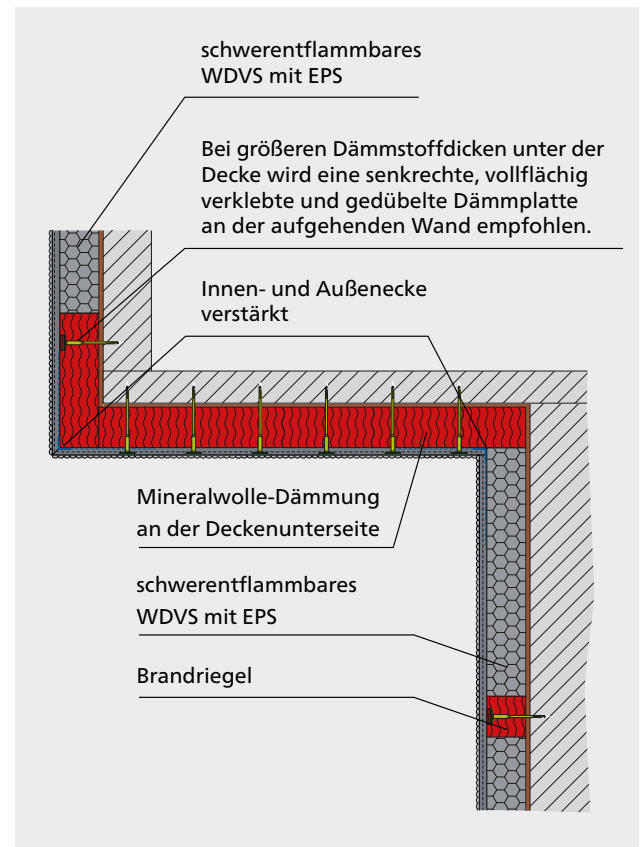


Abbildung 34: Vertikalschnitt im Bereich einer Untersicht

4.3.4 Oberer Abschluss eines WDVS mit EPS

Wenn ein WDVS mit EPS-Dämmung an seinem oberen Abschluss an brennbare Bauprodukte angrenzt, ist als obere Begrenzung des WDVS ein weiterer Brandriegel („Abschlussriegel“) auszuführen. Typische brennbare Bauprodukte sind:

- Dachaufbauten mit brennbaren Dämmstoffen,
- Dachaufbauten mit brennbaren Tragwerken,
- brennbare Fassaden wie Solaranlagen, Holzschalungen, Vorgehängte Hinterlüftete Fassaden (VHF), Werbeflächen.

4.3.4.1 Dächer

Bei der Einordnung eines Daches als „brennbar“ im Sinne der oben genannten Anforderungen müssen die „wesentlichen“ Bestandteile des Dachs Berücksichtigung finden, wie z. B. eine brennbare Dämmung bei einem Flachdach („Warmdach“) oder das Tragwerk eines Steildachs aus Holzsparren. Dünne, abdeckende Beläge, die als Witterungsschutz wirken, wie z. B. eine Dachpappe auf einer Dachdecke aus Stahlbeton, brauchen aus brandschutztechnischer Sicht hier nicht berücksichtigt werden.

An Abschlussriegel unterhalb von Dächern werden folgende Anforderungen gestellt:

- Die Oberkante des Abschlussriegels darf max. 1 m von dem angrenzenden „brennbaren“ Dach entfernt sein.
- Vollflächige Verklebung mit einem für das WDVS zugelassenen mineralischen Klebemörtel.
- Eine zusätzliche Verdübelung mit zugelassenen WDVS-Dübeln ist nur notwendig, wenn sie zur Aufnahme der Lasten aus Winddruck (Windsog) benötigt wird.

Hinweis

Liegt der dritte Brandriegel für die Schutzzone Sockelbrand im Bereich des max. zulässigen Abstands zur brennbaren Dachkonstruktion, übernimmt dieser die Funktion des Abschlussriegels mit (vgl. Abbildungen 45 und 46).

Übergänge zu „nichtbrennbaren“ Dächern erfordern keine Abschlussriegel.



Abbildung 35: Ausführung von „Abschlussriegeln“ unterhalb von Dächern

Anschlüsse an Flachdächer im Detail

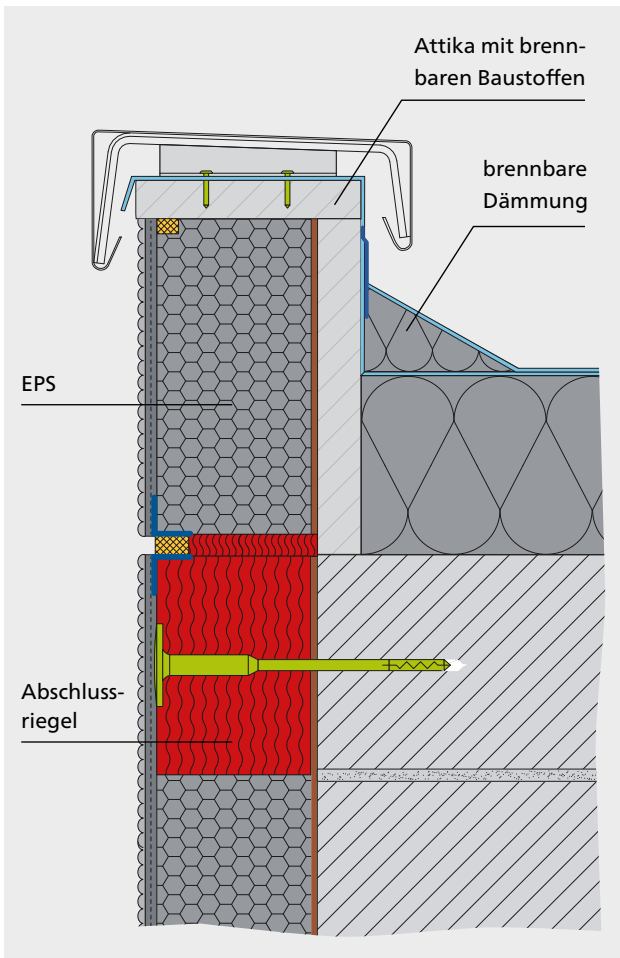


Abbildung 36: Abschlussriegel – brennbare Baustoffe angrenzend

Der Abschlussriegel ist auf massivem Untergrund (oberste Geschossdecke) anzubringen.

Ausführung von WDVS an Gauben



Abbildung 37: Ausführung von Abschlussriegeln unterhalb eines „ausgebauten“, brennbaren Steildaches mit Aufenthaltsräumen und Dachgauben, die mit EPS-WDVS gedämmt sind

Sind Gauben Teil des Daches, d. h. um mindestens $a = 50 \text{ cm}$ gegenüber der Lotrechten der darunter liegenden Fassade zurückgesetzt, kann die Ausbildung des oberen Abschlussriegels im Bereich der Gaube entfallen.

Hier liegt der dritte Brandriegel des Sockelbrandbereiches (verdübelt) im Bereich des max. zulässigen Abstands zur brennbaren Dachkonstruktion. Er übernimmt an dieser Stelle gleichzeitig die Funktion des Abschlussriegels.



Abbildung 38: 3. Brandriegel in Doppelfunktion auch als Abschlussriegel

4.3.4.2 Mischfassaden



Abbildung 39: Beispielhafte Ausführung bei Übergängen von WDVS zu VHF, diese sind brandschutztechnisch zu trennen

In sogenannten Mischfassaden, bei denen unterschiedliche Fassadenbekleidungen (WDVS, VHF, Vorsatzmauerwerk usw.) aneinandergrenzen und bei denen eine Brandweiterleitung seitlich oder vertikal möglich ist (Verwendung brennbarer Baustoffe, geschossübergreifende Hohlräume usw.), sind die unterschiedlichen Bereiche durch horizontale Brandriegel bzw. vertikale Brandsperren durchgängig und ohne Unterbrechung zu trennen.

An diese Brandschutzmaßnahmen sind folgende Anforderungen zu stellen:

- Anbringung direkt am Übergang zum angrenzenden Fassadenbekleidungs-system
- Höhe bzw. Breite des Streifens mind. 20 cm
- nichtbrennbare Mineralwolle-Streifen, formstabil bis 1000 °C

- Rohdichte $\geq 60 \text{ kg/m}^3$ bis 90 kg/m^3 und Querzugfestigkeit $\geq 80 \text{ kPa}$ oder Rohdichte $\geq 90 \text{ kg/m}^3$ und Querzugfestigkeit $\geq 5 \text{ kPa}$
- vollflächige Verklebung der Streifen mit einem für das WDVS zugelassenen mineralischen Klebemörtel
- Eine Verdübelung gemäß Abschnitt 4.3.3.1 ist nur im Bereich der Schutzzone Sockelbrand erforderlich bzw. wenn sie zur Aufnahme der Lasten aus Winddruck (Windsog) benötigt wird.

Daneben sind die Regelungen zur Anordnung vertikaler Brandsperren bei hinterlüfteten Außenwandbekleidungen nach Anhang 6 der MVV TB zu beachten.

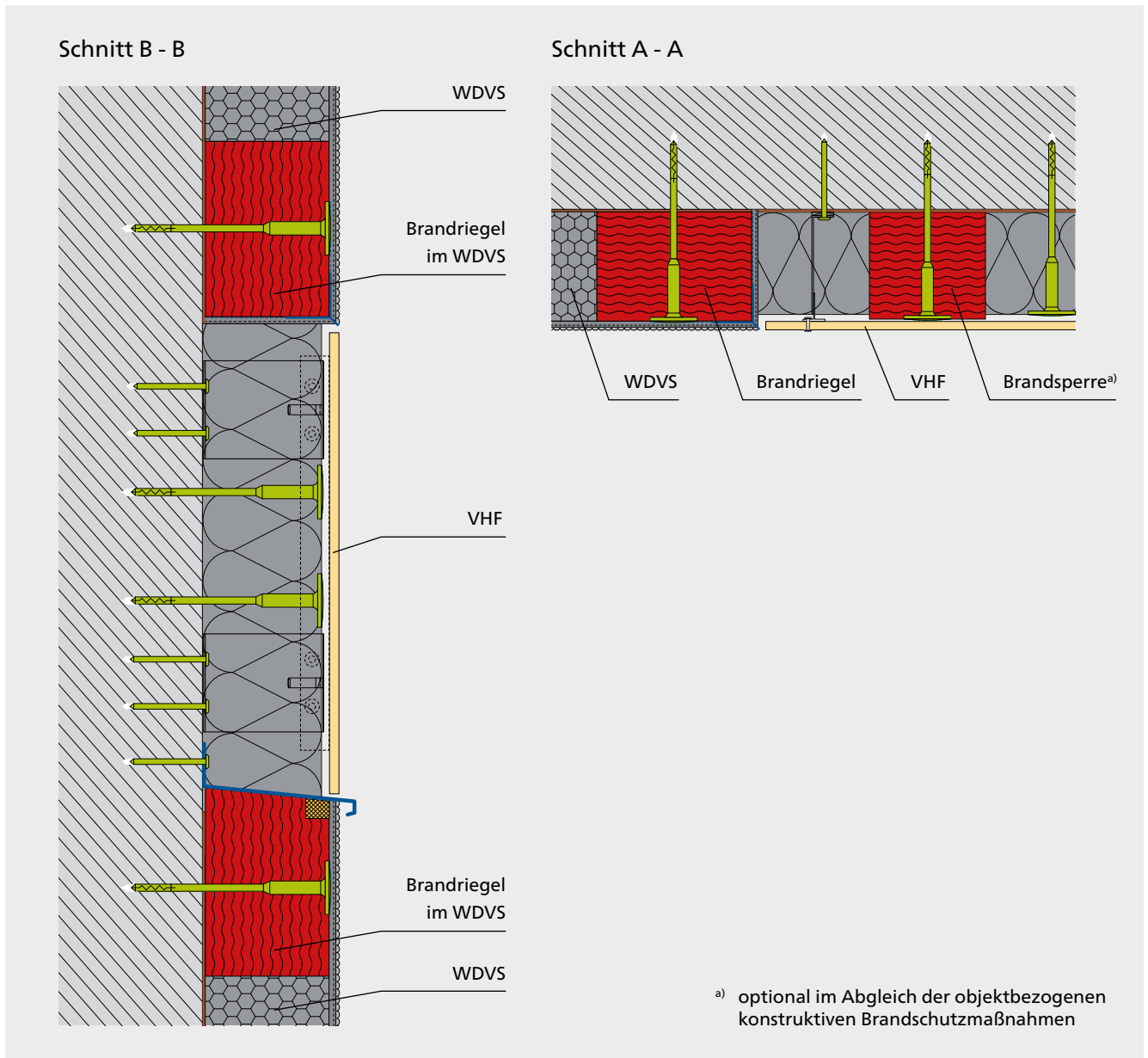


Abbildung 40: Detail Übergänge zwischen WDVS und VHF

4.3.5 Beispielhafte Umsetzung von Brandschutzmaßnahmen

4.3.5.1 Kombination von Brandschutzmaßnahmen gegen Sockelbrand und Raumbrand

Bei höheren Gebäuden ist oberhalb der dreigeteilten Schutzzone Sockelbrand die Schutzzone Raumbrand zu berücksichtigen. Bei Dämmstoffdicken

bis 10 cm sind in diesem Bereich keine zusätzlichen Maßnahmen erforderlich. Bei Dämmstoffdicken von mehr als 10 cm sind die Brandschutzmaßnahmen „umlaufender Brandriegel“, „Sturzschutz“ oberhalb jeder Außenwandöffnung oder im Bedarfsfall „dreiseitige Umfassung“ alternativ umzusetzen. Ein oberer Abschlussriegel ist nur am Übergang zu brennbaren Dachkonstruktionen / Baustoffen erforderlich.

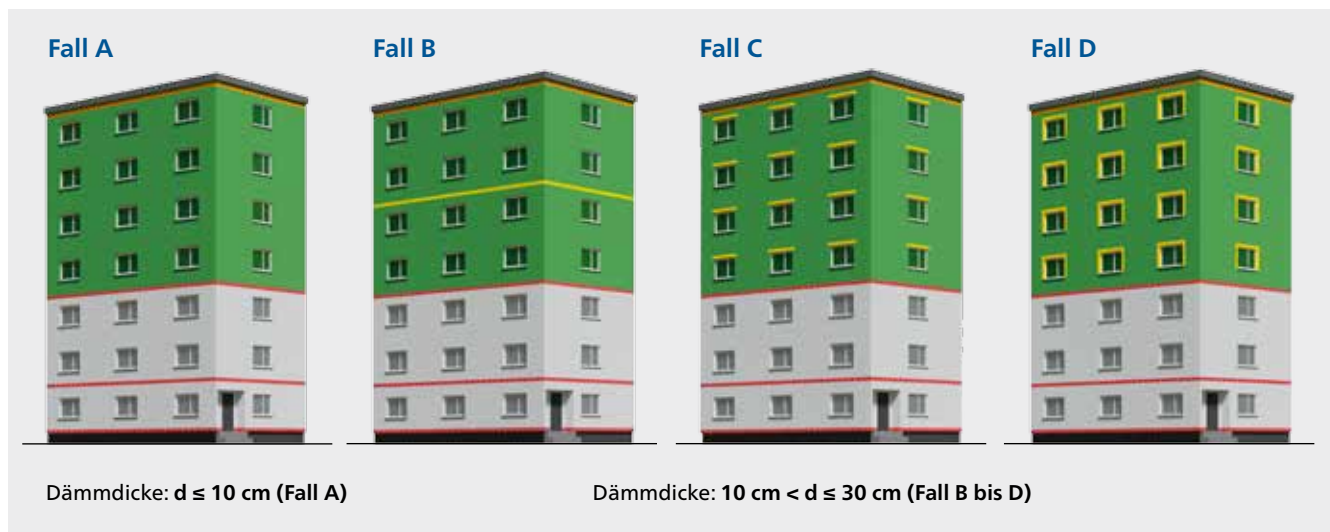


Abbildung 41: Konstruktive Brandschutzmaßnahmen an höheren Gebäuden (beispielhaft)

Achtung

Generell sollten an einem Gebäude die innerhalb der Schutzzone Raumbrand alternativ möglichen Brandschutzmaßnahmen „Brandriegel“ oder „Sturzschutz / dreiseitige Umfassung“ einheitlich angewendet werden.

Es ist unter bestimmten Randbedingungen möglich, die im Raumbrandbereich alternativ möglichen Brandschutzmaßnahmen in verschiedenen Fassadenbereichen unterschiedlich auszuführen. In diesem Fall müssen die Bereiche, die mit Sturzschutz bzw. dreiseitiger Umfassung ausgeführt werden, von denen, die mit Brandriegeln ausgestattet werden, mit vertikalen Brandsperrern definierter Qualität (vgl. Abschnitt 4.3.4.2) getrennt werden.

4.3.5.2 Ausführung von Brandschutzmaßnahmen gegen eine Brandeinwirkung von außen bei genutzten angrenzenden horizontalen Gebäudeteilen

a) genutzte angrenzende horizontale Gebäudeteile

Wenn auf einer angrenzenden Fläche eine Nutzung vorhanden oder möglich ist, bei der vergleichbare Brandlasten wie unmittelbar am Gebäudesockel vorhanden sind oder sein könnten, sind die im Abschnitt 4.3.3 beschriebenen Schutzmaßnahmen gegen Brand von außen (Sockelbrand) auszuführen. Ein typisches Beispiel sind Parkdecks.

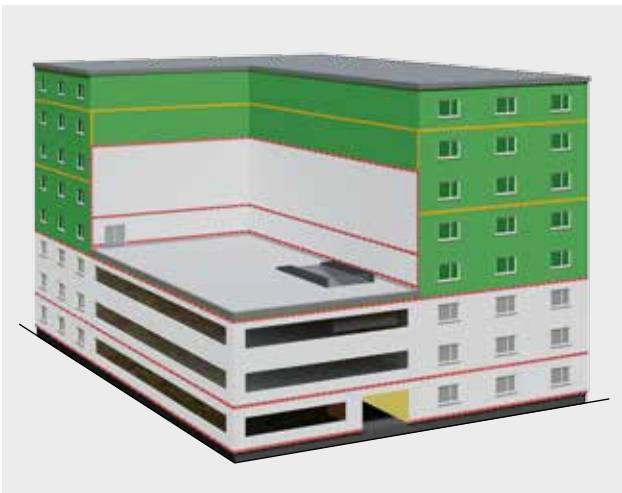


Abbildung 42: Ausführung der Schutzzone Sockelbrand bei einem Parkdeck

Die Ausführung der Schutzmaßnahmen gegen Sockelbrand ist bei Balkonen, Loggien oder Dachterrassen im Rahmen einer Wohnnutzung vor Staffelgeschossen wegen der üblicherweise geringen Brandlastdichte nicht notwendig. Dachterrassen mit anderer Nutzung (z. B. Gaststätten) sind im Einzelfall zu bewerten.

b) angrenzendes Flachdach mit brennbarer Dämmung

Bei Gebäuden mit Staffelgeschoss oder rückspringenden Geschossen ist ein unterer Abschluss (1. Brandriegel im Sockelbereich) am Übergang zu brennbaren Dachkonstruktionen niedrigerer Gebäudeteile auszuführen. In diesem Bereich ist auf einer an das WDVS angrenzenden Fläche eine Brandlast vorhanden, die potenziell zu einer vergleichbaren Brandsituation führen könnte wie am Geländesockel.



Abbildung 43: Anordnung des Sockelriegels bei angrenzendem Warmdach

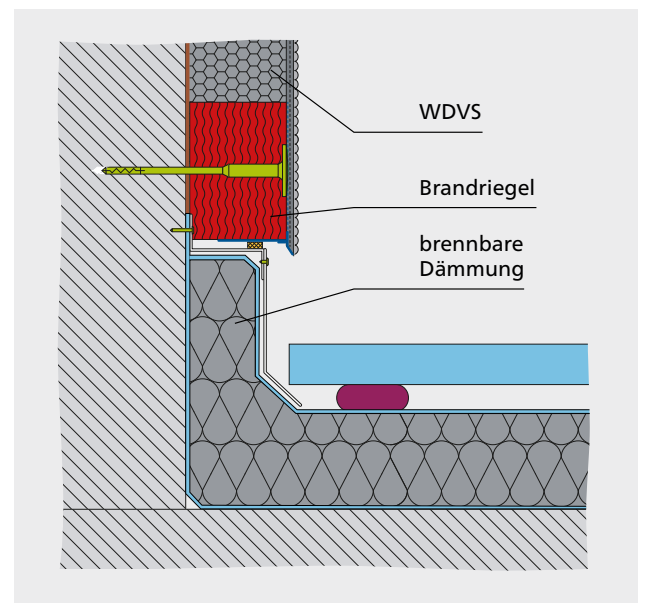


Abbildung 44: Beispielhafte Ausführung eines Brandriegels am Übergang der Wand eines Gebäudeteils zum angrenzenden Flachdach mit brennbarer Dämmung (Warmdach)

4.3.5.3 Ausführung von Brandschutzmaßnahmen in Abhängigkeit von der Gebäudeklasse (GK)

a) Gebäude geringer Höhe (GK 1–3)

An Gebäuden geringer Höhe (GK 1–3) und normaler Art und Nutzung (Wohn- und Bürogebäude) ist bauordnungsrechtlich die Verwendung normalentflammbarer Außenwandbekleidungen ohne zusätzliche Brandschutzmaßnahmen zulässig. Wenn darüber hinausgehend privatrechtlich die Forderung nach Verwendung eines schwerentflammaren WDVS erhoben wird, sind bei WDVS mit EPS-Dämmstoff zusätzliche Brandschutzmaßnahmen gegen Brand von außen und gegenüber Raumbränden erforderlich.

Achtung

Es wird empfohlen, Systeme an Gebäuden der Klassen 1–3 schwerentflammbar auszuführen. Das erfordert die Umsetzung der Brandschutzmaßnahmen für die Schutzzone Sockelbrand.

Diese decken die Maßnahmen gegen Raumbrand mit ab. Je nach Dachausführung kann es erforderlich sein, einen zusätzlichen Abschlussriegel auszuführen.

Die folgenden Abbildungen veranschaulichen diese Aussagen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Dachausführungen.

An einem „brennbaren“ Steildach (vgl. Abschnitt 4.3.4.1) ist immer ein oberer Abschlussriegel am Ortsgang und der Traufe erforderlich. Bei diesen Gebäudehöhen liegt der Abschlussriegel in der Regel im Sockelbrandbereich. Daher ist dieser Abschlussriegel als Teil des Sockelbrandszenarios in diesem Fall immer zusätzlich zu verdübeln.

Flachdach

3. Brandriegel im Sockelbrandbereich
hier auch in Funktion als Abschlussriegel

2. Brandriegel im Sockelbrandbereich

1. Brandriegel im Sockelbrandbereich



3. Brandriegel im Sockelbrandbereich
hier auch in Funktion als Abschlussriegel

2. Brandriegel im Sockelbrandbereich

1. Brandriegel im Sockelbrandbereich



Abbildung 45: Beispielhafte Ausführung der Brandschutzmaßnahmen bei einem brennbaren Flachdach

Steildach

3. Brandriegel im Sockelbrandbereich
hier auch in Funktion als Abschlussriegel

2. Brandriegel im
Sockelbrandbereich

1. Brandriegel im
Sockelbrandbereich



3. Brandriegel im Sockelbrandbereich
hier auch in Funktion als Abschlussriegel

2. Brandriegel im
Sockelbrandbereich

1. Brandriegel im
Sockelbrandbereich

Abbildung 46: Beispielhafte Ausführung der Brandschutzmaßnahmen bei einem brennbaren Steildach

b) Gebäude mittlerer Höhe bei normaler Art und Nutzung (GK 4 und 5)



Abbildung 47: Beispiele für die Anordnung von Brandriegeln bei Gebäuden der GK 4 und 5 mit angrenzenden brennbaren Bauprodukten am Dach

4.3.5.4 Ausführung von Brandriegeln bei versetzten Außenwandöffnungen

Außenwandöffnungen an Fassaden befinden sich nicht immer in der gleichen Höhe und haben auch nicht immer die gleiche Größe. Der vorgegebene durchgängige Verlauf eines horizontal umlaufenden Brandriegels würde unterbrochen. Gleichzeitig ist in der Schutzzone Raumbrand wegen der dort möglichen thermischen Beanspruchung ein Abstand zwischen Brandriegel und Öffnungssturz von max. 50 cm zu wahren. Diese Forderung sollte ebenfalls im Bereich der Schutzzone Sockelbrand inhaltlich Anwendung finden, da auch dort bei vorhandenen Öffnungen Raumbrände möglich sind.

Zur Wahrung der Durchgängigkeit der Brandriegel und deren Brandschutzwirkung im Dämmbereich

von EPS-WDVS sind folgende Ausführungen unabhängig von der jeweiligen Schutzzone für alle Brandriegel umzusetzen:

- Ausführung bei Überschreitung des Maximalabstandes von 50 cm zwischen Brandriegel und Fenstersturz durch tiefer liegende Fenster: Hier kann der betroffene Brandriegel lokal nach unten versetzt (abgetrepppt) werden.
- Ausführung in Fällen, in denen Öffnungen direkt im horizontalen Verlauf des Brandriegels liegen: Hier muss der Brandriegel aufgetrepppt oben um die Öffnung herumgeführt werden.

Achtung
Die Höhe des Versprungs soll auf einen Meter begrenzt werden.

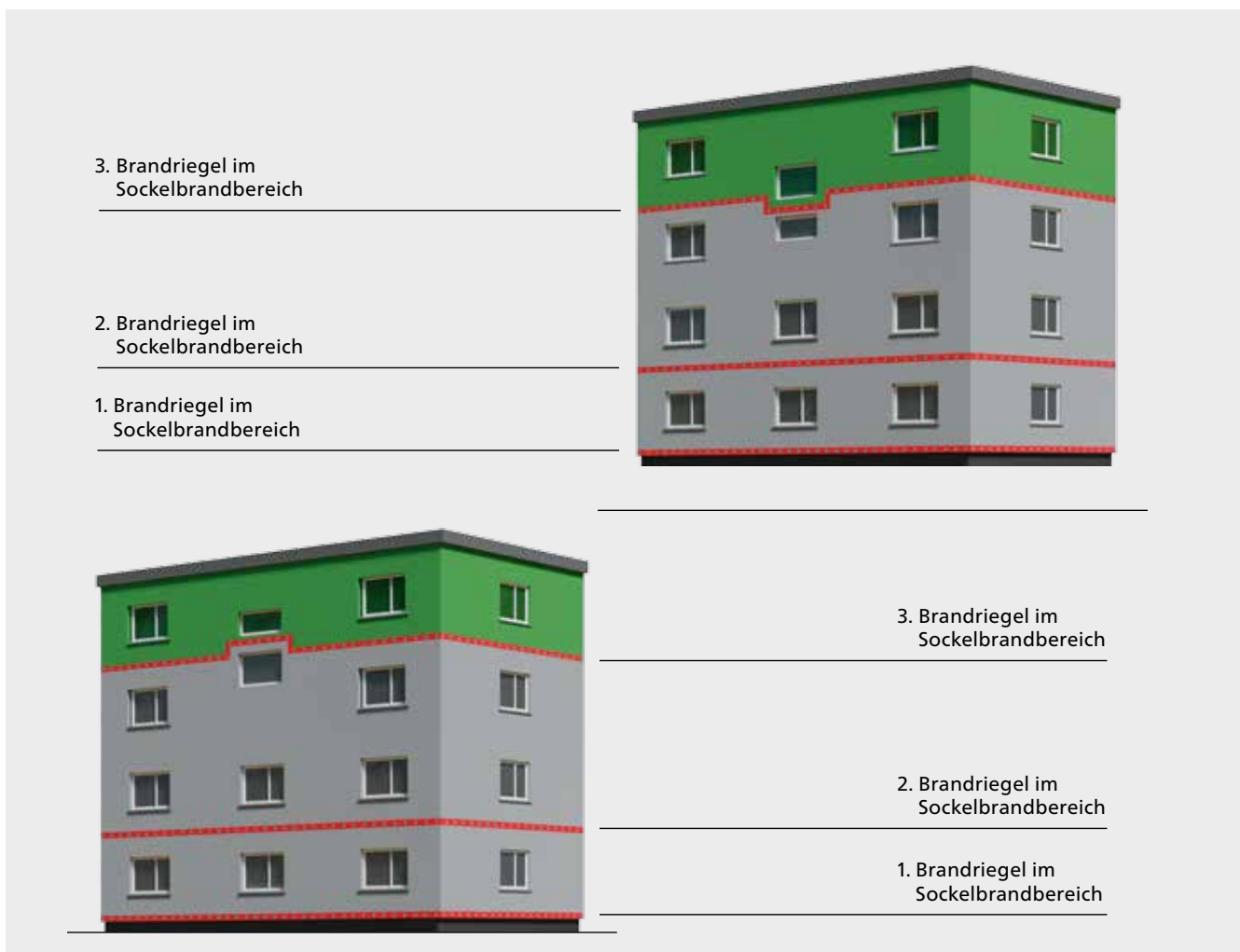


Abbildung 48: Prinzipdarstellung der Ab- bzw. Auftreppung – Im Falle des 1. Brandriegels (Sockelriegel) kann, bedingt durch seine besondere Lage am Gebäude, anstelle einer Auftreppung auch die im Abschnitt 4.3.3.2 (Abbildung 30) beschriebene Ausführung gewählt werden

Der Verlauf des Brandriegels muss bei Wahrung seiner Streifenhöhe von mind. 20 cm immer durchgängig sein.

4.3.5.5 Ausführung von Brandriegeln bei versetzten Geschossen

Bei unterschiedlich hohen Gebäudeteilen sollte die Lage der Brandriegel so geplant werden, dass diese in beiden Gebäudeteilen in einer Höhe verlaufen können. Bei verspringenden Geschossen sind folgende Lösungen möglich:

- „Auf- oder Abtreppung“ des Brandriegels wie im Abschnitt 4.3.5.4 beschrieben
- Bei einem Versatz von mehr als 1 m ist eine vollständige brandschutztechnische Trennung des WDVS im Stoßbereich beider Gebäudeteile durch

eine vertikal durchgängige Brandsperre über die gesamte Gebäudehöhe notwendig.

- Dies ermöglicht eine separate Ausführung der angewendeten Brandschutzmaßnahmen und eine unterschiedlich hohe Anordnung von Brandriegeln.
- Ist eine Trennung an einer Außenecke erforderlich, kann die vertikale Brandsperre mit bis zu einem Meter seitlichem Abstand von der Gebäudedekante entfernt angeordnet werden.

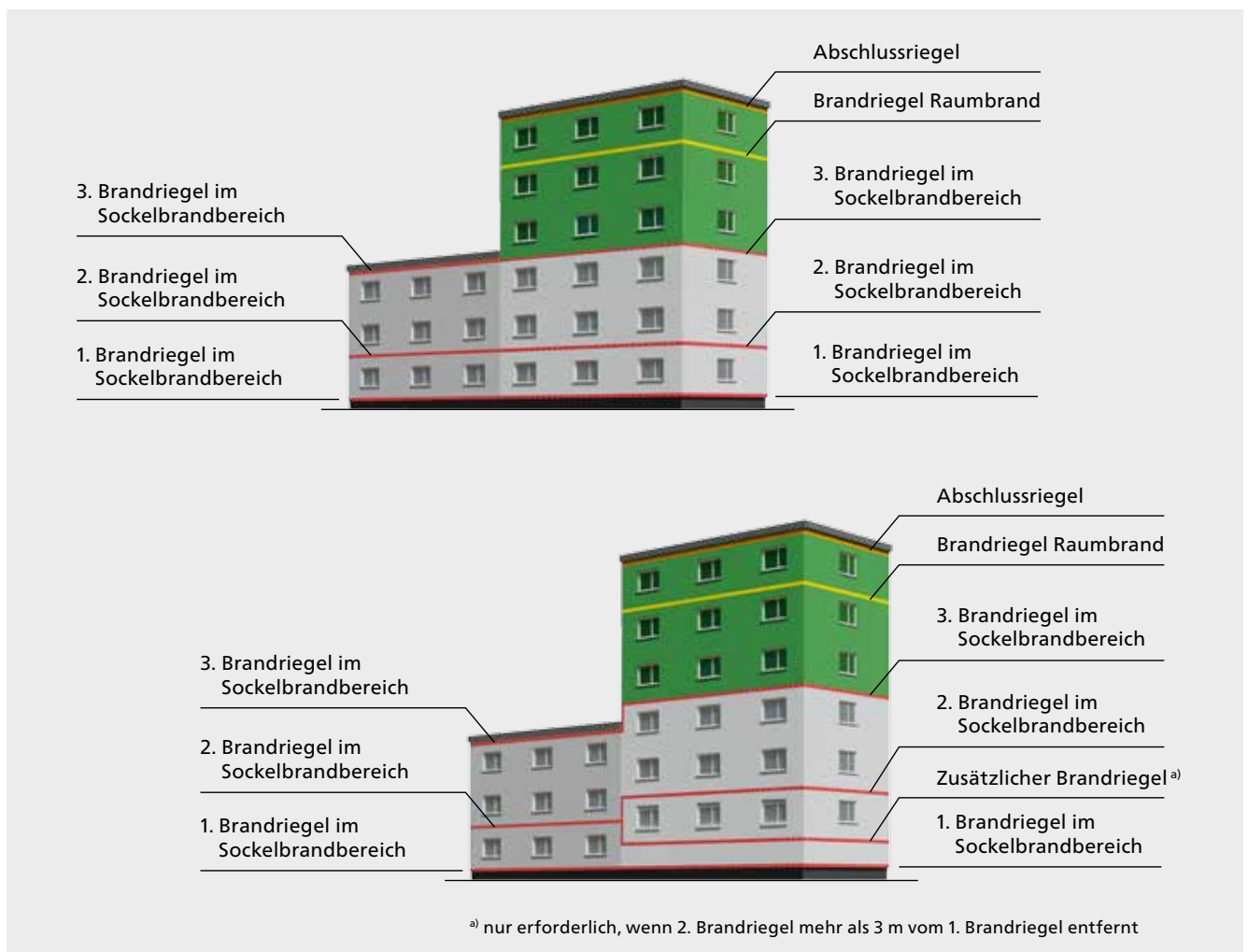


Abbildung 49: Beispielhafte Ausführung von Brandriegeln bei gleicher (oben) oder unterschiedlicher Höhenlage der Geschosse (unten); in der Schutzzone Sockelbrandszenario ist zur Einhaltung der Maximalabstände gegebenenfalls ein weiterer Brandriegel anzuordnen

4.3.5.6 Ausführung von Brandschutzmaßnahmen an Treppenträumen

Grenzt ein WDVS mit EPS-Dämmung an einen brandschutztechnisch notwendigen Treppenraum nach § 35 MBO an, dessen Belichtung über geschossweise Einzelöffnung erfolgt, bedürfen sie keiner zusätzlichen vertikalen Abgrenzung. Dies gilt auch, wenn die Wände des Treppenraumes in der Art von Brandwänden auszuführen sind.

Erfolgt die Belichtung mit geschossübergreifenden Verglasungen, müssen diese Außenwandöffnungen umlaufend mit Brandriegeln aus Mineralwolle eingehaust werden.

Diese Streifen müssen den Anforderungen an Qualität und Befestigung genügen, die für die in dieser Schutzzone geforderten Brandriegel gelten.

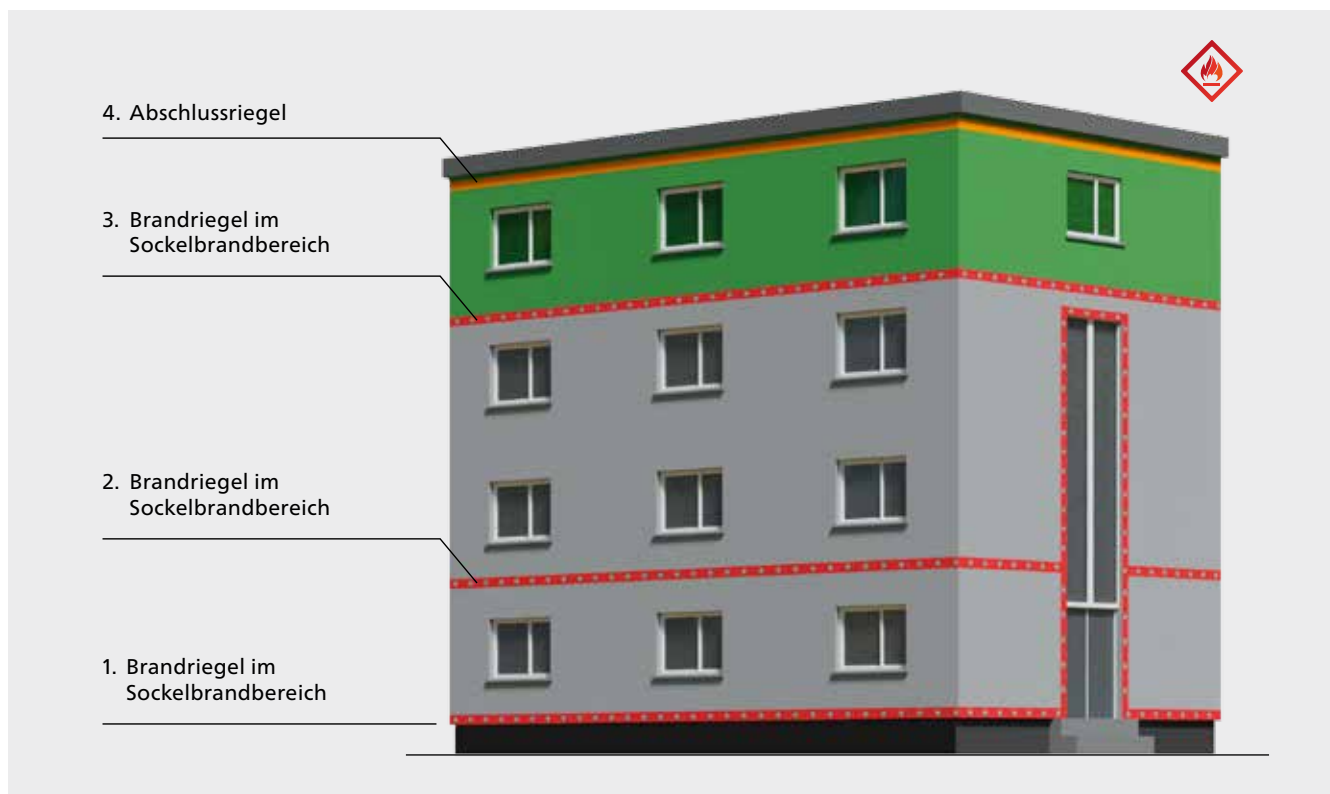


Abbildung 50: Anwendung von Brandriegeln an mehretagigen, vollflächig verglasten Treppenträumen

4.3.5.7 Ausführung von Brandschutzmaßnahmen bei Gebäuden in Hanglage

Bei Gebäuden in Hanglage gilt es, bei der Anordnung von Brandriegeln zwei Fälle zu berücksichtigen:

1. Die Fassadenflächen besitzen unterschiedliche Höhen und eine unterschiedliche Anzahl von Geschossen. Es werden die im Abschnitt 4.3.5.5 genannten Grundprinzipien angewendet.

2. schräger Verlauf des Geländeanschlusses von in der Regel zwei Fassadenflächen, zumindest im Bereich des Sockelriegels

Einbau des 1. Brandriegels schräg oder getrepppt. Der mittlere Abstand zur Geländeoberkante (GOK) von 90 cm darf in beiden Fällen nicht überschritten werden.

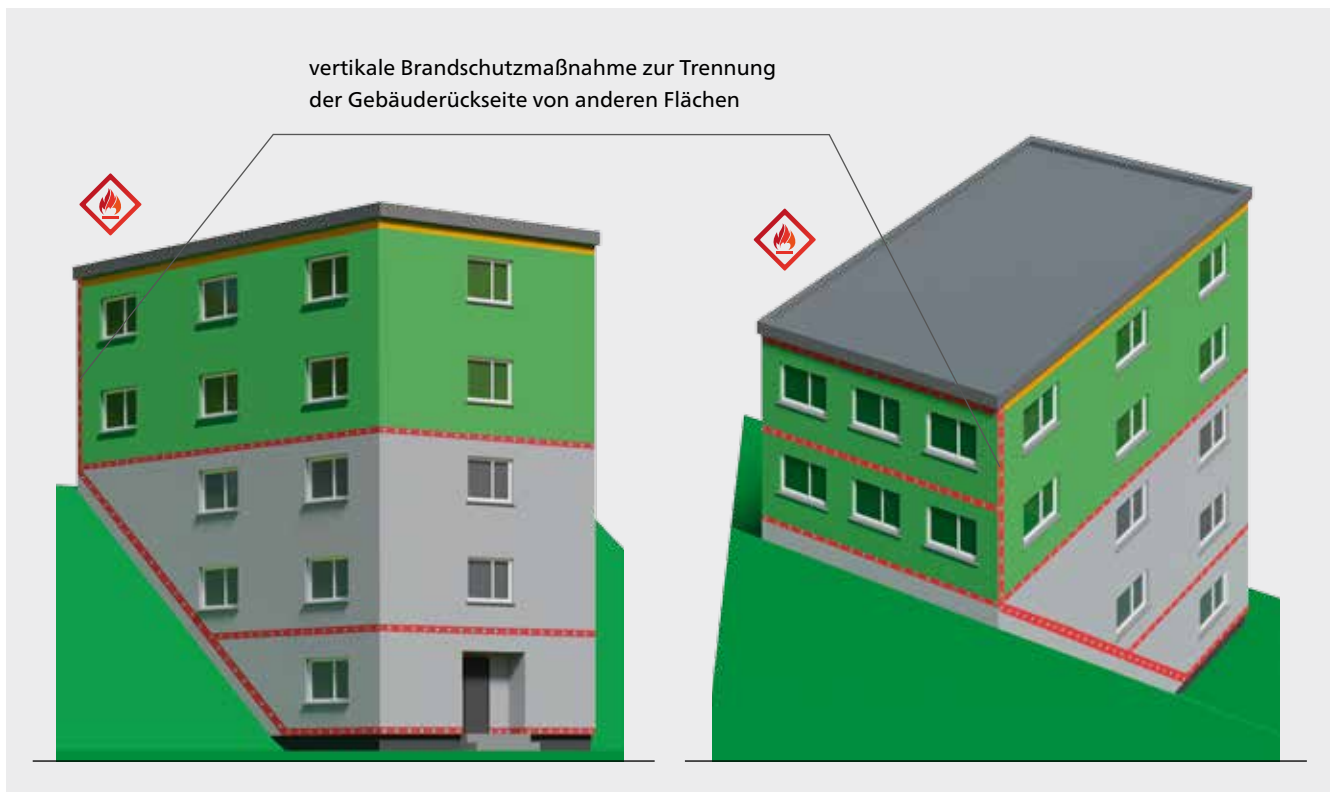


Abbildung 51: Beispielhafte Anwendung von Brandriegeln bei hanglagigen Gebäuden

4.3.5.8 Deckenrandabstellungen und -dämmungen im Bereich von Brandriegeln

Deckenrandabstellungen und -dämmungen (z. B. Dämmung der Stirnseite einer Geschossdecke mit EPS-, XPS-, PUR- oder ähnlicher Dämmung) sind nicht Bestandteile eines WDVS und somit auch nicht der Dämmdicke eines WDVS zuzurechnen. Befinden sich Deckenrandabstellungen und -dämmungen aus brennbaren Dämmstoffen im Bereich eines Brandriegels, muss dieser die Höhe

der Schalung unterhalb und oberhalb um mind. 5 cm überragen. Ist diese Maßnahme aus technischen Gründen nicht möglich, müssen die Deckenrandabstellungen und -dämmungen entfernt werden.

Deckenrandabstellungen und -dämmungen, die mit einem nichtbrennbaren Putzsystem überputzt sind, erfordern diese Maßnahmen nicht.

4.3.5.9 Durchdringung von Brandriegeln

Brandriegel dürfen grundsätzlich nicht von Leitungen (Lüftungsanlagen, Rohre, Kabel usw.) durchdrungen werden. Sie müssen entsprechend der abZ / aBG „horizontal umlaufend“, d. h. brandschutztechnisch durchgängig sein, da sie eine geschossübergreifende Brandausbreitung in der Dämmebene eines WDVS mit brennbarem Dämmstoff verhindern sollen.

Geschossübergreifende Leitungen sind demzufolge entweder

- im Innenbereich von Gebäuden zu verlegen, oder
- vor dem WDVS zu führen, oder
- im Untergrund (Außenwand) zu installieren, dann aber vollflächig mit mineralischem Mörtel (Ausgleichsputz) zu überdecken.

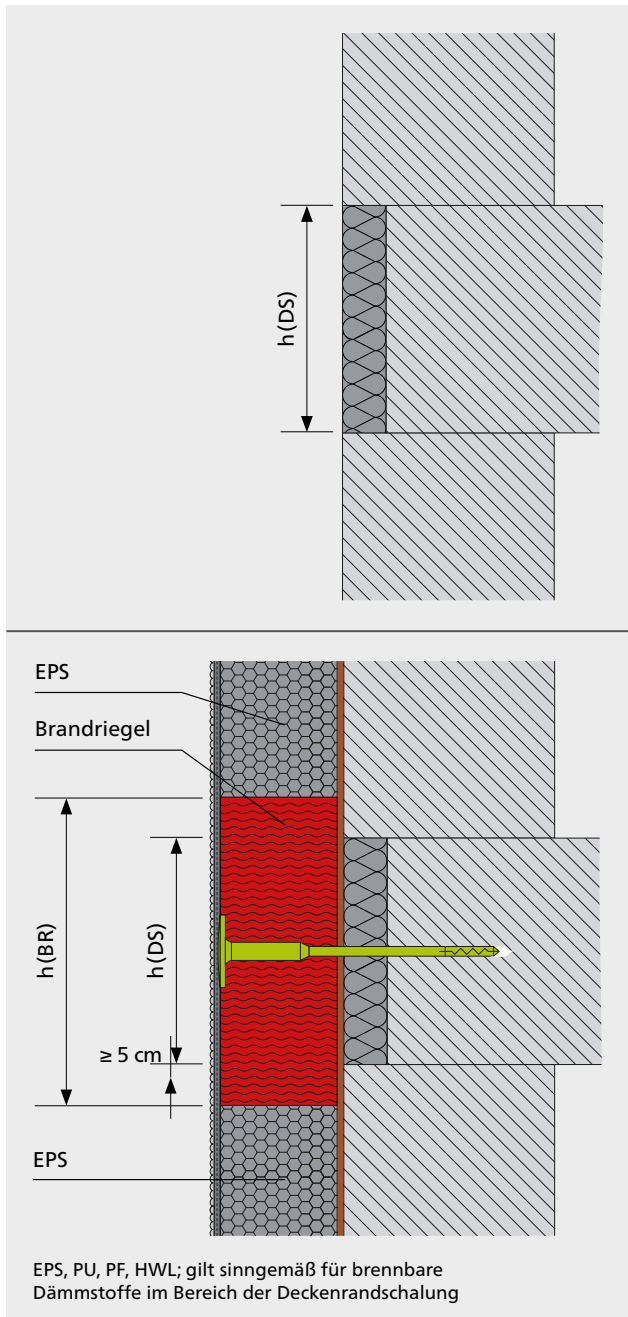


Abbildung 52: Deckenrandschalung im Bereich von Brandriegeln

Anmerkung

Die Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR) regelt

- Leitungsanlagen in notwendigen Treppenträumen, in Räumen zwischen notwendigen Treppenträumen und Ausgängen ins Freie, in notwendigen Fluren, ausgenommen in offenen Gängen vor Außenwänden,
- die Führung von Leitungen durch raumabschließende Bauteile (Wände und Decken),
- den Funktionserhalt von elektrischen Leitungsanlagen im Brandfall

und ist damit nicht auf die Führung von Leitungen in WDVS mit brennbaren Dämmstoffen anwendbar. Dies schließt die zugrunde liegenden Feuerwiderstandsnachweise (z. B. nach DIN 4102, Teile 6, 9, 11 und 12) ein.

Wenn die oben genannten Möglichkeiten nicht umgesetzt werden können, sind Leitungen, die Brandriegel durchdringen sollen, allseits und in ihrem gesamten Verlauf im WDVS durchgängig brandschutztechnisch nichtbrennbar abzuschotten. Die brandschutztechnische Qualität der Abschottung muss mind. der der Brandriegel entsprechen. Abweichende Ausführungen sind brandschutztechnisch zu bewerten. Dies gilt auch für Rohre aus nichtbrennbarem Material.

In der Praxis ist nachstehender Anwendungsfall zur Ausführung gekommen:

- Beidseits über den gesamten Verlauf der verlegten Leitungen sind Brandsperren aus Mineralwolle auszuführen. Sie müssen beidseits der Leitung jeweils mind. 20 cm breit absperren und evtl. vorhandene Leitungsenden ebenfalls mind. 20 cm hoch umschließen. Hohlräume zwischen den beidseitigen Brandsperren und der Leitung sind mit nichtbrennbarer Steinwolle der Klasse A 1 oder A2-s1, d0 nach DIN EN 13501-1 auszustopfen.
- Nachfolgend ist eine vorderseitige Abdeckung des „Installations-Schachtes“ mit Mineralwolle in einer Dicke von mind. 4 cm anzubringen. Falls eine Unterschreitung dieser Dicke technisch zwingend erforderlich wird, ist das durch den zusätzlichen Einbau einer nichtbrennbaren Putzträgerplatte (Mindestdicke 1 cm, Rohdichte > 1 000 kg/m³) zu kompensieren. Die Platte muss dabei die seitlichen Brandsperren vollständig überdecken und auf diese Brandsperren geklebt und zusätzlich mechanisch im Untergrund befestigt werden. Eine Überdeckung mit einer Putzträgerplatte wird auch dann erforderlich, wenn die zu überdeckende Breite der Leitung und der mit Mineralwolle ausgestopften Bereiche dies aus Tragfähigkeitsgründen erfordert.
- An diese durch das gesamte WDVS geführte Abschottung sind an den notwendigen Stellen die planmäßig auszuführenden Brandriegel seitlich heranzuführen.

Obige Hinweise berücksichtigen ausschließlich die brandschutztechnische Qualität. Alle anderen Funktionen, wie z. B. mechanische, bauphysikalische

(Feuchtemanagement, Wärmebrücken, Wärmequellen, Wärmesenken), statische und Gebrauchsfunktionen wie Wartungszugänglichkeiten u.Ä. müssen im Einzelfall geplant werden.

4.3.5.10 Spritzwasserbereiche bei schwerentflammbaren WDVS

Die im Abschnitt 4.4.2 getroffenen Aussagen zur Ausführung der Spritzwasserbereiche bei nichtbrennbaren WDVS sind auch auf schwerentflammbare WDVS mit EPS-Dämmung übertragbar. Die im Sockelbereich verwendeten Dämmstoffe dürfen normalentflammbar sein. Geeignete Sockelputze und Beschichtungen sind einsetzbar.

4.3.6 Ausnutzung von Gebäudestrukturen als Brandriegel

Durch Brandriegel soll eine fortschreitende, geschossübergreifende Brandweiterleitung in der Dämmebene von WDVS mit EPS-Dämmung durch die vollständige, horizontal umlaufende Unterbrechung der Dämmung in mind. jedem zweiten Geschoss verhindert werden. Ein Brandriegel muss daher in seiner speziellen Einbausituation im WDVS im Brandfall hinreichend lange formbeständig sein. Das wird durch einen 20 cm hohen Brandriegel gemäß Abschnitt 4.3.3, der fest mit der Rohbauwand verbunden ist, erreicht. Bauliche Unterbrechungen des WDVS können daher in die Ausbildung von Brandriegeln einbezogen werden bzw. diese teilweise oder vollständig ersetzen, wenn sie den oben genannten Anforderungen inhaltlich genügen.

Solche Konstruktionen können u. a. sein:

- auskragende Platten von Balkonen, Loggien oder Laubengängen
- durchgängige Fensterbänder (oberhalb der Schutzzone Sockelbrand)
- vor die Rohbaufassade gezogene und nicht überdämmte Deckenköpfe
- bis auf die Außenwand geführte Gesimse.

4.3.6.1 Anschluss von Brandriegeln an Kragplatten von Balkonen, Loggien und Laubengängen

a) Prinziplösungen

Über die Fassade auskragende Außenbereiche, wie Balkone, Loggien und Laubengänge, die ein WDVS vollständig horizontal unterbrechen, können unter bestimmten Voraussetzungen in diesem Bereich die Funktion einer Brandsperre übernehmen, sodass auf die zusätzliche Ausführung von Brandriegeln in diesem Bereich verzichtet werden kann.

Der Brandriegel muss dabei seitlich auf einer Höhe von mind. 20 cm dicht an die Kragplatten anschließen, sodass die brandschutztechnische Unterbrechung der Dämmung durchgängig ist. Dieser



Abbildung 53: Beispielhafte Ausbildung eines Brandriegels unter Einbeziehung einer Balkonkragplatte

Anschluss kann auch durch Auf- oder Abtreppung gemäß Abschnitt 4.3.5.4 realisiert werden.



Abbildung 54: Varianten des seitlichen Anschlusses eines Brandriegels an eine Kragplatte

b) Voraussetzungen für die Nutzung von Kragplatten als Teil von Brandriegeln in WDVS

Kragplatten:

Die Kragplatten müssen massiv mineralisch und mind. feuerhemmend (F 30 nach DIN 4102-2 bzw. REI 30 nach DIN EN 13501-2) sein.

Anschlüsse:

Die Anschlüsse der Kragplatte an die massive Außenwand sind wie folgt auszuführen:

Fall A: monolithischer, spaltfreier Anschluss, Fortführung der Decke, seitlicher Anschluss nach Abbildung 54

Fall B: tragende Wärmedämmelemente

Die Anschlüsse müssen die gleichen brandschutztechnischen Mindestanforderungen erfüllen wie ein Brandriegel nach Abschnitt 4.3.3 in einem EPS-WDVS. Das ist aus brandschutztechnischer Sicht bei den nachfolgend genannten Ausführungen (vgl. Abbildung 55 und Abbildung 56) erreicht.

Wärmedämmelement mit nachgewiesenem Feuerwiderstand

- Anschluss der Kragplatte über Wärmedämmelement mit nachgewiesenem Feuerwiderstand (mind. feuerhemmend, F 30 nach DIN 4102-2 bzw. REI 30 nach DIN EN 13501-2)
- Anschluss nach Abbildung 55

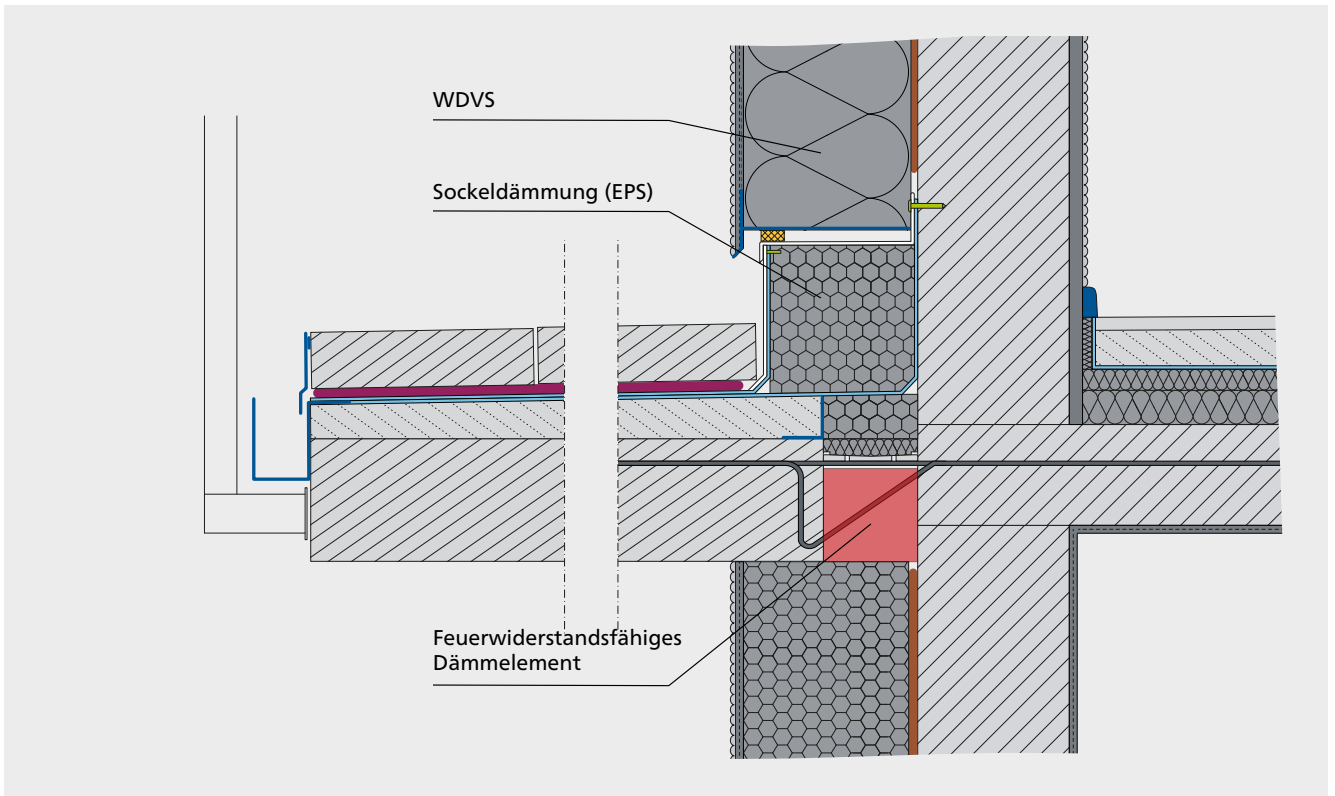


Abbildung 55: Anschluss mit feuerwiderstandsfähigem Wärmedämmelement

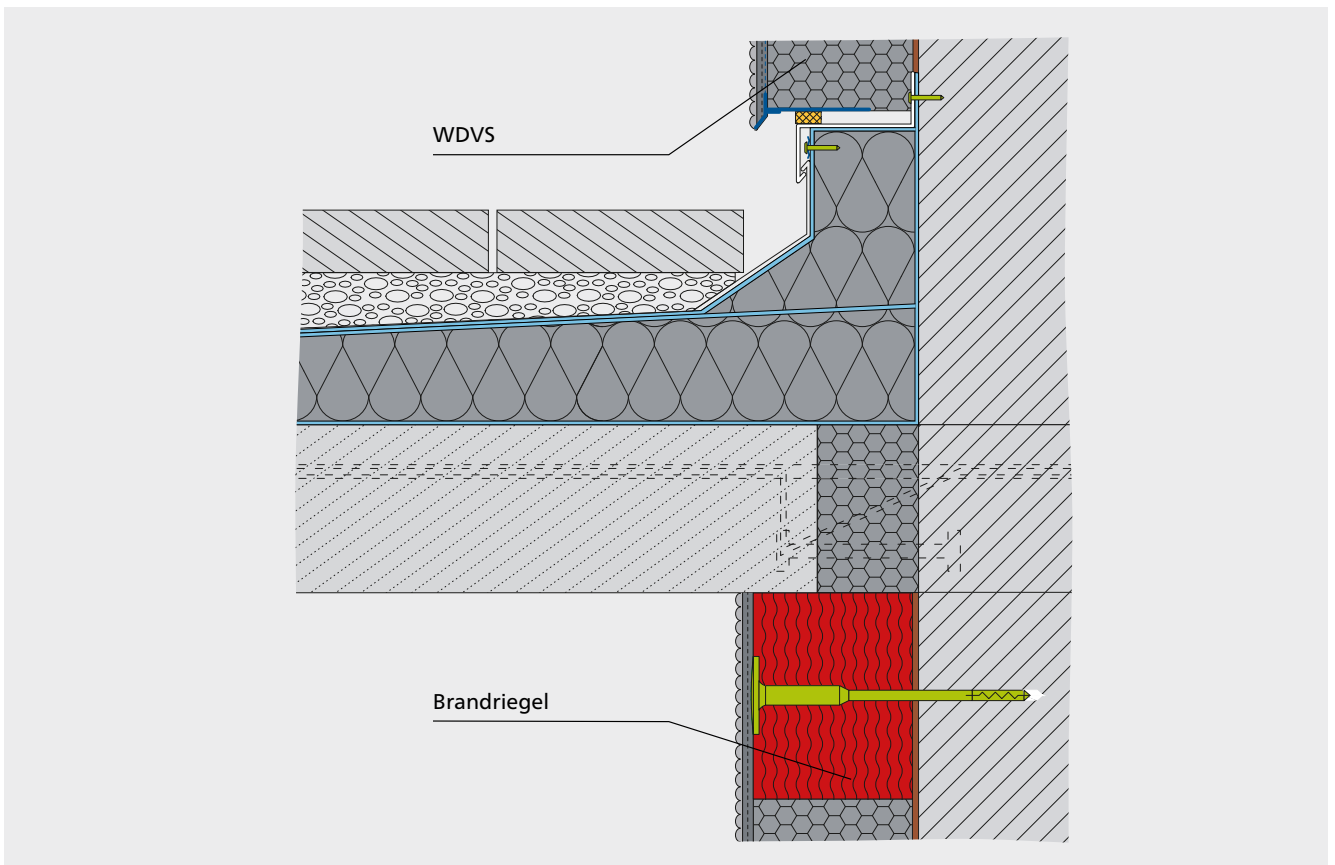


Abbildung 56: Brandriegel unter der Kragplatte

Wärmedämmelement ohne nachgewiesenen Feuerwiderstand

Vorzugsvariante der Ausführung bei ausreichendem Platzangebot:

- Führung des Brandriegels durchgängig „abgetrept“ unterhalb der Balkonplatte und des Anschlusses (vgl. Abschnitt 4.3.5.4)

Alternativlösung, falls nicht ausreichend Platz zur Verfügung steht, um einen Brandriegel anzubringen (z. B. wegen eines Jalousiekastens):

- Sicherstellung des Raumabschlusses bei einem Brandangriff von unten über mind. 30 Minuten (E30 nach DIN EN 13501-2).
- Dies gilt als gewährleistet bei vollständiger Abdeckung des Wärmedämmelements mit einer bau-seits unterseitig an der Kragplatte angebrachten Brandschutzplatte (nichtbrennbar, Dicke mind. 1 cm), verklebt und zusätzlich an der Kragplatte mechanisch befestigt.

4.3.6.2 Durchgängige Fensterbänder

Außenwandöffnungen dienen in der Regel der Belichtung und der Belüftung der dahinter liegenden Räume. Diese Öffnungen sind nichtbekleidete Fassadenbereiche, die ein WDVS vollständig unterbrechen. Durchgängige Fensterbänder können in Abhängigkeit von der Schutzzone und den dort benannten Bemessungsbränden die Funktion eines Brandriegels übernehmen.

Im Bereich der Schutzzone Raumbrand kann deshalb auf die zusätzliche Ausführung von Brandriegeln oberhalb durchgängiger Fensterbänder verzichtet werden. Die vertikale Laibung, an die der Brandriegel im Bereich des Sturzes anstößt, muss über die volle Höhe mit Mineralwolle gedämmt werden. Die Rohbauöffnung des Fensterbandes muss eine Mindesthöhe von 1 m aufweisen.

4.3.6.3 Gesimse, vorgesetzte Geschossdecken

Vorgezogene, nicht überdämmte Deckenköpfe oder bis auf die Außenwand geführte Gesimse, die ohne brandschutztechnisch wirksamen Spalt an die Außenwand angeschlossen sind und die durchgängig horizontal das WDVS unterbrechen, können die Funktion der Brandsperre übernehmen, sodass auf die zusätzliche Ausführung von Brandriegeln in diesem Bereich verzichtet werden kann. Brandriegel müssen seitlich durchgängig nach Abbildung 54 anschließen.

Diese Gesimse bzw. Deckenköpfe müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- nichtbrennbar (A1 bzw. A2 nach DIN 4102-1 bzw. A1 oder A2-s1, d0 nach DIN EN 13501-1), Schmelzpunkt > 1000 °C nach DIN 4102-17
- im Brandfall vergleichbar formbeständig wie ein Brandriegel aus Mineralwolle
- form- und kraftschlüssig mit der Außenwand verbunden
- Höhe mind. 20 cm, die Rohbauwand mind. bis zur Vorderseite des WDVS überragend

4.4 Nichtbrennbare WDVS

Nichtbrennbare WDVS können nur unter Verwendung von nichtbrennbaren Dämmstoffen hergestellt werden, beispielsweise aus Mineralwolle oder Mineralschaum. Das Gesamtsystem wird zusammen mit den Putzen geprüft und muss nichtbrennbar sein.

Besondere konstruktive Brandschutzmaßnahmen sind für nichtbrennbare WDVS nicht erforderlich.

Bedingt durch die spezifischen Eigenschaften der eingesetzten Dämmstoffe kann es erforderlich sein, sie in besonderen Teilbereichen des WDVS durch brennbare Dämmstoffe zu ersetzen. Nachfolgend sind derartige Situationen beschrieben und die Rahmenbedingungen für deren Ausführung definiert.

4.4.1 Fugen

a) Trennfugen

Es kann notwendig sein, Trennfugen in nichtbrennbaren WDVS anzuordnen. Der Einsatz von brennbaren Zubehörteilen bzw. Bauprodukten wie Fugenprofilen oder Fugenbändern in diesen Bereichen ist zulässig, wenn diese mind. normalentflammbar sind. Solche Fugenprofile dürfen eine max. Profillänge von 3 m nicht überschreiten.

b) Ausschäumen von Dämmplattenfugen

Die Vorgaben für eine fachgerechte Verarbeitung von WDVS beinhalten, dass Dämmplatten dicht gestoßen verlegt werden. Unvermeidbare partielle Fehlstellen und Fugen sind gemäß Zulassung mit gleichwertigem Dämmstoff oder bei Fugenbreiten bis 0,5 cm mit schwerentflammbarem Fugenschäum (PU-Ortschaum) zu schließen.

4.4.2 Spritzwasserbereiche

Für die Anwendung an Hochhäusern, verschiedenen Sonderbauten und auf Brandwänden, sowie an Flucht- und Rettungswegen ist baurechtlich die Verwendung nichtbrennbarer WDVS bzw. nichtbrennbarer Dämmstoffe vorgeschrieben.

Am Geländeanschluss und oberhalb von anderen angrenzenden Horizontalflächen wie z. B. Loggien, Dachterrassen, Dächern, Kragplatten von Balkonen sowie von oberen Abschlüssen an vorgesetzten Fenstern, Rollladenkästen oder Zargen entstehen Spritzwasserbereiche. Diese verlaufen horizontal, an Gebäuden mit Hanglage oder an Dächern auch geneigt. Um den notwendigen Spritzwasserschutz des WDVS zu gewährleisten, werden in Zulassungen für diesen Bereich besondere Maßnahmen gefordert, welche nicht Bestandteil des Bescheides sind. Besondere Maßnahmen bestehen im Regelfall in der Kombination aus einem geeigneten Dämmstoff und einem ausreichend festen, wasserabweisenden und witterungsbeständigen Putz(-system) bzw. einer Schutzbeschichtung. Die für den Spritzwasserbereich verfügbaren und in der Regel geeigneten Dämmstoffe sind normalentflammbar.

Zur Abklärung möglicher brandschutztechnischer Risiken, die durch die partielle Verwendung eines brennbaren Dämmstoffs in einem ansonsten allseits angrenzenden nichtbrennbaren WDVS in diesen speziellen Einbausituationen entstehen könnten, ließ der VDPM originalmaßstäbliche Versuche mit Brandlasten ausführen, die den Bemessungsbränden für den „Brand von außen“ (vgl. Abschnitte 1.2 und 5.3 sowie Anhang C) vor der Fassade entsprechen.

Die Versuchsergebnisse belegen, dass der lokale, streifenförmige Einbau von brennbaren Dämmstoffen und Beschichtungen im Spritzwasserbereich von nichtbrennbaren WDVS unter den nachfolgend genannten Randbedingungen nicht zu einer unzulässigen Brandwirkung führt:

- Verwendung von mind. normalentflammbaren, sockel- bzw. perimetergeeigneten Dämmstoffen,
- die Maximaldicke der Perimeterdämmung darf die zulassungskonforme Dicke des nichtbrennbaren WDVS nicht überschreiten,
- Verwendung von geeigneten Putzsystemen, die in schwerentflammbaren WDVS zugelassen sind, und / oder geeigneten Sockelbeschichtungen.
- Im Falle angrenzender Horizontalflächen, wie z. B. Kragplatten oder anderer angrenzender massiver Bauteile, müssen diese selbst mind. feuerhemmend ausgeführt sein und vollständig ohne Spalt an die Außenwand anschließen. Oder die Anschlüsse (z. B. bei Verwendung tragender Wärmedämmelemente) müssen den gleichen Brandschutzanforderungen genügen wie die Kragplatten selbst (mind. feuerhemmend, F30 nach DIN 4102-2 oder REI 30 nach DIN EN 13501-2).

Anwendungsmöglichkeiten und Höhenbegrenzung

1. oberhalb massiver, feuerwiderstandsfähiger Platten oder oberhalb des Erdreichs (Geländeanschluss) bis zu einer Höhe von max. 60 cm
2. über Gebäudeöffnungen bis zu einer Höhe von max. 30 cm^{a)}
3. über angrenzenden Dächern (horizontal sowie bis zu 60 Grad gegen die Horizontale geneigt) max. 30 cm senkrecht zum Dach^{a)}
4. bei Flucht- und Rettungswegen (in der Regel teilüberdacht), wie z. B. „offenen“ Gängen (Laubengängen) oder „Fluchtbalkonen“, bis zu einer Höhe von max. 30 cm^{a)}

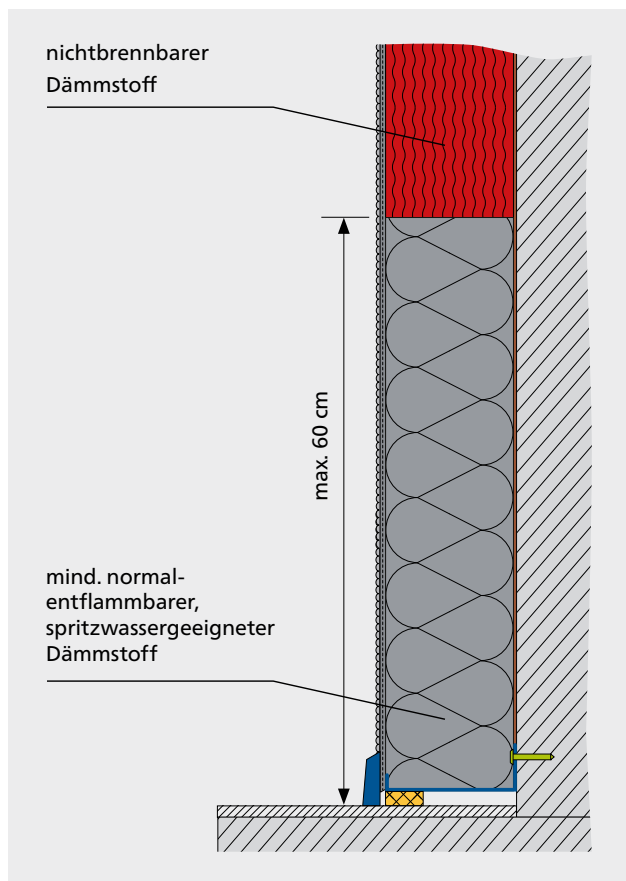


Abbildung 57: Ausführung des Spritwasserbereichs am Geländeanschluss bei nichtbrennbaren WDVS

^{a)} Für die Verwendung brennbarer Sockeldämmung in über den Geländeanschluss hinausgehenden Anschlussbereichen (Terrassen, Balkone, Attiken o. ä.) ist eine objektbezogene brandschutztechnische Beurteilung im Abgleich mit dem vorliegenden Schutzziel an der Gebäudeaußenwand erforderlich. Alternativ ist eine nichtbrennbare Sockeldämmung zu verwenden.

4.5 Weitere brandschutztechnische Lösungen

4.5.1 Aufdopplung von WDVS

4.5.1.1 Grundsätze

Bei Sanierungsmaßnahmen oder der weiteren energetischen Optimierung von Gebäuden werden mit WDVS (Altsystem) versehene Flächen nochmals mit WDVS (Neusystem) überdämmt. Die Überdämmung (Aufdopplung) ist auf standsicheren Altsystemen mit EPS-Platten, Mineralwolle-Platten, Mineralwolle-Lamellen und einer Putzbekleidung oder auf am tragenden Untergrund anbetonierten HWL-Platten (verlorene Schalung) mit oder ohne Putz zugelassen. Zur Aufdopplung wird nicht immer der ursprüngliche Dämmstoff verwendet. Es können daher Mischdämmungen im Gesamtsystem entstehen. Zur Aufdopplung von Bestands-WDVS stehen Systeme mit EPS-Platten, Mineralwolle-Platten oder Mineralwolle-Lamellen zur Verfügung.

Aus brandschutztechnischer Sicht ist es immer erforderlich, die entstehenden Gesamtsysteme zu bewerten, da aus dem Brandverhalten der Einzelsysteme (alt bzw. neu) nicht auf das Brandverhalten des Gesamtsystems geschlossen werden kann. Die Brandklassifizierung der entstehenden Gesamtsysteme wird daher durch eine allgemeine Bauartgenehmigung (Z-33.49-...) zur Aufdopplung bestehender WDVS geregelt.

Altsysteme mit Dämmstoffplatten aus Polystyrol-Hartschaum sind stets als normalentflammbar einzustufen, sofern sie als Gesamtsystem nicht nachweislich schwerentflammbar sind. Altsysteme mit Dämmstoffplatten aus Mineralwolle oder Mineralwolle-Lamellen sind als schwerentflammbar einzustufen, sofern sie nicht nachweislich nichtbrennbar sind.

Tabelle 6: Einstufung des Brandverhaltens aufgedoppelter WDVS

Brandklassifizierung des Altsystems / HWL-Platte	Brandklassifizierung des Neusystems	Brandklassifizierung des Gesamtsystems
normalentflammbar	normalentflammbar	normalentflammbar
	schwerentflammbar	
	nichtbrennbar	
schwerentflammbar	normalentflammbar	normalentflammbar
	schwerentflammbar	schwerentflammbar
	nichtbrennbar	
nichtbrennbar	normalentflammbar	normalentflammbar
	schwerentflammbar	schwerentflammbar
	nichtbrennbar	nichtbrennbar

Die Schwerentflammbarkeit des Gesamtsystems, bestehend aus

- einem Alt- und / oder Neusystem mit Dämmstoffplatten aus EPS, oder
- HWL-Platten und einem Neusystem mit Dämmstoffplatten aus EPS,

ist nur nachgewiesen, wenn die Ausführung des WDVS entsprechend den geforderten Maßnahmen der WDVS-Zulassungen, einschließlich der Brandschutzmaßnahmen, erfolgt; andernfalls wird es als normalentflammbar eingestuft.

Anbetonierte HWL-Platten in einer Dicke zwischen 2,5 cm und 10 cm mit oder ohne Putz sind als schwerentflammbar einzustufen. Andernfalls sind sie als normalentflammbar einzustufen, sofern kein Nachweis der Schwerentflammbarkeit geführt wird.

In eingebautem Zustand erfüllt das Gesamtsystem in Abhängigkeit vom Brandverhalten des Altsystems, der HWL-Platte und des Neusystems die Anforderungen an das Brandverhalten gemäß Tabelle 6.

Das Gesamtsystem, bestehend aus anbetonierten HWL-Platten in einer Dicke zwischen 2,5 cm und 10 cm mit oder ohne Putz und einem nichtbrennbaren Neusystem, darf unter besonderen

Voraussetzungen auch dort angewendet werden, wo nach bauaufsichtlichen Vorschriften die Anforderung „nichtbrennbar“ gestellt wird. Die besonderen Voraussetzungen sind im Einzelnen der jeweiligen Bauartgenehmigung für die Aufdopplung zu entnehmen.

4.5.1.2 Notwendige konstruktive Brandschutzmaßnahmen bei aufgedoppelten WDVS mit EPS

Wird ein Gesamtsystem gemäß Tabelle 6, bestehend aus einem Alt- und / oder Neusystem mit Dämmstoffplatten aus Polystyrol-Hartschaum, ohne Brandschutzmaßnahmen ausgeführt, ist das Gesamtsystem im eingebauten Zustand normalentflammbar.

Achtung

Es wird empfohlen, nach Möglichkeit mind. die Schwerentflammbarkeit herzustellen. Dazu gehören die folgenden Brandschutzmaßnahmen, von denen jede sowohl das Neusystem als auch das Altsystem bis auf die massive Wand durchdringen muss.

Es erfolgt somit immer eine Nachrüstung des Altsystems.

- **Brandriegel in der Schutzzone Sockelbrand**
Aufgedoppelte WDVS mit EPS-Dämmstoff im Alt- und/oder Neusystem müssen zur Erreichung der Schwerentflammbarkeit – unabhängig von ihrer Dicke – mit den erforderlichen Brandschutzmaßnahmen (Brandriegel vgl. Abschnitt 4.3.3) für die Schutzzone Sockelbrand versehen werden.
- **Brandriegel in der Schutzzone Raumbrand**
Die Ausführung der Brandschutzmaßnahmen erfolgt in Abhängigkeit von der Gesamtdämmdicke des EPS (Dämmstoffdicke von Alt-WDVS und Neu-WDVS in Summe):
 - EPS-Dämmstoffdicke < 10 cm:
keine konstruktiven Brandschutzmaßnahmen erforderlich
 - EPS-Dämmstoffdicke > 10 cm:
Ausführung der Brandschutzmaßnahmen für den Raumbrandbereich (Brandriegel, Sturzschutz, dreiseitige Einhausung)
- **Oberer Abschlussriegel (vgl. Abschnitt 4.3.4)**
Aufgedoppelte WDVS mit EPS-Dämmstoff im Alt- und/oder Neusystem müssen zur Erreichung der Schwerentflammbarkeit unabhängig von ihrer Dicke stets mit einem oberen Abschlussriegel versehen werden, wenn brennbare Baustoffe angrenzen.

4.5.1.3 Ausführung der Brandschutzmaßnahmen bei aufgedoppelten WDVS mit EPS

- Die Befestigung, die zu verwendenden Dämmstoffe sowie die Ausführungsweise entsprechen den Maßnahmen für Neusysteme (vgl. Abschnitt 4.3.3.1).
- Alle Brandschutzmaßnahmen müssen in jedem Fall vollflächig mit mineralischem Klebemörtel am Untergrund befestigt werden. Eine Verklebung des Neusystems mit Klebeschäum ist nicht zulässig.
- Alle Brandschutzmaßnahmen sind gemäß Bauartgenehmigung entsprechend den Festlegungen zur Verdübelung im Sockelbrandszenario und im Raumbrandbereich zu verdübeln.
- Die Brandschutzmaßnahmen müssen den Dämmstoff des Gesamtsystems bis auf den tragenden Untergrund durchdringen.

Brandriegelführung bis auf den massiven Untergrund

Der Brandriegel kann aus den zulässigen Dämmstoffen gemäß Abschnitt 4.3.3.1 auch in zwei Lagen hergestellt werden. Die erste Lage wird zulassungskonform vollflächig verklebt, die zweite Lage danach ebenfalls vollflächig mit zugelassenem mineralischen Klebemörtel auf die erste Lage aufgeklebt und schließlich zusätzlich durch beide Dämmstofflagen hindurch mit zugelassenen WDVS-Dübeln im Untergrund verdübelt.

Die Verdübelung erfolgt zulassungsgemäß nach Abschnitt 4.3.3.1.

Anmerkung

Die hier dargestellte zweilagige Anwendung des Brandriegels ist so generell auch für konstruktive Brandschutzmaßnahmen in nicht aufgedoppelten WDVS möglich.

Sturzschutz

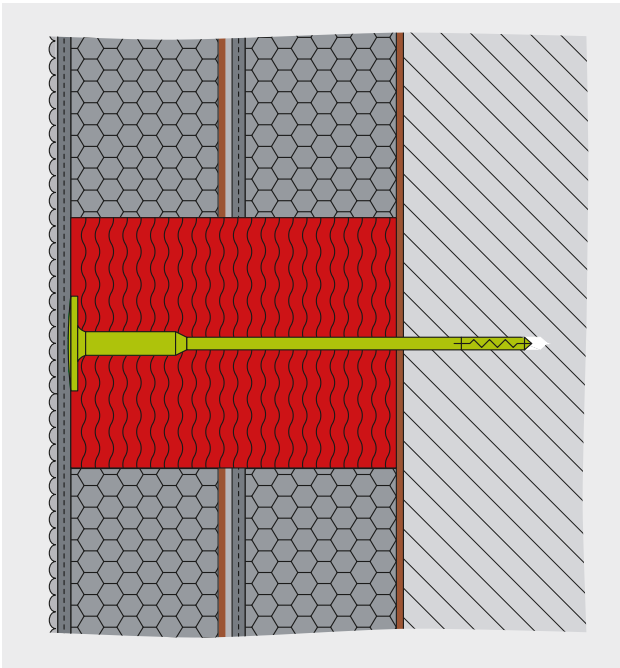
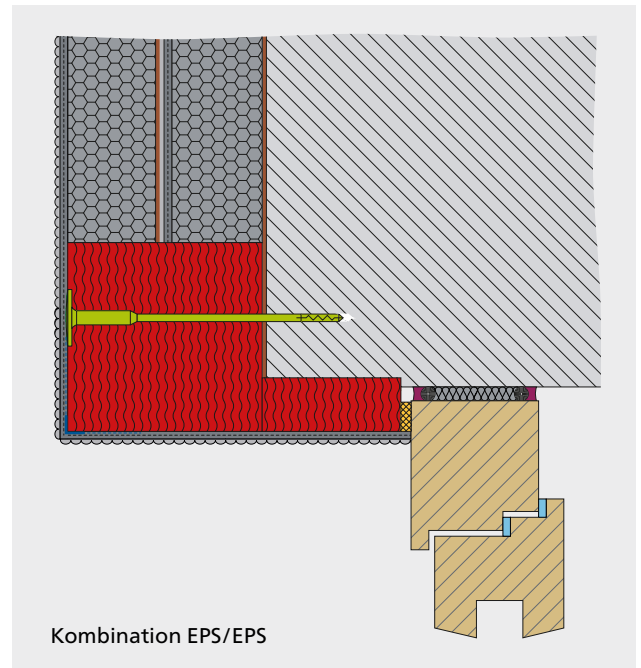


Abbildung 58: Beispielhafte Ausführung eines homogenen Brandriegels in einem aufgedoppelten EPS-WDVS



Kombination EPS/EPS

Abbildung 60: Beispielhafte Ausführung eines Sturzschutzes bei aufgedoppeltem WDVS

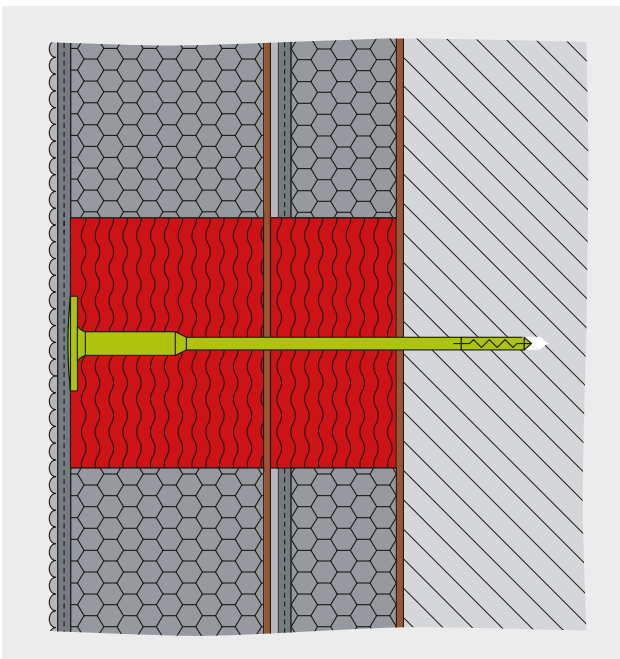
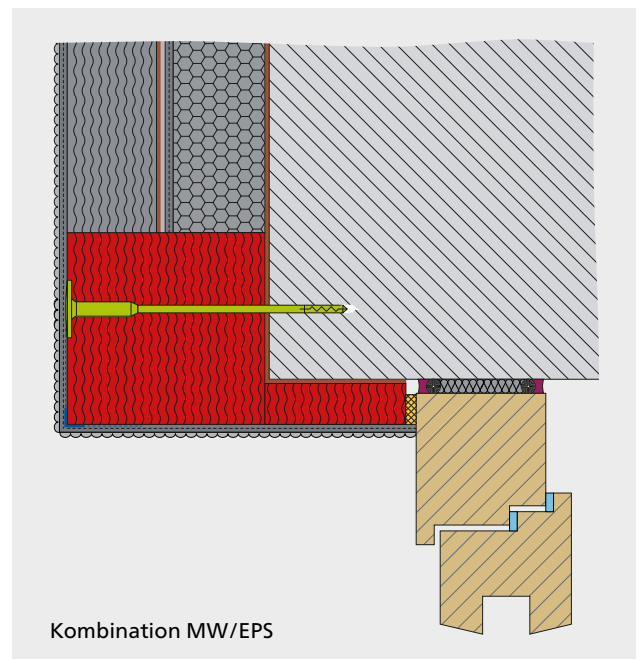


Abbildung 59: Beispielhafte Ausführung eines zweilagigen Brandriegels in einem aufgedoppelten EPS-WDVS



Kombination MW/EPS

Abbildung 61: Beispielhafte Ausführung eines Sturzschutzes bei aufgedoppeltem WDVS

4.5.2 Ausschäumen von Dämmplattenfugen

Die Vorgaben für die fachgerechte Verarbeitung von WDVS beinhalten, dass die Dämmplatten sauber und dicht gestoßen verlegt werden. Unvermeidbare partielle Fehlstellen und Spalten sind gemäß aBZ / aBG mit gleichwertigem Dämmstoff oder bei Fugenbreiten bis zu 0,5 cm mit mind. schwerentflammbarem Fugenschaum (PU-Ortschaum) zu schließen. Diese Aussage erstreckt sich ebenfalls auf nichtbrennbare WDVS. Ausgeschlossen ist diese Vorgehensweise jedoch bei der Installation von Brandriegeln, wie im Abschnitt 4.3.2.2 beschrieben.



Bild 5: Beispielhafte Verfüllung einer Dämmplattenfuge

4.5.3 Blitzschutz und WDVS

Auf der Grundlage normativer Aussagen für Blitzschutzanlagen zur möglichen Leitungserwärmung im Falle eines Blitzeinschlages und orientierender Brandprüfungen an WDVS sind folgende Aussagen möglich:

Die Blitzableitung erfolgt nur sehr kurzzeitig, d. h. innerhalb von ca. 350 Millisekunden. Die damit verbundene, kurzzeitige Erwärmung des Blitzableiters kann weder bei einer EPS-Hartschaumdämmung zu einer Entzündung führen noch bei einer Mineralwollgedämmung einen Glimmprozess auslösen.

Bei nicht fachgerechter Ausführung von Klemmstellen ist das Entstehen von Lichtbögen in diesem Bereich nicht auszuschließen. Klemmstellen sollten deshalb mit einer Revisionsklappe eingefasst werden.

Die Installation von Blitzableitern muss gemäß DIN EN 62305 und VDE 0185-305-3 durch eine autorisierte Fachfirma erfolgen. Die Regelwerke beinhalten keine Aussage dazu, ob die Blitzableitungen innerhalb eines WDVS verlegt werden dürfen. Daher wird empfohlen, Blitzschutzleitungen außerhalb des WDVS zu verlegen (vgl. Abschnitt 4.3.5.9).

Falls Blitzschutzeinrichtungen trotzdem im WDVS verlegt werden, sollte der Wandabstand der Blitzschutzleitungen nicht mehr als 1/3 der Dämmplattendicke betragen, um mögliche Abzeichnungen auf der Oberfläche des WDVS zu vermeiden.

4.5.4 Besondere Gebäudesituationen

4.5.4.1 Kanalförmige Gebäuderücksprünge

Achtung

WDVS in kanalförmigen Gebäuderücksprüngen (Abbildung 62), die tiefer sind als 1 m und nicht breiter als 4 m, sollten vollflächig mit nichtbrennbarem Dämmstoff ausgeführt werden (gemäß § 3 in Verbindung mit § 14 MBO). Dies gilt insbesondere, wenn sich Fensteröffnungen von Treppenträumen in diesen Wänden befinden.

4.5.4.2 Untersichten

Achtung

Zur Dämmung von Untersichten wird die Verwendung von bauaufsichtlich zugelassenen WDVS empfohlen.

Einsatzfälle hierfür sind zum Beispiel:

- Ein-/Ausfahrten von Tiefgaragen (vgl. Abschnitt 2.2.3),
- Arkaden, Rücksprünge,
- Balkone, Loggien, Laubengänge,
- sichere Ausgänge ins Freie.

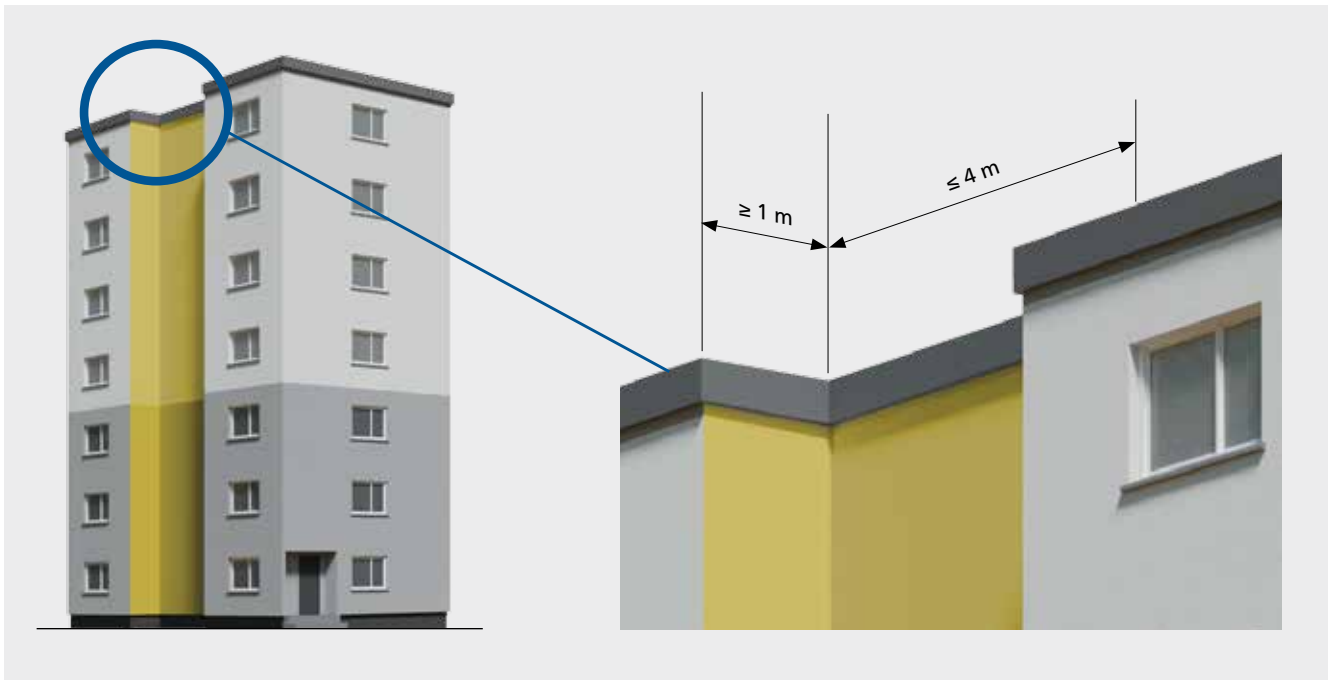


Abbildung 62: Ausbildung in kanalförmigen Rücksprüngen mit nichtbrennbaren Dämmstoffen (Kamineffekt)



Abbildung 63: Ausbildung von Untersichten

5

Hinweise zur Bauausführung und Nutzung

5.1 Ausführungskontrolle und Übereinstimmungsbestätigung

WDVS müssen entsprechend ihrer abZ / aBG und ergänzender Verarbeitungsanleitungen der Systemanbieter von qualifiziertem Personal verbaut werden. Dabei dürfen grundsätzlich nur Systembestandteile verwendet werden, die in der jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung / allgemeinen Bauartgenehmigung genannt und vom Inhaber der Zulassung geliefert werden.

Der Antragsteller der jeweiligen abZ / aBG ist verpflichtet, alle mit Entwurf und Ausführung des WDVS betrauten Personen über die besonderen Bestimmungen der abZ / aBG und alle für eine einwandfreie Ausführung der Bauart erforderlichen weiteren Einzelheiten zu unterrichten.

Das Fachpersonal der ausführenden Firma hat sich über die besonderen Bestimmungen der abZ / aBG sowie über alle für eine einwandfreie Ausführung notwendigen Einzelheiten beim Antragsteller zu informieren.

Nach Abschluss der Arbeiten ist die zulassungskonforme Ausführung vom Fachunternehmer zu bestätigen und dem Bauherrn zu übergeben. Diese Erklärung stellt eine Übereinstimmungsbestätigung im Sinne der MBO dar.

Der Vordruck für die Übereinstimmungsbestätigung ist Bestandteil der jeweiligen abZ / aBG.

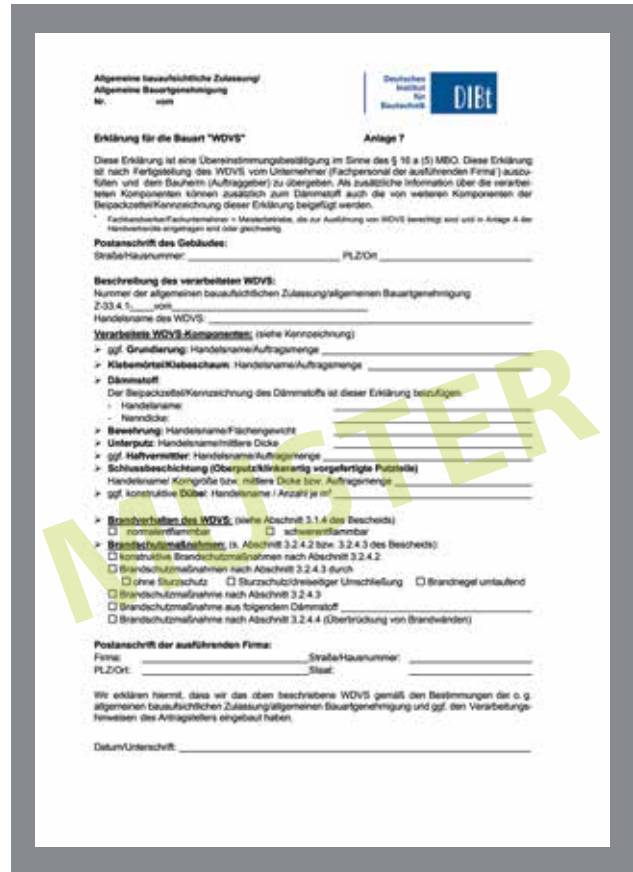


Bild 6: Beispiel einer Übereinstimmungsbestätigung für das WDVS. Diese ist nach Abschluss der Ausführung an den Bauherrn zu übergeben.

5.2 Nachträgliches Aufbringen von WDVS an bestehende Gebäude

„Wärmedämm-Verbundsysteme entfalten ihre Schutzfunktion erst, wenn der Einbau entsprechend den technischen Regelungen fertiggestellt ist. Für die Bauphase und Baustellensituation ergibt sich in Bezug auf den Brandschutz eine besondere Verantwortung, die von den am Bau Beteiligten wahrzunehmen ist. Dies sind neben dem Bauherrn insbesondere der Unternehmer und ggf. der Bauleiter.

Besonderes Augenmerk muss dem vorbeugenden Brandschutz und der Sicherheit der Rettungswege (Treppen und Anleiterstellen) gelten, wenn an genutzten Gebäuden nachträglich WDVS aufgebracht werden. Für Gebäude der Gebäudeklassen 4 und 5 sowie für Sonderbauten sollte daher, eigens für die Bauausführung der WDVS, ein in Brandschutzfragen erfahrener Fachbauleiter bestellt werden.“^{a)}

Grundsätzlich sind auf Baustellen die geltenden Rechtsvorschriften zu beachten. Diese gelten allgemein für alle Bauvorhaben und nicht nur für die Ausführung von WDVS. Insbesondere sind die folgenden Rechtsvorschriften in der jeweils geltenden Fassung relevant:

- Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen (BaustellV),
- Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV),
- Landesbauordnungen.

5.3 Sicherstellung der Schutzwirkung von WDVS

Instandhaltung der Fassade

Die ordnungsgemäße Instandhaltung des WDVS ist Voraussetzung für die Schutzwirkung einer Fassade im Fall einer Brandeinwirkung von innen oder außen. Hierzu gehört insbesondere die regelmäßige Kontrolle der gesamten Fassade auf Beschädigungen. Putzschäden bedürfen immer einer zeitnahen und fachgerechten Beseitigung, um die Schutzwirkung des Systems gegen Feuchtigkeit oder Brandeinwirkung zu gewährleisten.

Besonders bei WDVS mit brennbaren Dämmstoffen erfüllt das Putzsystem zudem eine Schutzfunktion im Brandfall. Ein besonderes Augenmerk sollte dem Bereich des Erdgeschosses sowie Balkonen und Loggien gelten. Dort treten erfahrungsgemäß häufiger Beschädigungen des Putzes als Folge von Stoßbeanspruchungen auf.

Vermeidung von Brandlasten an der Außenfassade

- Bei der Lagerung von brennbaren Materialien wird ein Mindestabstand von drei Metern zur Fassade empfohlen.
- Bei der Aufstellung von Müllcontainern oder Mülltonnen aus Kunststoff direkt am Gebäude sollte eine verschlossene Einhausung aus nicht-brennbarem Material (z. B. aus Stahl oder Beton) vorgesehen werden.

^{a)} Quelle: DIBt Newsletter 3/2015, Bauministerkonferenz, Merkblatt (Stand 18.06.2015)

Anhang A

Checkliste für Planer und Unternehmer

Bei der Planung eines Wärmedämm-Verbundsystems sollte aus Brandschutzsicht besonderes Augenmerk auf die Prüfung der folgenden Aspekte gelegt werden:

1. Welche Anforderung an das Brandverhalten des WDVS besteht für das Gebäude aufgrund der gültigen bauaufsichtlichen Anforderungen (LBO, Brandschutzgutachten, ggf. regionale Zusatzanforderungen)?
2. Gibt es darüber hinausgehende privatrechtliche Anforderungen des Bauherrn?
3. Wo befinden sich Brandwände und Gebäudeabschlusswände?
4. Wo befinden sich notwendige Flucht- und Rettungswege einschließlich deren Ausgänge ins Freie im Bereich der Außenwand?
5. Verfügt das Gebäude über ausgewiesene Feuerwehrdurchfahrten?
6. Gibt es besondere bauliche Situationen am Gebäude, die brandschutztechnisch relevant sind, wie z. B. Nischen, zu dämmende Untersichten usw.?
7. Liegt eine abgestimmte Festlegung zwischen den am Bau Beteiligten zur Art und Lage der Brandschutzmaßnahmen im WDVS sowie aller Randbedingungen für deren zulassungsgemäße Realisierung vor (z. B. Klärung des Untergrunds, geschossübergreifende Leitungsführung in der Dämmebene [Regenfallrohre usw.], Abweichungen und Änderungen gegenüber der zulassungskonformen Regelausführung)?
8. Ist eine fotografische oder zeichnerische Dokumentation der Ausführung der erfolgten Brandschutzmaßnahmen nach dem Anbringen des Dämmstoffs und vor dem Armieren bzw. als Bestandteil eines Bautagebuchs und der erforderlichen Übereinstimmungsbestätigung nach Zulassung vorgesehen?

Art und Lage der genannten konstruktiven Brandschutzmaßnahmen sind dem Fachunternehmen vom Planer vor Beginn der Ausführung zur Verfügung zu stellen.

Anhang B

Nachweis des Brandverhaltens

Nachfolgend werden die für die Brandschutzklassifizierung wichtigsten Prüfmethoden dargestellt:

B.1 Grundsätze

Der baurechtlich erforderliche Nachweis der Verwendbarkeit von WDVS nach § 17 MBO schließt das Brandverhalten als wesentliche sicherheitsrelevante Anforderung mit ein. Im Rahmen des Zulassungsverfahrens wird das WDVS als Gesamtsystem daher auch umfangreichen Prüfungen hinsichtlich seines Brandverhaltens als „Bauprodukt“ (vgl. Abschnitte 2.2 und 2.3) unterzogen. Die brandschutztechnische Einstufung erfolgt auf Grundlage von Laborversuchen nach der deutschen Norm DIN 4102-1 oder der europäischen Norm DIN EN 13501-1 mit den dort benannten Prüfungen. Beide Normen sind alternativ anwendbar.

Für die Zulassung von WDVS müssen die folgenden Nachweise erbracht werden:

- Prüfung des Brandverhaltens von relevanten Einzelkomponenten des Systems,
- Prüfung des Brandverhaltens des Gesamtsystems.

Bei der abschließenden Festlegung des Brandverhaltens eines WDVS im Zulassungsprozess kann es zur Abklärung von speziellen Fragestellungen, die so in den Laborbrandversuchen nicht abbildbar sind, notwendig sein, weitere Nachweise durch Brandprüfungen im Originalmaßstab gemäß DIN 4102-20 und/oder Anhang 5 der MVV TB bzw. nach DIN 4102-24 zu erbringen. Die konkreten Rahmenbedingungen des jeweiligen Versuchsaufbaus werden durch das DIBt vorgegeben.

B.2 Brandprüfungen nach DIN 4102-1 und DIN EN 13501-1

Die nachfolgenden Ausführungen liefern einen allgemeinen Überblick über die zur Klassifizierung des Brandverhaltens von WDVS angewendeten Prüfverfahren. Details sind den Normen selbst zu entnehmen.

B.2.1 Brennkasten nach DIN 50050-1 bzw. DIN EN ISO 11925-2

Brandszenario:

Simulation der Beanspruchung durch eine kleine definierte Flamme (Streichholz etc.)

Brandlast und Beanspruchungsdauer:

- Gasbrenner mit 2 cm Flammenhöhe
- Energieabgabe ca. 1 kW
- Beflammungszeit 15 Sekunden (Euroklasse E nach DIN EN 13501-1)

Prüfkörper:

- Probe mit planebener Oberfläche
- Breite 9 cm, Dicke max. 6 cm, Höhe 19 bzw. 23 cm



Bild 7: Brennkasten mit eingebauter Probe

Einstufungskriterien:

Die Entzündbarkeit und die Flammenausbreitung müssen innerhalb einer bestimmten Zeit (20 Sekunden) begrenzt (Messmarke bei 15 bzw. 19 cm von Unterkante) sein.

Mit diesen Prüfergebnissen kann nach DIN 4102-1 die Baustoffklasse B2 normalentflammbar abschließend klassifiziert werden. Nach DIN EN 13501-1 ist das für die Klasse E ebenfalls möglich, für die Klassen A bis D sind zusätzlich SBI-Prüfungen durchzuführen (vgl. Abschnitt B.2.3). Zusätzliche Nachweise durch Originalbrandversuche oder Glimmnachweise sind für die Klassen E bzw. B2 nicht erforderlich.

B.2.2 Brandschacht nach DIN 4102-15

Brandszenario:

Bauprodukte mit Ausnahme von Außenwandbekleidungen und Bodenbelägen: modellhafte Simulation des Brandes eines Gegenstandes in einem Raum (z. B. Papierkorb in einer Raumecke)

Außenwandbekleidungen: modellhafte Simulation der Beanspruchung durch eine aus einer Wandöffnung schlagenden Flamme

Brandlast und Beanspruchungsdauer:

- Gasbrenner mit ca. 35 cm Flammenhöhe
- Energieabgabe ca. 5,5 kW
- Beflammungszeit 10 Minuten
- konstanter Luftstrom 10 m³/min

Prüfkörper:

- 4 plane Proben schachtförmig zueinander angeordnet, je Versuch
- Breite 19 cm, Dicke max. 8 cm, Höhe 1 m

Einstufungskriterien:

Die Brandausbreitung darf sich nicht wesentlich außerhalb des Primärbrandbereichs erstrecken (verbleibende unverbrannte Restlänge, Flammenhöhe), d. h. sie muss lokal begrenzt bleiben. Die Temperatur im Abgasstrom darf 200 °C nicht überschreiten und brennendes Abtropfen ist zu dokumentieren.



Bild 8: Brandschacht mit eingebautem Probenkorb

Für die Erreichung der Baustoffklasse DIN 4102-B1 – und damit die Einordnung als schwerentflammbares Bauprodukt nach deutschem Baurecht – sind außer den Ergebnissen im Brandschacht zusätzlich die Ergebnisse im Brennkasten (vgl. Abschnitt B 2.1) und der Nachweis des Glimmverhaltens notwendig. Aktuell wird, bis zur Einführung eines harmonisierten europäischen Prüfverfahrens, die Prüfung im Brandschacht für die Ermittlung des Glimmverhaltens herangezogen.

Ergänzend dazu kann bei der Erteilung einer deutschen Zulassung / Bauartgenehmigung ein Nachweis des Brandverhaltens im Originalmaßstab nach den Zulassungsgrundsätzen des DIBt (DIN 4102-20 und / oder Anhang 5, MVV TB bzw. DIN 4102-24) notwendig sein.

B.2.3 SBI-Test nach DIN EN 13823

Brandszenario:

Modellhafte Simulation des Brandes eines einzelnen brennenden Gegenstandes in einer Raumecke

Brandlast und Beanspruchungsdauer:

- diffuser Gasbrenner mit ca. 80–100 cm Flammenhöhe
- Energieabgabe ca. 30 kW
- Beflammungszeit 20 Minuten

Prüfkörper:

- eine ebene Probe als Innenkante
- Breite 1,5 m (kurzer Flügel 50 cm, langer Flügel 1 m), Dicke max. 20 cm, Höhe 1,5 m
- Prüfkörper sind gem. DIN EN 16724 anzufertigen



Bild 9: SBI-Prüfkörper (WDVS) nach der Brandprüfung

Einstufungskriterien:

Für die verschiedenen Klassen sind Grenzwerte für den Anstieg der Energiefreisetzung (FIGRA – Fire Growth Rate) und die in den ersten 10 Minuten freigesetzte Energiemenge (THR – Total Heat Release) vorgegeben.

Zusätzlich werden die Rauchentwicklung sowie das Abfallen/Abtropfen brennender Prüfkörperteile als Brandparallelererscheinungen in jeweils drei Quantitätsabstufungen (s1-s3 bzw. d0-d2) erfasst.

B.2.4 Weitere Prüfverfahren

Auf die Darstellung von Prüfverfahren, die zusätzlich für den Nachweis der Nichtbrennbarkeit notwendig sind (Rauchentwicklung, Ofenprüfung und Kalorimeter) wird an dieser Stelle verzichtet.

B.3 Fassadenprüfstand nach DIN 4102-20

Brandszenario:

Modellhafte Simulation einer Brandbeanspruchung durch Flammen, die nach dem „flash-over“ in einem angrenzenden Raum in der Vollbrandphase aus einer Außenwandöffnung schlagen. Eine rückseitige Brandbeanspruchung („Durchbrennen“ der raumabschließenden Wand) wird ausgeschlossen.

Brandlast und Beanspruchungsdauer:

- Anordnung der Brandlast in einer „Brandkammer“ hinter der Fassade
- Gasbrenner oder Holzkippe
- Flammenhöhe ca. 2 m über dem Sturz der Brandkammer, d. h. ca. 3 m über Boden
- Energieabgabe 350–380 kW
- Beflammungszeit 20 Minuten

Prüfkörper:

- für die praktische Anwendung an der Fassade repräsentativer Aufbau der Außenwandbekleidung (WDVS), der den brandschutztechnisch kritischsten Fall darstellt



Bild 10: Brandprüfung im Originalmaßstab nach DIN 4102-20 (EPS-WDVS, 30 cm Dicke, Brandriegel)

- Anordnung über Eck (Innenkante) mit einer Öffnung (Brandkammer)
- sichtbare Prüfkörperfläche: Breite minimal 3 m (Eckwand 1 m, Rückwand 2 m), Dicke praxisentsprechend, nicht begrenzt, Höhe minimal 5,5 m

Einstufungskriterien:

Die Brandausbreitung darf sich nicht wesentlich außerhalb des Primärbrandbereichs erstrecken (kein fortschreitendes Weiterbrennen, begrenzte Flammenhöhe, verbleibende unverbrannte Restlänge), d. h. sie muss lokal begrenzt bleiben. Branderscheinungen, wie brennendes Abfallen oder Abtropfen, Glimmen usw., fließen in die Bewertung ein.

Diese Originalbrandprüfungen werden ausschließlich zum ergänzenden Nachweis des Brandverhaltens von schwerentflammaren Außenwandbekleidungen angewendet und gewährleisten durch den größeren Maßstab und die höhere Brandbeanspruchung ein deutlich erweitertes Sicherheitsniveau gegenüber den herkömmlichen Laborbrandprüfungen.



Bild 11: Dämmung nach der Brandprüfung (Putz entfernt)

Anhang C

Naturbrandversuche

C.1 Raumbrand

Zur Validierung des Prüffeuers für die Originalbrandprüfungen nach DIN 4102-20 und der Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen Realbrand und skaliertem Originalbrand wurde ein Forschungsprojekt des Bundesamts für Bauwesen und Raumordnung (B15-8001-96-18) durchgeführt. Ergänzend erfolgten zu einem späteren Zeitpunkt umfangreiche Naturbrandversuche an realen Gebäuden mit verschiedenen Außenwandbekleidungs-systemen. Im Folgenden werden auszugswiese Ergebnisse von Versuchen aus dem Jahr 2006 in Bad Salzungen an schwerentflamm-baren WDVS mit EPS-Dämmung bei Verwendung eines Brandriegels als konstruktive Brandschutzmaßnahme in jedem zweiten Geschoss aufgezeigt. Insgesamt wurden im Zuge dieser Versuchsserie vier Naturbrandversuche durchgeführt.



Bild 12: Versuchsgebäude im Ausgangszustand

Brandszenario:

Brand in einem an die Außenwand grenzenden Raum mit Flammenaustritt auf die Fassade nach dem „flash-over“

Versuchsgebäude:

- sechsgeschossiger Wohnblock in Plattenbauweise
- „Dreischichtplatten“ mit Waschbetonoberfläche, nichtbrennbar
- Geschosshöhe 2,8 m
- Lochfassade mit übereinanderliegenden Fenstern, Höhe 1,4 m, Zweifachverglasung, geschlossen
- Flammenüberschlagsweg zwischen übereinander liegenden Fenstern: 1,4 m



Bild 13: Brandlast (Holzkrippen) im Raum

Brandlast und Beanspruchungsdauer:

- Die bei den Versuchen angesetzte Brandlastdichte lag im oberen Bereich des statistischen Querschnitts für Büro- bzw. Wohnräume.
- Anordnung der Brandlast in Räumen an der Fassade, d.h. im Gebäude
- Raumfläche 9–12 m²
- Fenster: Höhe 1,4 m, Breite 1 bzw. 1,7 m, in den Brandräumen geöffnet (sonst geschlossen)

Brandlast:

- 475 kg Holzkrippen und 50 l Isopropanol, d.h.
- 772 MJ/m² bzw. 47 kg Holz/m²
- Temperaturen im Brandraum (Flammenaustrittstemperaturen): über 30 Minuten oberhalb der Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 13501-2)
- Flammenaustritt aus Fenster: ca. 30 Minuten
- Flammenhöhe über Sturz: ca. 4 m
- Energieabgabe vor der Fassade: ca. 1,5–2 MW



Bild 14: Brandentwicklung vor der Fassade bei einem Raumbrand

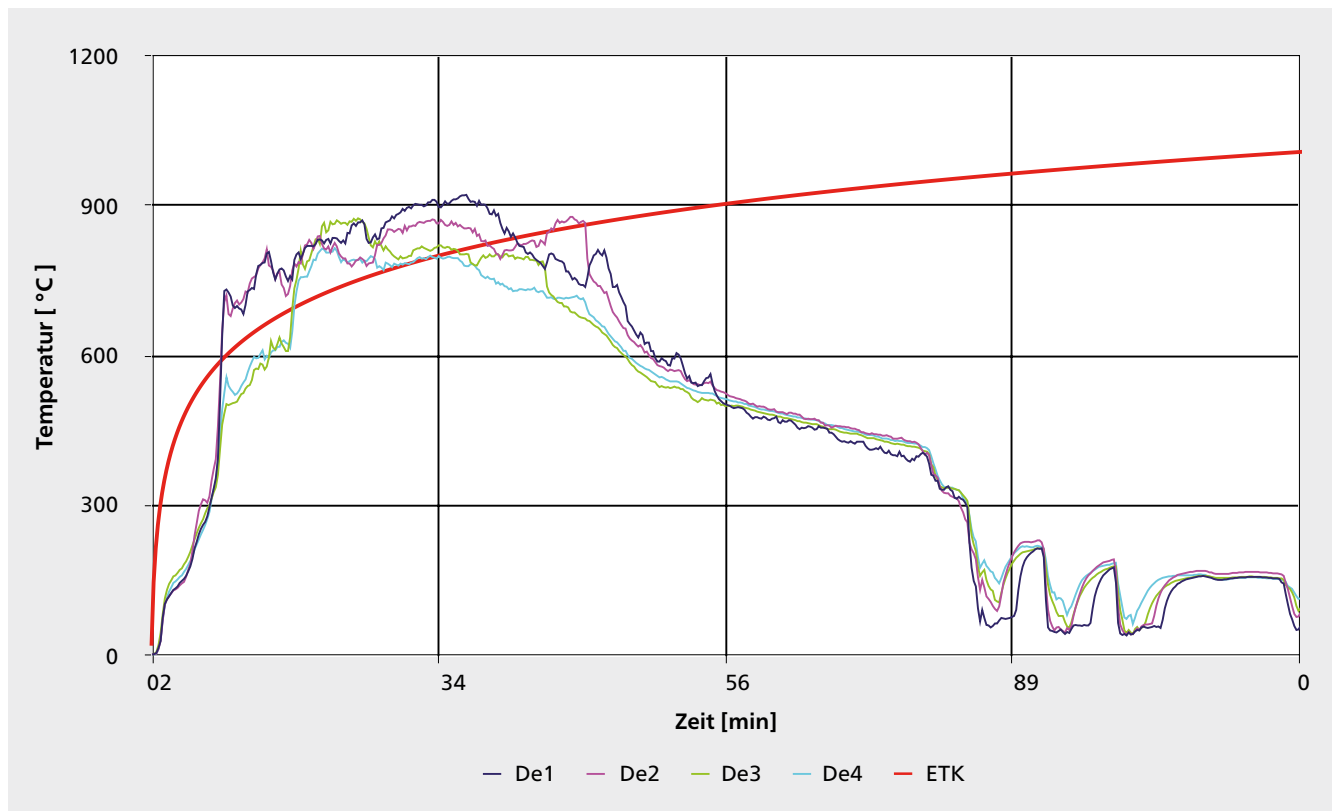


Abbildung 78: Brandentwicklung im Raum / Fenster



Bild 15: Versuchsgebäude mit WDVS

Versuchsaufbau:

Für die praktische Anwendung an der Fassade repräsentativer Aufbau der Außenwandbekleidung (WDVS), der den brandschutztechnisch kritischsten Fall darstellt.

Fassadenfläche

- beginnend oberhalb des Sockels über fünf Geschosse
- je Versuch 14 m hoch und 10,5 m breit, d. h. 147 m²

WDVS

- Befestigung: organisch gebundene Klebmasse, keine Dübel
- EPS nach EN 13163, 035 WDV, 25 kg/m³, Dicke 20 cm
- Armierungsschicht: organisch gebundener Unterputz, 0,2–0,3 cm dick, Glasgittergewebe 0,4 x 0,4 cm
- Oberputz: organisch gebundener Oberputz, Körnung 0,2 cm



Bild 16: Versuchsgebäude mit EPS-WDVS nach den Brandversuchen, Putz teilweise entfernt – Brandriegel verhindern geschossübergreifende Brandweiterleitung

Brandschutzmaßnahmen

- horizontale Brandriegel in jedem 2. Geschoss
- vertikale Brandsperrern zwischen den vier verschiedenen Bereichen
- Brandriegel aus MW oder PU

Versuchsergebnisse:

Bei allen Brandversuchen wurde eine praxisrelevante Brandlast im oberen Bereich des statistischen Mittels verwendet, die den im Abschnitt 1.2 benannten Bemessungsbrand sicher abdeckt. Nach Zündung der Brandlast entwickelte sich in endlicher Zeit ein unterventilierter Raumbrand mit Flammenaustritt auf die Fassade. Trotz eines Feuerüberschlagwegs von 1,4 m kam es allein durch die Flammen (3–4 m) der Raumbrände selbst, ohne Beteiligung des WDVS, zu einem geschossweisen Brandüberschlag durch die übereinander liegenden Fenster. Die Flammenbeaufschlagung führte zu keinem fortschreitenden Weiterbrennen an der Putzoberfläche des WDVS. Bedingt durch die hohe thermische Beanspruchung



Bild 17: WDV mit EPS-Dämmstoff nach Validierungsversuch und unten angeordnetem Brandriegel aus PU



Bild 18: WDV mit EPS-Dämmstoff nach Validierungsversuch und oben angeordnetem Brandriegel aus MW

durch das Prüffeuer kam es im Brandverlauf zu einem Öffnen der Putzschicht im Sturz der Brandraumfenster, Flammen traten in den Dämmbereich ein und beanspruchten den brennbaren EPS-Hartschaum. Die zweigeschossig durchgängig angeordneten Brandriegel verhinderten wirkungsvoll eine geschossübergreifende Brandweiterleitung in der Dämmung.

Weiterführende Untersuchungen:

Im Anschluss erfolgte an baugleichen WDV die Validierung im Original-Brandversuch nach DIN 4102-20.

Die geprüften Anordnungen – Brandausbruchsstelle direkt unterhalb des Brandriegels (Bild 17) sowie Brandausbruchsstelle eine Etage unterhalb des Brandriegels (Bild 18) – zeigten mit den Ergebnissen der Naturbrandversuche (Bild 16) eine gute Übereinstimmung. Die Eignung des Prüfverfahrens nach DIN 4102-20 wurde somit für schwerentflammbare Fassadenbekleidungen im Fall von „aus einer Wandöffnung schlagenden Flammen“ belegt.

C.2 Sockelbrand

C.2.1 Anlass, Grundlagen, Daten

Mit dem Übergang zur konsequenten Mülltrennung ab 1991 („Grüner Punkt“) wurden immer mehr großvolumige Müllbehälter bis hin zu Sammelcontainern (üblicherweise mit einem Füllvolumen von ca. 1 100 l, passend für 60–70 kg Papier oder Kunststoff, beides leichtentflammbar) aufgestellt. Die anfängliche nicht-brennbare Ausführung mit Stahlblech oder die „eingehauste“ Lagerung (mit massiven Mauern begrenzte Flächen) im Abstand von Gebäuden (baurechtlich bis 2002 nach § 43 MBO minimal 5 m gefordert) wich einer Lagerung in Kunststoffcontainern (Eigengewicht ca. 68 kg) aus brennbarem, thermoplastischem Material und einer Platzierung auch unmittelbar an Gebäuden. Gleichzeitig war ein deutlicher Anstieg von Brandstiftungen an diesen Containern zu verzeichnen. Diese Situation führte zu Bränden, in denen auch WDVS mit EPS-Dämmung beansprucht wurden und dabei teilweise Brandsituationen entstanden, die für die Feuerwehr eine besondere Herausforderung darstellten. Die Bundesbauministerkonferenz initiierte daher ein Forschungsprogramm, um diese Brandsituationen zu untersuchen und gegebenenfalls zusätzliche Brandschutzmaßnahmen für WDVS mit EPS abzuleiten. Im Weiteren werden zum besseren Verständnis die angewendeten Prüfrahenbedingungen für die durchgeführten Brandversuche an WDVS mit EPS-Dämmung aufgezeigt, die auch die Grundlage für Ergänzungsversuche der Industrie bildeten.

Brandszenario:

Brand einer lokalen Brandlast am Geländeanschluss von Gebäuden, wie z. B. kleinere Lagerungen bei Umzügen, die Müllbereitstellung in üblichen Größenordnungen (mehrere Mülltonnen oder max. ein Müllsammelcontainer, 1 100 l), kleinere Sperrmüllbereitstellungen oder abgestellte Standardkraftfahrzeuge

Versuchsstand (in Anlehnung an DIN 4102-24):

- witterungsgeschützter Versuchsstand in einer hinreichend großen Prüfhalle mit Ventilationsöffnungen

- massive Wände in Eckanordnung (Innenecke)
- Breite: 6,5 m (Rückwand \geq 4 m, Eckwand \geq 2,5 m)
- Höhe: ca. 9,8 m, d. h. ca. 60 cm Sockel und 3 Etagen mit ca. 3 m Höhe

Brandlast und Beanspruchungsdauer:

Zur Simulation des Abbrands der im Abschnitt 1.2 benannten Brandlasten wurde ein Prüffeuere entwickelt, das in seinen wesentlichen Parametern u. a. auch den Brand eines gefüllten Müllcontainers (1 100 l) einschließt. Als Zeitraum bis zum Löschangriff der Feuerwehr wurden 25 Minuten festgelegt, dieser entspricht der Beflammungszeit.

- Anordnung der Brandlast am Fassadenfuß in der Innenecke
- Prüffeuere:
 - 200 kg (\pm 1 kg) schwere Holzkrippe mit einer Dichte von 475 kg/m^3 ($\pm 25 \text{ kg/m}^3$) bestehend aus Fichtenholzstäben und
 - insgesamt 1,6 l Isopropanol als Zündhilfe in 4 Wannen
 - Krippenanordnung:
 - Grundfläche ca. 1,1 x 1,1 m
 - Höhe ca. 70 cm
 - Krippe ca. 20 cm über Boden beginnend
 - Abstand zur Fassade ca. 10 cm
- Beflammungszeit 25 Minuten
- Beobachtungszeit max. 15 Stunden



Bild 19: Brandlast (Holzkrippe) dem Probenkörper

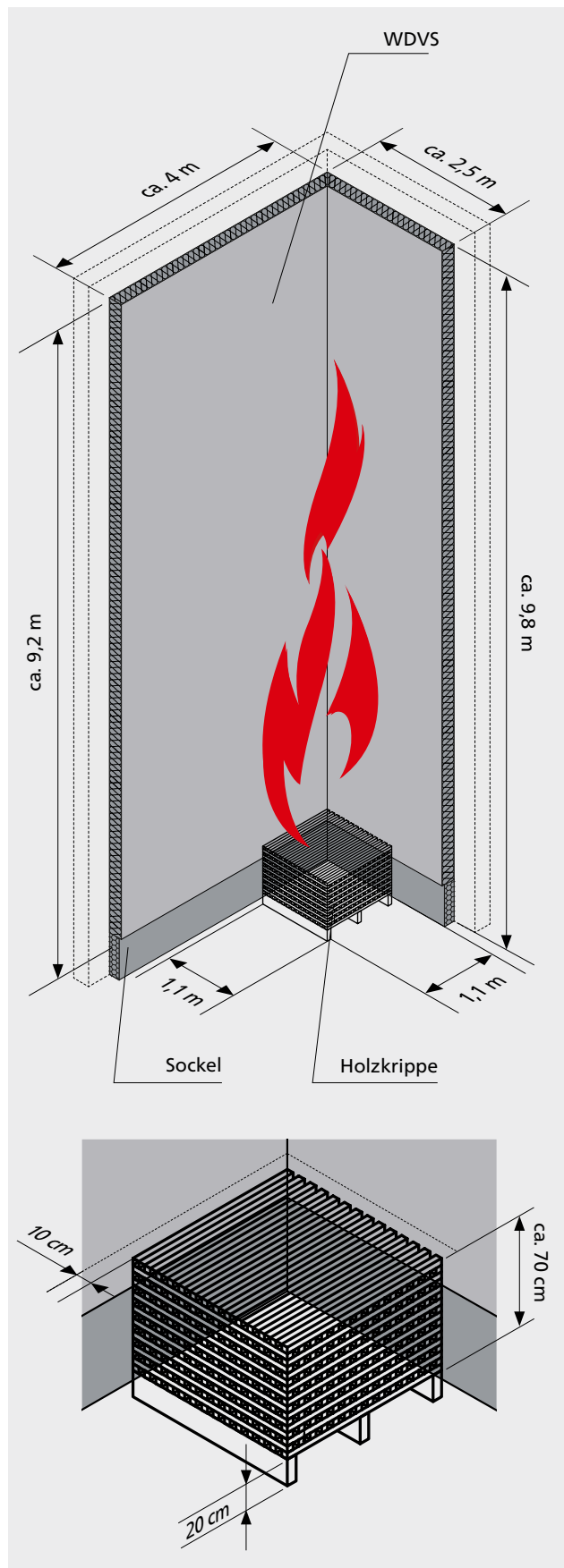


Abbildung 64: Versuchsstand

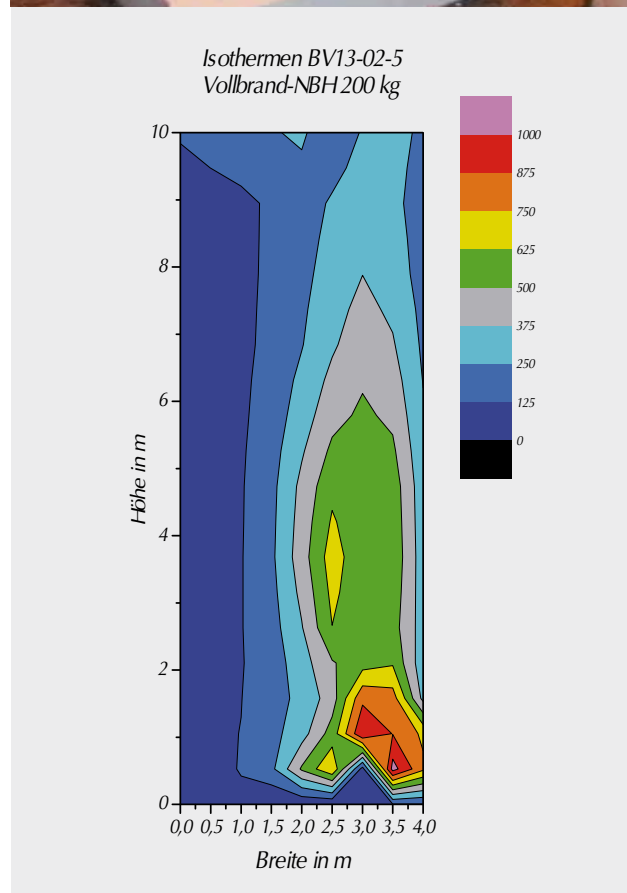


Bild 20: Temperaturentwicklung vor der Fassade bei einem Sockelbrand

Leistungsparameter des Prüffeuers:

- Gesamtwärmemenge ca. 2 700 MJ, Energiefreisetzung bis zu 3 MW
- Flammenhöhe über dem Brandraumboden: max. 6–7 m über ca. 15 Minuten
- Brandverlauf:
 - nach ca. 5 Minuten Vollbrand, daran anschließend 10–15 Minuten max. Brandleistung, danach 5–10 Minuten Brandgeschehen mit abfallender Brandleistung

Prüfkörper:

Für die praktische Anwendung an der Fassade repräsentativer Aufbau des WDVS mit EPS-Dämmung, der den brandschutztechnisch kritischsten Fall („worst case“) darstellt und mit dem DIBt abgestimmt wird.

- Fassadenfläche
 - beginnend am Boden des Prüfraums bis zum oberen Abschluss des Prüfstands, d. h. über einen ca. 60 cm hohen Sockel und drei Geschosse, Fläche ca. 64 m² (9,8 x 6,5 m)
 - Ausführung des Sockels als Spritzwasserbereich bis ca. 60 cm Höhe, darüber WDVS
- Spritzwasserbereich mit rückspringender Perimeterdämmung (24 cm EPS oder XPS, PVC-Profilabdeckung)
 - WDVS
 - Befestigung: Kleber mit höchstem Anteil organischer Bestandteile, größte Dicke, keine Dübel
 - Dämmstoff: EPS in größter Dicke und Dichte
 - armiertes Putzsystem: geringste Dicke (0,4 cm), höchster organischer Anteil
 - Brandschutzmaßnahmen
 - drei horizontale Brandriegel (Unterkanten in 90 cm, 3,8 m und 9,6 m Höhe)
 - vollflächig mit mineralisch gebundenem Kleber verklebt
 - verdübelt, Schaftdübel (Kunststoff) mit Stahlspreizelement; Dübelabstand max. 45 cm, max. Randabstand 20 cm
 - Panzereckwinkel in der Innenecke (280 g/m²) über drei Etagen

C.2.2 Versuchsbeispiel

Im Folgenden werden die Ergebnisse eines ergänzenden Brandversuchs aufgezeigt, um die Eignung einer Verdübelung der Brandriegel unter dem Gewebe nachzuweisen.

Aufbau des Prüfkörpers:

Das WDVS hatte eine 30 cm dicke EPS-Dämmung (Dichte 25 kg/m³), die mit PU-Klebeschäum befestigt war. Das hochvergütete, dispersionsgebundene Putzsystem hatte eine Dicke von 0,4 cm. Die Brandriegel bestanden aus Mineralwolle-Lamelle. Alle anderen Details entsprachen den oben genannten.

Versuchsergebnisse:

Das Prüffeuer wurde auf Wunsch des Auftraggebers erst in der 30. Minute abgelöscht.

- Putzschicht
 - blieb oberhalb des Sockels geschlossen
- EPS-Dämmung
 - verbrannte unterhalb des 1. Brandriegels (90 cm, Flammeneintritt über PVC-Profil)
 - pyrolysierte (zersetzte sich, ohne zu entzünden) unterhalb des 2. Brandriegels (Decke EG, Temperaturen < 400 °C)
 - schmolz teilweise (Temperaturen < 300 bzw. 200 °C) unterhalb des 3. Brandriegels
- Brandriegel
 - blieben in ihrer Form erhalten und erfüllten ihre Funktion

Das untersuchte Fassadensystem verhielt sich unter der Beanspruchung eines „Sockelbrandszenarios“ einer schwerentflammaren Fassadenbekleidung entsprechend. Die Versuchsergebnisse flossen direkt in das Zulassungsverfahren ein.



Bild 21: Versuchsaufbau Dämmbereich mit Brandriegeln



Bild 22: Versuchsaufbau mit WDVS verputzt

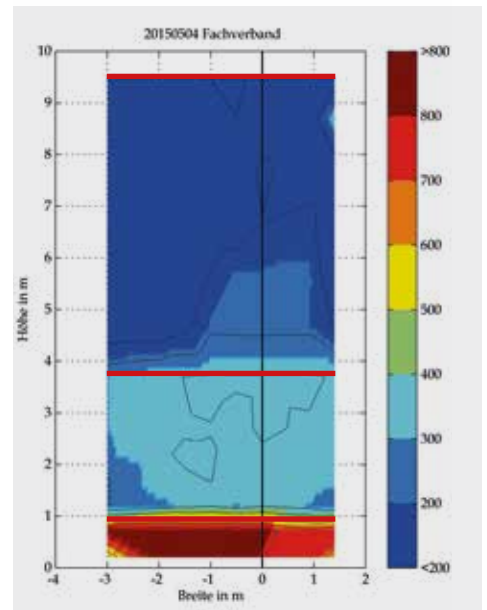


Bild 23: Versuchsergebnisse
links: 30. Minute (25 + 5), Mitte: Dämmbereich (Putzsystem entfernt), rechts: Maximaltemperaturen während des Versuches in der Dämmung

C.2.3 Sockelbrandszenario an einem nichtbrennbaren WDVS (z. B. Brandwand) mit brennbarer Sockeldämmung im Spritzwasserbereich, „schräges“ Gelände/Dach

An Spritzwasserbereiche werden durch den Eintrag von Feuchte besondere bauphysikalische Anforderungen gestellt, die auch für nichtbrennbare WDVS relevant sind und die durch die Verwendung brennbarer Dämmstoffe (z. B. EPS hoher Dichte, 30 kg/m^3) anstelle der nichtbrennbaren Dämmstoffe und durch teilweise zusätzliche Beschichtungen mit hohem

organischem Anteil erfüllt werden können (vgl. Abschnitt 4.4.2). Die brandschutztechnische Unbedenklichkeit dieser streifenförmigen Ausbildung gilt in der Praxis am Bau einvernehmlich zwischen den am Bau Beteiligten einschließlich der Genehmigungsbehörden und der Feuerwehren als gegeben. Belastbare experimentelle Untersuchungen sind bereits durch den Fachverband WDVS durchgeführt worden. Ziel des VDPM war es, die gewonnenen Erkenntnisse mit dem nachstehend erläuterten Brandversuch im originalmaßstäblichen Aufbau unter Prüfbedingungen in enger Anlehnung an die Prüfnorm DIN 4102-24:2022-12 zu bestätigen.

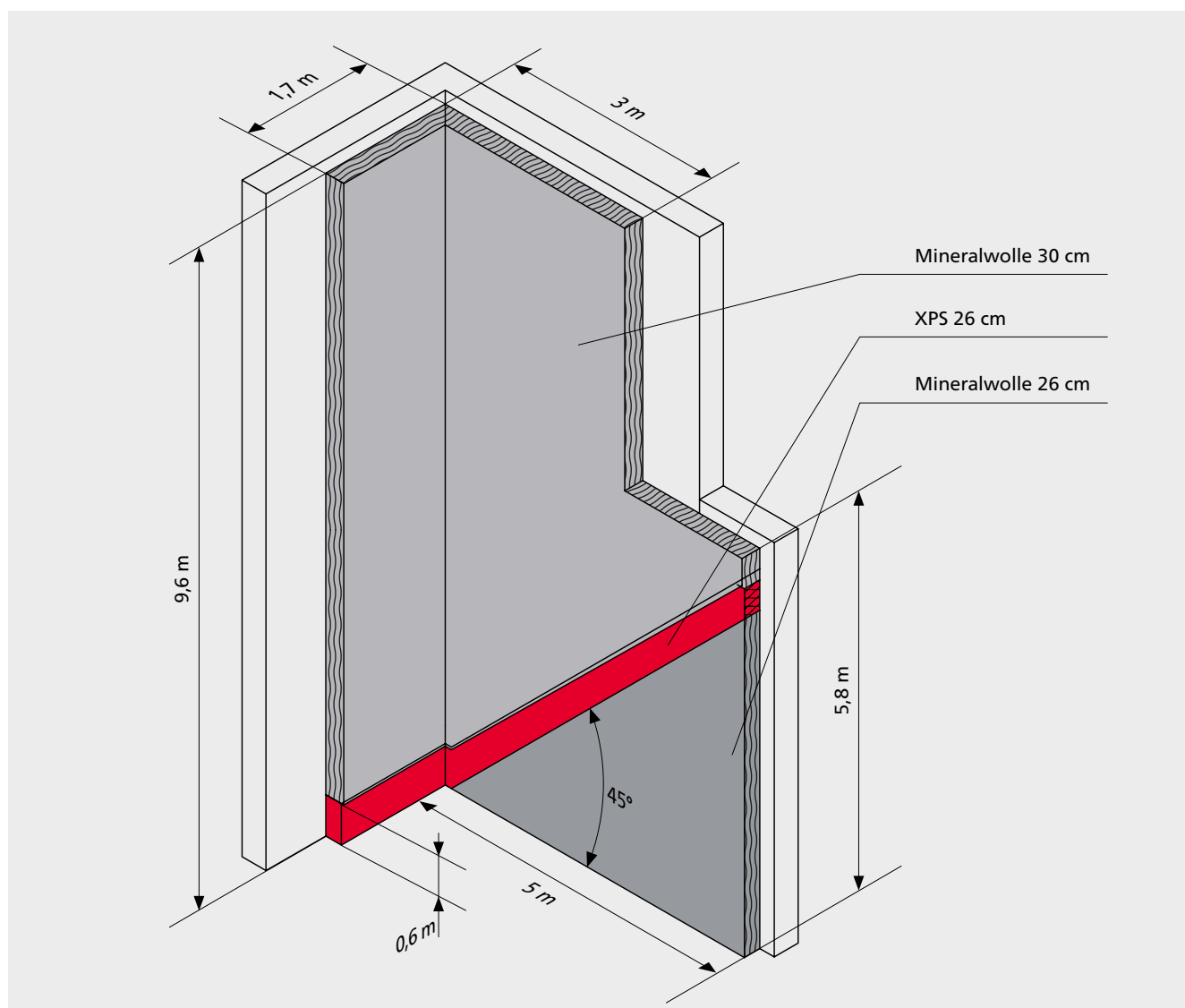


Abbildung 65: Versuchsaufbau für Sockelbrand mit diagonal verlaufendem Spritzwasserbereich

Brandszenario

Brand einer lokalen Brandlast am Geländeanschluss von Gebäuden, entsprechend des benannten Bemessungsbrandes nach Abschnitt 1.2 nachgestellt durch ein Prüffeuerelement gemäß DIN 4102-24

Versuchsstand

- ebene, rechtwinklig zueinander angeordnete Eck- und Rückwand (kurzer und langer Schenkel), massiv mineralisch
- Länge Eckwand: 3 m mit 9,8 m Höhe
- Länge Rückwand: 5,5 m (4,25 m mit 9,8 m Höhe und 1,25 m mit 6 m Höhe)
- in geschlossenem Raum; witterungsgeschützt mit Zuluftöffnung und Rauchgasabführung



Bild 24: Untergrund vor Aufbau des Versuchskörpers

Brandlast und Beanspruchungsdauer

- Prüffeuerelement vor dem Spritzwasserbereich
- mögliche Brennstrecke seitlich des Prüffeuerelements: links 50 cm, rechts 3,8 m
- Prüffeuerelement: wie oben benannt
 - Normholzkrippe gem. DIN 4102-24 mit 200 kg gehobeltem Fichtenholz (*Picea abies*) und 4 x 400 ml Isopropanol als Zündhilfe in Wannen (wie oben benannt)
 - Grundfläche 1,1 x 1,1 m, Höhe 72 cm
 - Höhe über Gelände 1,5 m (fahrbarer Unterbau)
- Abstand zur Fassade 10 cm
- Beflammungszeit 25 Minuten
- Beobachtungszeit 21 Stunden, 49 Minuten
- Versuchsdauer (gesamt) 22 Stunden, 19 Minuten



Bild 25: Brandsatz (Holzkrippe)

Brandlastanordnung

- Anordnung des Prüffeuerelements am Fassadenfuß in Ecke des Prüfkörpers
- mögliche Brennstrecke seitlich des Prüffeuerelements:
 - kurzer Schenkel (Eckwand): 50 cm
 - langer Schenkel (Rückwand): 3,8 m
- keine geschossübergreifende Brandausbreitung
- Brandausbreitung im Spritzwasserbereich

Versuchsansatz

Kurzer Schenkel

- Ausführung eines horizontal verlaufenden Spritzwasserbereichs
- Länge 1,7 m; Höhe über Gelände 9,6 m
- keine Trennung zwischen den Spritzwasserbereichen der beiden Schenkel, Dämmung durchlaufend

Langer Schenkel

- Ausführung eines diagonal verlaufenden Spritzwasserbereichs
- vom Geländeanschluss bis 42 cm unterhalb Prüfkörperoberkante in einem Winkel von 45°
- in linker Ecke des Prüfkörperschenkels beginnend auf Bodenniveau mit einem horizontalen Verlauf in einer Länge von 10 cm, daran anschließend diagonale Ausführung im Winkel von 45°
- Länge ca. 4,78 m (UK / OK); Höhe zwischen den parallelen Begrenzungen 60 cm

Aufbau des Prüfkörpers

Wahl einer praxisüblichen Sockelausbildung und eines WDVS mit nichtbrennbarer Dämmung, das den brandschutztechnisch kritischsten Fall repräsentiert

- Spritzwasserbereich
Ausbildung eines Spritzwasserbereichs mit XPS-Dämmung in 60 cm Höhe, oberhalb ein WDVS mit nichtbrennbarer Mineralwolle – unten abgeschlossen mit einem PVC-Sockelprofil, Rücksprung des Sockels um ca. 4 cm; unterhalb angrenzend an Spritzwasserbereich WDVS mit nichtbrennbarer Mineralwolle
 - Befestigung: vollflächige Verklebung mit hochvergüteter, dispersionsgebundener Spachtelmasse, keine Dübel
 - XPS nach DIN EN 13164: rd. 35 kg/m³, Dicke 26 cm
 - Putzsystem: organisch gebundener Unterputz (0,2 cm) und organisch gebundener Oberputz (0,2 cm), Putzsystem zugelassen in nichtbrennbaren WDVS, Gesamtdicke 0,4 cm, zzgl. einfacher Sockelanstrich mit hochvergüteter, dispersionsgebundener Spachtelmasse
- Anstrich: einfacher Anstrich mit einer hochvergüteten Fassadenfarbe (weiß)
- WDVS oberhalb des Spritzwasserbereichs
 - Befestigung: Verklebung mit mineralischem Klebe- und Armierungsmörtel
 - Mineralwolle nach EN 13162: Steinwolle-Putzträgerplatte
 - ca. 105 kg/m³, Dicke 30 cm (einlagig)
 - Putzsystem: organisch gebundener Unterputz (0,2 cm) und organisch gebundener Oberputz (0,6 cm), Putzsystem zugelassen in schwerentflammaren WDVS, Gesamtdicke 0,8 cm
 - Anstrich: einfacher Anstrich mit einer hochvergüteten Fassadenfarbe (weiß)
- WDVS unterhalb des Spritzwasserbereichs
 - Befestigung: Verklebung mit mineralischem Klebe- und Armierungsmörtel
 - Mineralwolle nach EN 13162: Steinwolle-Putzträgerplatte
 - ca. 105 kg/m³, Dicke 26 cm (einlagig)
 - Putzsystem: organisch gebundener Unterputz (0,2 cm) und dispersionsgebundener Oberputz (0,6 cm), Putzsystem zugelassen in schwerentflammaren WDVS, Gesamtdicke 0,8 cm
 - Anstrich: einfacher Anstrich mit einer hochvergüteten Fassadenfarbe (weiß)
- Brandschutzmaßnahmen: keine



Bild 26: Versuchsaufbau unverputzt



Bild 27: Versuchsaufbau verputzt

Versuchsergebnis



Bild 28: Brandentwicklung während des Versuchs



Bild 29: Brandschädigung (mit Putzsystem / nach Entfernung des Putzsystems)

- **kurzer Schenkel:**
thermische Veränderung des Sockelprofils (PVC) und der streifenweisen XPS-Dämmung nach links mit 1,7 m (Rand des Versuchsstands), davon nahezu vollständig geschmolzen ca. 1,2 m
- **langer Schenkel:**
keine signifikante Brandausbreitung nach oben über den Bereich des Prüffeuers hinaus; beobachtete thermische Veränderung der XPS-Dämmung in horizontaler (diagonaler) Ausbreitung von ca. 2,8 m, davon nahezu vollständig geschmolzen ca. 1,4 m, kein fortschreitendes seitliches Brennen der XPS-Dämmung, selbstverlöschend nach 25 Minuten
- keine signifikante Flammenverlängerung des Prüffeuers durch lokales Mitbrennen der streifenweisen Dämmung



Bild 30: Brandschädigung im Spritzwasserbereich (nach Entfernung des Putzsystems)

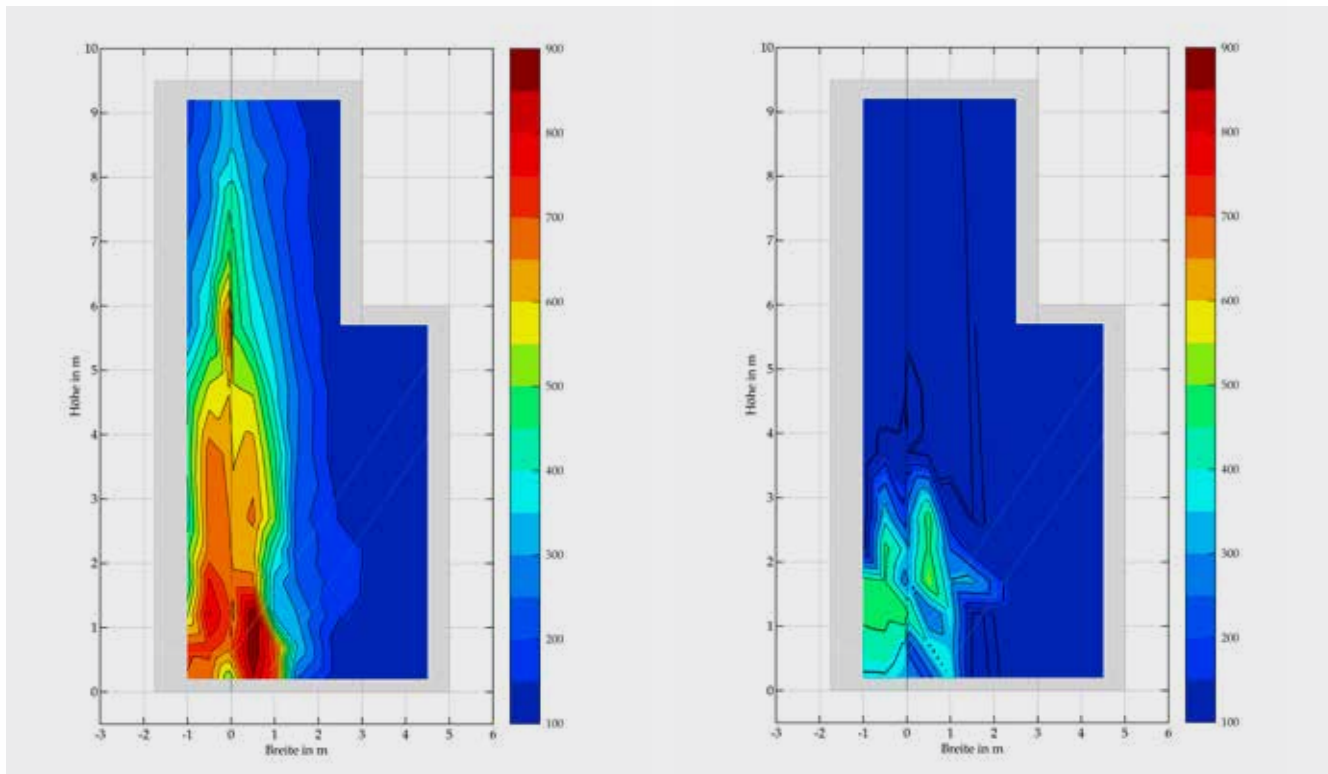


Bild 31: Maximaltemperaturen während des Versuches
links: an der Oberfläche des Prüfkörpers, rechts: in der Dämmung

Beschreibung der thermischen Beanspruchung und der Flammenhöhe

Die thermische Beanspruchung der Fassade entspricht in ihrer Energieabgabe der des Sockelbrandszenarios. Aufgrund eines hohen organischen Anteils im Putzsystem waren zeitweise intermittierende Flammen bis zu einer Höhe von max. 8,5 m zu beobachten. Die Höhe der Kernflamme lag bei max. 5,5 m.

Brandschutztechnische Wertung

Der „klassische“ Gebäudesockel bzw. eine vergleichbare bauliche Situation horizontal an die Fassade angrenzender Horizontalflächen war nicht Bestandteil des zur Prüfung gekommenen Worst-Case-Szenarios. Bei dieser Ausführung wird von einem unbedenklichen Verlauf des Brandgeschehens im Sinne der Schutzzielerfüllung ausgegangen.

Im Brandversuch sollte geklärt werden, ob es zu einer Brandweiterleitung über ein horizontal oder diagonal verlaufenden brennbaren Spritzwasserbereich, wie z. B. an Gebäuden in Hanglage oder bei angrenzenden Steildächern, kommen kann.

Eine nichtbrennbare Fassadenbekleidung soll bei Vollbrandbeanspruchung keinen oder einen nur sehr geringen Beitrag zum Brandgeschehen leisten. Eine Brandausbreitung findet nicht statt oder ist lokal erheblich begrenzt, ebenso ist die Menge der austretenden Gase und die Rauchentwicklung deutlich limitiert. Diese Forderungen lassen sich inhaltlich auch auf den das Gesamtsystem an Gebäudeaußenwand inkl. dem lokalen Einsatz brennbarer Dämmstoffe im ansonsten nichtbrennbaren WDVS übertragen. In der betrachteten Bemessungsbrandsituation, dem vollständigen Abbrand einer lokalen Referenzbrandlast mit einer Energieabgabe von ca. 3 MW, sind die Bedingungen einer hinreichend intensiven thermischen Beanspruchung zweifelsfrei erfüllt.

Die Brandausbreitung der XPS-Dämmung im Spritzwasserbereich blieb unter diesen Bedingungen sehr gering, war nicht fortschreitend, der Brand verlösch von selbst. Die bauaufsichtlichen Anforderungen an ein nichtbrennbares Fassadensystem werden damit auch bei Ausführung einer max. 60 cm hohen Dämmung aus polymeren Hartschaumdämmstoffen im Sockelbereich von nichtbrennbaren WDVS, z. B. an einer Brandwand, inhaltlich erfüllt.

Die schräge Führung des Sockels, d. h. die „Aufrichtung“ aus der Horizontalen in die Vertikale, führt zu einer Schädigungszone, die über den Bereich der direkten Feuereinwirkung hinausgeht. Insgesamt kommt es jedoch nicht zu einem fortschreitenden Weiterbrennen und damit auch nicht zu einer Brandübertragung in Bereiche, die in größerer Entfernung zur Brandausbruchsstelle liegen.

Das Schutzziel an der Gebäudeaußenwand wird durch den lokalen streifenförmigen Einsatz brennbarer Dämmstoffe, im vorgenannten Untersuchungsgegenstand und Anwendungsbereich, nicht negativ beeinträchtigt und daraus folgend erfüllt.

C.3 WDVS mit EPS und Vandalismus

Zur Bewertung von Vandalismus im Zusammenhang mit EPS-WDVS während ihrer Errichtung (Bauphase) sowohl im Anlieferungszustand (Lagergut), aber auch an der Außenwand als Bestandteil eines WDVS verklebt und nicht verputzt, beauftragte der Industrieverband Hartschaum (IVH) eine zugelassene Prüfungsanstalt mit originalmaßstäblichen Brandversuchen mit realen Zündinitialen. Als Dämmstoff wurde EPS nach DIN EN 13163 und Qualitätsrichtlinie Expandierter Polystyrol-Hartschaum (EPS) in unterschiedlicher Dichte (Lagergut 10, 20 und 30 kg/m³, auch EPS für andere Anwendungen; WDVS 18 kg/m³) verwendet.



Bild 32: Zündquellen

Im Weiteren wurden Untersuchungen zu Vandalismus-Attacken auf gebrauchsfertige EPS-WDVS durchgeführt.

Auszugsweise werden im Folgenden einzelne Versuchsergebnisse aus beiden Programmen dargestellt.

Als Zündquellen dienten:

- Molotowcocktails (Brandflaschen)
- Dachdecker-Gasbrenner (80 kW)
- verschüttetes Benzin (1,5 l)
- handelsübliche Leuchtraketen, Silvesterraketen, bengalische Feuer („Bengalos“)
- Zigaretten, Knüllpapier, Haarspray
- Leuchtschmuckmunition

C.3.1 EPS-Dämmung verklebt, aber unverputzt

Auf einer massiven Wand wurde 50 cm über dem Boden EPS-Dämmung nach Qualitätsrichtlinie (graphitangereicht, 18 kg/m³ WLG 032, Dicke 20 cm) mit einem mineralisch gebundenen Kleber befestigt (teilappliziertes WDVS). Die Fläche war 2 m breit und 4 m hoch. Ein Versuchsaufbau wurde immer mehrfach für unterschiedliche Zündinitialen genutzt und weist somit meist eine gewisse „Vorschädigung“ auf.

Trotz einer Brennzeit der Zündquelle von ca. 4 Minuten und sehr hoher Temperaturentwicklung kam es zu keiner Entzündung des EPS. Das „Bengalo“ erzeugte einen „Schmelzkanal“, in dem es sich nach unten bewegte und nach Ende der Brennzeit im EPS verlosch (vgl. Bild 34, rechts).

Zusammenfassung:

Bei direkter Beflammung mit den untersuchten Zündquellen (vgl. Bilder 34 und 35), die im Montagezustand eines WDVS auf Baustellen denkbar sind, entzieht sich die EPS-Dämmung nach DIN EN 13163 schrumpfend und schmelzend der Zündflamme, brennt teilweise lokal zeitlich begrenzt, ohne sich jedoch dauerhaft selbst zu entzünden oder weiter zu brennen.

Die bisherigen Versuche haben gezeigt, dass für WDVS zugelassene EPS-Dämmstoffe nach DIN EN 13163 nicht fahrlässig oder versehentlich entzündet werden können. Es bedarf für ein eigenständiges Weiterbrennen vielmehr einer intensiven, länger

andauernden Beflammung. Eine derartige thermische Beanspruchung entsteht erst durch gezielte Brandstiftung oder als Folge einer Zündkette, bei der sich gelagerte Brandlasten sukzessive mit zunehmender Intensität entzünden.



Bild 33: EPS-Dämmung als „Startrampe“ einer Silvesterrakete, Brenndauer 10 s; keine Entflammung, nur oberflächige Schmelzprozesse



Bild 34: „Bengalo“ (Brennzeit 4 Minuten) brennend in EPS-Dämmung gesteckt

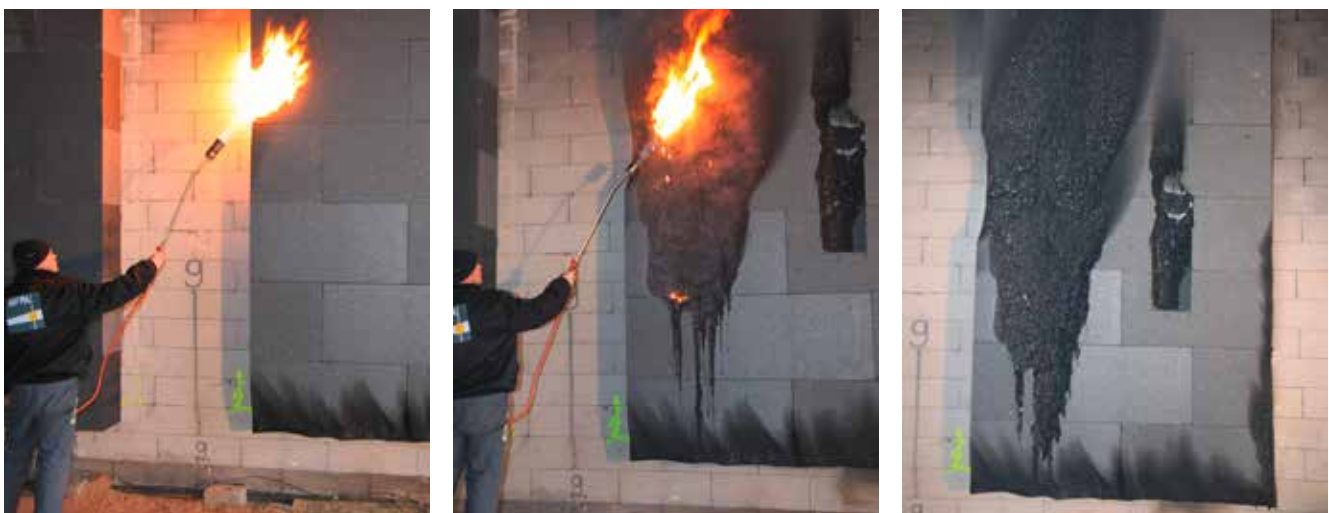


Bild 35: Beflammung mit Dachdecker-Gasbrenner, ca. 90 Sekunden; kein Weiterbrennen nach Wegnahme der Flamme

C.3.2 WDVS im Gebrauchszustand

Leuchtraketen, Silvesterraketen oder Leuchtspermunition aus Schreckschusspistolen prallen in der Regel von der Putzschicht ab und durchdringen diese nicht („Tennisschlägereffekt“ durch die „weiche“ Dämmung und das Armierungsgewebe).

Ein Zerbrechen von „Brandflaschen“ („Molotowcocktails“) ist beim Wurf auf ein WDVS kaum möglich. Eine Zerstörung beim Fallen der Flasche auf „harten“ Untergrund vor einem WDVS mit

Entflammung des Inhalts vor der Wand führt nur zur kurzzeitigen thermischen Beanspruchung des WDVS, nicht jedoch zu dessen Entflammung.

Selbst flächig auf ein EPS-WDVS geschüttete Brandbeschleuniger üblicher Art (geprüft 2 l Benzin auf 3 m² Wandfläche) verbrennen nach kürzester Zeit auf der Putzoberfläche, ohne das WDVS zu entflammen.

Das Putzsystem eines WDVS (geprüft 0,5 cm dickes Dispersionsputzsystem) bietet einen robusten Schutz gegen bisher bekannte Vandalismusattacken.



Bild 36: Brandbeschleuniger (2 l Benzin) flächig auf EPS-WDVS geschüttet

Anhang D

Literatur- und Normenverzeichnis

Weiterführende Literatur

Bauministerkonferenz

- Musterbauordnung (MBO)
- Muster-Garagenverordnung (M-GarVO)
- Muster-Hochhaus-Richtlinie (MHHR)
- Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise (MHolzBauRL)
- Krankenhausbauverordnung (KhBauVO)
- Muster-Schulbau-Richtlinie (MSchulbauR)
- Muster-Verkaufsstättenverordnung (MVKVO)
- Muster-Versammlungstättenverordnung (MVStättVO)
- Empfehlungen zur Sicherstellung der Schutzwirkung von Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) aus Polystyrol

Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)

Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB)

Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)

Konstruktive Ausbildung von Maßnahmen zur Verbesserung des Brandverhaltens von als „schwerentflammbar“ einzustufenden Wärmedämmverbundsystemen mit EPS-Dämmstoff

Bauministerkonferenz der Länder (ARGEBAU)

Brandverhalten von Wärmedämm-Verbundsystemen mit Polystyrol-Dämmstoff. Untersuchung des Brandverhaltens von WDVS bei Brandbeanspruchung im Sockelbereich. Abschlussbericht der PG „Brandverhalten von WDVS“ in der Bauministerkonferenz der Länder; Fraunhofer IRB Verlag

Verband für Dämmsysteme, Putz und Mörtel e. V.

Qualitätsrichtlinien für Dämmstoffe zur Verwendung in Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS) aus expandiertem Polystyrol-Hartschaum (EPS)

Relevante Normen

DIN 4102-1 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

DIN 4102-20 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 20: Ergänzender Nachweis für die Beurteilung des Brandverhaltens von Außenwandbekleidungen

DIN 4102-24 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 24: Prüfung des Brandverhaltens von Außenwandbekleidungen unter Berücksichtigung des Sockelbrandszenarios

DIN EN 13501-1 Klassifizierung des Brandverhaltens von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten; Deutsche Fassung EN 13501

Anhang E

Abkürzungen

abZ	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
aBG	Allgemeine Bauartgenehmigung
ARGEBAU	Arbeitsgemeinschaft Bau (Arbeitsgemeinschaft der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der 16 Länder der Bundesrepublik Deutschland)
BR	Brandriegel
CG	Schaumglas nach DIN EN 13167
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
DIN	Deutsche Industrienorm
EG	Erdgeschoss
EN	Europäische Norm
EPS	Expandiertes Polystyrol nach DIN EN 13163
ETA	Europäische Technische Bewertung
GK	Gebäudeklasse nach Musterbauordnung
GEG	Gebäudeenergiegesetz
HWL	Holzwohle-Leichtbauplatte nach DIN EN 13168
LBO	Landesbauordnung
MBO	Musterbauordnung
MVV TB	Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen
MW	Mineralwolle nach DIN EN 13162
OG	Obergeschoss
OK	Oberkante
PF	Phenolharz-Hartschaum nach DIN EN 13166
PUR/PIR	Polyurethan-/Polyisocyanurat-Hartschaum nach DIN EN 13165
PVC	Polyvinylchlorid
ÜG	Über Gelände
ÜK	Über Kante
ÜSt	Über Sturz
UK	Unterkante
USt	Unter Sturz
WDVS	Wärmedämm-Verbundsystem
WLG	Wärmeleitgruppe
WF	Holzfaser-Dämmstoff nach DIN EN 13171
XPS	Extrudierter Polystyrolschaum nach DIN EN 13165

HERAUSGEBER:



Verband für Dämmsysteme, Putz und Mörtel e. V.
Reinhardtstraße 14 ■ 10117 Berlin
www.vdpm.info

DER INHALT WIRD MITGETRAGEN VON:



**BUNDESVERBAND
AUSBAU UND FASSADE**
im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes

Bundesverband Ausbau und Fassade
Kronenstraße 55-58 ■ 10117 Berlin
www.stuckateur.de



**Bundesverband
Farbe Gestaltung
Bautenschutz**

Bundesverband Farbe Gestaltung Bautenschutz
Solmsstraße 4 ■ 60486 Frankfurt
www.farbe.de



Fachverband der Stuckateure im
BRANCHENZENTRUM
AUSBAU UND FASSADE

Fachverband der Stuckateure für Ausbau und Fassade Baden-Württemberg
Siemensstraße 6-8 ■ 71277 Rutesheim
www.stuck-verband.de



Industrieverband Hartschaum e. V.
Friedrichstraße 95 ■ 10117 Berlin
www.ivh.de

Stand: April 2024
(5. Ausgabe)

Herausgeber:
Verband für Dämmsysteme, Putz und Mörtel e.V.

Alle Angaben erfolgen nach bestem Wissen
und Gewissen, jedoch ohne Gewähr.

Die Bilder wurden von unseren Mitglieds-
unternehmen zur Verfügung gestellt und
sind urheberrechtlich geschützt.