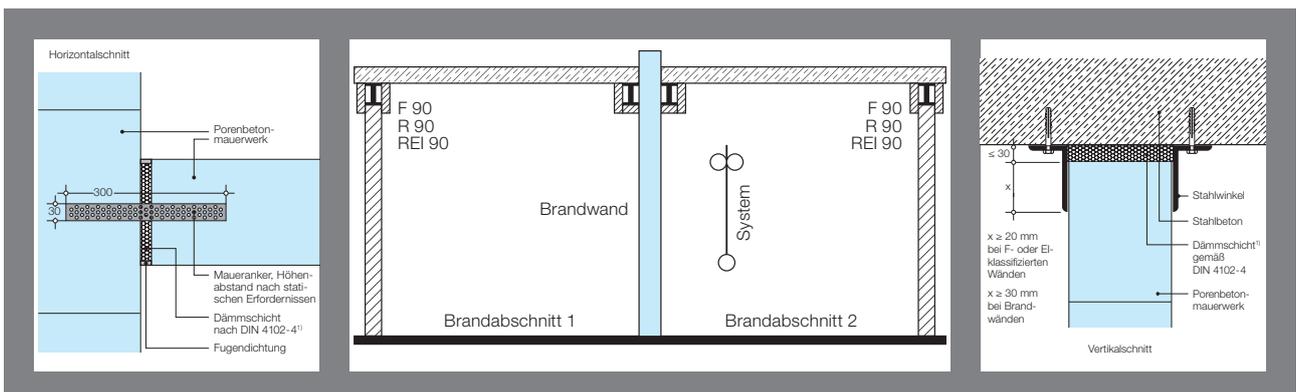
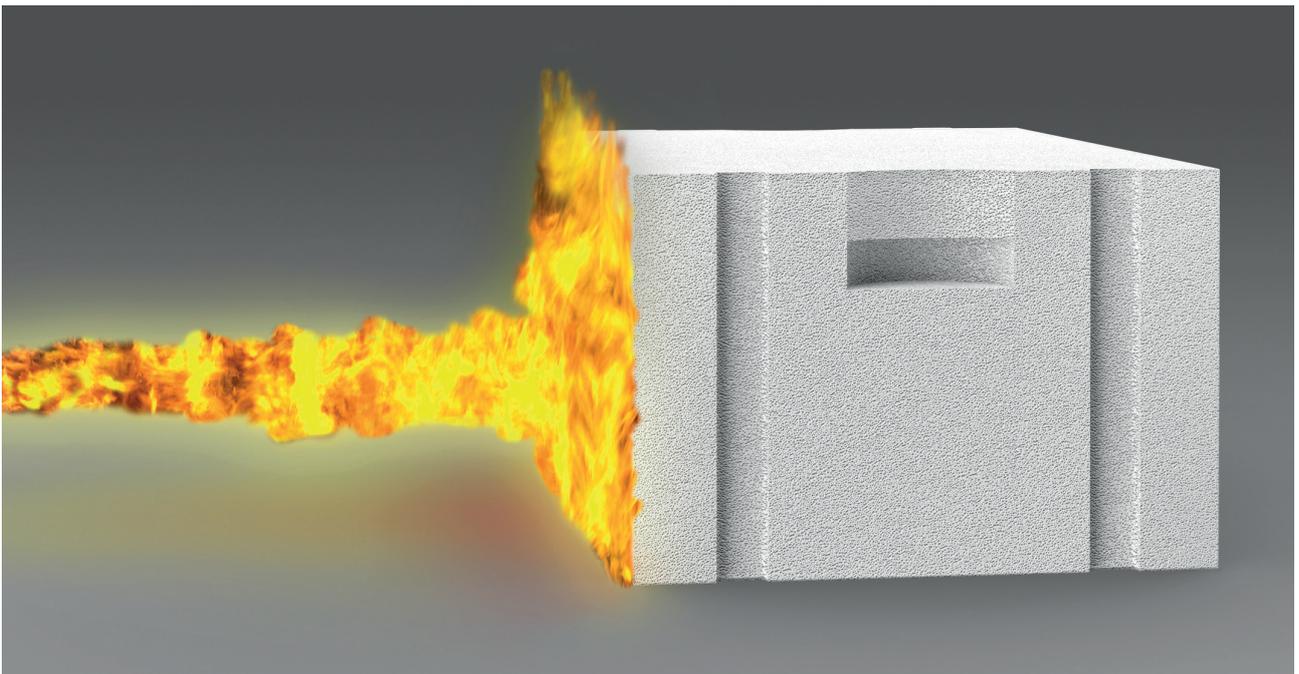


PORENBETON

BERICHT 25

Brandschutz mit Porenbeton



PORENBETON BERICHT 25

Brandschutz mit Porenbeton

1. Auflage

Impressum

Herausgeber

Bundesverband Porenbetonindustrie e.V. · Kochstr. 6–7 · 10969 Berlin
Telefon 030 / 25 92 82 14 · www.bv-porenbeton.de

Verfasser/Redaktion

Bundesverband Porenbetonindustrie e.V., Berlin: Dipl.-Ing. Georg Flassenberg, Petra Lieback

Gestaltung

Gräf und Team, München

Cover: Bundesverband Porenbetonindustrie e.V., Berlin

Druck

AC medienhaus GmbH, Wiesbaden

Der Inhalt dieses Berichtes wurde nach bestem Wissen entsprechend dem neuesten Stand der Technik zum Zeitpunkt der Drucklegung erarbeitet. Da die Verwendung von Produkten und Bauteilen aus Porenbeton den einschlägigen DIN-Vorschriften bzw. Zulassungsbescheiden unterliegt und diese Änderungen unterworfen sind, bleiben die Angaben ohne Gewähr, Irrtümer oder Änderungen sind vorbehalten.

PORENBETON BERICHT 25

1. Auflage (Januar 2020)

© Bundesverband Porenbetonindustrie e.V.

Veröffentlichungen, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers

Inhalt

1	Brandschutztechnische Materialeigenschaften von Porenbeton	7
1.1	Einführung.....	7
1.2	Physikalische Eigenschaften von Porenbeton bei Raumtemperatur.....	8
1.3	Physikalische Eigenschaften von Porenbeton bei hohen Temperaturen.....	10
2	Brandschutzanforderungen nach Musterbauordnung, Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen und Muster-Richtlinien	19
2.1	Allgemeines.....	19
2.2	Anforderungen an den baulichen Brandschutz nach Musterbauordnung (MBO).....	19
2.3	Anforderungen an den baulichen Brandschutz nach Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB).....	24
2.4	Anforderungen an den baulichen Brandschutz nach Muster-Industriebau-Richtlinie (MIndBauRL)	29
3	Klassifizierte Wandbauteile aus Porenbetonmauerwerk	31
3.1	Allgemeines.....	31
3.2	Wandarten.....	31
3.3	Feuerwiderstandsklassen von Wänden aus Porenbetonmauerwerk	32
3.3.1	Grundlagen.....	32
3.3.2	Feuerwiderstandsklassen von nicht tragenden Wänden aus einschaligem Porenbetonmauerwerk	33
3.3.3	Feuerwiderstandsklassen von tragenden Wänden aus einschaligem Porenbetonmauerwerk	33
3.3.4	Zweischalige Außenwände aus Porenbetonmauerwerk mit Wärmedämmung und Vormauerschale.....	35
3.4	Brandwände.....	35
3.5	Brandschutztechnische Anschlüsse und Fugen	38

4	Feuerschutzabschlüsse in Porenbetonmauerwerk	45
4.1	Bauaufsichtliche Anforderungen an Feuerschutzabschlüsse.....	45
4.2	Feuerschutztüren und -tore in Porenbetonmauerwerk	45
4.2.1	Einbau von Feuerschutztüren in Porenbetonmauerwerk	46
5	Komplextrennwände.....	51
5.1	Versicherungstechnische Betrachtungen	51
5.2	Komplextrennwände aus Porenbetonmauerwerk	51
	Sachwortverzeichnis	55

Brandschutztechnische Materialeigenschaften von Porenbeton

1.1 Einführung

Porenbeton ist ein mineralischer, hoch wärmedämmender Massivbaustoff und gehört zur Gruppe der Leichtbetone. Seine Stärke ist sein Eigenschaftsprofil, das monolithische Wandkonstruktionen ermöglicht und gleichzeitig die Anforderungen an die Tragfähigkeit sowie den Wärme-, Brand-, Feuchte- und Schallschutz moderner Massivbauwerke im Wohn- und Wirtschaftsbaubereich erfüllt. Für den Bau von Einfamilienhäusern, Mehrfamilienhäusern sowie Gewerbe- und Bürobauten aus monolithischem Mauerwerk sind Vollsteine aus Porenbeton bestens geeignet.

Das Porenbeton-Bausystem umfasst Plansteine, Planelemente und Planbauplatten sowie unbewehrte oder bewehrte Ergänzungsprodukte wie Höhenausgleichssteine, Ecksteine, Deckenrandsteine, Flachstürze, Stürze und U-Schalen für die Erstellung von tragenden und nicht tragenden Wandbaukonstruktionen (Kellerwände, Außenwände, Innenwände, Trennwände, Brandwände etc.) und für Detailausbildungen. Die aufeinander abgestimmten Mauerwerksprodukte aus Porenbeton sind in allen anwendungsüblichen Steinformaten mit verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten von Festigkeitsklassen, Rohdichteklassen und Wärmeleitfähigkeiten verfügbar.

Zur europäischen Porenbetonsteinnorm EN 771-4 liegt die deutsche Fassung DIN EN 771-4: „Festlegungen für Mauersteine – Teil 4: Porenbetonsteine“ vor [1.1]. Nach dieser Norm hergestellte Bauprodukte aus Porenbeton, die aus EU-Mitgliedsstaaten gehandelt und in Verkehr gebracht werden, sind mit einem CE-Zeichen zu versehen, anhand dessen die Leistungskennwerte für Porenbetonprodukte erkennbar sind.

Um Steine, die nach europäischer Porenbetonsteinnorm hergestellt worden sind, in Deutschland anzuwenden, ist ergänzend die DIN 20000-404 „Regeln für die Verwendung von Porenbetonsteinen nach DIN EN 771-4“ [1.2] zu beachten. Diese Norm stellt das Bindeglied zwischen europäischer Norm und der national gültigen Bemessungsnorm Eurocode 6 (DIN EN 1996 und Nationale Anhänge) her. Darin enthalten sind Angaben zu Maßen, Rohdichte- und Steifigkeitsklassen, Bestimmungen für den Entwurf und die Bemessung sowie zur Zuordnung zu den national gültigen bauphysikalischen Normen.

Tab. 1.1 zeigt eine Übersicht der Regeln für die Eigenschaften von Mauerwerksprodukten aus Porenbeton, ergänzt um die Regeln für die Anwendung und Berechnung. Die Druckfestigkeits- und Rohdichteklassen sowie Wichten von Mauerwerk aus Porenbetonprodukten können Tab. 1.2 entnommen werden.

Produkt	Regeln für Mauerwerksprodukte aus Porenbeton		
	Eigenschaften	Anwendung	Berechnung
Planstein	DIN EN 771-4 [1.1] DIN 20000-404 [1.2]	DIN EN 1996 + NA [1.8], [1.9]	DIN EN 1996 + NA [1.8], [1.9] DIN EN 1991 + NA [1.10], [1.11] DIN 4149 [1.12]
Planelement	DIN EN 771-4 [1.1] DIN 20000-404 [1.2] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung [1.3]	DIN EN 1996 + NA [1.8], [1.9] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung [1.3]	DIN EN 1996 + NA [1.8], [1.9] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung [1.3] DIN EN 1991 + NA [1.10], [1.11] DIN 4149 [1.12]
Planbauplatte	DIN 4166 [1.6]	DIN EN 1996 + NA [1.8], [1.9]	DIN EN 1996 + NA [1.8], [1.9] DIN EN 1991 + NA [1.10], [1.11]
Flachsturz	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung [1.4]	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung [1.4]	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung [1.4] Typenstatik [1.5]
Sturz (tragend)	DIN EN 12602 [1.7]	DIN EN 12602 [1.7] DIN 4223-102 [1.14]	DIN EN 12602 [1.7] DIN 4223-101 [1.13]

Tab. 1.1: Regeln für die Eigenschaften, Anwendung und Berechnung von Mauerwerksprodukten aus Porenbeton

Tab. 1.2: Festigkeitsklassen, Rohdichteklassen und Wichten von anwendungsüblichen unbewehrten und bewehrten Mauerwerksprodukten aus Porenbeton

Mauerwerk aus unbewehrten Porenbetonprodukten			
Produkt	Festigkeitsklasse	Rohdichteklasse	Wichte ¹⁾ γ [kN/m ³]
Planstein/ Planelement	2	0,35	4,5
		0,40	5,0
		0,50	6,0
	4	0,50	6,0
		0,55	6,5
		0,60	7,0
	6	0,65	7,5
		0,70	8,0
8	0,80	9,0	
Planbauplatte	–	0,50	6,0
		0,55	6,5
		0,60	7,0
Mauerwerk aus bewehrten Porenbetonprodukten			
Produkt	Festigkeitsklasse	Rohdichteklasse	Wichte γ [kN/m ³]
Flachsturz/ Sturz (tragend)	4,5	0,55	6,7
		0,60	7,2

¹⁾ Die Werte schließen den Dünnbettmörtel und die übliche Feuchte ein.

1.2 Physikalische Eigenschaften von Porenbeton bei Raumtemperatur

Unter physikalischen Eigenschaften versteht man im Allgemeinen die mechanischen und thermischen Materialeigenschaften, wobei im Fall des Brandschutzes insbesondere auch die Hochtemperatureigenschaften des Materials für eine genauere Beurteilung, z. B. des Tragverhaltens bei einem Brand, von Bedeutung sind. In der Regel werden die Eigenschaften bei hohen Temperaturen auf den Vergleichswert bei 20 °C bezogen, so dass es zweckmäßig ist einige Referenzwerte bei Raumtemperatur anzugeben.

Die mittlere Steindruckfestigkeit und Steinzugfestigkeit von Porenbeton-Plansteinen in Abhängigkeit von der Steindruckfestigkeitsklasse kann Tab. 1.3, die charakteristische Druckfestigkeit von Einsteinmauerwerk aus Porenbetonsteinen Tab. 1.4 entnommen werden.

Für den E-Modul von Porenbeton gibt die DIN EN 1996-1-1/NA [1.9.1] einen Wertebereich für E_0 von 500 bis $650 \cdot f_k$ mit einem Rechenwert von $E_0 = 550 \cdot f_k$ an. Die Werte für die Feuchtedehnung ε_i und den Wärmeausdehnungskoeffizienten α_t können Tab. 1.5 entnommen werden.

Eine Übersicht zur Wärmeleitfähigkeit λ von Porenbetonprodukten enthält Tab. 1.6, wobei das Spektrum

Tab. 1.3: Rechnerische Steindruckfestigkeit f_{st} und Steinzugfestigkeit $f_{bt,cal}$ von Porenbeton-Plansteinen in Abhängigkeit von der mittleren Steindruckfestigkeit f_{st} gemäß DIN EN 1996-1-1/NA [1.9.1]

Steindruckfestigkeit und Steinzugfestigkeit von Porenbeton-Plansteinen		
Steindruckfestigkeitsklasse	Mittlere Steindruckfestigkeit f_{st} [N/mm ²]	Rechnerische Steinzugfestigkeit $f_{bt,cal}$ [N/mm ²]
2	2,5	0,16
4	5,0	0,29
6	7,5	0,39
8	10,0	0,49

Tab. 1.4: Charakteristische Druckfestigkeit f_k von Einsteinmauerwerk aus Porenbetonsteinen mit Dünnbettmörtel gemäß DIN EN 1996-3/NA [1.9.4]

Charakteristische Druckfestigkeit von Einsteinmauerwerk aus Porenbetonsteinen mit Dünnbettmörtel		
Produkt	Steindruckfestigkeitsklasse	Charakteristische Druckfestigkeit f_k [N/mm ²]
Planstein/ Planelement	2	1,8
	4	2,6 ¹⁾ / 3,0
	6	4,1
	8	5,1

¹⁾ Für die Steindruckfestigkeitsklasse-Rohdichteklasse-Kombination 4-0,5.

von $\lambda = 0,08 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ bis zu $\lambda = 0,25 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ reicht. Gemäß DIN 4108-4 [1.15] hat Mauerwerk aus Mauersteinen mit Höhen von mehr als 238 mm ohne Stoßfugenvermörtelung sowie mit Lagerfugen aus Dünnbettmörtel im Bereich von $\lambda = 0,08 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ bis

$\lambda = 0,18 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ die gleiche Wärmeleitfähigkeit wie der Mauerstein selbst, da bei einer mittleren Fugendicke von 2 mm die Wärmeleitfähigkeit des Dünnbettmörtels nur einen geringen rechnerischen Einfluss auf die Wärmeleitfähigkeit des Mauerwerks hat.

Wärme- und Feuchtedehnung von Porenbetonsteinen mit Dünnbettmörtel		
Kenngroße	Rechenwert	Wertebereich
Endwert der Feuchtedehnung ¹⁾ ϵ_f [mm/m]	-0,1	-0,2 bis +0,1
Wärmeausdehnungskoeffizient α_t [$10^{-6}/\text{K}$]	8	7 bis 9

¹⁾ Der Endwert der Feuchtedehnung ist bei Stauchung negativ und bei Dehnung positiv angegeben.

Tab 1.5: Kennwerte für die Wärme- und Feuchtedehnung von Porenbetonsteinen mit Dünnbettmörtel gemäß DIN EN 1996-1-1/NA [1.9.1]

Wärmeleitfähigkeit von Porenbetonprodukten mit Dünnbettmörtel					
Produkt	Festigkeitsklasse	Rohdichteklasse	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit λ_B [W/(m·K)]		
			Nach DIN 4108-4 [1.15]	Gemäß Herstellerangabe ¹⁾	
Planstein/ Planelement	2	0,35	-	0,08	
		0,40	0,11	0,09	
		0,50	0,13	0,10	
	4	0,50	0,16	0,13	0,14
				0,12	0,13
		0,55	0,18	0,13	0,14
				0,13	0,16
				0,14	0,16
	6	0,60	0,19	0,16	0,16
				0,16	0,18
		0,65	0,21	0,21	0,21
				0,18	0,21
		0,70	0,22	0,18	0,21
		0,75	0,24	-	-
0,80	0,25	0,21	0,21		
Planbauplatte	-	0,35	0,11	-	
		0,40	0,13	-	
		0,45	0,15	-	
		0,50	0,16	-	
		0,55	0,18	-	
		0,60	0,19	-	
		0,65	0,21	-	
		0,70	0,22	-	
		0,75	0,24	-	
Sturz (tragend)	4,4	0,55	0,16	0,14	
		0,60	0,18	0,16	
		0,65	0,19	0,18	
		0,70	0,20	0,18	
Flachsturz	4,5	0,55	-	0,14 ²⁾	
		0,60	-	0,16 ²⁾	
		0,65	-	0,18 ²⁾	
		0,70	-	0,21 ²⁾	

Tab. 1.6: Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit λ_B von Porenbetonprodukten

¹⁾ der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit ergibt sich aus dem CE-deklarierten $\lambda_{10, \text{dry, unit, 100\%}}$ -Wert und dem F_m -Wert zur Berücksichtigung des Einflusses des Feuchtegehaltes auf die Wärmeleitfähigkeit: $\lambda_B = \lambda_{\text{design, unit, 100\%}} = \lambda_{10, \text{dry, unit, 100\%}} \cdot F_m$

²⁾ gemäß allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung/allgemeiner Bauartgenehmigung

1.3 Physikalische Eigenschaften von Porenbeton bei hohen Temperaturen

Der optimale Brandschutz mit massivem Mauerwerk aus Porenbeton ist unbestritten. Aufgrund seiner mineralischen Zusammensetzung ist der Baustoff ohne brennbare Bestandteile gemäß DIN 4102-4 [1.16.2] der höchsten Baustoffklasse A1 „nicht brennbar“ zugeordnet. Im Brandfall entwickelt Porenbeton weder Rauch noch giftige oder entzündbare Gase und trägt nicht zur Brandausbreitung bei.

Unter dem Einfluss hoher Temperaturen verändern viele Baustoffe ihre Struktur und infolge dessen ihre Form. Wandkonstruktionen aus Porenbeton erfahren auf Grund ihres extrem geringen Wärmedurchgangs im Brandfall nur unwesentliche Formveränderungen und bleiben dementsprechend gas- und rauchdicht. Die Grundlage dafür liefern die physikalischen Eigenschaften von Porenbeton, die nachfolgend erläutert werden.

Porenbeton entsteht im Wesentlichen durch chemische Reaktionen aus reaktiven Calciumsilicaten (z. B. $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) und Wasser, wobei sich im Zuge des Abbindens Calciumhydroxid ($\text{Ca}[\text{OH}]_2$) und Calciumsilicathydrat (z. B. $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) bilden. Im Zuge der Autoklavierung bei einer Temperatur von 170 bis 200 °C reagiert das Calciumsilicathydrat mit fein gemahlener Quarzsand (SiO_2) zu Tobermorit ($5\text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), d. h. es entsteht ein deutlich wasserärmeres Calciumsilicathydrat, welches im Wesentlichen die Festigkeit des Porenbetons bestimmt und auch bei höheren Temperaturen vergleichsweise stabil ist. Erst bei 840 °C wandelt sich der Tobermorit in kristallwasserfreies β -Wollastonit ($\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$) um, was mit einem Volumenschwinden verbunden ist.

Wird Porenbeton stark erwärmt, so verliert er bei Temperaturen um 100 °C das physikalisch gebundene Porenwasser, welches in der Praxis 2 bis 4 Masseprozent beträgt. Dadurch tritt ein geringes Schwinden von < 0,2 mm/m auf. Ab 190 °C beginnt eine Kristallwasserabspaltung, wobei sich weitere Tobermoritkristalle bilden können, so dass die Festigkeit des Porenbetons nochmals ansteigt. Die Zunahme der Druckfestigkeit beträgt bei ca. 400 °C maximal 85 % bezogen auf die Referenzfestigkeit bei 20 °C. Porenbeton ist – soweit bekannt – der einzige mineralische Baustoff, welcher bei derartigen Temperatureinwirkungen diese enormen Festigkeitszuwächse aufweist. Bei ca. 700 °C erreicht Porenbeton gerade wieder seine Referenzfestigkeit bei 20 °C und erst danach verliert er deutlich an Festigkeit. Bei derart hohen Temperaturen sind alle bekannten Konstruktionsbaustoffe (Holz, Stahl oder Beton) entweder voll-

kommen zerstört (Holz) oder sie weisen nur noch geringe Zug- bzw. Druckfestigkeiten im Vergleich zu ihren charakteristischen Festigkeiten bei 20 °C auf.

Zu diesem Temperaturverhalten von Porenbeton wurden Festigkeitsuntersuchungen an der TU Wien durchgeführt [1.17], untersucht wurde Porenbeton der Festigkeitsklasse 2. Es wurden Prüfproben von $100 \times 100 \times 200 \text{ mm}^3$ verwendet, welche aus Plansteinen von $600 \times 250 \times 100 \text{ mm}^3$ herausgeschnitten wurden. Die Druckfestigkeiten wurden nach ÖNORM B3303 mit einer Prüfmaschine ZWICK Z250 der Prüfklasse 1 ermittelt. Die Versuche wurden parallel mit zwei Probegruppen durchgeführt, und zwar mit der Probegruppe Serie 1 aus raumgelagerten Plansteinen (gemessener Wassergehalt = 6,28 % nach 24 Stunden bei 105 °C) und mit der Probegruppe Serie 2, welche im Trockenschrank für 48 Stunden bei 105 °C getrocknet und dann geprüft wurde.

Die Versuche wurden in den Temperaturstufen [°C] 20, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1.000 durchgeführt. Es wurden jeweils 4 Proben mit 2 K/min aufgeheizt und 1 Stunde lang bei der zugehörigen Temperaturstufe konstant gehalten. Im Anschluss daran erfolgte eine langsame Abkühlung im Prüfofen. Vor und nach der Temperatureinwirkung wurden die Proben vermessen und gewogen.

Die Ergebnisse der Festigkeitsuntersuchungen zeigt die Abb. 1.1. Die Druckfestigkeit der Serie 1 steigt vom Ausgangswert bei 20 °C nahezu kontinuierlich an und erreicht bei 400 °C einen Maximalwert, der ca. 70 % über dem Ausgangswert liegt. Die Festigkeitszunahme kann auf das Trocknen der Proben, weitere Hydratumwandlungen und die eintretende „Verdichtung“ durch das Schwinden zurückgeführt werden. Bei 700 °C liegt die Festigkeit noch über dem Ausgangswert bei 20 °C, danach erfolgt jedoch ein rascher Abfall um 60 % bis 800 °C. Bei ca. 840 °C geht der gering wasserhaltige Tobermorit in das hydratwasserfreie β -Wollastonit über, was mit einer starken Volumenabnahme verbunden ist und eine weitere Festigkeitsabnahme von 20 % zwischen 840 °C und 1.000 °C hervorruft.

Bei den vorgetrockneten Proben der Serie 2 ist die Druckfestigkeit bei erhöhten Temperaturen zwischen 100 °C und ca. 600 °C etwas niedriger als bei der Serie 1. Bei 600 °C ist sie etwas geringer als die Ausgangsdruckfestigkeit bei 20 °C. Bei $T_{\text{max}} > 600 \text{ °C}$ kommt es zu geringen Rissbildungen, so dass die Festigkeit weiter abfällt, weil bei diesen Temperaturen ein Volumenschwinden stattfindet. Nach Abschluss der Wollastonitbildung kommt es wie bei der Serie 1 zu einem weiteren Festigkeitsverlust bis 1.000 °C.

Die Festigkeit von Porenbeton beträgt in beiden Fällen bei 1.000 °C nur noch ca. 10 % des Ausgangswertes

bei 20 °C, wobei ein deutlicher Festigkeitsverlust bei den feuchten Proben erst oberhalb 700 °C eintritt (siehe Abb. 1.1).

Die Wollastonitbildung ist wie zuvor ausgeführt mit einer Volumenabnahme verbunden, so dass an der Materialoberfläche Risse entstehen können. Diese oberflächennahen Risse sind bei längeren Branddauern (ca. > 75 min) im Normbrandversuch zu beobachten. Allerdings kann der mit Oberflächenrissen behaftete Porenbeton Temperaturen von > 900 °C

ohne Weiteres aushalten wie Brandversuche nach DIN 4102-2 [1.16.1] von 360 min Branddauer gezeigt haben. Wollastonit selbst ist ein äußerst temperaturbeständiges Material und wird z. B. für Isolierzwecke im Hochtemperaturbereich verwendet.

Der temperaturabhängige E-Modul von Porenbeton ist in Abb. 1.2 dargestellt. Es ist festzustellen, dass sowohl der Rest-E-Modul als auch der E-Modul bei erhöhten Temperaturen bis 200 °C zunehmen, wobei der Rest-E-Modul eine maximale Zunahme von

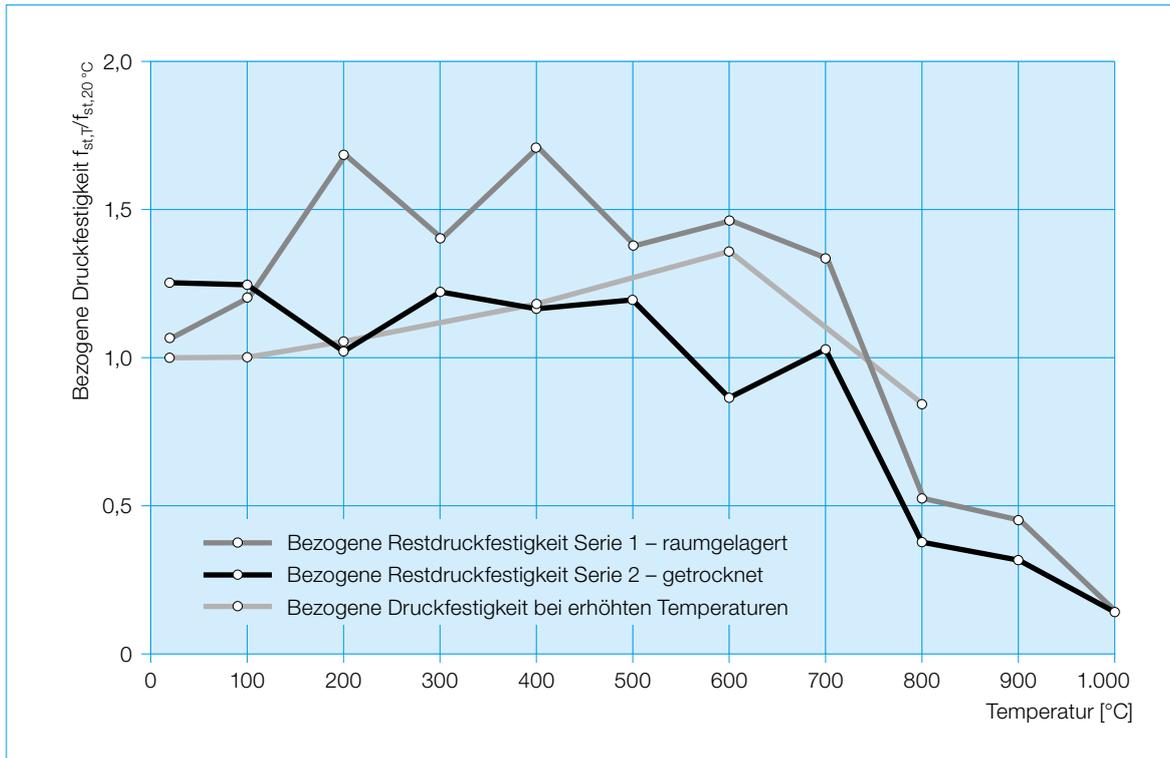


Abb. 1.1: Bezogene Druckfestigkeit von feuchten und vorge-trockneten Porenbetonproben nach der Temperatureinwirkung und im heißen Zustand [1.17, 1.18]

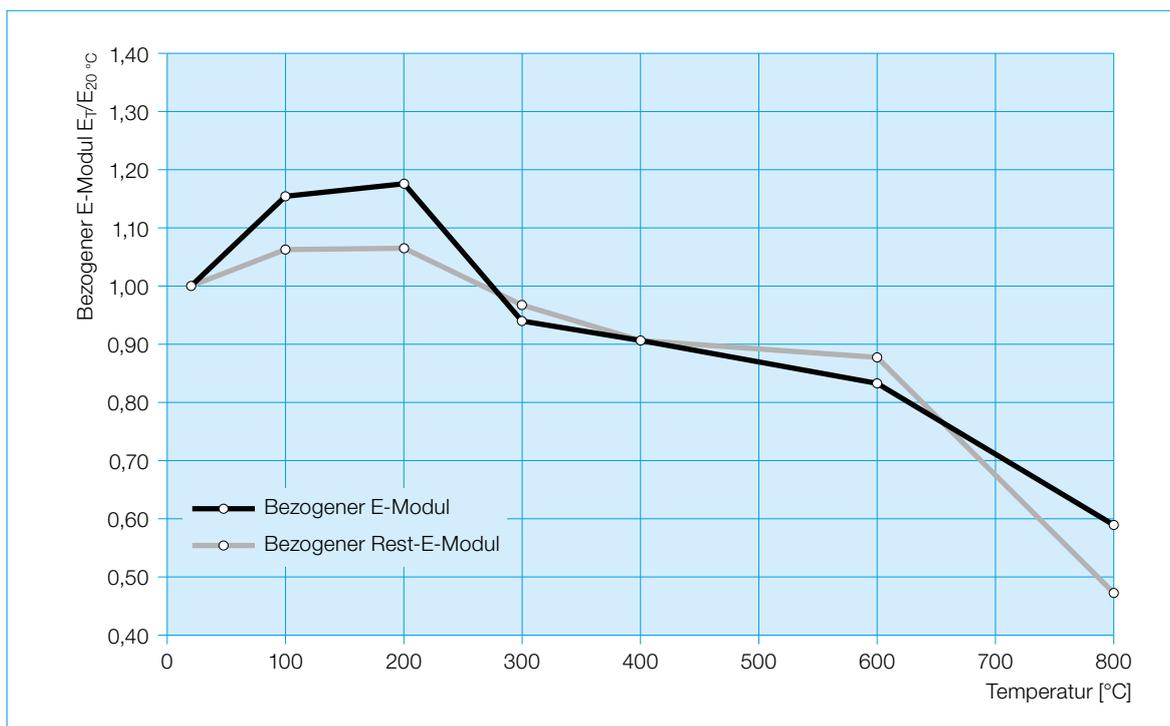


Abb. 1.2: Bezogener E-Modul von Porenbeton ($\rho = 500 \text{ kg/m}^3$) bei hohen Temperaturen und Rest-E-Modul nach Aufheizung und Abkühlung auf 20 °C [1.18]

ca. 17 % aufweist. Die Zunahme des E-Moduls bei 200 °C beträgt rund 7 %. Erst bei ca. 280 °C sind die Ausgangswerte (bei 20 °C) des E-Moduls und des Rest-E-Moduls wieder erreicht. Bei weiterer Aufheizung bis 600 °C erfolgt eine ständige leichte Abnahme sowohl des „heißen“ E-Moduls als auch des Rest-E-Moduls, wobei die Abnahme des Rest-E-Moduls geringfügig höher ausfällt. Zwischen 600 und 800 °C nehmen die E-Modulwerte stärker ab, wobei die Abnahme des Rest-E-Moduls auch hier etwas geringer ausfällt.

Zur thermischen Dehnung von Porenbeton bei hohen Temperaturen wurden ebenfalls Untersuchungen an der TU Wien [1.17] an Porenbeton der Rohdichte $\rho = 500 \text{ kg/m}^3$ durchgeführt, deren Ergebnisse in der Abb. 1.3 dargestellt und mit Ergebnissen von Untersuchungen der Universität Rostock an Porenbeton der Rohdichte $\rho = 600 \text{ kg/m}^3$ verglichen wurden. Der Feuchtegehalt der Proben betrug ca. 2 Masseprozent.

Entgegen dem üblichen Verhalten von Normalbeton und Ziegelsteinen zeigen die geprüften Porenbetone keinerlei thermische Ausdehnungen, sondern ein geringes Schwinden bis 700 °C und danach ein chemisches Schrumpfen, welches offenbar mit der Entwässerung des Tobermorits bzw. der Bildung von β -Wollastonit bei ca. 840 °C zusammenhängt.

Die (negative) thermische Dehnung bzw. das Schwinden bis 400 °C beträgt ca. $-0,007 \text{ m}$, von 400 °C bis 600 °C dehnt sich der Porenbeton auf $-0,006 \text{ m}$ aus. Danach erfolgt bis ca. 765 °C keine weitere Ausdehnung. Ab 765 °C beginnt das chemische Schrumpfen, welches bei 800 °C einen Wert von $-0,0275 \text{ m}$ erreicht. Messungen oberhalb 800 °C sind derzeit

nicht bekannt. Aus den obigen Messwerten lassen sich für die „thermische Dehnung“ von Porenbeton die folgenden linearen Beziehungen ableiten:

für $20 \text{ °C} \leq T \leq 300 \text{ °C}$

$$\epsilon_{th} = -1,84 \cdot 10^{-5} \cdot (T - 20)$$

für $300 \text{ °C} \leq T \leq 550 \text{ °C}$

$$\epsilon_{th} = -0,005 - 1,333 \cdot 10^{-5} \cdot (T - 300)$$

für $550 \text{ °C} \leq T \leq 765 \text{ °C}$

$$\epsilon_{th} = -0,0075$$

für $765 \text{ °C} \leq T \leq 840 \text{ °C}$

$$\epsilon_{th} = -0,0075 - 4,0 \cdot 10^{-4} \cdot (T - 765)$$

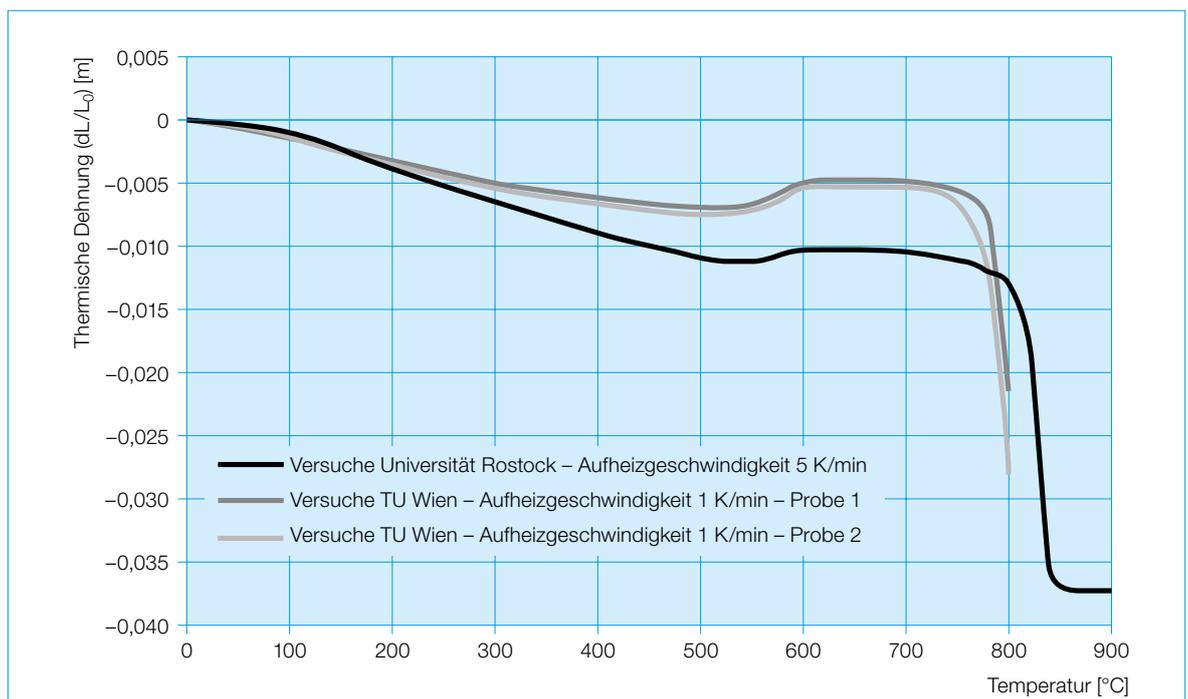
für $840 \text{ °C} \leq T \leq 1.050 \text{ °C}$

$$\epsilon_{th} = -0,0375$$

Die Gleichungen zeigen, dass Porenbeton ein relativ komplexes Temperaturdehnverhalten aufweist. Die dilatometrischen Messwerte der TU Wien stimmen prinzipiell mit den qualitativen Beobachtungen der TU Braunschweig an Porenbetonbauteilen überein, sie sind allerdings wesentlich differenzierter.

Die Unterschiede in den thermischen Dehnungen zwischen den Dilatometermessungen der TU Wien

Abb. 1.3: Vergleich der thermischen Dehnung von Porenbeton der Rohdichte $\rho = 500 \text{ kg/m}^3$ (TU Wien) mit der der Rohdichte $\rho = 600 \text{ kg/m}^3$ (Universität Rostock) bei unterschiedlichen Aufheizgeschwindigkeiten und einem Feuchtegehalt von ca. 2 Masseprozent [1.17]



und der Universität Rostock sind durch die unterschiedlichen Aufheizraten bei den Messungen entstanden und nur bedingt durch die verschiedenen Porenbetonrohddichten begründet.

Die Proben der TU Wien wurden mit 1 K/min aufgeheizt und die Proben der Universität Rostock mit 5 K/min, so dass sich im letzteren Fall ein größerer Temperaturgradient in der Probe ausbilden konnte. Die mittlere Probentemperatur ist deshalb deutlich niedriger als die gemessene Temperatur im Dilatometer.

Das geringe Schrumpfen von Porenbeton bei Brandbeanspruchung ist grundsätzlich nicht von Nachteil, weil benachbarte Bauteile nicht durch Zwangskräfte beeinträchtigt werden können, welche bei anderen Baustoffen mit größeren (positiven) thermischen Ausdehnungskoeffizienten (Stahl, Beton) ggf. auftreten.

Die Wärmeleitfähigkeit von Porenbeton ist abhängig von der Temperatur und Materialfeuchte, wobei Porenbeton mit geringer Rohdichte größere Abhängigkeiten aufweist. Die Wärmeleitfähigkeit von Porenbeton steigt bei höheren Temperaturen leicht an, was dem Verhalten von hochporösen Keramikbau-

stoffen entspricht, weil der Wärmetransport durch den Strahlungsanteil im Porenraum erhöht wird. Die Wärmeleitfähigkeit [W/(m·K)] lässt sich in Abhängigkeit von der Temperatur T [°C] wie folgt berechnen, wobei die Parameter a_i und b_i (i = 1,2,3,4) in Tab. 1.7 angegeben sind:

für 20 °C ≤ T ≤ 300 °C

$$\lambda(T) = a_1 \cdot (T - 20) + b_1$$

für 300 °C ≤ T ≤ 600 °C

$$\lambda(T) = a_2 \cdot (T - 300) + b_2$$

für 600 °C ≤ T ≤ 900 °C

$$\lambda(T) = a_3 \cdot (T - 600) + b_3$$

für 900 °C ≤ T ≤ 1.200 °C

$$\lambda(T) = a_4 \cdot (T - 900) + b_4$$

Parameter zur Berechnung der Wärmeleitfähigkeit von Porenbeton bei hohen Temperaturen						
Temperatur [°C]	Parameter	Trockenrohddichte in kg/m ³				
		300	400	500	600	700
20 ≤ T ≤ 300	a ₁	0,893 · 10 ⁻⁴	0,857 · 10 ⁻⁴	0,786 · 10 ⁻⁴	0,571 · 10 ⁻⁴	0,57 · 10 ⁻⁴
	b ₁	0,085	0,100	0,120	0,140	0,160
300 ≤ T ≤ 600	a ₂	2,37 · 10 ⁻⁴	1,93 · 10 ⁻⁴	1,47 · 10 ⁻⁴	1,46 · 10 ⁻⁴	1,40 · 10 ⁻⁴
	b ₂	0,110	0,124	0,142	0,156	0,176
600 ≤ T ≤ 900	a ₃	2,87 · 10 ⁻⁴	2,86 · 10 ⁻⁴	2,83 · 10 ⁻⁴	2,50 · 10 ⁻⁴	2,50 · 10 ⁻⁴
	b ₃	0,181	0,182	0,186	0,200	0,218
900 ≤ T ≤ 1200	a ₄	4,3 · 10 ⁻⁴	4,0 · 10 ⁻⁴	3,3 · 10 ⁻⁴	2,5 · 10 ⁻⁴	2,3 · 10 ⁻⁴
	b ₄	0,267	0,268	0,269	0,275	0,293

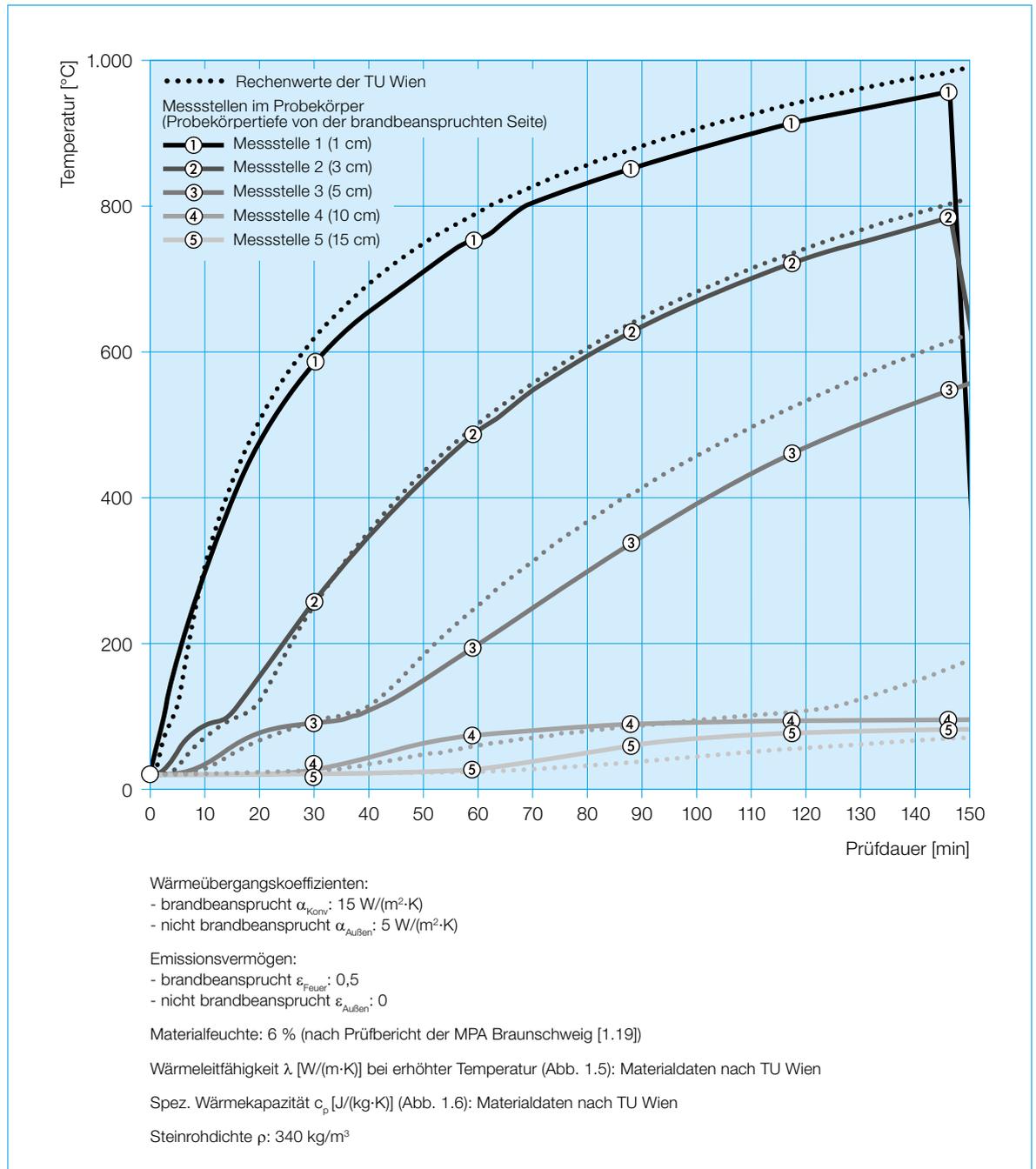
Tab. 1.7: Parameter a_i und b_i zur Berechnung der Wärmeleitfähigkeit λ in W/(m·K) von Porenbeton bei hohen Temperaturen in Abhängigkeit von der Trockenrohddichte

Um den Einfluss der Feuchtigkeit auf das Temperaturverhalten von Porenbetonbauteilen im Brandfall beurteilen zu können, wurden an der TU Wien Untersuchungen durchgeführt [1.17]. Anhand vorliegender Prüfungsergebnisse von Normbrandversuchen an Porenbetonwänden der MPA Braunschweig wurden die relevanten Materialdaten von Porenbeton mit bestimmter Rohdichte in Abhängigkeit von der Temperatur und Feuchtigkeit ermittelt. Die Vergleichsrechnungen wurden mit temperaturabhängigen Materialdaten und verschiedenen Wärmeübergangsbedingungen durchgeführt. Die Ergebnisse der Berechnungen stimmen gut mit den in den Prüfberichten angegebenen Messwerten überein.

In Abb. 1.4 wurden die im Rahmen einer Brandprüfung der MPA Braunschweig [1.19] gemessenen

Bauteiltemperaturen mit den Rechenwerten der TU Wien für eine 17,5 cm dicke Wand aus Porenbeton der Rohdichte ρ = 340 kg/m³ verglichen. Es ergaben sich bis zur Messtiefe von 15 cm und auch auf der „kalten“ Seite hohe Übereinstimmungen zwischen der Messung und der Berechnung. Die Abweichungen bei der Messstelle 3 hängen ggf. mit dem Feuchtetransport bzw. der Feuchteverteilung im Porenbeton zusammen, welche laut Prüfbericht der MPA im Mittel 6 Masseprozent betrug und in der Berechnung als über den Querschnitt konstant verteilt eingegeben wurde. Die verwendeten Eingabewerte bei der Berechnung sind unter Abb. 1.4 angegeben. Die gemessenen Oberflächentemperaturen auf der kalten Seite betragen nach 180 Minuten Branddauer 59 °C bis 69 °C.

Abb. 1.4: Nachrechnung eines Brandversuches der MPA Braunschweig [1.19] mit Hilfe der an der TU Wien entwickelten Materialgesetze [1.17]



In Abb. 1.5 und Abb. 1.6 sind die ermittelten Wärmeleitfähigkeiten und spezifischen Wärmekapazitäten für Porenbeton der Rohdichte $\rho = 340 \text{ kg/m}^3$ in Abhängigkeit von der Porenbetonfeuchte und der Temperatur angegeben.

Im Bereich unter 100 °C ist die Wärmeleitfähigkeit von Porenbeton temperatur- und feuchteabhängig. Zwischen 100 °C und 150 °C erfolgt die Verdampfung des Porenwassers, wodurch sich ein deutlicher Haltepunkt bei 100 °C ergibt, welcher auch bei Brandver-

suchen stets gemessen wird (siehe Abb. 1.4). Dieser Effekt führt in 3 cm Bauteiltiefe zu einer Verzögerung bei der Erwärmung und lässt sich durch die in Abb. 1.5 und Abb. 1.6 angegebenen Beziehungen für die Wärmeleitung und die spezifische Wärmekapazität des Porenbetons sehr gut berechnen.

Werte für die spezifische Wärmekapazität c_p können Tab. 1.8 entnommen werden. Zwischenwerte dürfen durch lineare Interpolation ermittelt werden.

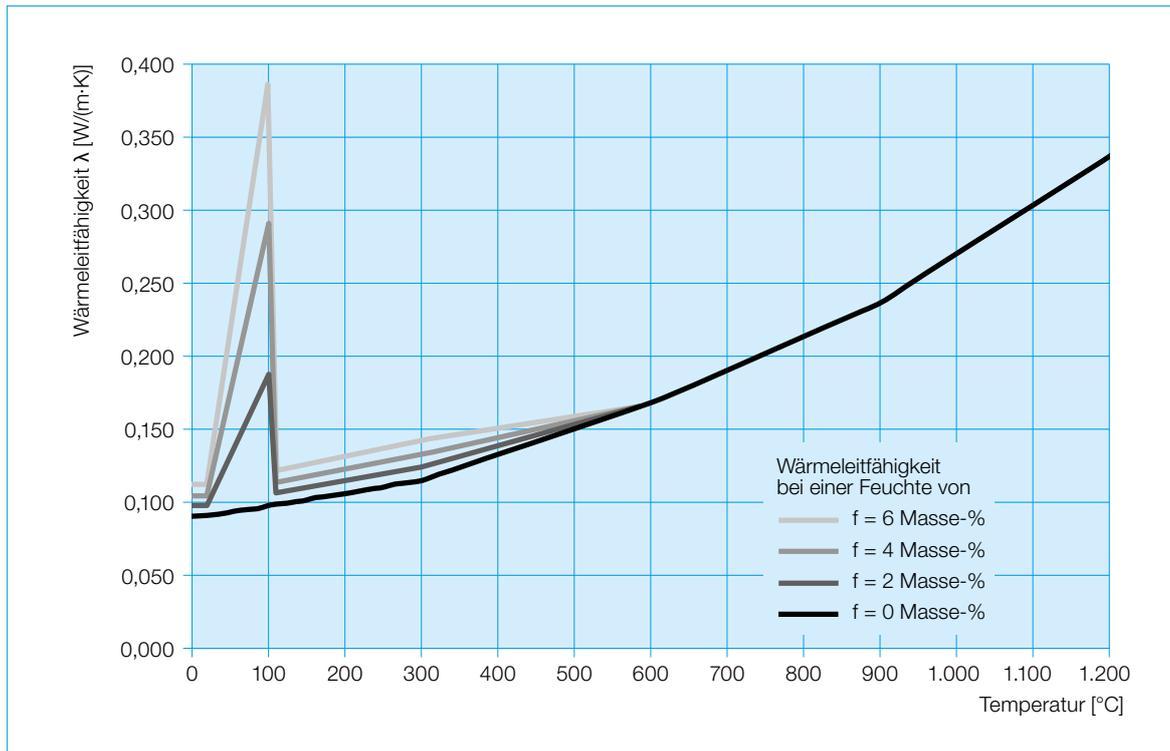


Abb. 1.5: Wärmeleitfähigkeit λ von Porenbeton der Festigkeitsklasse 2 und einer Rohdichte von $\rho = 340 \text{ kg/m}^3$ in Abhängigkeit von der Temperatur und der Feuchte f in Masseprozent [1.17]

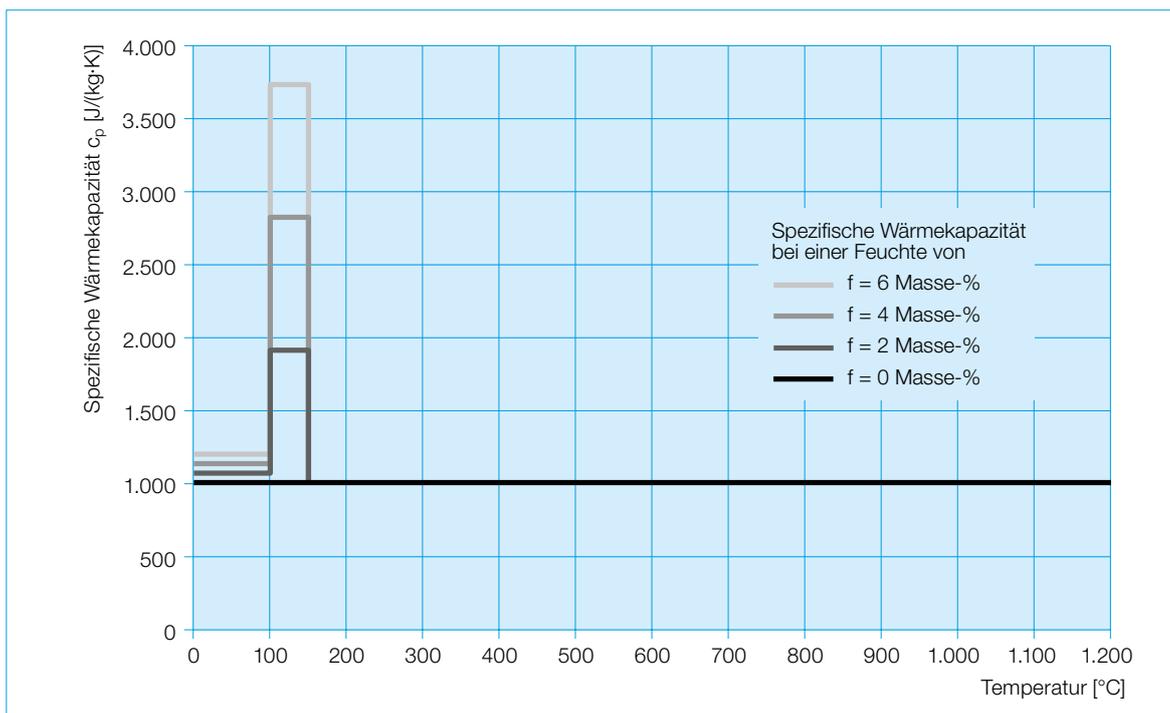


Abb. 1.6: Spezifische Wärmekapazität c_p von Porenbeton der Festigkeitsklasse 2 und einer Rohdichte von $\rho = 340 \text{ kg/m}^3$ in Abhängigkeit von der Temperatur und der Feuchte f in Masseprozent [1.17]

Spezifische Wärmekapazität von Porenbeton für einen massebezogenen Feuchtegehalt von 2 %				
Temperatur [°C]	Spezifische Wärmekapazität c_p [J/(kg·K)]			
	Trockenrohichte in kg/m^3			
	300	400	500	600
0	1.122	1.092	1.100	1.101
99,9	1.122	1.092	1.100	1.101
100,1	1.882	1.890	1.898	1.899
200	1.022	1.030	1.038	1.039
1.200	1.022	1.030	1.038	1.039

Tab. 1.8: Spezifische Wärmekapazität c_p von Porenbeton für einen massebezogenen Feuchtegehalt von 2 % in Abhängigkeit von der Trockenrohichte

Literatur

- [1.1] DIN EN 771-4: Festlegungen für Mauersteine – Teil 4: Porenbetonsteine; Deutsche Fassung EN 771-4:2011 + A1:2015, Ausgabe 2015-11
- [1.2] DIN 20000-404: Regeln für die Verwendung von Porenbetonsteinen nach DIN EN 771-4, Ausgabe 2018-04
- [1.3] Deutsches Institut für Bautechnik: Allgemein bauaufsichtliche Zulassung Z-17.1-547: Mauerwerk aus Porenbeton-Planelementen (bezeichnet als HK-Element), Berlin 2015
- [1.4] Deutsches Institut für Bautechnik: Allgemein bauaufsichtliche Zulassung Z-17.1-634: Porenbeton-Flachstürze, Berlin 2018
- [1.5] Landeshauptstadt Hannover: Bescheid zur Typenprüfung in statischer Hinsicht, Porenbeton-Flachstürze mit Zuggurt Typ A nach bauaufsichtlicher Zulassung Z-17.1-634. Hannover 2010
- [1.6] DIN 4166: Porenbeton-Bauplatten und Porenbeton-Planbauplatten, Ausgabe 1997-10
- [1.7] DIN EN 12602: Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton, Ausgabe 2018-05
- [1.8] DIN EN 1996: Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten
 - [1.8.1] Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk, Ausgabe 2013-02
 - [1.8.2] Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall, Ausgabe 2011-04
 - [1.8.3] Teil 2: Planung, Auswahl der Baustoffe und Ausführung von Mauerwerk, Ausgabe 2010-12
 - [1.8.4] Teil 3: Vereinfachte Berechnungsmethoden für unbewehrte Mauerwerksbauten, Ausgabe 2010-12
- [1.9] DIN EN 1996/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten
 - [1.9.1] Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk, Ausgabe 2019-12
 - [1.9.2] Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall, Ausgabe 2013-06
 - [1.9.3] Teil 2: Planung, Auswahl der Baustoffe und Ausführung von Mauerwerk, Ausgabe 2012-01
 - [1.9.4] Teil 3: Vereinfachte Berechnungsmethoden für unbewehrte Mauerwerksbauten, Ausgabe 2019-12
- [1.10] DIN EN 1991: Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke
 - [1.10.1] Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau, Ausgabe 2010-12
 - [1.10.2] Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten, Ausgabe 2010-12
 - [1.10.3] Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten, Ausgabe 2010-12
- [1.11] DIN EN 1991-1-1/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke
 - [1.11.1] Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau, Ausgabe 2010-12
 - [1.11.2] Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten, Ausgabe 2010-12
 - [1.11.3] Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten, Ausgabe 2010-12
- [1.12] DIN 4149: Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten, Ausgabe 2005-04
- [1.13] DIN 4223-101: Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton – Entwurf und Bemessung, Ausgabe 2014-12
- [1.14] DIN 4223-102: Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton – Anwendung in Bauwerken, Ausgabe 2014-12

- [1.15] DIN 4108-4: Wärmeschutz und Energieeinsparung von Gebäuden – Teil 4: Wärme- und feuchte-schutztechnische Bemessungswerte, Ausgabe 2017-03
- [1.16] DIN 4102: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
 - [1.16.1] Teil 2: Baustoffe, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen, Ausgabe 1977-09
 - [1.16.2] Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile, Ausgabe 2016-05
- [1.17] Schneider, U.; Chen, S.; Kirchberger, H.: Materialdaten und Verhalten von Porenbeton bei hohen Temperaturen; Untersuchungsbericht der TU Wien, August 2007
- [1.18] Schneider, U.; Franssen J.-M.; Lebeda, C.: Baulicher Brandschutz; 2. Auflage, Bauwerk Verlag, Berlin, April 2008
- [1.19] Prüfung einer 175 mm dicken tragenden, raumabschließenden Trennwand aus Porenbetonsteinen auf Brandverhalten zur Ermittlung der Feuerwiderstandsdauer bei einseitiger Brandbeanspruchung; Prüfbericht Nr. (3872/1162) – TM der MPA Braunschweig vom 17.02.2004

Brandschutzanforderungen nach Musterbauordnung, Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen und Muster-Richtlinien

2.1 Allgemeines

Bundesländerübergreifend werden von Landesverre- tretern der Obersten Baubehörden in der Arbeitsge- meinschaft für Städtebau, Bau- und Wohnungswes- sen (ARGEBAU) u. a. die Musterbauordnung (MBO), die Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Bau- bestimmungen (MVV TB) sowie Musterverordnungen für Sonderbauten und Muster-Richtlinien für be- stimmte Gebäudeanlagen erarbeitet und zur bau- aufsichtlichen Einführung empfohlen.

Sie sind Grundlage für die jeweiligen Landesbauord- nungen (LBO), dazugehörige eingeführte Verwaltungs- vorschriften Technische Baubestimmungen sowie Durchführungsvorschriften und Richtlinien, die dann

gültiges Recht im entsprechenden Bundesland sind. Darin sind auch die bauaufsichtlichen Brandschutz- anforderungen an Gebäude mit normaler Art und Nutzung (z. B. Wohngebäude, einfache Büro-/Ver- waltungsgebäude) und an Sonderbauten (Gebäude besonderer Art oder Nutzung, z. B. Beherbergungs-, Versammlungs- und Verkaufsstätten, Hochhäuser, Industriebauten) sowie an Baustoffe und Bauteile festgelegt.

Tab. 2.1 zeigt einen Überblick über die für den Brandschutz wichtigsten Vorschriften der Arbeitsge- meinschaft für Städtebau, Bau- und Wohnungswes- sen. Weitere Vorschriften sowie der aktuelle Stand der einzelnen Vorschriften können auf der Internet- seite www.is-argebau.de eingesehen werden.

Mustervorschriften	
Musterbauordnung (MBO)	Fassung November 2002, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 22. Februar 2019
Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB)	Fassung 2017/1 mit Druckfehlerberichtigung vom 11. Dezember 2017
Musterverordnungen	
Muster-Beherbergungsstättenverordnung (MBeVO)	Fassung Dezember 2000, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom Mai 2014
Muster-Garagenverordnung (MGarVO)	Fassung Mai 2008
Muster-Verkaufsstättenverordnung (MVKVO)	Fassung September 1995, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom Juli 2014
Muster-Versammlungsstättenverordnung (MVStättVO)	Fassung Juni 2005, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom Juli 2014
Musterrichtlinien	
Muster-Richtlinie über den Bau und Betrieb von Hochhäusern (MHHR)	Fassung April 2008, zuletzt geändert durch Beschluss der Fachkommission Bauaufsicht vom Februar 2012
Muster-Schulbau-Richtlinie (MSchulbauR)	Fassung April 2009
Muster-Industriebau-Richtlinie (MIndBauRL)	Fassung Mai 2019

Tab. 2.1: Mustervor- schriften und Muster- erlasse der ARGEBAU mit bauaufsichtlichen Brandschutzanforde- rungen an Gebäude und Sonderbauten so- wie Baustoffe und Bauteile

2.2 Anforderungen an den baulichen Brandschutz nach Musterbauordnung (MBO)

Die generellen Brandschutzanforderungen sind in § 14 der Musterbauordnung [2.1] geregelt:

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) vorge- beugt wird und

- bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie
- wirksame Löscharbeiten möglich sind.

Um diese Grundsatzanforderung zu erfüllen, werden in § 26 der MBO an Baustoffe (Bauprodukte) und Bauteile Einzelanforderungen gestellt. Baustoffe wer- den unterschieden in

- nicht brennbar,
- schwer entflammbar und
- normal entflammbar.

Bauteile werden hinsichtlich ihrer Feuerwiderstandsfähigkeit eingeteilt in

- feuerbeständig,
- hoch feuerhemmend und
- feuerhemmend.

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

- Bauteile aus nicht brennbaren Baustoffen,
- Bauteile, deren tragende und aussteifende Teile aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen und die bei raumabschließenden Bauteilen zusätzlich eine in Bauteilebene durchgehende Schicht aus nicht brennbaren Baustoffen haben,
- Bauteile, deren tragende und aussteifende Teile aus brennbaren Baustoffen bestehen und die allseitig eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung aus nicht brennbaren Baustoffen (Brand-schutzbekleidung) und Dämmstoffe aus nicht brennbaren Baustoffen haben, sowie
- Bauteile aus brennbaren Baustoffen.

Gebäude normaler Art und Nutzung unterscheidet die MBO in Gebäudeklassen. Die Brandschutzanforderungen werden dabei in Abhängigkeit von der Anzahl der Vollgeschosse, der Gebäudehöhe, der Anzahl der Nutzungseinheiten und der Nutzungsfläche festgelegt. In den geltenden Bauordnungen auf Grundlage der MBO sind Gebäude normaler Art und Nutzung in 5 Gebäudeklassen unterteilt (Abb. 2.1).

Bauliche Anlagen besonderer Art und Nutzung werden in der Musterbauordnung und den Landesbauordnungen nur im Grundsatz behandelt. Für diverse Sonderbauten sind Muster-Sondervorschriften zu beachten (Tab. 2.1), die die Besonderheiten dieser baulichen Anlagen berücksichtigen. Nach § 2 Abs. 4 der MBO gehören die nachfolgenden Anlagen und Räume besonderer Art oder Nutzung zu den Sonderbauten:

- Hochhäuser (Gebäude mit einer Höhe von mehr als 22 m)
- Bauliche Anlagen mit einer Höhe von mehr als 30 m
- Gebäude mit mehr als 1.600 m² Grundfläche des Geschosses mit der größten Ausdehnung, ausgenommen Wohngebäude und Garagen
- Verkaufsstätten, deren Verkaufsräume und Ladenstraßen eine Grundfläche von insgesamt mehr als 800 m² haben
- Gebäude mit Räumen, die einer Büro- oder Verwaltungsnutzung dienen und einzeln eine Grundfläche von mehr als 400 m² haben
- Gebäude mit Räumen, die einzeln für die Nutzung durch mehr als 100 Personen bestimmt sind
- Versammlungsstätten
 - a) mit Versammlungsräumen, die insgesamt mehr als 200 Besucher fassen, wenn diese Versammlungsräume gemeinsame Rettungswege haben
 - b) im Freien mit Szenenflächen sowie Freisportanlagen jeweils mit Tribünen, die keine fliegenden Bauten sind und insgesamt mehr als 1.000 Besucher fassen
- Schank- und Speisegaststätten mit mehr als 40 Gastplätzen in Gebäuden oder mehr als 1.000 Gastplätzen im Freien, Beherbergungsstätten mit mehr als 12 Betten und Spielhallen mit mehr als 150 m² Grundfläche
- Gebäude mit Nutzungseinheiten zum Zwecke der Pflege oder Betreuung von Personen mit Pflegebedürftigkeit oder Behinderung, deren Selbstrettungsfähigkeit eingeschränkt ist, wenn die Nutzungseinheiten
 - a) einzeln für mehr als 6 Personen oder
 - b) für Personen mit Intensivpflegebedarf bestimmt sind oder
 - c) einen gemeinsamen Rettungsweg haben und für insgesamt mehr als 12 Personen bestimmt sind.
- Krankenhäuser
- Sonstige Einrichtungen zur Unterbringung von Personen sowie Wohnheime
- Tageseinrichtungen für Kinder, Menschen mit Behinderung und alte Menschen, ausgenommen Tageseinrichtungen einschließlich Tagespflege für nicht mehr als 10 Kinder
- Schulen, Hochschulen und ähnliche Einrichtungen
- Justizvollzugsanstalten und bauliche Anlagen für den Maßregelvollzug
- Camping- und Wochenendplätze
- Freizeit- und Vergnügungsparks
- Fliegende Bauten, soweit sie einer Ausführungsgenehmigung bedürfen
- Regallager mit einer Oberkante Lagerguthöhe von mehr als 7,50 m
- Bauliche Anlagen, deren Nutzung durch Umgang oder Lagerung von Stoffen mit Explosions- oder erhöhter Brandgefahr verbunden ist

- Anlagen und Räume, die zuvor nicht aufgeführt und deren Art oder Nutzung mit vergleichbaren Gefahren verbunden sind

Die Brandschutzanforderungen an Bauteile und/oder Baustoffe sind in den §§ 27 bis 31 der Musterbauordnung festgeschrieben. Die wesentlichsten Anforderungen an das Brandverhalten von Bauteilen/Baustoffen in Gebäuden normaler Art und Nutzung sind – unterteilt nach Gebäudeklassen – in Tab. 2.2 allgemein für z. B. Wände und Decken sowie in Tab. 2.3 für z. B. notwendige Treppenräume und Flure zusammengefasst.

derungen an das Brandverhalten von Bauteilen/Baustoffen in Gebäuden normaler Art und Nutzung sind – unterteilt nach Gebäudeklassen – in Tab. 2.2 allgemein für z. B. Wände und Decken sowie in Tab. 2.3 für z. B. notwendige Treppenräume und Flure zusammengefasst.

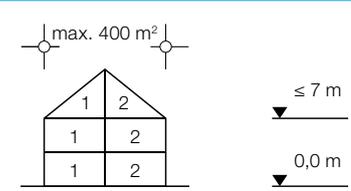
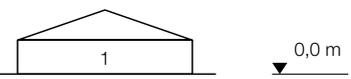
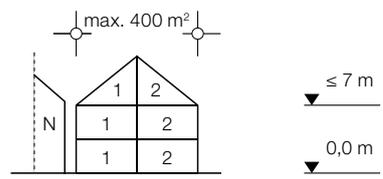
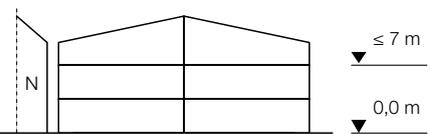
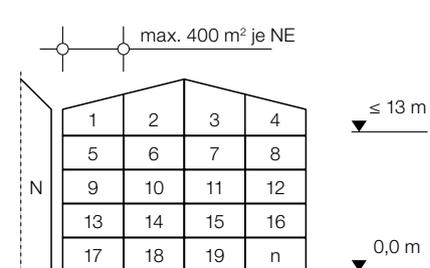
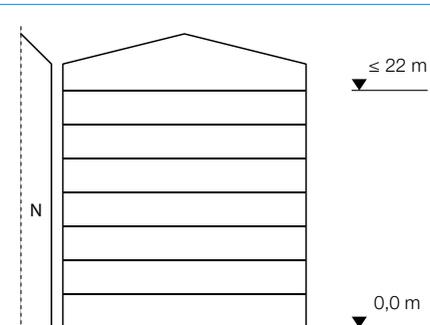
Gebäudeklassen von Gebäuden normaler Art und Nutzung nach Musterbauordnung		
Gebäudeklasse	Beschreibung	Gebäudesituation (Vertikalschnitt)
1	a Freistehende Gebäude mit einer Höhe*) bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m ² **)	
	b Freistehende land- und forstwirtschaftlich genutzte Gebäude	
2	Gebäude mit einer Höhe*) bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m ² **)	
3	Sonstige Gebäude mit einer Höhe*) bis zu 7 m	
4	Gebäude mit einer Höhe*) bis zu 13 m und Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 400 m ² **)	
5	Sonstige Gebäude einschließlich unterirdischer Gebäude	

Abb. 2.1: Gebäudeklassen von Gebäuden normaler Art und Nutzung nach § 2 Abs. 3 der MBO 2002 mit letzter Änderung vom 22. Februar 2019 [2.1]

*) Höhe ist das Maß der Fußbodenoberkante (OFF) des höchstgelegenen Geschosses, in dem ein Aufenthaltsraum möglich ist, über der Geländeoberfläche im Mittel.

**) Die Grundflächen der Nutzungseinheiten sind die Brutto-Grundflächen (BGF); bei der Berechnung der Brutto-Grundflächen bleiben Flächen im Kellergeschoss außer Betracht.

Tab. 2.2: Maßgebliche Brandschutzanforderungen an Bauteile/Baustoffe in Gebäuden normaler Art und Nutzung in Abhängigkeit von den Gebäudeklassen nach Musterbauordnung (Stand Februar 2019)

Brandschutzanforderungen an Bauteile/Baustoffe in Gebäuden normaler Art und Nutzung nach Musterbauordnung						
Bauteile/Baustoffe		Brandschutzanforderungen				
		Gebäudeklasse				
		1	2	3	4	5
Tragende und aussteifende Wände und Stützen	Kellergeschoss	F 30-B	F 30-B	F 90-AB	F 90-AB	F 90-AB
	Sonstige Geschosse ¹⁾	–	F 30-B	F 30-B	F 60-BA	F 90-AB
	Dachgeschosse ²⁾	–	F 30-B	F 30-B	F 60-BA	F 90-AB
Außenwände	Nicht tragende Außenwände und nicht tragende Teile tragender Außenwände ³⁾	–	–	–	A	A
	Oberflächen und Außenwandbekleidungen einschließlich Dämmstoffe und Unterkonstruktionen	–	–	–	B1 ⁴⁾⁵⁾	B1 ⁴⁾⁵⁾
Trennwände	zwischen Nutzungseinheiten sowie Nutzungseinheiten und anders genutzten Räumen in sonstigen Geschossen und Dachgeschossen ⁹⁾	–	–	F 30-B	F 60-BA ¹⁰⁾	F 90-AB ¹⁰⁾
	zwischen Aufenthaltsräumen und anders genutzten Räumen im Kellergeschoss	–	–	F 90-AB ¹⁰⁾	F 90-AB ¹⁰⁾	F 90-AB ¹⁰⁾
	zum Abschluss von Räumen mit Explosionsgefahr oder erhöhter Brandgefahr	F 90-AB	F 90-AB	F 90-AB	F 90-AB	F 90-AB
Brandwände	als Gebäudeabschlusswand	Brandwand ⁷⁾	Brandwand	Brandwand	Brandwand	Brandwand
	als innere Brandwand zur Unterteilung in Brandabschnitte von ≤ 40 m	F 60-BA	F 60-BA	F 60-BA	F 60-BA ¹¹⁾	Brandwand
	als innere Brandwand zur Unterteilung in Brandabschnitte mit Brutto-Rauminhalt ≤ 10.000 m ³	Brandwand F 90-AB ⁹⁾	–	–	–	–
Decken ¹²⁾	Kellergeschoss	F 30-B	F 30-B	F 90-AB	F 90-AB	F 90-AB
	Sonstige Geschosse ¹⁾	F 90-AB ⁷⁾	F 30-B	F 30-B	F 60-BA	F 90-AB
	Dachgeschosse ²⁾	–	F 30-B	F 30-B	F 60-BA	F 90-AB
	unter und über Räumen mit Explosionsgefahr oder erhöhter Brandgefahr	–	–	F 90-AB	F 90-AB	F 90-AB

¹⁾ nicht für Balkone; ausgenommen offene Gänge, die als notwendige Flure dienen

²⁾ wenn darüber Aufenthaltsräume möglich sind

³⁾ ausgenommen sind Türen und Fenster, Fugendichtungen, brennbare Dämmstoffe in nicht brennbaren, geschlossenen Profilen der Außenwandkonstruktionen

⁴⁾ Unterkonstruktionen sind mit geeigneten Maßnahmen auch in normal entflammbar möglich

⁵⁾ bei Außenwandkonstruktionen mit geschossübergreifenden Hohl- und Lufträumen wie hinterlüfteten Außenwandbekleidungen sind gesonderte Maßnahmen zu treffen

⁶⁾ aus brennbaren Baustoffen, wenn sie als raumabschließende Bauteile feuerhemmend sind

⁷⁾ nur zwischen Wohngebäuden und angebauten landwirtschaftlich genutzten Gebäuden sowie zwischen dem Wohnteil und dem landwirtschaftlich genutzten Teil eines Gebäudes

⁸⁾ wenn der umbaute Raum des landwirtschaftlich genutzten Gebäudes und Gebäudeteiles ≤ 2.000 m³ ist

⁹⁾ ausgenommen notwendige Flure

¹⁰⁾ müssen mindestens feuerhemmend sein

¹¹⁾ zusätzliche mechanische Beanspruchung; Stoßbeanspruchung 3.000 Nm

¹²⁾ Öffnungen sind zulässig in Wohngebäuden der Gebäudeklasse 1 und 2; innerhalb derselben Nutzungseinheiten ≤ 400 m² und ≤ 2 Geschosse; auf die Nutzung erforderliche Zahl sowie Größe beschränkt und Abschlüsse entsprechend der Feuerwiderstandsfähigkeit der Decke

Brandschutzanforderungen an Bauteile/Baustoffe von notwendigen Treppenträumen und Fluren sowie von Fahrstachtwänden in Gebäuden normaler Art und Nutzung nach Musterbauordnung						
Bauteile/Baustoffe		Brandschutzanforderungen				
		Gebäudeklasse				
		1	2	3	4	5
von notwendigen Treppenträumen ³⁾	Außenwände	–	–	F 30-B ¹⁾	F 60-BA ^{1) 7)}	Brandwand
	Wände in sonstigen Geschossen	–	–	F 30-B ²⁾	F 60-BA ^{2) 7)}	Brandwand
	Bekleidungen, Putze, Dämmstoffe, Unterdecken ²⁾ und Einbauten	A	A	A	A	A
	Bodenbeläge ohne Gleitschutzprofile	B1	B1	B1	B1	B1
von notwendigen Fluren ⁴⁾	Außenwände	–	–	–	–	–
	Tragende und aussteifende Wände im Kellergeschoss	F 90-AB	F 90-AB	F 90-AB	F 90-AB	F 90-AB
	Wände in sonstigen Geschossen	–	–	F 30-B	F 30-B	F 30-B
	Bekleidungen, Putze, Dämmstoffe und Unterdecken ²⁾	A	A	A	A	A
von Fahrstachtwänden ⁵⁾	außerhalb von notwendigen Treppenträumen ⁶⁾	–	–	F 30-B	F 60-BA	F 90-AB

Tab. 2.3: Maßgebliche Brandschutzanforderungen an Bauteile/Baustoffe von notwendigen Treppenträumen und Fluren sowie von Fahrstachtwänden in Gebäuden normaler Art und Nutzung in Abhängigkeit von den Gebäudeklassen nach Musterbauordnung (Stand Februar 2019)

¹⁾ ausgenommen sind nicht brennbare Außenwände von Treppenträumen, die durch andere an diese Außenwände anschließende Gebäudeteile nicht gefährdet werden können
²⁾ Wände und/oder Decken aus brennbaren Baustoffen benötigen eine Bekleidung aus nicht brennbaren Baustoffen in ausreichender Dicke
³⁾ für die Verbindung von höchstens zwei Geschossen innerhalb derselben Nutzungseinheit von nicht mehr als 200 m²
⁴⁾ nicht innerhalb von Wohnungen oder Nutzungseinheiten mit einer Grundfläche ≤ 200 m² bzw. innerhalb von Büro- oder Verwaltungsnutzung mit einer Grundfläche ≤ 400 m² erforderlich
⁵⁾ Fahrstachtwände aus brennbaren Baustoffen benötigen eine schachtseitige Bekleidung aus nicht brennbaren Baustoffen in ausreichender Dicke
⁶⁾ Aufzüge ohne eigenen Fahrstachtwand sind in Gebäudeklasse 1 und 2 zulässig
⁷⁾ zusätzliche mechanische Beanspruchung: Stoßbeanspruchung 3.000 Nm

2.3 Anforderungen an den baulichen Brandschutz nach Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB)

Über die Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen [2.2] erfolgt die Verbindung der Brandschutzanforderungen der Musterbauordnung mit den deutschen und europäischen Brandschutzklassifizierungen.

Baustoffe

Nach DIN 4102-1 [2.3.1] wird das Brandverhalten von Baustoffen in Abhängigkeit von der Brennbarkeit in Baustoffklasse A (nicht brennbar) und Baustoffklasse B (brennbar) mit Unterklassen eingeteilt (Tab. 2.4). Die allgemeine Anforderung der Norm ist, dass bei Baustoffklasse A1 auf Grund modellhafter Brandprüfungen bei einem fortentwickelten, teilweise vollentwickelten Brand die Wärmeabgabe der Baustoffe unbedenklich sein muss und entzündbare Gase nicht frei werden dürfen.

Bei gleicher Brandsituation dürfen bei Baustoffen der Baustoffklasse A2, die geringe Anteile an brennbaren Bestandteilen enthalten, die Wärmeabgabe und die Brandausbreitung nur sehr gering sein, die entzündbaren Gase nur begrenzt auftreten und die Rauchentwicklung muss unbedenklich sein wie bei Gipskartonplatten mit geschlossener Oberfläche. Für Baustoffe der Klasse A2 muss ein Verwendbarkeitsnachweis vorliegen.

Die Kategorisierung nach DIN 4102-1 ergibt sich im Wesentlichen aus der Brennbarkeit eines Baustoffs. Das europäische System nach DIN EN 13501-1 [2.4.1] unterteilt Bauprodukte hinsichtlich ihres Brandverhaltens und sieht für Bauprodukte die sieben Kategorien A1, A2, B, C, D, E und F mit den Bedeutungen nach Tab. 2.5 vor. Neben dem Brandverhalten wer-

den als zusätzliche Klassifizierungskriterien auch die Rauchentwicklung mit den Bezeichnungen s1, s2 und s3 (smoke) sowie das brennende Abtropfen mit den Kürzeln d0, d1 und d2 (droplets) erfasst (Tab. 2.6).

Eine Klassifizierung von Baustoffen hinsichtlich ihres Brandverhaltens wie in der deutschen DIN 4102-4 [2.3.3] ist auf europäischer Ebene nicht vorgesehen. Dennoch wurden durch Entscheidung der Europäischen Kommission die Brandverhaltensklassen für bestimmte Bauprodukte festgelegt, die für den brandschutztechnischen Nachweis verwendet werden können [2.5].

Mauersteine aus Porenbeton werden ohne Prüfung in die europäische Brandverhaltensklasse A1 eingestuft, entsprechend der Baustoffklasse A1 nach deutscher Norm. Aufgrund ihrer mineralischen Zusammensetzung leisten Porenbetonprodukte keinen Beitrag zum Brand und enthalten keine brennbaren Bestandteile.

Daher ist Porenbeton auch für hohe Beanspruchungen einsetzbar, z. B. für Brandwände und Komplextrennwände. Die Nichtbrennbarkeit bleibt auch dann erhalten, wenn die Oberfläche mit Anstrichen auf Dispersions- oder Alkydharzbasis oder mit üblichen Papier-Wandbekleidungen (Tapeten) versehen wird. Dünnbettmörtel für Mauerwerk aus Porenbetonsteinen entsprechen ebenfalls der Baustoffklasse A1.

Wärmedämmschichten in zweischaligen Außenwänden oder Thermoputze, für die nicht die Klassifizierung A1 gilt, haben keine Auswirkungen auf die Baustoffklassifizierung des verwendeten nicht brennbaren Baustoffs Porenbeton. Putze mit üblichen Anteilen an Zusatzmitteln werden nach DIN 4102-4 ebenfalls der Baustoffklasse A1 zugeordnet. Werden Zusatzmittel organischer Zusammensetzung über einen normativ geregelten Rahmen hinaus zugesetzt, geht die Eigenschaft „nicht brennbar“ verloren.

Tab. 2.4: Baustoffklassen gemäß DIN 4102-1 [2.3.1] und Zuordnung zu den bauaufsichtlichen Benennungen

Baustoffklassen gemäß DIN 4102-1		
Baustoffklasse	Bauaufsichtliche Benennung	Beispiele
A	Nicht brennbare Baustoffe	
A1	Nicht brennbare Baustoffe ohne brennbare Bestandteile	Porenbeton, Erden, Gips, Mörtel, Beton, Ziegel, Steine und Bauplatten aus mineralischen Bestandteilen, Mineralfaser, Glas
A2	Nicht brennbare Baustoffe mit geringen Anteilen an brennbaren Bestandteilen	Gipskartonplatten mit geschlossener Oberfläche, Leichtbeton mit Polystyrolzuschlag
B	Brennbare Baustoffe	
B1	Schwer entflammable Baustoffe	Holzwohle-Leichtbauplatten, Gipskartonplatten mit gelochter Oberfläche, Kunstharzputze
B2	Normal entflammable Baustoffe	Holz, genormte Holzwerkstoffe, bestimmte kunststoffbeschichtete dekorative Flachpressplatten oder Holzfasernplatten
B3	Leicht entflammable Baustoffe	Holz unter 2 mm Dicke, Holzwohle, Papier, unbehandelte Polystyrol-Hartschaumplatten

In Tab. 2.5 erfolgt eine zusammenfassende Gegenüberstellung der Brandverhaltensklassen für Bauprodukte gemäß DIN EN 13501-1 und Baustoffklassen gemäß DIN 4102-1 und die bauaufsichtliche Benennung.

Tab. 2.6 stellt darüber hinaus die Bedeutung der zusätzlichen Anforderungen an Baustoffe in den Brandverhaltensklassen gemäß DIN EN 13501-1 dar.

Brandverhaltensklasse Bauprodukt gemäß DIN EN 13501-1	Zusatzanforderungen gemäß DIN EN 13501-1		Baustoffklasse gemäß DIN 4102-1	Bauaufsichtliche Benennung
	Kein Rauch	Kein brennendes Abfallen/Abtropfen		
A1	X	X	A1	Nicht brennbar
A2 – s1, d0	X	X	A2	
B – s1, d0	X	X	B1	Schwer entflammbar
C – s1, d0				
A2 – s2, d0				
A2 – s3, d0				
B – s2, d0				
B – s3, d0				
C – s2, d0				
C – s3, d0				
A2 – s1, d1				
A2 – s1, d2				
B – s1, d1	X	–	B1	Schwer entflammbar
B – s1, d2				
C – s1, d1				
C – s1, d2				
A2 – s3, d2	–	–	B1	Schwer entflammbar
B – s3, d2				
C – s3, d2				
D – s1, d0	–	X	B2	Normal entflammbar
D – s2, d0				
D – s3, d0				
E	–	X	B2	Normal entflammbar
D – s1, d1				
D – s2, d1				
D – s3, d1				
D – s1, d2				
D – s2, d2				
D – s3, d2				
E – d2	–	–	B3	Leicht entflammbar
F	–	–		

Tab. 2.5: Brandverhaltensklassen von Bauprodukten gemäß DIN EN 13501-1 [2.4.1] und Baustoffklassen gemäß DIN 4102-1 [2.3.1] sowie Zuordnung zu den bauaufsichtlichen Benennungen

- A1: Bauprodukte der Klasse A1 leisten in keiner Phase des Brandes einschließlich des vollentwickelten Brandes einen Beitrag. Aus diesem Grund wird vorausgesetzt, dass sie in der Lage sind, alle Anforderungen der unteren Klassen zu erfüllen.
- A2: Erfüllen beim SBI-Prüfverfahren nach EN 13823 die gleichen Kriterien wie die Klasse B. Zusätzlich liefern diese Bauprodukte unter den Bedingungen eines voll entwickelten Brandes keinen wesentlichen Beitrag zur Brandlast und zum Brandanstieg.
- B: Wie Klasse C, aber mit strengeren Anforderungen.
- C: Wie Klasse D, aber mit strengeren Anforderungen. Zusätzlich zeigen diese Bauprodukte bei der Beanspruchung durch einen einzeln brennenden Gegenstand eine begrenzte seitliche Flammenausbreitung.
- D: Bauprodukte, die die Kriterien der Klasse E erfüllen und in der Lage sind, für eine längere Zeit dem Angriff durch eine kleine Flamme ohne wesentliche Flammenausbreitung standzuhalten. Zusätzlich sind sie auch in der Lage, einer Beanspruchung durch einen einzeln brennenden Gegenstand mit ausreichend verzögerter und begrenzter Wärmefreisetzung standzuhalten.
- E: Bauprodukte, die in der Lage sind, für eine kurze Zeit dem Angriff durch eine kleine Flamme ohne wesentliche Flammenausbreitung standzuhalten.
- F: Bauprodukte, für die das Brandverhalten nicht bestimmt wird oder die nicht in eine der Klassen A1, A2, B, C, D, E klassifiziert werden können.

Tab. 2.6: Bedeutung der zusätzlichen Anforderungskriterien an Baustoffe in den Brandverhaltensklassen gemäß DIN EN 13501-1 [2.4.1]

Kriterium	Kurzzeichen	Bedeutung	
Rauchentwicklung	s (smoke)	s1	Strengere Kriterien als für s2 werden erfüllt
		s2	Die gesamte freigesetzte Rauchmenge sowie das Verhältnis des Anstiegs der Rauchentwicklung sind beschränkt
		s3	Es wird keine Beschränkung der Rauchentwicklung gefordert
Brennendes Abtropfen/Abfallen	d (droplets)	d0	Kein brennendes Abtropfen/Abfallen
		d1	Kein brennendes Abtropfen/Abfallen, das länger als eine vorgegebene Zeit andauert
		d2	Keine Beschränkungen

Bauteile

Für die Sicherheit eines Bauwerks im Brandfall ist nicht nur die Brennbarkeit der Baustoffe, sondern insbesondere die Feuerwiderstandsdauer der Bauteile maßgebend. Sie ist definiert als die Mindestdauer in Minuten, während derer dieses Bauteil bei einer Normbrandprüfung bestimmten Anforderungen standhält. Die erreichte Feuerwiderstandsdauer wird nach DIN 4102-2 [2.3.2] durch die Feuerwiderstandsklassen F 30, F 60, F 90, F 120 und F 180 gekennzeichnet.

Die Kriterien der deutschen Normbrandprüfung betreffen die Raumabschlussfähigkeit und die Tragfähigkeit. Raumabschluss bedeutet, dass eine Übertragung von Feuer auf benachbarte Räume durch Decken und Wände nicht möglich ist. Raumabschließende Wände, z. B. Wände von Fluchtwegen, Treppenraumwände oder Wände zur Trennung von Brandabschnitten, werden nur einseitig vom Feuer beansprucht.

Während einer Normbrandprüfung dürfen sich raumabschließende Bauteile auf der feuerabgekehrten Seite im Mittel um nicht mehr als 140 K erwärmen. An keiner Messstelle darf eine Temperaturerhöhung von mehr als 180 K über der Anfangstemperatur eintreten. In einem Entzündungsversuch darf sich ein auf der feuerabgekehrten Seite angehaltener Wattebausch an ungünstiger Stelle, z. B. an Rissen, Spalten oder

Fugen, nicht durch heiße Gase entzünden. Die Tragfähigkeit eines raumabschließenden Bauteils wird dadurch definiert, dass während der vorgesehenen Prüfdauer tragende Bauteile unter ihrer rechnerisch zulässigen Gebrauchslast und nicht tragende Bauteile unter ihrer Eigenlast nicht versagen dürfen.

Die Feuerwiderstandsdauer und damit die Feuerwiderstandsklasse eines Bauteils hängen von folgenden Einflüssen ab:

- Ein- oder mehrseitige Brandbeanspruchung
- Art des Baustoffs
- Abmessung und Qualität des Bauteils
- Bauliche Ausbildung der Anschlüsse, Auflager, Halterungen, Befestigungen, Fugen usw.
- Statisches System (statisch bestimmte oder unbestimmte Lagerung, einachsige oder zweiachsige Lastabtragung, Einspannung usw.)
- Ausnutzungsgrad der Festigkeiten der verwendeten Produkte infolge äußerer Lasten
- Anordnung von Bekleidungen

Entsprechend der ermittelten Feuerwiderstandsklasse und den verwendeten Baustoffen können die Kurzbezeichnungen nach DIN 4102-2 den bauordnungsrechtlichen Benennungen zugeordnet werden (Tab. 2.7).

Tab. 2.7 Feuerwiderstandsklassen von Bauteilen gemäß DIN 4102-2 [2.3.2] und Zuordnung zu den bauaufsichtlichen Benennungen

Bauaufsichtliche Benennung	Feuerwiderstandsklassen von Bauteilen gemäß DIN 4102-2	
	Feuerwiderstandsklasse	Kurzbezeichnung
Feuerhemmend	F 30	F 30-B ¹⁾
Feuerhemmend und aus nicht brennbaren Stoffen	F 30 und aus nicht brennbaren Baustoffen	F 30-A ¹⁾
	F 60 und in den wesentlichen Teilen aus nicht brennbaren Baustoffen	F 60-AB ²⁾
Hoch feuerhemmend	F 60 und aus nicht brennbaren Baustoffen	F 60-A ²⁾
	F 90 und in den wesentlichen Teilen aus nicht brennbaren Baustoffen	F 60-AB ³⁾⁴⁾
Feuerbeständig	F 90 und in den wesentlichen Teilen aus nicht brennbaren Baustoffen	F 90-A ³⁾⁴⁾

¹⁾ bei nicht tragenden Außenwänden auch W 30 zulässig

²⁾ bei nicht tragenden Außenwänden auch W 60 zulässig

³⁾ bei nicht tragenden Außenwänden auch W 90 zulässig

⁴⁾ nach bestimmten bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften einiger Bundesländer auch F 120 erforderlich

Im Gegensatz zu DIN 4102-2 werden im europäischen Klassifizierungssystem gemäß DIN EN 13501-2 [2.4.2] die verschiedenen brandschutztechnisch bedeutsamen Kriterien wie Tragfähigkeit und Raumabschluss einzeln bewertet. Durch Kombination der einzelnen Kriterien entsteht ein differenzierteres Beurteilungssystem. Nach der deutschen Normung ist z. B. aus der Bezeichnung F 90 nicht zu erkennen, ob es sich

um ein tragendes oder ein nicht tragendes, ein raumabschließendes oder ein nicht raumabschließendes Bauteil handelt. Es ist lediglich zu erkennen, dass eine Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 Minuten erreicht wurde. Dem gegenüber verlangt das europäische System die Ermittlung mehrerer charakteristischer Eigenschaften für die Feuerwiderstandsfähigkeit (Tab. 2.8).

Feuerwiderstandsklassifizierung von Bauteilen gemäß DIN EN 13501-2		
Kriterium	Kurzzeichen	Anwendungsbereich
Tragfähigkeit	R (Résistance)	Beschreibung der Feuerwiderstandsfähigkeit
Raumabschluss	E (Étanchéité)	
Wärmedämmung (unter Brandeinwirkung)	I (Isolation)	
Begrenzung des Strahlungsdurchtritts	W (Radiation)	
Mechanische Einwirkung auf Wände (Stoßbeanspruchung)	M (Mechanical)	
Begrenzung der Rauchdurchlässigkeit (Dichtheit, Leckrate), erfüllt die Anforderungen sowohl bei Umgebungstemperatur als auch bei 200 °C	S _m (Smoke _{max, leakage rate})	Rauchschutztüren (als Zusatzanforderung auch bei Feuerschutzabschlüssen), Lüftungsanlagen einschließlich Klappen
Rauchdichtheit (Begrenzung der Rauchdurchlässigkeit)	S (Smoke)	Entrauchungsleitungen, Entrauchungsklappen, Brandschutzklappen
Selbstschließende Eigenschaft (ggf. mit Anzahl der Lastspiele) einschließlich Dauerfunktion	C... (Closing)	Rauchschutztüren, Feuerschutzabschlüsse (einschließlich Abschlüsse für Förderanlagen)
Dauerhaftigkeit der Betriebssicherheit (Anzahl der Öffnungs- und Schließzyklen)	C _{xx} (Closing)	Entrauchungsklappen
Aufrechterhaltung der Energieversorgung und/oder Signalübermittlung	P	Elektrische Kabelanlagen allgemein
Rußbrandbeständigkeit	G	Schornsteine
Brandschutzvermögen	K ₁ , K ₂	Wand- und Deckenbekleidungen (Brandschutzbekleidungen)
Unterschiedliche Wärmedämmungskriterien	I ₁ , I ₂	Feuerschutzabschlüsse (einschließlich Abschlüsse für Förderanlagen)
Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer	i → o (in – out) i ← o i ↔ o	Nicht tragende Außenwände, Installationsschächte/-kanäle, Lüftungsanlagen/-klappen
Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer	a → b (above – below)	Unterdecken
Für vertikalen/horizontalen Einbau klassifiziert	v _e , h _o (vertical, horizontal)	Lüftungsleitungen, Brandschutzklappen, Entrauchungsleitungen
Für vertikalen/horizontalen Einbau in Wände klassifiziert	v _{ew} , h _{ow}	Entrauchungsklappen
Für vertikalen/horizontalen Einbau in Leitungen klassifiziert	v _{ed} , h _{od}	
Für vertikalen/horizontalen Einbau in Wände und Leitungen klassifiziert	v _{edw} , h _{odw}	
Rohrende offen innerhalb des Prüfofens/ Rohrende offen außerhalb des Prüfofens	U/U (Uncapped/Uncapped)	Rohrabschottungen
Rohrende geschlossen innerhalb des Prüfofens/ Rohrende offen außerhalb des Prüfofens	C/U (Capped/Uncapped)	
Rohrende offen innerhalb des Prüfofens/ Rohrende geschlossen außerhalb des Prüfofens	U/C (Uncapped/Capped)	
Manuelle Auslösung (auch automatische Auslösung bei manueller Übersteuerung)	MA	Entrauchungsklappen
Eignung, einen oder mehrere feuerwiderstandsfähige Bauteile zu durchdringen bzw. darin einzubauen	multi	Entrauchungsleitungen, Entrauchungsklappen

Tab. 2.8: Feuerwiderstandsklassifizierung von Bauteilen und Zuordnung zu den Anwendungsbereichen gemäß DIN EN 13501-2 [2.4.2]

Für Mauerwerkswände aus Porenbeton sind u. a. folgende Begriffe relevant:

■ **Tragfähigkeit** (Kurzzeichen „R“, Résistance)

Die Tragfähigkeit R beschreibt die Fähigkeit eines Bauteils, unter festgelegten mechanischen Einwirkungen bei einer Brandbeanspruchung auf einer Seite oder auf mehreren Seiten die Standsicherheit zu behalten.

■ **Raumabschluss** (Kurzzeichen „E“, Étanchéité)

Ein Bauteil mit raumtrennender Funktion verfügt über die Eigenschaft Raumabschluss E, wenn es der Beanspruchung durch ein nur an einer Seite angreifendes Feuer widerstehen kann. Ein Feuerdurchtritt zur unbeflammten Seite als Ergebnis des Durchtritts von Flammen oder heißen Gasen muss vom Bauteil verhindert werden, da sonst die Gefahr besteht, dass sich die dem Feuer abgekehrte Seite des Bauteils oder in der Nähe dieser Oberfläche befindliche Materialien entzünden würden.

■ **Wärmedämmung** (Kurzzeichen „I“, Isolation)

Ein Bauteil, das über die charakteristische Eigenschaft Wärmedämmung I verfügt, ist in der Lage, einer einseitigen Brandbeanspruchung ohne Übertragung von Feuer von der dem Feuer zugekehrten Seite zu der vom Feuer abgewandten Seite zu widerstehen. Die Übertragung von Feuer ist als Ergebnis einer signifikanten Übertragung von Wärme anzusehen. Durch Begrenzung der Übertragung muss ausgeschlossen werden, dass vom Feuer abgewandte Oberflächen sowie Materialien, die sich in der Nähe dieser Oberflächen befinden, entzündet werden. Ebenso wichtig ist der Schutz von Personen, die sich in der Nähe der Oberfläche befinden. Nach Versuchsdurchführung und Bewertung des Bauteils erfolgt die Klassifizierung auf

Grundlage der kürzesten Zeit, für die die Kriterien einer Temperaturerhöhung erfüllt werden.

■ **Strahlungsbegrenzung**

(Kurzzeichen „W“, Radiation)

Strahlungsbegrenzung W bedeutet, dass ein Bauteil in der Lage ist, einer nur einseitigen Brandbeanspruchung so zu widerstehen, dass die Wahrscheinlichkeit einer Brandübertragung entweder durch das Bauteil oder von der vom Feuer abgekehrten Oberfläche des Bauteils auf angrenzende Materialien reduziert wird.

■ **Widerstand** gegen mechanische Beanspruchung (Kurzzeichen „M“, Mechanical)

Bauteile mit einem Widerstand gegen mechanische Beanspruchung M müssen einem seitlichen Pendelstoß widerstehen, ohne dass das R-, E- und/oder I-Verhalten beeinflusst wird. Dadurch wird eine Situation beschrieben, in der der Verlust der Tragfähigkeit eines anderen Bauteils im Brandfall eine Stoßbeanspruchung auf das betreffende Bauteil verursachen würde.

Folgende Kriterienkombinationen sind möglich:

- R: Tragfähigkeit
- EI: Raumabschluss und Wärmedämmung
- REI: Tragfähigkeit, Raumabschluss und Wärmedämmung
- REI-M: Tragfähigkeit, Raumabschluss, Wärmedämmung und Stoßbeanspruchung
- EI-M: Raumabschluss, Wärmedämmung und Stoßbeanspruchung

In Tab 2.9 werden für Bauteile die Feuerwiderstandsklassen und Kriterien nach DIN EN 13501-2 den bauaufsichtlichen Benennungen zugeordnet.

Tab. 2.9: Feuerwiderstandsklassen von Bauteilen gemäß DIN EN 13501-2 [2.4.2] und Zuordnung zu den bauaufsichtlichen Benennungen

Bauaufsichtliche Benennung	Feuerwiderstandsklassen von Bauteilen gemäß DIN EN 13501-2							
	Tragende Wände			Trennwände	Nicht tragende		Doppelböden	Selbstständige Unterdecken
	ohne Raumabschluss	mit Raumabschluss	mit Stoßbeanspruchung		Außenwände	Wände mit Stoßbeanspruchung		
Feuerhemmend	R 30	REI 30	REI-M 30 ¹⁾	EI 30	E 30 (i → o) / E 30-ef (i ← o)	EI-M 30 ¹⁾	REI 30	EI 30 (a ↔ b)
Hochfeuerhemmend	R 60	REI 60	REI-M 60 ¹⁾	EI 60	E 60 (i → o) / E 60-ef (i ← o)	EI-M 60 ¹⁾	–	EI 60 (a ↔ b)
Feuerbeständig	R 90	REI 90	–	EI 90	E 90 (i → o) / E 90-ef (i ← o)	–	–	EI 90 (a ↔ b)
Feuerwiderstandsfähigkeit 120 min	R 120	REI 120	REI-M 120 ¹⁾	EI-M 120 ¹⁾	–	EI-M 120 ¹⁾	–	–
Brandwand	–	REI-M 90	REI-M 90 ¹⁾	EI-M 90	–	EI-M 90 ¹⁾	–	–

¹⁾ nach Muster-Industriebau-Richtlinie

2.4 Anforderungen an den baulichen Brandschutz nach Muster-Industriebau-Richtlinie (MIndBauRL)

Die Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau in der Fassung Mai 2019 [2.6] (Muster-Industriebau-Richtlinie) regelt die Mindestanforderungen an den Brandschutz von Industriebauten. Dies betrifft insbesondere

- die Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile und das Brandverhalten der Baustoffe,
- die Größe der Brandabschnitte bzw. Brandbekämpfungsabschnitte,
- die Anordnung, Lage und Länge der Rettungswege sowie
- wirksame Löscharbeiten.

Industriebauten im Sinne der Richtlinie sind dabei Gebäude oder Gebäudeteile im Bereich der Industrie und des Gewerbes, die der Produktion (Herstellung, Behandlung, Verwertung, Verteilung) oder Lagerung von Produkten oder Gütern dienen. Ausgenommen sind Regallager mit Lagerguthöhen von mehr als 9 m sowie Industriebauten, die lediglich der Aufstellung technischer Anlagen dienen und von Personen nur vorübergehend zu Wartungs- und Kontrollzwecken begangen werden, und überwiegend offene Industriebauten (überdachte Freianlagen oder Freilager).

Die Muster-Industriebau-Richtlinie stellt in den Abschnitten 5.1 bis 5.14 allgemeine Anforderungen an:

- Löschwasserbedarf
- Lage und Zugänglichkeit
- Zweigeschossige Industriebauten mit Zufahrten
- Geschosse unter der Geländeoberfläche
- Rettungswege
- Rauchabzug
- Selbsttätige Feuerlöschanlagen
- Brandwände und Wände zur Trennung von Brandbekämpfungsabschnitten
- Feuerüberschlagsweg
- Nicht tragende Außenwände und Außenwandbekleidungen
- Bedachungen
- Sonstige Brandschutzmaßnahmen, Gefahrenverhütung

Ein Brandabschnitt ist der Bereich eines Gebäudes zwischen seinen Außenwänden und/oder den Wänden, die als Brandwände über alle Geschosse ausgebildet sind. Die Brandabschnittsfläche ist die Fläche des Brandabschnittes zwischen den aufgehenden Umfassungsbauteilen.

Ein Brandbekämpfungsabschnitt ist ein auf das kritische Brandereignis normativ bemessener, gegenüber anderen Gebäudebereichen brandschutztechnisch abgetrennter Gebäudebereich mit spezifischen Anforderungen an Wände und Decken, die diesen Brandbekämpfungsabschnitt begrenzen.

Der Planer hat bei der Anwendung der Muster-Industriebau-Richtlinie die Wahl zwischen drei Berechnungsverfahren.

- Verfahren nach Abschnitt 6 der MIndBauRL:

In Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsklasse der tragenden und aussteifenden Bauteile sowie nach der brandschutztechnischen Infrastruktur, die durch Sicherheitskategorien eingestuft wird, wird die zulässige Brandabschnittsfläche für einen Brandabschnitt ermittelt.

- Verfahren nach Abschnitt 7 der MIndBauRL:

Auf Grundlage des Rechenverfahrens nach DIN 18230-1 [2.7] werden die zulässige Fläche und die Anforderungen an die Bauteile nach den Brandsicherheitsklassen für einen Brandbekämpfungsabschnitt bestimmt.

- Andere Methoden des Brandschutzingenieurwesens unter Berücksichtigung von Anhang 1 der MIndBauRL.

Es kann davon ausgegangen werden, dass mit dem vereinfachten Nachweisverfahren ohne Brandlastermittlung nach Abschnitt 6 der MIndBauRL eine große Zahl von Industriebauten geplant werden können. Die Brandabschnittsfläche ist jedoch dabei auf eine Größe von 10.000 m² beschränkt. Die zulässige Größe der Brandabschnittsfläche von Industriebauten wird bestimmt in Abhängigkeit von

- der Sicherheitskategorie, die die Klassifizierungsstufen für die brandschutztechnische Infrastruktur wiedergibt. Diese ergibt sich aus den Vorkehrungen für die Brandmeldung, der Art der Feuerwehr und der Art einer Feuerlöschanlage,
- der Feuerwiderstandsklasse der tragenden und aussteifenden Bauteile sowie Zahl der oberirdischen Geschosse,
- besonderen Anforderungen an Lagergebäude und an Gebäude mit Lagerbereichen (Abschnitt 6.3 der MIndBauRL).

Literatur

- [2.1] Musterbauordnung (MBO) Fassung November 2002, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 22. Februar 2019
- [2.2] Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), Ausgabe August 2017 mit Druckfehlerberichtigung vom 11. Dezember 2017
- [2.3] DIN 4102: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
 - [2.3.1] Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen, Ausgabe 1998-05
 - [2.3.2] Teil 2: Bauteile; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen, Ausgabe 1977-09
 - [2.3.3] Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile, Ausgabe 2016-05
- [2.4] DIN EN 13501: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten
 - [2.4.1] Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten, Ausgabe 2010-01
 - [2.4.2] Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen, Ausgabe 2016-12
- [2.5] Entscheidung der Kommission vom 4. Oktober 1996 zur Festlegung eines Verzeichnisses von Produkten, die in die Kategorie A „Kein Beitrag zum Brand“ gemäß der Entscheidung 94/611/EG zur Durchführung von Artikel 20 der Richtlinie 89/106/EWG des Rates über Bauprodukte einzustufen sind (96/603/EG)
- [2.6] Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (Muster-Industriebau-Richtlinie – MIndBauRL) vom Mai 2019
- [2.7] DIN 18230-1: Baulicher Brandschutz im Industriebau – Teil 1: Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer, Ausgabe 2010-09

Klassifizierte Wandbauteile aus Porenbetonmauerwerk

3.1 Allgemeines

Nach der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) [3.1] erfolgt die Tragwerksbemessung für den Brandfall bei Porenbetonmauerwerk gemäß DIN EN 1996-1-2 [3.2.2] in Verbindung mit dem Nationalen Anhang DIN EN 1996-1-2/NA [3.3.2]. Für spezielle brandschutztechnische Ausführungen (z. B. Anschlüsse, Fugen) sind zusätzlich die Anwendungsregeln nach DIN 4102-4 [3.4.1] zu beachten, da der Eurocode 6 hierzu keine Angaben enthält. Für nicht in DIN EN 1996-1-2/NA und DIN 4102-4 geregelte Produkte (z. B. Porenbeton-Flachstürze) können die maßgebenden brandschutztechnischen Regelungen den jeweiligen Zulassungsbescheiden/Bauartgenehmigungen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) entnommen werden.

3.2 Wandarten

Hinsichtlich des baulichen Brandschutzes wird zwischen nicht tragenden und tragenden sowie raumabschließenden und nicht raumabschließenden Wänden unterschieden (Abb. 3.1).

■ **Nicht tragende Wände**, die immer raumabschließend sind, sind auch im Brandfall überwiegend durch ihre Eigenlast beanspruchte scheibenartige Bauteile, die nicht der Knickaussteifung tragender Wände dienen.

Windlasten, die auf ihre Fläche wirken, werden über tragende Bauteile abgetragen. Nicht tragende, raumabschließende Wände werden nur einseitig vom Brand beansprucht und dienen z. B. zur Trennung von Brandabschnitten.

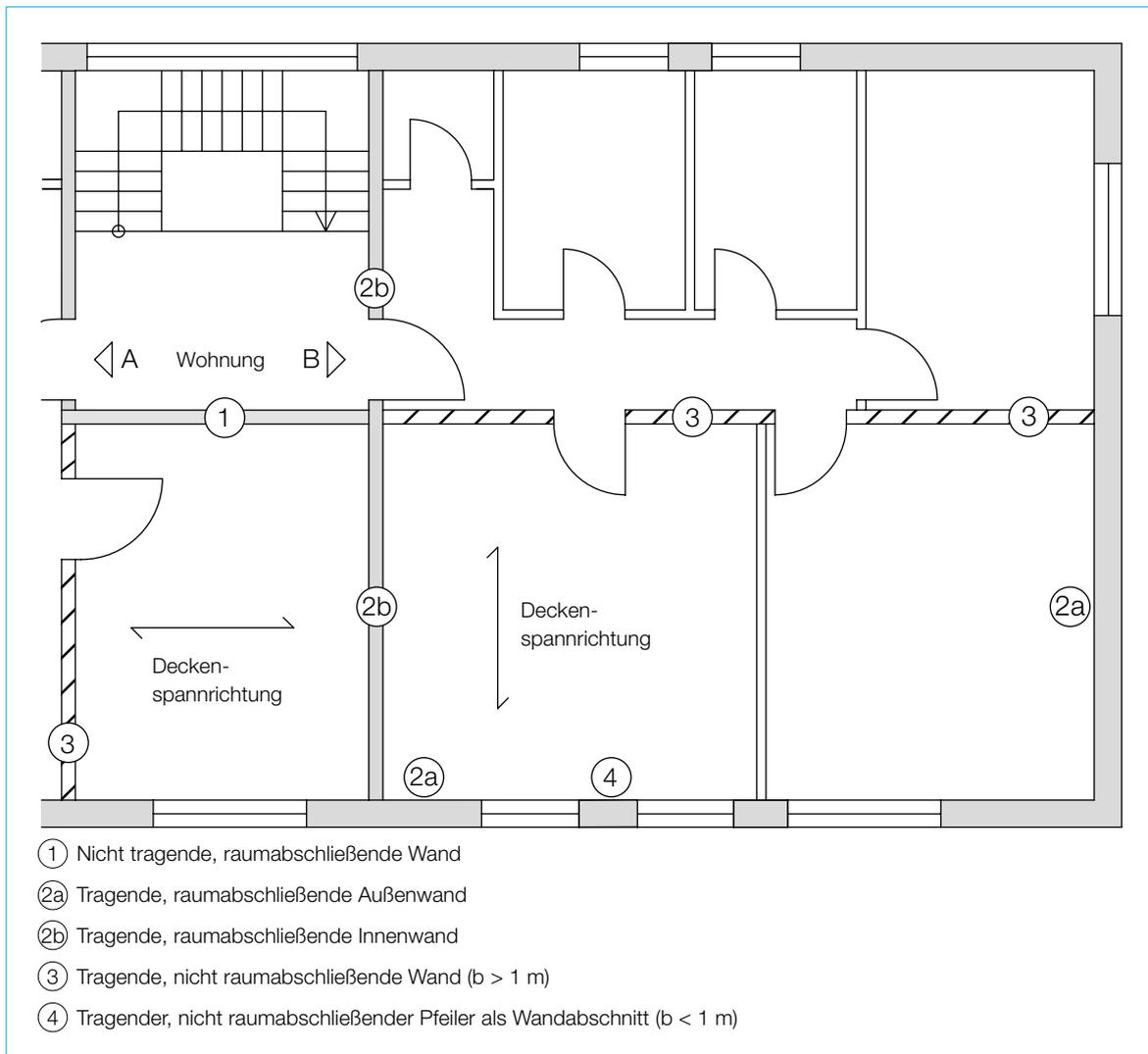


Abb. 3.1: Brandschutztechnisch zu unterscheidende Wandarten

- **Tragende, raumabschließende Wände** sind überwiegend auf Druck beanspruchte, scheibenartige Bauteile zur Aufnahme lotrechter Lasten. Sie gewährleisten im Brandfall die Tragfähigkeit und dienen zur Verhinderung der Brandübertragung von einem Raum zum anderen. Außerdem halten sie im Brandfall die Trennung von zwei aneinander angrenzenden Bereichen aufrecht. Tragende, raumabschließende Wände werden nur einseitig vom Brand beansprucht. Hierzu gehören z. B. Wohnungstrennwände oder Außenwände.
- **Tragende, nicht raumabschließende Wände** sind überwiegend auf Druck beanspruchte scheibenartige Bauteile zur Aufnahme lotrechter Lasten. Sie werden im Brandfall zwei-, drei- oder vierseitig beansprucht. Darunter fallen Wände innerhalb eines Brandabschnitts, z. B. innerhalb einer Wohnung. Zu den tragenden, nicht raumabschließenden Wänden zählen auch Pfeiler und Wandabschnitte aus Mauerwerk, deren Wandlänge $l_f \leq 1,00$ m ist. Gemauerte Pfeiler, deren Querschnittsfläche $A < 0,04$ m² ist, sind als tragende Bauteile unzulässig.
- **Brandwände** sind raumabschließende Bauteile, die zur Bildung von Brandabschnitten dienen und an die höhere brandschutztechnische Anforderungen gestellt werden.

3.3 Feuerwiderstandsklassen von Wänden aus Porenbetonmauerwerk

3.3.1 Grundlagen

Die Einstufung der Wände aus Porenbetonmauerwerk in die Feuerwiderstandsklassen nach Tab. 3.1 bis 3.4 gilt für alle Stoßfugenausbildungen nach DIN EN 1996-1-1/NA [3.3.1], Abschnitt 8.1.5 und bezieht sich stets auf Wände ohne Einbauten. Zu den Einbauten zählen z. B. Schlitz, Nischen für Rohre und Schaltschränke. Schlitz und Aussparungen in tragenden Wänden, die nach DIN EN 1996-1-1/NA ohne gesonderten rechnerischen Nachweis zulässig sind, reduzieren die in den Tabellen 3.1 bis 3.4 angegebenen Feuerwiderstandsklassen nicht.

Bei anderen Einbauten ist der Brandschutz gesondert nachzuweisen. Der Restquerschnitt einer Wand muss dann auch im Bereich von Schlitz die gefor-

derte Mindestwanddicke für eine bestimmte Feuerwiderstandsklasse besitzen.

Steckdosen, Schalterdosen, Verteilerdosen usw. dürfen bei raumabschließenden Wänden nicht unmittelbar gegenüberliegend eingebaut werden. Diese Einschränkung gilt nicht für Wände aus Mauerwerk, somit auch nicht für Porenbetonmauerwerk, mit einer Gesamtdicke ≥ 140 mm, wenn der Restquerschnitt mindestens 60 mm beträgt. Ansonsten dürfen derartige Dosen an jeder beliebigen Stelle angeordnet werden. Bei Wänden aus Porenbetonmauerwerk mit einer Wanddicke < 60 mm dürfen nur Aufputzdosen verwendet werden.

Durch raumabschließende Wände aus Porenbetonmauerwerk dürfen vereinzelt elektrische Leitungen geführt werden, wenn der verbleibende Lochquerschnitt mit Kalk- oder Kalk-Zementmörtel nach DIN EN 998-1 [3.5] verschlossen wird. Bei Putzarbeiten ist die DIN 18550-2 [3.6] zu beachten. Für das Durchführen von Kabelbündeln, Rohrleitungen oder Lüftungsleitungen sind andere brandschutztechnische Maßnahmen wie Brandschutzklappen, Abschottungen usw. erforderlich, deren Anwendung durch bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweise bestätigt sein muss.

Dampfsperren und Sperrschichten gegen aufsteigende Feuchtigkeit, z. B. Bitumenbahnen R 500 oder mineralische Dichtungsschlämmen, beeinflussen die Einstufung in die angegebenen Feuerwiderstandsklassen nicht.

Als Putze zur Verbesserung der Feuerwiderstandsdauer können Gipsmörtel B 1 bis B 6 nach DIN EN 13279-1 [3.7], Kalk- und Kalk-Zementputze aus Werk trockenmörtel nach DIN EN 998-1 und Wärmedämmputzmörtel nach DIN EN 998-1 verwendet werden. Voraussetzung für die brandschutztechnische Wirksamkeit ist eine ausreichende Haftung am Putzgrund.

Dämmschichten in Anschlussfugen, die aus schalltechnischen oder anderen Gründen angeordnet werden, müssen aus Mineralwolle bestehen, nicht brennbar sein, einen Schmelzpunkt ≥ 1.000 °C nach DIN 4102-17 [3.4.2] besitzen, eine Rohdichte ≥ 30 kg/m³ aufweisen und dürfen nicht glimmen. Fugendichtstoffe im Sinne von DIN EN ISO 6927 [3.8] auf der Außenseite der Dämmschichten beeinflussen die Einstufung in die Feuerwiderstandsklassen nicht.

3.3.2 Feuerwiderstandsklassen von nicht tragenden Wänden aus einschaligem Porenbetonmauerwerk

Die Einstufung von nicht tragenden Wänden aus einschaligem Porenbetonmauerwerk in die Feuerwider-

standsklassen ist in DIN 4102-4 enthalten. Die Werte der Tab. 3.1 gelten für Wandhöhen $h \leq 6$ m und Schlankheiten der Wand bis zu $\lambda = h/t \leq 40$ sowie unter Berücksichtigung der in Kapitel 3.3.1 enthaltenen Anwendungsregeln.

Mindestdicken nicht tragender, raumabschließender Wände aus Porenbeton-Planbauplatten ¹⁾					
Produkt	Mindestwanddicke t für die Feuerwiderstandsklasse-Einstufung [mm]				
	Feuerwiderstandsklasse				
	F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 120-A	F 180-A
Planbauplatte	50 (50)	75 (75)	75 (75)	115 (75)	150 (115)

¹⁾ (DIN 4166 und DIN EN 771-4) gemäß DIN 4102-4
 Porenbeton-Planbauplatten mit Dünnbettmörtel
 Die Werte in Klammern gelten für Wände mit beidseitigem Putz nach DIN 4102-4.

Tab. 3.1: Mindestdicken von nicht tragenden, raumabschließenden Wänden aus einschaligem Porenbetonmauerwerk zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102-4 [3.4.1]

3.3.3 Feuerwiderstandsklassen von tragenden Wänden aus einschaligem Porenbetonmauerwerk

Für tragende Wände aus einschaligem Porenbetonmauerwerk sind neben den allgemeinen Anwendungsregeln gemäß Kapitel 3.1.1 die maximalen Wand-

höhen und Schlankheiten nach DIN EN 1996-1-1/NA und DIN EN 1996-3/NA [3.3.3] zu beachten. Zur Einstufung von tragenden Wänden aus einschaligem Porenbetonmauerwerk in die Feuerwiderstandsklassen nach den Tab. 3.2 bis Tab. 3.4 ist zunächst der Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$ der vorhandenen Wand in Abhängigkeit von der Schlankheit wie folgt zu ermitteln:

<p>■ Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$</p> <p>für die Schlankheit $10 \leq \frac{h_{ef}}{t} \leq 25$:</p> $\alpha_{6,fi} = \omega \cdot \frac{15}{25 - \frac{h_{ef}}{t}} \cdot \frac{N_{Ed,fi}}{l \cdot t \cdot \frac{f_k}{k_0} \cdot \left(1 - 2 \cdot \frac{e_{mk,fi}}{t}\right)}$	<p>■ Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$</p> <p>für die Schlankheit $\frac{h_{ef}}{t} \leq 10$:</p> $\alpha_{6,fi} = \omega \cdot \frac{N_{Ed,fi}}{l \cdot t \cdot \frac{f_k}{k_0} \cdot \left(1 - 2 \cdot \frac{e_{mk,fi}}{t}\right)}$
<p>h_{ef} Knicklänge der Wand t Wanddicke l Wandlänge $N_{Ed,fi}$ Bemessungswert der Normalkraft im Brandfall: $N_{Ed,fi} = \eta_{fi} \cdot N_{Ed} = 0,7 \cdot N_{Ed}$ N_{Ed} Bemessungswert der Normalkraft nach DIN EN 1996-1-1 [3.2.1] bzw. DIN EN 1996-3 [3.2.3] ω Anpassungsfaktor auf Grundlage von Brandprüfungen: für Porenbetonsteine $\omega = 2,1$ f_k charakteristische Druckfestigkeit des Porenbetonmauerwerks k_0 Faktor $k_0 = 1,25$ zur Berücksichtigung von Wandquerschnitten kleiner als $0,1 \text{ m}^2$; ansonsten $k_0 = 1,0$ $e_{mk,fi}$ planmäßige Ausmitte von $N_{Ed,fi}$ in halber Geschosshöhe unter Berücksichtigung des Kriecheinflusses nach DIN EN 1996-1-1, Gleichung (6.6); bei Ausmitten $e_{mk,fi} > t/6$ ist die Lasteinleitung konstruktiv zu zentrieren; $e_{mk,fi} = 0$ bei vollständig aufliegender Decke und Bemessung nach DIN EN 1996-3/NA</p>	

Mindestdicken tragender, raumabschließender Wände aus Porenbetonsteinen ¹⁾ (Rohdichteklasse $\geq 0,40$)						
Produkt	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$	Mindestwanddicke t für die Feuerwiderstandsklasse-Einstufung [mm]				
		Feuerwiderstandsklasse				
		REI 30	REI 60	REI 90	REI 120	REI 180
Planstein/ Planelement	$\leq 0,15$	115 (115)	115 (115)	115 (115)	115 (115)	150 (115)
	$\leq 0,42$	115 (115)	115 (115)	150 (115)	150 (150)	175 (175)
	$\leq 0,70$	115 (115)	150 (115)	175 ²⁾ (150)	175 ²⁾ (175)	200 (200)

¹⁾ (DIN EN 771-4 in Verbindung mit DIN 20000-404) gemäß DIN EN 1996-1-2/NA
²⁾ Rohdichteklasse $\geq 0,35$
 Porenbetonsteine mit Dünnbettmörtel
 Die Werte in Klammern gelten für Wände mit beidseitigem Putz nach DIN EN 1996-1-2.

Tab. 3.2: Mindestdicken von tragenden, raumabschließenden Wänden aus einschaligem Porenbetonmauerwerk zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse nach DIN EN 1996-1-2/NA [3.3.2]

In Abhängigkeit vom vorhandenen Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$ und der geforderten Feuerwiderstandsklasse der Wand kann die erforderliche Mindestdicke von tragenden, raumabschließenden und nicht raumabschließenden Wänden aus einschaligem Porenbetonmauerwerk nach Tab. 3.2 und Tab 3.3 sowie die erforderliche Mindestlänge tragender, nicht raumabschließender Wandabschnitte bzw. Pfeiler nach

Tab. 3.4 ermittelt werden. Stürze über Wandöffnungen sind für eine dreiseitige Brandbeanspruchung zu bemessen. Die erforderliche Breite von Stürzen aus bewehrtem Porenbeton gemäß DIN EN 12602 [3.10] entspricht der geforderten Wanddicke (Tab. 3.5). Anstelle eines steinhohen Sturzes dürfen auch einzelne oder nebeneinander verlegte Flachstürze gemäß Zulassungsbescheid [3.9] verwendet werden.

Tab. 3.3: Mindestdicken von tragenden, nicht raumabschließenden Wänden aus einschaligem Porenbetonmauerwerk zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse nach DIN EN 1996-1-2/NA [3.3.2]

Mindestdicken tragender, nicht raumabschließender Wände aus Porenbetonsteinen ¹⁾ (Rohdichteklasse $\geq 0,40$)						
Produkt	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$	Mindestwanddicke t für die Feuerwiderstandsklasse-Einstufung [mm]				
		Feuerwiderstandsklasse				
		R 30	R 60	R 90	R 120	R 180
Planstein/ Planelement	$\leq 0,15$	115 (115)	150 (115)	150 (115)	150 (115)	175 (115)
	$\leq 0,42$	150 (115)	175 (150)	175 (150)	175 (150)	240 (175)
	$\leq 0,70$	175 (150)	175 (150)	240 (175)	300 (240)	300 (240)

¹⁾ (DIN EN 771-4 in Verbindung mit DIN 20000-404) gemäß DIN EN 1996-1-2/NA
Porenbetonsteine mit Dünnbettmörtel
Die Werte in Klammern gelten für Wände mit beidseitigem Putz nach DIN EN 1996-1-2.

Tab. 3.4: Mindestlängen von tragenden, nicht raumabschließenden Wandabschnitten bzw. Pfeilern als Wandabschnitte aus einschaligem Porenbetonmauerwerk (Länge < 1,00 m) zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse nach DIN EN 1996-1-2/NA [3.3.2]

Mindestlängen tragender, nicht raumabschließender Wandabschnitte bzw. Pfeiler als Wandabschnitte, Länge < 1,00 m, aus Porenbetonsteinen ¹⁾ (Rohdichteklasse $\geq 0,40$)							
Produkt	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$	Wanddicke t [mm]	Mindestwanddicke t für die Feuerwiderstandsklasse-Einstufung [mm]				
			Feuerwiderstandsklasse				
			R 30	R 60	R 90	R 120	R 180
Planstein/ Planelement	$\leq 0,42$	175	365	365	490	490	615
		200	240	365	365	490	615
		240	240	240	300	365	615
		300	240	240	240	300	490
		365	175	175	240	240	365
	$\leq 0,70$	175	490	490	— ²⁾	— ²⁾	— ²⁾
		200	365	490	— ²⁾	— ²⁾	— ²⁾
		240	300	365	615	730	730
		300	240	300	490	490	615
		365	240	240	365	490	615

¹⁾ (DIN EN 771-4 in Verbindung mit DIN 20000-404) gemäß DIN EN 1996-1-2/NA
²⁾ $l_F > 1,00$ m; Bemessung daher siehe tragende, raumabschließende bzw. nicht raumabschließende Wände
Porenbetonsteine mit Dünnbettmörtel

Tab. 3.5: Mindestabmessungen von Wandbau-Ergänzungsprodukten aus Porenbeton zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102-4 [3.4.1] bzw. Zulassungsbescheid [3.9]

Mindestabmessungen Flachstürze, Stürze ¹⁾ bzw. U-Steine/U-Schalen ¹⁾ aus Porenbeton						
Produkt	Mindesthöhe h [mm]	Produktspezifische Mindestmaße [mm]		Mindestbreite b für die Feuerwiderstandsklasse-Einstufung [mm]		
		Schalendicke s_{min}	Betondeckung c_{min}	Feuerwiderstandsklasse		
				F 30-A	F 60-A	F 90-A
Porenbeton-Flachsturz nach Zulassung Z-17.1-634 ²⁾	≥ 124 mm	–	siehe Zulassung	175 (115)	175 (115)	240 ³⁾ (175)
Porenbeton-Sturz nach DIN 4223/DIN EN 12602 (Mindeststabzahl n = 3)	240	–	30	175 (175)	175 (175)	200 (175)
Porenbeton-U-Stein/U-Schale, ausbetoniert	199	45	–	175	175	175

¹⁾ gemäß DIN 4102-4
²⁾ Download auf der Website des Bundesverbandes Porenbetonindustrie e.V. unter „Bauplanung & Baukonstruktion/Zulassungen“
³⁾ auch zusammengesetzt aus 2×115 mm
Die Werte in Klammern gelten für Stürze mit dreiseitigem Putz nach DIN 4102-4. Auf den Putz an der Sturzunterseite kann bei Anordnung von vermörtelten Stahl- oder Holzzargen verzichtet werden.

3.3.4 Zweischalige Außenwände aus Porenbetonmauerwerk mit Wärmedämmung und Vormauerschale

Werden bauaufsichtliche Anforderungen zur Verhinderung der Brandausbreitung an zweischalige Außenwände (ohne Luftschicht) und mit geschossübergreifender Wärmedämmung gestellt, ist je nach Art der verwendeten Dämmung folgendes zu beachten:

- Bei der Verwendung von nicht brennbarer Dämmung sind keine zusätzlichen Brandschutzmaßnahmen erforderlich.
- Bei der Verwendung von schwer entflammbarer Dämmung sind:
 - bei Schalenzwischenräumen ≤ 100 mm keine Zusatzmaßnahmen erforderlich,
 - bei Schalenzwischenräumen > 100 mm Brandsperrern nach DIN 4102-4, Abschnitt 9.6.2 erforderlich.

Horizontale Brandsperrern dienen der Begrenzung der Brandausbreitung und sind in jedem 2. Geschoss (oder alternativ seitlich und oben umlaufend um Öffnungen, z. B. Fenster und Türen) anzuordnen. Als Brandsperrern geeignet sind im Brandfall mindestens 200 mm breite, formstabile, nicht brennbare Dämmstoffe mit einem Schmelzpunkt ≥ 1.000 °C nach DIN 4102-17 sowie mit einer Rohdichte ≥ 30 kg/m³ und Dämmstoffe, die nicht glimmen.

Bei öffnungslosen Außenwänden oder wenn durch die Art der Fensteranordnung eine Brandausbreitung im Schalenzwischenraum ausgeschlossen ist (z. B. durchgehende Fensterbänder, geschossübergreifende Fensterelemente), sind horizontale Brandsperrern nicht erforderlich.

3.4 Brandwände

Brandwände trennen nach der Musterbauordnung (MBO) [3.14] zwei Brandabschnitte oder Gebäude voneinander und sind brandschutztechnisch so ausgelegt, dass im Brandfall bei Versagen der Konstruktion auf einer Seite der Brandwand eine Brandweiterleitung über die Brandwand verhindert wird.

Um im Falle eines Brandes die Brandausbreitung auf bestimmte Bereiche zu begrenzen, den Erhalt notwendiger Rettungswege sicherzustellen und die Ausbreitung auf andere Gebäude oder Brandabschnitte

zu verhindern, werden Brandwände nach Musterbauordnung an besonderen Stellen eines Gebäudes gefordert:

- Abschluss eines Gebäudes zur Grundstücksgrenze hin
- Trennung von aneinander gereihten Gebäuden
- Unterteilung ausgedehnter Gebäude im Abstand von 40 m

Brandwände werden nach DIN EN 1364-1 [3.11] oder DIN EN 1365-1 [3.12] in Verbindung mit DIN EN 1363-2 [3.13] geprüft und sind damit nachgewiesen. Weitere statische Nachweise hinsichtlich der Stoßbeanspruchung sind nicht erforderlich. Brandwände müssen

- aus Baustoffen der Baustoffklasse A bestehen,
- bei mittiger und ausmittiger Belastung mindestens die Anforderungen der Feuerwiderstandsklasse F 90 bzw. REI 90/EI 90 (feuerbeständig) erfüllen,
- unter einer dreimaligen Stoßbeanspruchung – Pendelstöße mit je 3.000 Nm Stoßarbeit – standsicher und raumabschließend bleiben,
- die vorstehend genannten Anforderungen auch ohne Bekleidungen erfüllen.

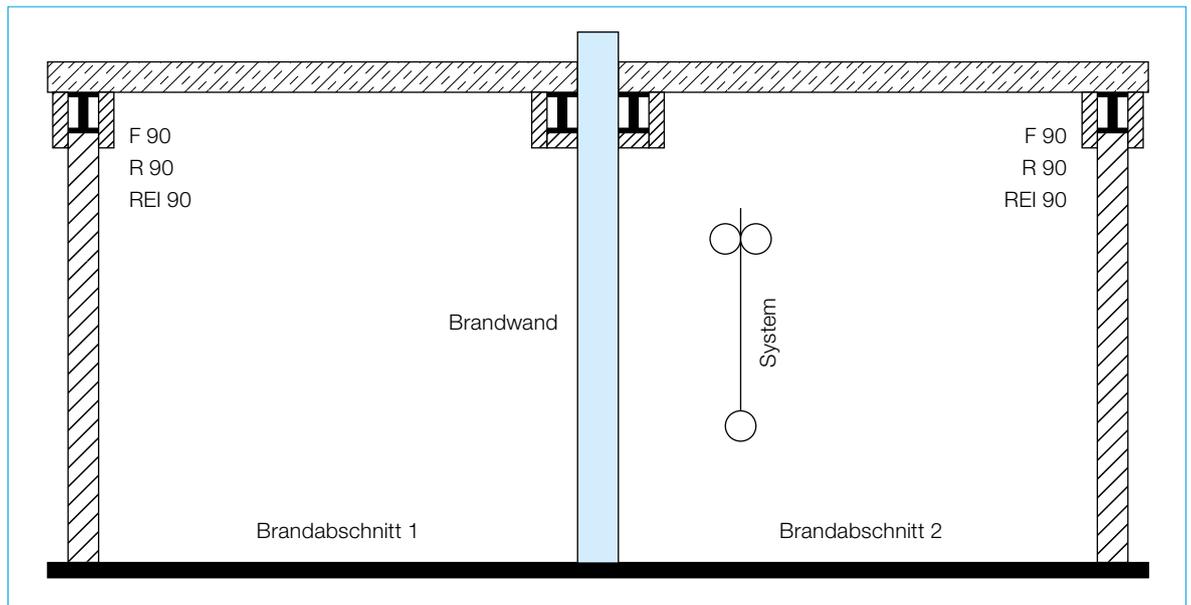
Öffnungen in Brandwänden sind unzulässig, dies gilt insbesondere für Außenwände auf Grundstücksgrenzen. Wenn die Nutzung des Gebäudes oder notwendige Rettungsmaßnahmen es erfordern, können Öffnungen in inneren Brandwänden erlaubt oder verlangt werden. Die Öffnungen müssen mit selbstschließenden, feuerbeständigen Feuerschutzabschlüssen (T 90) oder feuerbeständigen Brandschutzklappen (L 90) geschlossen werden.

Aussteifungen von Brandwänden – z. B. aussteifende Querwände, Decken, Riegel, Stützen oder Rahmen – müssen mindestens der Feuerwiderstandsklasse F 90 bzw. R 90 oder REI 90 entsprechen. Wie diese Aussteifungen ausgeführt werden können, ist in den folgenden vier Beispielen zusammengefasst.

■ Brandschutztechnisch beidseitig ausgesteifte Brandwand

Ohne besonderen Nachweis kann eine oben und unten gelenkig gelagerte Brandwand in ein Bauwerk integriert werden, wenn die aussteifende Tragkonstruktion auf beiden Seiten der Wand für eine Feuerwiderstandsdauer von 90 min ausgelegt ist (Abb. 3.2).

Abb. 3.2: Brandschutztechnisch beidseitig ausgesteifte Brandwand

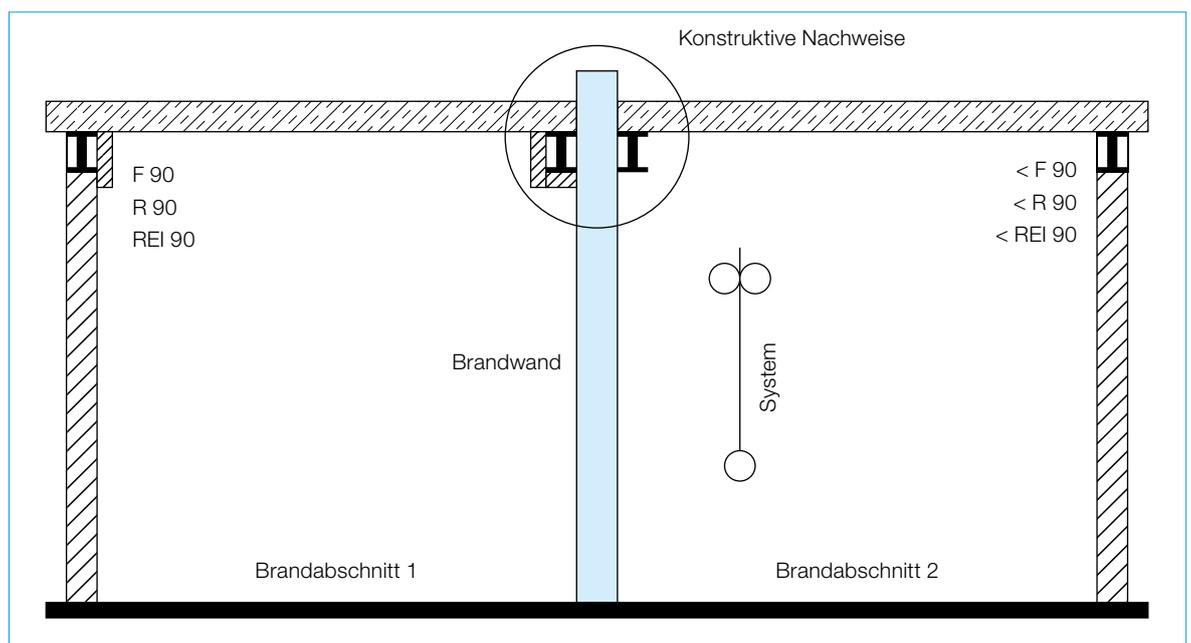


■ Brandschutztechnisch einseitig ausgesteifte Brandwand

Es ist ausreichend, eine Brandwand nur auf einer Seite feuerbeständig auszusteiern, wenn gewähr-

leistet ist, dass bei einem Versagen der Konstruktion mit geringerem Feuerwiderstand die Stand-sicherheit der Wand nicht durch einstürzende Bau-teile gefährdet wird (Abb. 3.3).

Abb. 3.3: Brandschutztechnisch einseitig ausgesteifte Brandwand



■ Brandschutztechnisch eingespannte Brandwand

Bei einer im Fußpunkt eingespannten Brandwand sind Anschlüsse von Tragkonstruktionen mit einer Feuerwiderstandsdauer von weniger als 90 Minuten so auszubilden, dass einstürzende Hallenteile nicht zu Zwangskräften auf die Brandwand führen, die deren vorzeitigen Einsturz bewirken können (Abb. 3.4).

■ Doppelbrandwände

Doppelbrandwände haben zwei Schalen (bestehend aus je einer Brandwand), sind aber keine

zweischaligen Brandwände gemäß DIN 4102-4 bzw. DIN EN 1996-1-2/NA. Doppelbrandwände sind je Schale ebenso wie zweischalige Brandwände (als Einheit) feuerbeständig auszusteiern. Die „Aussteifung“ kann z. B. entsprechend Abb. 3.3 erfolgen. Auch ist eine beidseitig nicht feuerbeständige Aussteifung möglich: Bei Einsturz eines Hallenteils einschließlich der zugehörigen Brandwand bleibt der zweite Hallenteil stehen, da die zweite Brandwand durch den nicht brandbeanspruchten Bereich ausgesteift wird (Abb. 3.5).

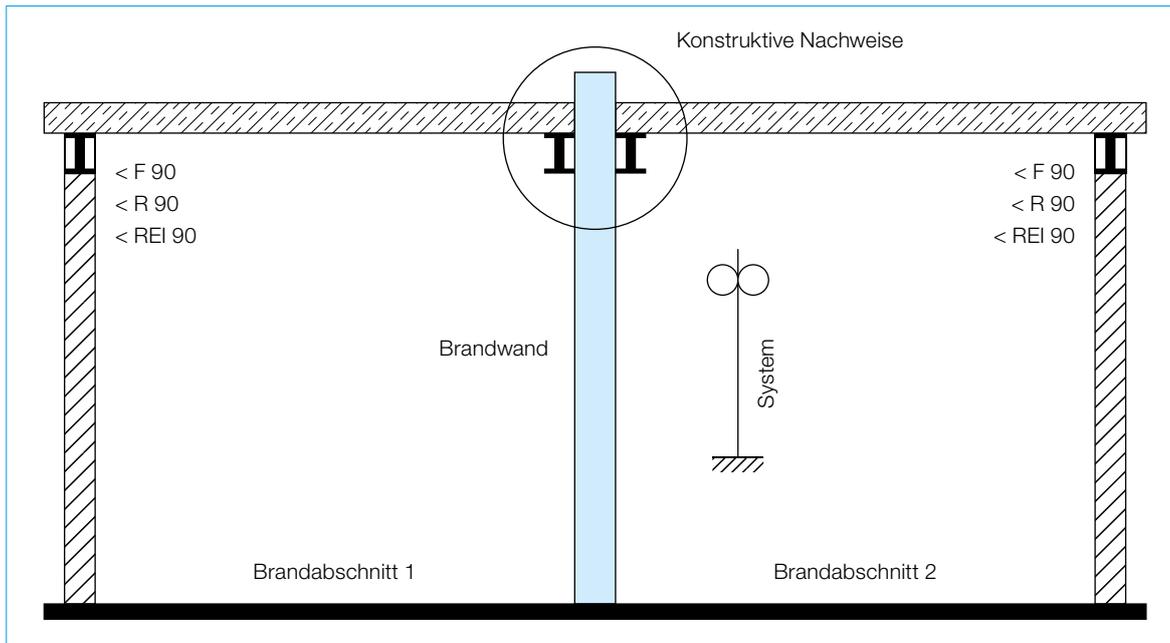


Abb. 3.4: Brand-schutztechnisch einge-spannte Brandwand

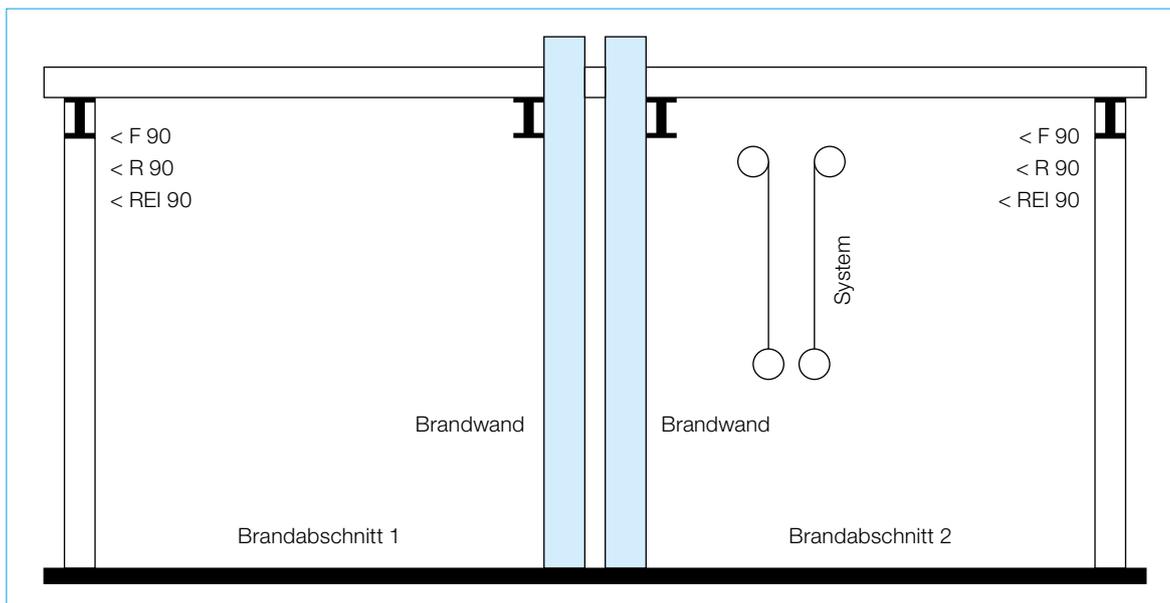


Abb. 3.5: Doppel-brandwände

Brandwände sind 0,30 m über die Bedachung zu führen oder in Höhe der Dachhaut mit einer beiderseits 0,50 m auskragenden, feuerbeständigen Platte aus nicht brennbaren Baustoffen abzuschließen. Bauteile mit brennbaren Baustoffen dürfen über Brandwände nicht hinweggeführt werden. Bei Gebäuden der Gebäudeklassen 1 bis 3 sind Brandwände mindestens bis unter die Dachhaut zu führen. Verbleibende Hohlräume sind vollständig mit nicht brennbaren Baustoffen auszufüllen.

Außenwandkonstruktionen, die eine seitliche Brandausbreitung im Bereich der Brandwände begünstigen können, z. B. hinterlüftete Außenwandbekleidungen oder Doppelfassaden, sind gegen die Brandaus-

breitung einschließlich der Dämmstoffe und Unterkonstruktionen nicht brennbar auszuführen

Bauteile dürfen in Brandwände nur soweit eingreifen, dass deren Feuerwiderstandsfähigkeit nicht beeinträchtigt wird. Gleiches gilt entsprechend für Leitungen, Leitungsschlitze und Schornsteine.

Brandwände aus Porenbetonmauerwerk müssen die in Tab. 3.6 angegebenen Mindestwanddicken erfüllen. Dabei dürfen zweischalige Brandwände nicht mit Doppelbrandwänden verwechselt werden. Die zweischaligen Brandwände müssen grundsätzlich beidseitig brandschutztechnisch ausgesteift werden, da nur beide Schalen zusammen die Anforderung Brandwand erfüllen.

Tab. 3.6: Mindestdicken von Brandwänden aus ein- und zweischaligem Porenbetonmauerwerk zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse nach DIN EN 1996-1-2/NA [3.3.2]

Mindestdicken tragender und nicht tragender, raumabschließender Brandwände aus Porenbetonsteinen ¹⁾			
Produkt	Rohdichteklasse	Mindestwanddicke t für die Feuerwiderstandsklasse-Einstufung [mm] (tragende, raumabschließende Brandwände REI-M 30, REI-M 60, REI-M 90 / nicht tragende, raumabschließende Brandwände EI-M 30, EI-M 60, EI-M 90)	
		Einschaliges Mauerwerk	Zweischaliges Mauerwerk
Planstein	≥ 0,55 ²⁾	240	2 × 175
	≥ 0,40	300	2 × 240
	≥ 0,40 ³⁾⁴⁾	240	2 × 175
Planelement	≥ 0,55 ⁴⁾⁵⁾	240	2 × 175
	≥ 0,40	300	2 × 240

¹⁾ (DIN EN 771-4 in Verbindung mit DIN 20000-404) gemäß DIN EN 1996-1-2/NA

²⁾ Plansteine Nut & Feder mit Vermörtelung der Stoßfuge, alternativ beidseitig 20 mm verputzt nach DIN EN 1996-1-2

³⁾ Plansteine glatt mit Vermörtelung der Stoßfuge

⁴⁾ mit aufliegender Geschossdecke mit mindestens 90 Minuten Feuerwiderstandsdauer als konstruktive obere Halterung

⁵⁾ Planelemente mit Vermörtelung der Stoßfuge, alternativ beidseitig 20 mm verputzt nach DIN EN 1996-1-2

Porenbetonsteine mit Dünnbettmörtel

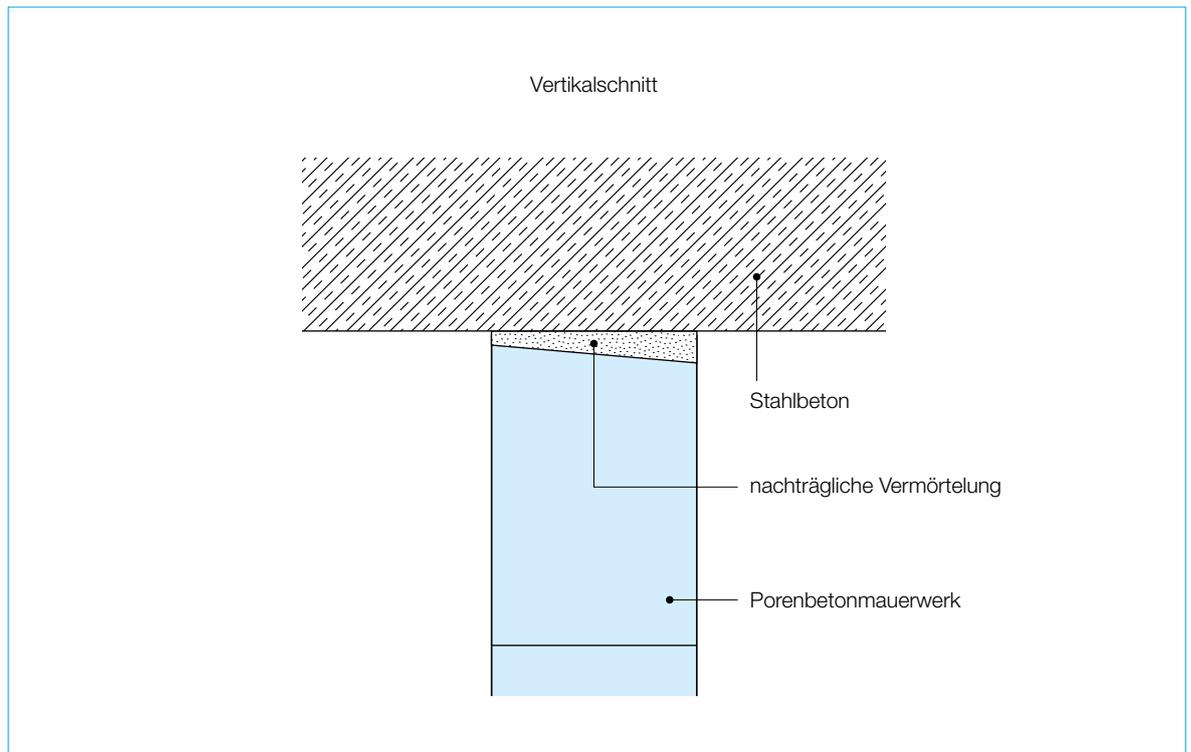
3.5 Brandschutztechnische Anschlüsse und Fugen

Die brandschutztechnische Eignung von Wänden hängt außer von den Baustoff- und Bauteileigenschaften auch wesentlich von der Ausbildung der Anschlüsse und Fugen ab. Standardmäßige brandschutztechnische Anschlussdetails sind durch die

DIN EN 1996-1-2, die DIN 4102-4 oder diverse Fachveröffentlichungen nachgewiesen.

Brandschutztechnische Anschlüsse von Wänden aus Porenbetonmauerwerk an angrenzende Bauteile müssen vollflächig mit Dünnbettmörtel vermörtelt (siehe Abb. 3.6) oder im Verbund oder nach den Angaben von Abb. 3.7 bis 3.17 ausgeführt werden.

Abb. 3.6: Brandschutztechnischer Anschluss einer tragenden oder nicht tragenden Wand aus Porenbetonmauerwerk an eine Stahlbetondecke mit nachträglicher Vermörtelung



Der obere brandschutztechnische Anschluss einer nicht tragenden Wand aus Porenbetonmauerwerk an eine Stahlbetondecke kann ausgeführt werden durch

- beidseitig angebrachte Stahlprofile ohne zusätzliche Bekleidung (Abb. 3.7) oder
- das Einlegen eines in der Stahlbetondecke befestigten Federankers in die Stoßfuge der obersten Steinreihe (Abb. 3.8).

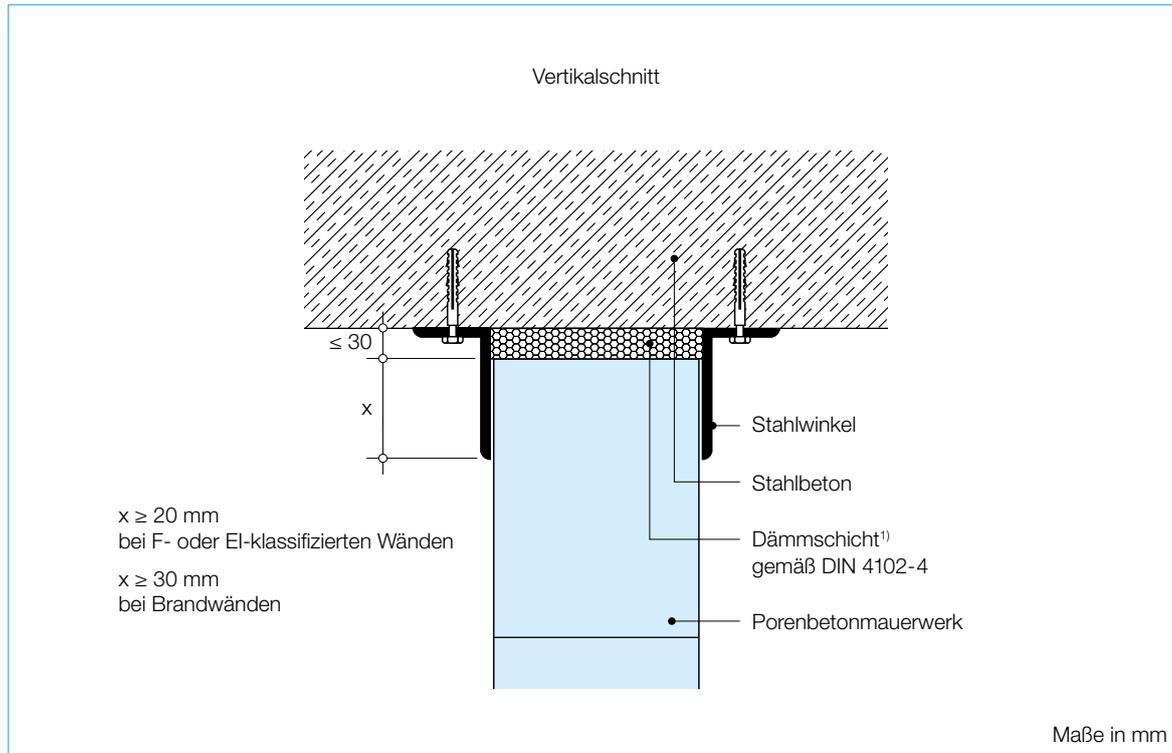


Abb. 3.7: Brandschutztechnischer Anschluss einer nicht tragenden Wand aus Porenbetonmauerwerk an eine Stahlbetondecke

¹) Mineralwolle, nicht brennbar, nicht glimmend, Schmelzpunkt ≥ 1.000 °C, Rohdichte ≥ 30 kg/m³

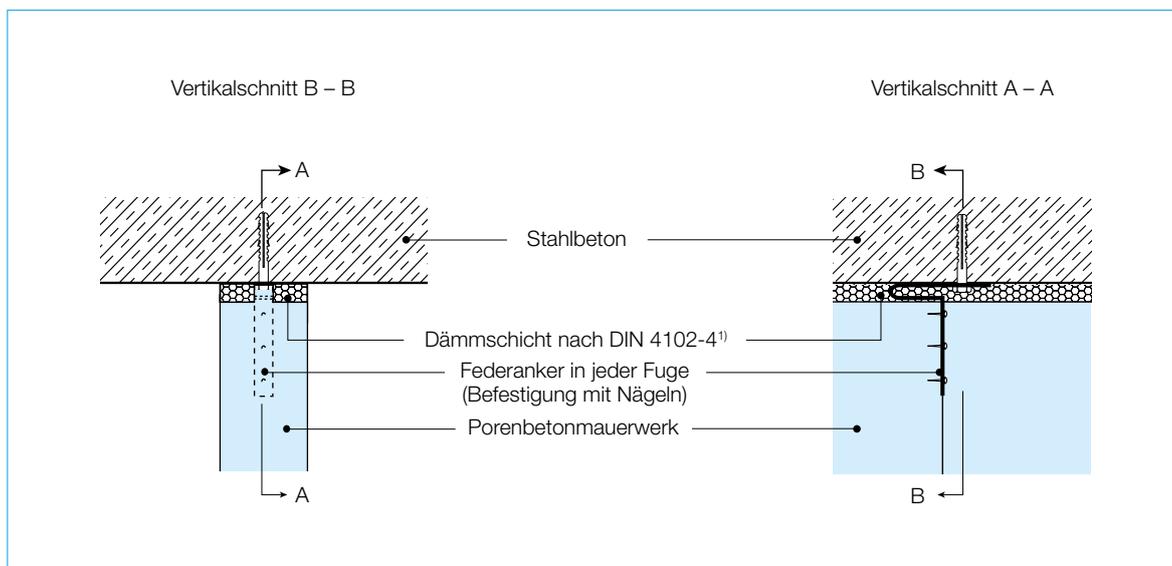


Abb. 3.8: Brandschutztechnischer Anschluss einer nicht tragenden Wand aus Porenbetonmauerwerk an eine Stahlbetondecke mit Federankern

¹) Mineralwolle, nicht brennbar, nicht glimmend, Schmelzpunkt ≥ 1.000 °C, Rohdichte ≥ 30 kg/m³

Der seitliche brandschutztechnische Anschluss von tragenden und nicht tragenden Wänden aus Porenbetonmauerwerk kann erfolgen durch

- vollflächige Vermörtelung (Abb. 3.9),
- Wandeinbindung (Abb. 3.10),
- Maueranker mit vollständiger Verfüllung der Fuge mit Mineralwolle (Abb. 3.11 und Abb. 3.12) oder
- vollflächiges Einlegen einer Dämmschicht in die Fuge und das Verputzen der Wand – nur bei Anschluss tragende an nicht tragende Wand (Abb. 3.13).

Abb. 3.9: Seitlicher brandschutztechnischer Anschluss von Wänden aus Porenbetonmauerwerk durch Stumpfstoß mit vollflächiger Vermörtelung

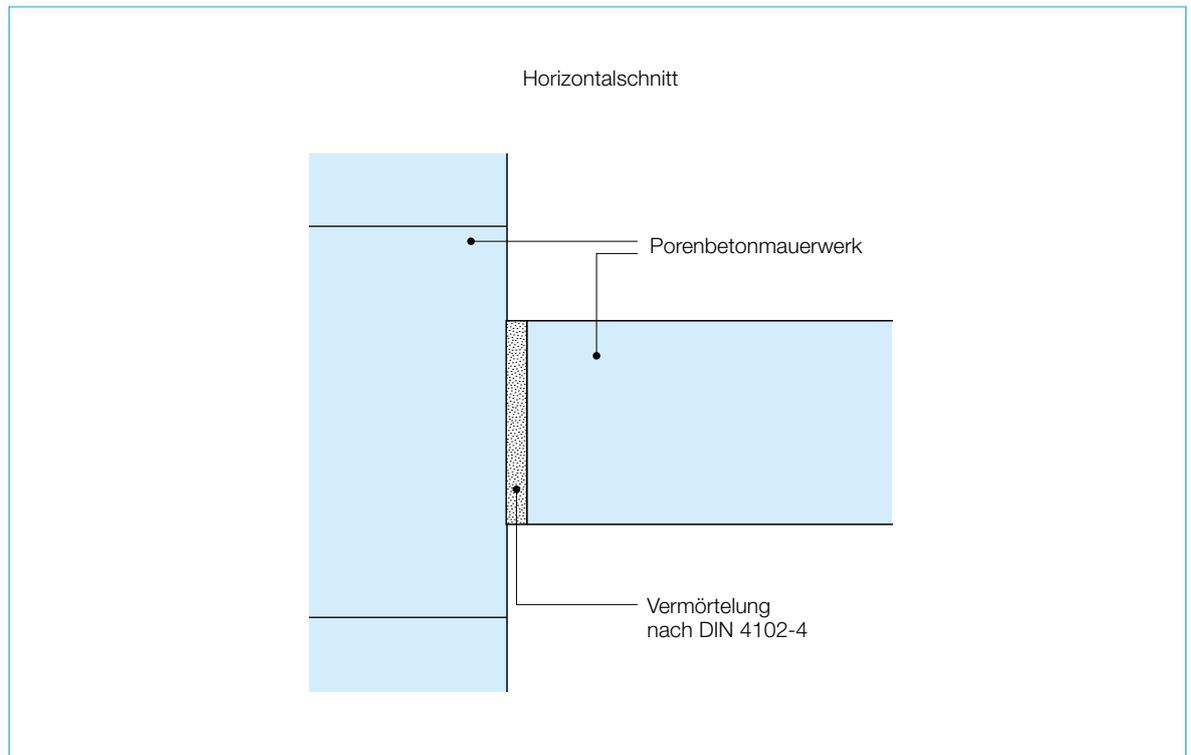
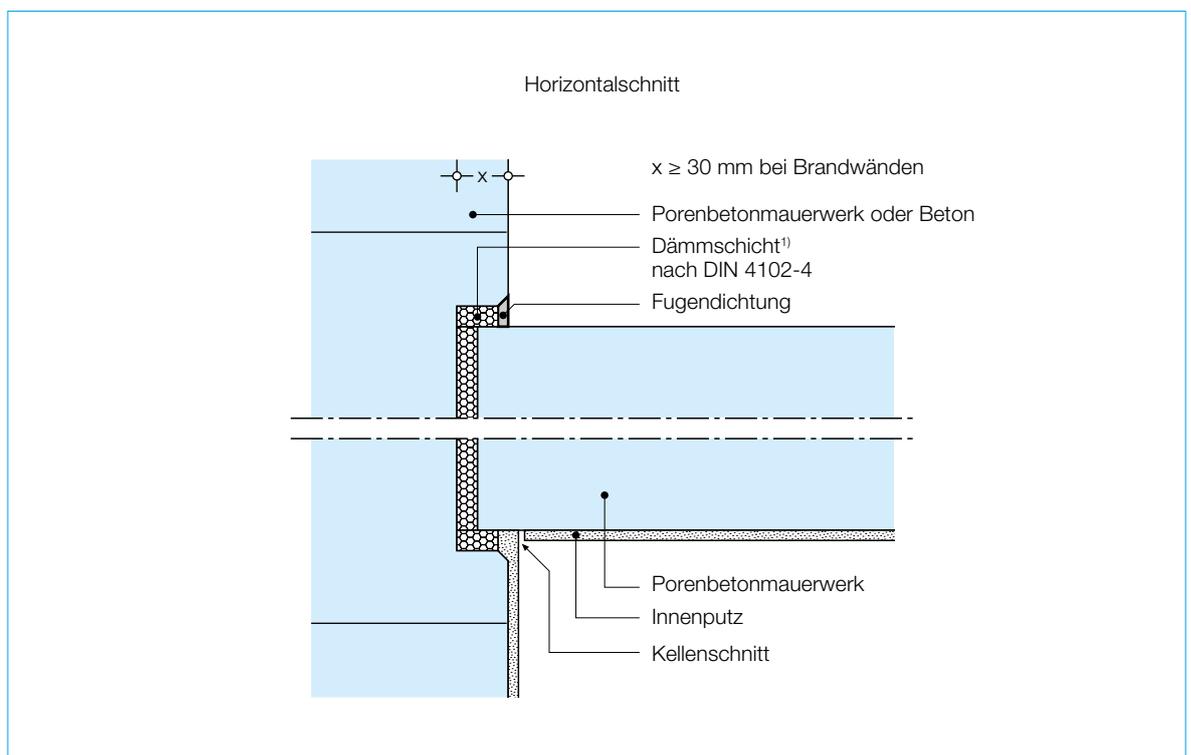


Abb. 3.10: Seitlicher brandschutztechnischer Anschluss von Wänden aus Porenbetonmauerwerk durch Wandeinbindung



¹⁾ Mineralwolle, nicht brennbar, nicht glimmend, Schmelzpunkt $\geq 1.000 \text{ °C}$, Rohdichte $\geq 30 \text{ kg/m}^3$

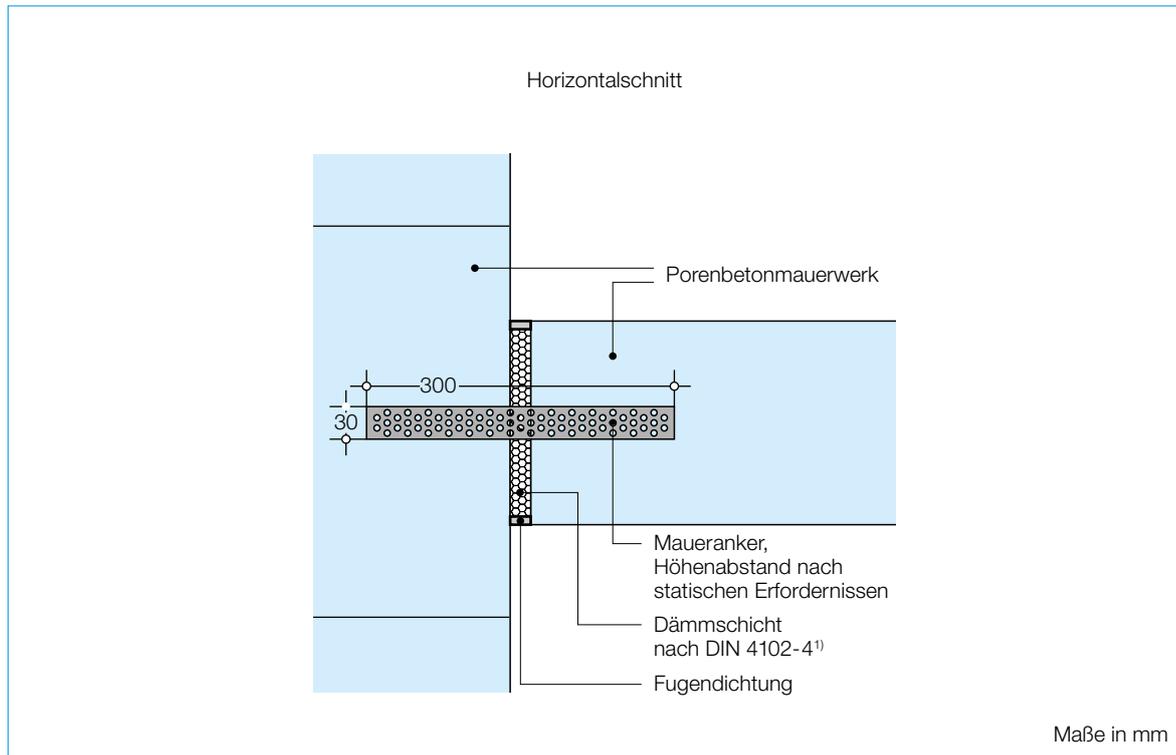


Abb. 3.11: Seitlicher brandschutztechnischer Anschluss von Wänden aus Porenbetonmauerwerk mit Mauerankern

¹⁾ Mineralwolle, nicht brennbar, nicht glimmend, Schmelzpunkt $\geq 1.000\text{ °C}$, Rohdichte $\geq 30\text{ kg/m}^3$

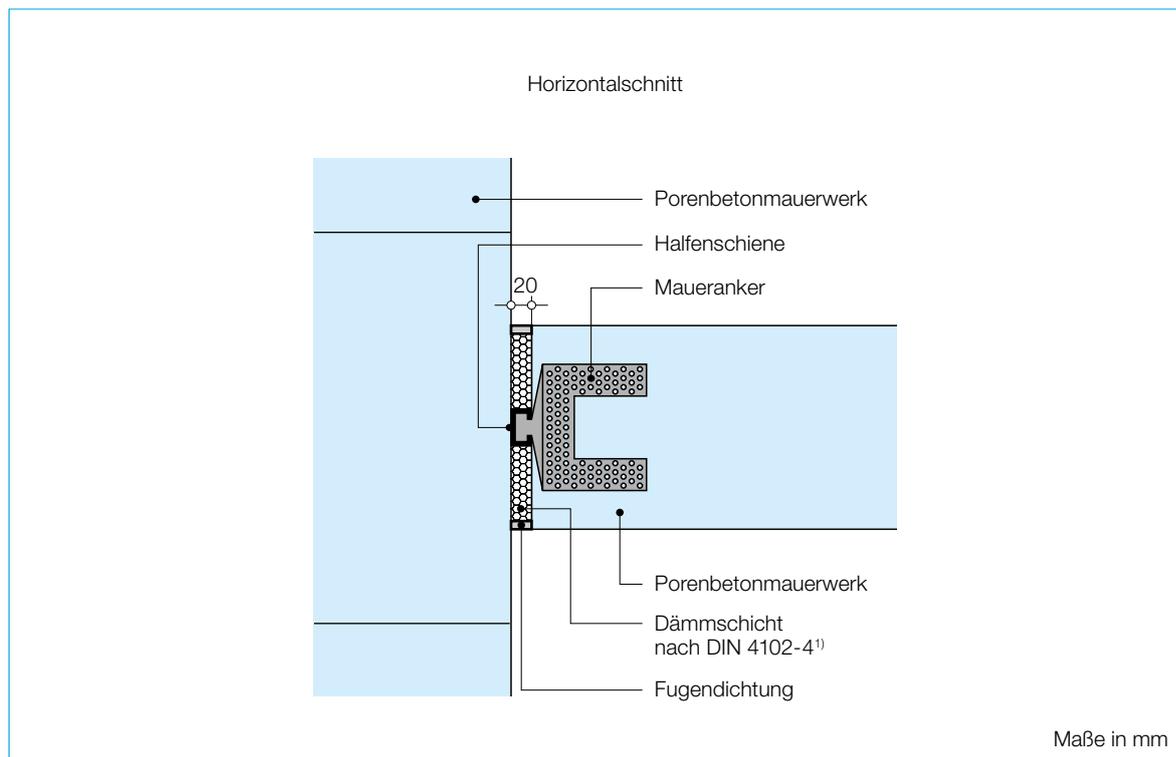
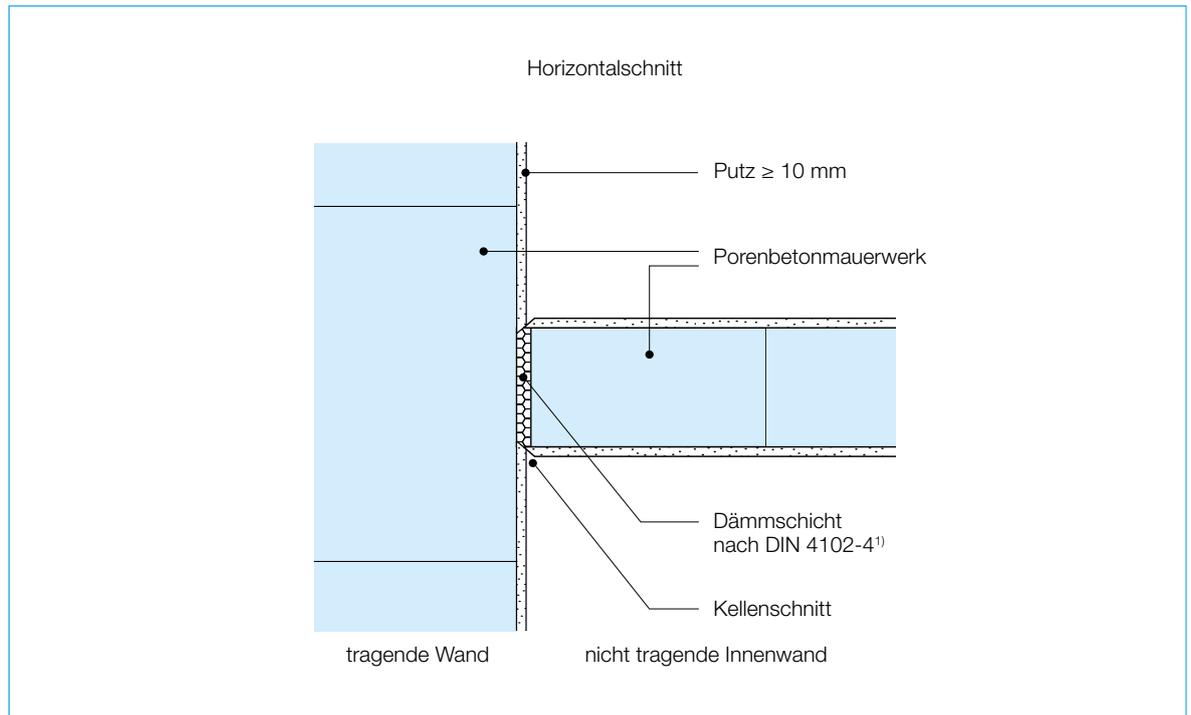


Abb. 3.12: Seitlicher brandschutztechnischer Anschluss von Wänden aus Porenbetonmauerwerk mit senkrecht verschiebbaren Mauerankern

¹⁾ Mineralwolle, nicht brennbar, nicht glimmend, Schmelzpunkt $\geq 1.000\text{ °C}$, Rohdichte $\geq 30\text{ kg/m}^3$

Abb. 3.13: Seitlicher brandschutztechnischer Anschluss einer tragenden an eine nicht tragende Wand aus Porenbetonmauerwerk mit Dämmschicht und verputzten Wänden



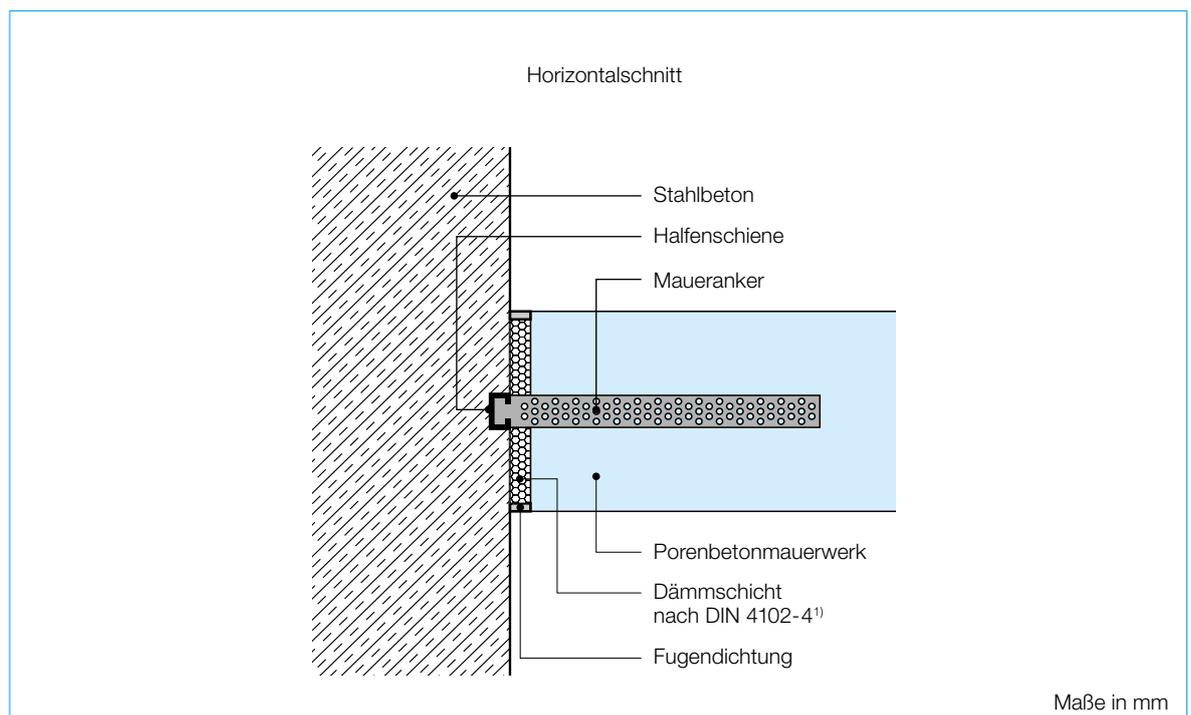
¹⁾ Mineralwolle, nicht brennbar, nicht glimmend, Schmelzpunkt $\geq 1.000\text{ °C}$, Rohdichte $\geq 30\text{ kg/m}^3$

Seitliche brandschutztechnische Anschlüsse von Wänden aus Porenbetonmauerwerk an Stahlbetonwände sind auszuführen

- mit senkrecht in einer Halfenschiene verschiebbaren Mauerankern und vollflächigem Einlegen einer Dämmschicht in die Fuge (Abb. 3.14) oder
- mit in der Stahlbetonwand befestigten Stahlwinkeln und vollflächigem Einlegen einer Dämmschicht in die Fuge (Abb. 3.15).

Bei Ausführung der Dämmschicht mit Mineralwolle ist wichtig, dass diese nicht brennbar und nicht glimmend ist, einen Schmelzpunkt $\geq 1.000\text{ °C}$ besitzt und eine Rohdichte von $\geq 30\text{ kg/m}^3$ aufweist. Seitliche Anschlüsse von Wänden aus Porenbetonmauerwerk an Stahl-Aussteifungsstützen sind in den Abb. 3.16 und Abb. 3.17 enthalten.

Abb. 3.14: Seitlicher brandschutztechnischer Anschluss einer Wand aus Porenbetonmauerwerk an eine Wand aus Stahlbeton mit senkrecht verschiebbaren Mauerankern



¹⁾ Mineralwolle, nicht brennbar, nicht glimmend, Schmelzpunkt $\geq 1.000\text{ °C}$, Rohdichte $\geq 30\text{ kg/m}^3$

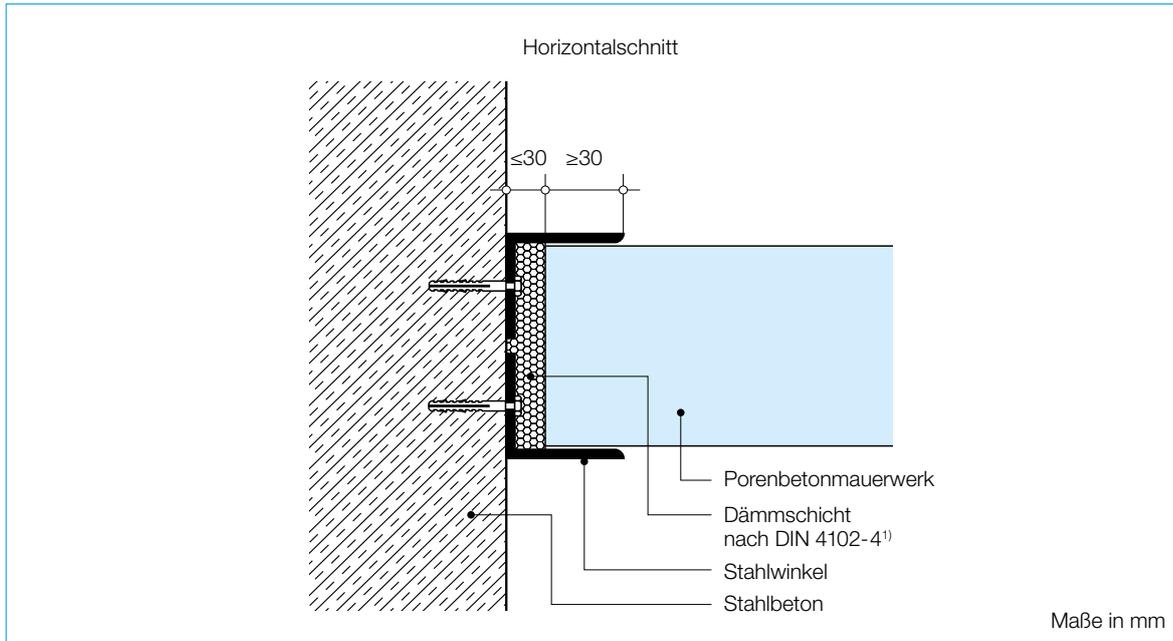


Abb. 3.15: Seitlicher brandschutztechnischer Anschluss einer Wand aus Porenbetonmauerwerk an eine Stahlbetonwand mit Stahlwinkeln

¹) Mineralwolle, nicht brennbar, nicht glimmend, Schmelzpunkt $\geq 1.000\text{ °C}$, Rohdichte $\geq 30\text{ kg/m}^3$

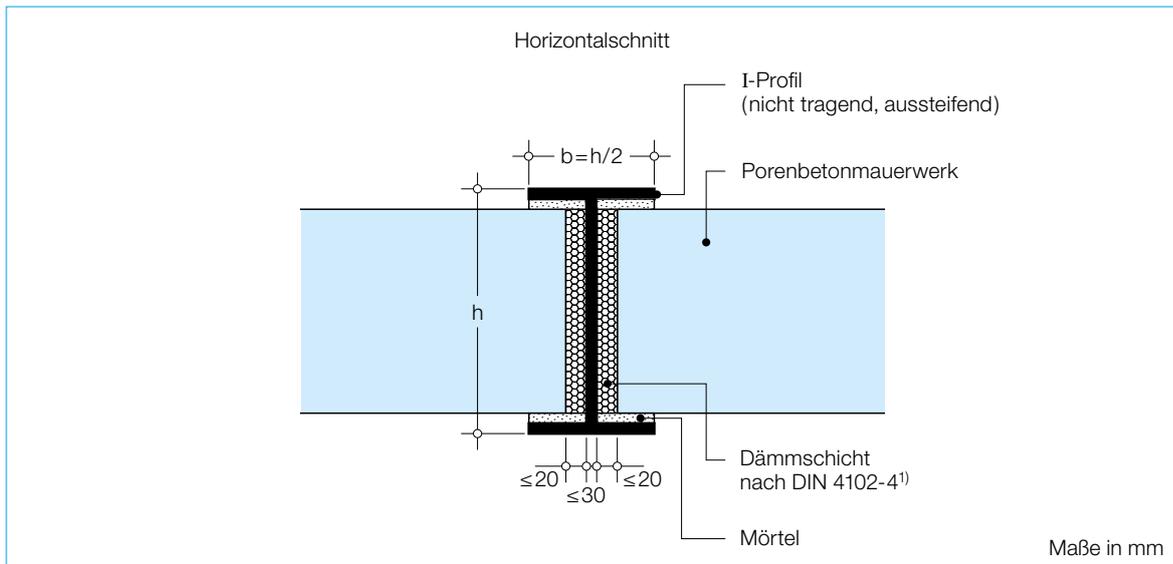


Abb. 3.16: Seitlicher brandschutztechnischer Anschluss einer Wand aus Porenbetonmauerwerk an eine nicht tragende Stahl-Aussteifungsstütze für eine Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten

¹) Mineralwolle, nicht brennbar, nicht glimmend, Schmelzpunkt $\geq 1.000\text{ °C}$, Rohdichte $\geq 30\text{ kg/m}^3$

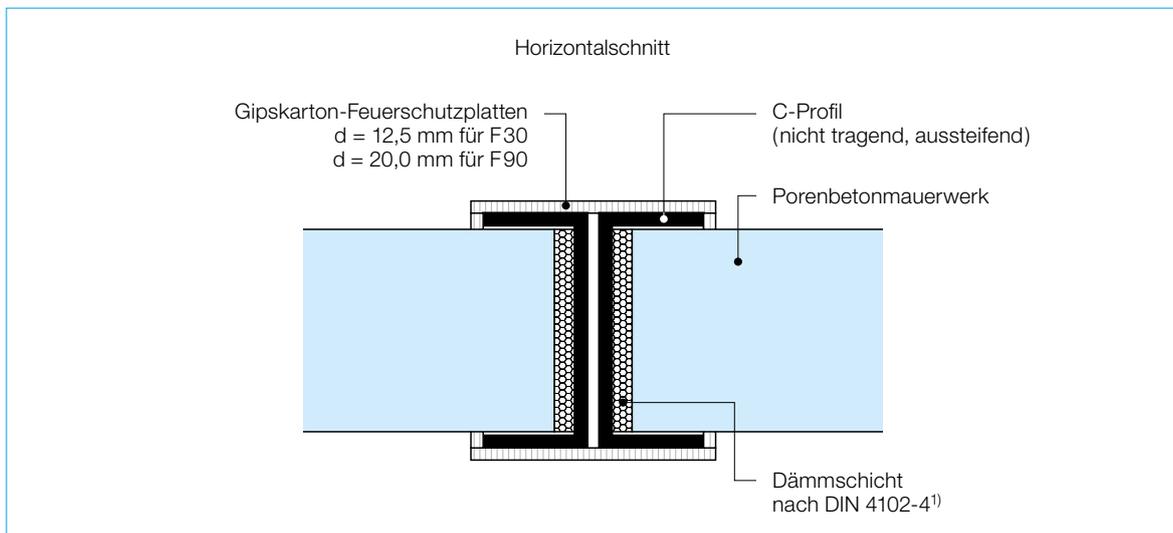


Abb. 3.17: Seitlicher brandschutztechnischer Anschluss einer Wand aus Porenbetonmauerwerk an eine nicht tragende Stahl-Aussteifungsstütze für eine Feuerwiderstandsdauer von 30 bis 90 Minuten

¹) Mineralwolle, nicht brennbar, nicht glimmend, Schmelzpunkt $\geq 1.000\text{ °C}$, Rohdichte $\geq 30\text{ kg/m}^3$

Literatur

- [3.1] Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), Ausgabe August 2017 mit Druckfehlerberichtigung vom 11. Dezember 2017
- [3.2] DIN EN 1996: Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten
 - [3.2.1] Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk, Ausgabe 2013-02
 - [3.2.2] Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall, Ausgabe 2011-04
 - [3.2.3] Teil 3: Vereinfachte Berechnungsmethoden für unbewehrte Mauerwerksbauten, Ausgabe 2010-12
- [3.3] DIN EN 1996/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten
 - [3.3.1] Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk, Ausgabe 2019-12
 - [3.3.2] Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall, Ausgabe 2013-06
 - [3.3.3] Teil 3: Vereinfachte Berechnungsmethoden für unbewehrte Mauerwerksbauten, Ausgabe 2019-12
- [3.4] DIN 4102: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
 - [3.4.1] Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile, Ausgabe 2016-05
 - [3.4.2] Teil 17: Schmelzpunkt von Mineralwolle-Dämmstoffen – Begriffe, Anforderungen und Prüfung, Ausgabe 2017-02
- [3.5] DIN EN 998-1: Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau – Teil 1: Putzmörtel, Ausgabe 2017-02
- [3.6] DIN 18550-2: Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen – Teil 2: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-2:2016-09 für Innenputze, Ausgabe 2018-01
- [3.7] DIN EN 13279-1: Gipsbinder und Gips-Trockenmörtel – Teil 1: Begriffe und Anforderungen, Ausgabe 2008-11
- [3.8] DIN EN ISO 6927: Bauwesen – Dichtstoffe – Begriffe, Ausgabe 2012-10
- [3.9] Deutsches Institut für Bautechnik: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-17.1-634: Porenbeton-Flachstürze, Berlin 2018
- [3.10] DIN EN 12602: Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton, Ausgabe 2016-12
- [3.11] DIN EN 1364-1: Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile – Teil 1: Wände, Ausgabe 2015-09
- [3.12] DIN EN 1365-1: Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile – Teil 1: Wände, Ausgabe 2013-08
- [3.13] DIN EN 1363-2: Feuerwiderstandsprüfungen – Teil 2: Alternative und ergänzende Verfahren, Ausgabe 1999-10
- [3.14] Musterbauordnung (MBO) Fassung November 2002, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 22. Februar 2019

Feuerschutzabschlüsse in Porenbetonmauerwerk

4.1 Bauaufsichtliche Anforderungen an Feuerschutzabschlüsse

Nach DIN 4102-5 [4.1.2] sind Feuerschutzabschlüsse Türen und andere Abschlüsse (z. B. Klappen, Tore, Rollläden), die dazu bestimmt sind, im eingebauten Zustand den Durchtritt eines Feuers durch Öffnungen in Wänden zu verhindern. Unabhängig von der Feuerwiderstandsfähigkeit der Wände müssen diese dauerhaft feuerhemmend, dicht- und selbstschließend sein. Der Raumabschluss und die Dichtheit bei Brandeinwirkung von jeder Seite der Tür ist nach DIN 4102-2 [4.1.1] über mindestens 30 Minuten zu gewährleisten. Feuerschutzabschlüsse inklusive aller Zubehörteile und notwendiger Befestigungsmittel müssen mindestens aus normal entflammbaren Baustoffen bestehen. Sie müssen für den Brandfall geeignete Schlösser mit einem ausreichenden Falleneingriff haben, damit bei Druckunterschieden aufgrund eines Brandes ein Öffnen der Tür und somit eine Brandausbreitung verhindert wird. Um die Funktion dauerhaft selbstschließend zu gewährleisten, sind die Kriterien der Dauerfunktion nach DIN 4102-18 [4.1.3] zu erfüllen. Damit Personen sich retten können und Feuerwehrkräfte den Brandort erreichen oder Personen retten können, muss ein Feuerschutzabschluss in Form einer Tür so lange manuell zu öffnen sein bis er mit Feuer beaufschlagt wird. Ein Feuerschutzabschluss darf offen gehalten werden, wenn er zur Verhinderung der Brandausbreitung mit einer Einrichtung versehen ist, die bereits bei Raucheinwirkung und bei Einwirkung eines Brandes dauerhaft das unverzügliche und sichere Schließen des Feuerschutzabschlusses gewährleistet (Feststellanlage).

Jede Bauart der Feuerschutzabschlüsse ist von amtlicher Stelle geprüft und vom Deutschen Institut für Bautechnik durch Zulassungsbescheid oder Bauartgenehmigung bauaufsichtlich zugelassen. Mit den Ergebnissen aus Brandprüfung gemäß DIN 4102-5 und Funktionsprüfung gemäß DIN 4102-18 wird ein Feuerschutzabschluss in die Feuerwiderstandsklasse T 30, T 60, T 90, T 120 oder T 180 eingeordnet. In Deutschland sind nur die Feuerwiderstandsklassen T 30 und T 90 verbreitet, wobei der Großteil auf T 30-Abschlüsse entfällt.

4.2 Feuerschutztüren und -tore in Porenbetonmauerwerk

Feuerschutztüren und -tore werden in allen Wandarten, über die sich der Zulassungsbescheid/ die Bauartgenehmigung erstrecken soll, brand- und funktionstechnisch geprüft, z. B. in Mauerwerk aus Porenbeton-Plansteinen und/oder -Planelementen gemäß DIN EN 771-4 [4.2] in Verbindung mit DIN 20000-404 [4.3]. Die wichtigsten Bestimmungen, die bei der Planung für den Einbau von Feuerschutzabschlüssen in Porenbetonmauerwerk zu beachten sind, betreffen die Mindestdicke der Wand und die erforderliche Mindest-Steindruckfestigkeitsklasse (siehe Tab. 4.1). Diese können je nach Hersteller des Feuerschutzabschlusses variieren und sind den Zulassungsbescheiden/Bauartgenehmigungen der Hersteller zu entnehmen. Sie geben auch die Ausführung der Wand, in die eine Feuerschutztür oder ein Feuerschutztor eingebaut wird, sowie die Befestigung der Zarge vor.

Bauart des Feuerschutzabschlusses	Mindestdicke t von Wänden aus Porenbeton-Plansteinen/ -Planelementen der Steindruckfestigkeitsklasse ≥ 4 [mm]	
	für Türöffnungen	für Toröffnungen
T 30-1 (einflügelig)	115	115
T 30-2 (zweiflügelig)	115	200
T 90-1 (einflügelig)	175	175
T 90-2 (zweiflügelig)	175	200

Tab. 4.1: Beispiele für Mindestwanddicken von Wänden aus Porenbetonmauerwerk mit Feuerschutzabschlüssen für Türen und Tore

4.2.1 Einbau von Feuerschutztüren in Porenbetonmauerwerk

Feuerschutztüren in Porenbetonmauerwerk dürfen die im Zulassungsbescheid/in der Bauartgenehmigung der Hersteller angegebenen Baurichtmaße

weder über- noch unterschreiten. Das Baurichtmaß, das lichte Durchgangsmaß und das Zargenaußenmaß werden entsprechend Abb. 4.1 ermittelt. Beispiele für die richtige Schwellenausbildung bei Feuerschutztüren sind in Abb. 4.2 dargestellt.

Abb. 4.1: Baurichtmaß, lichte Durchgangsmaß und Zargenaußenmaß bei Feuerschutztüren

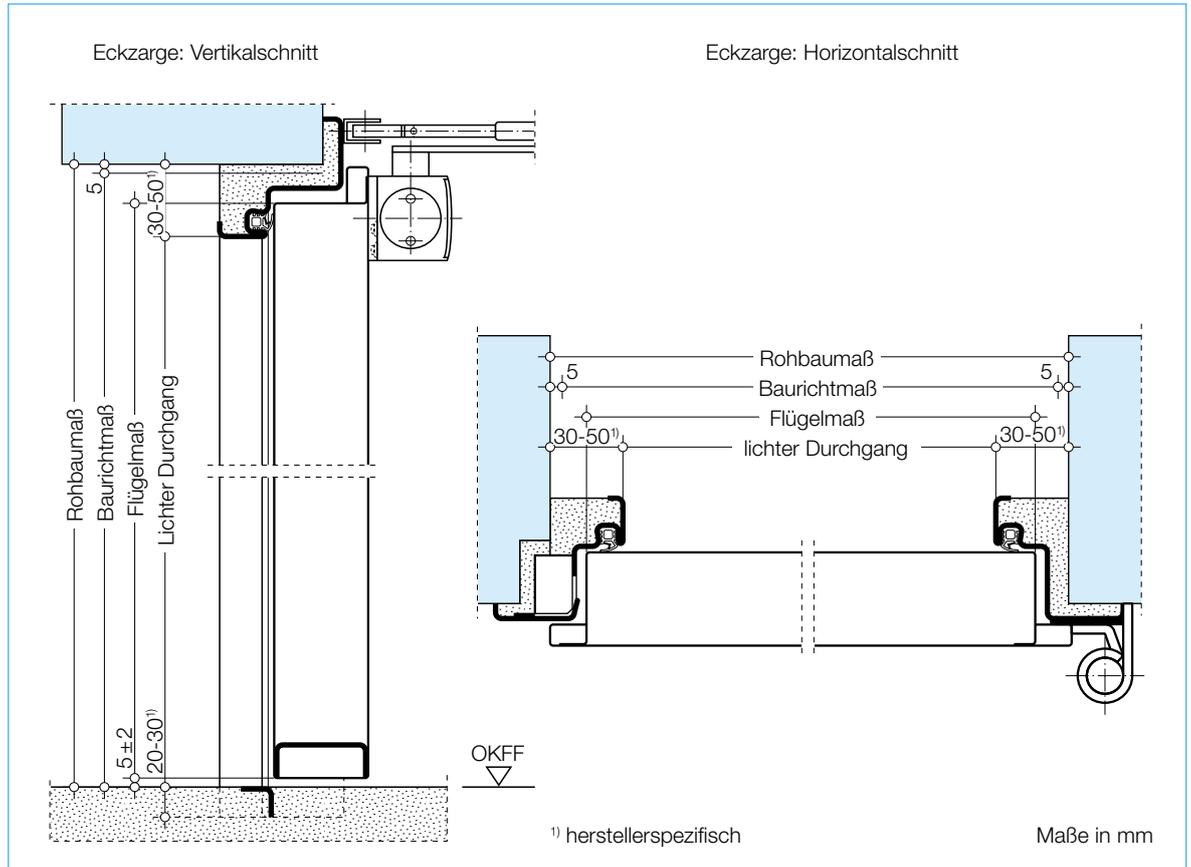
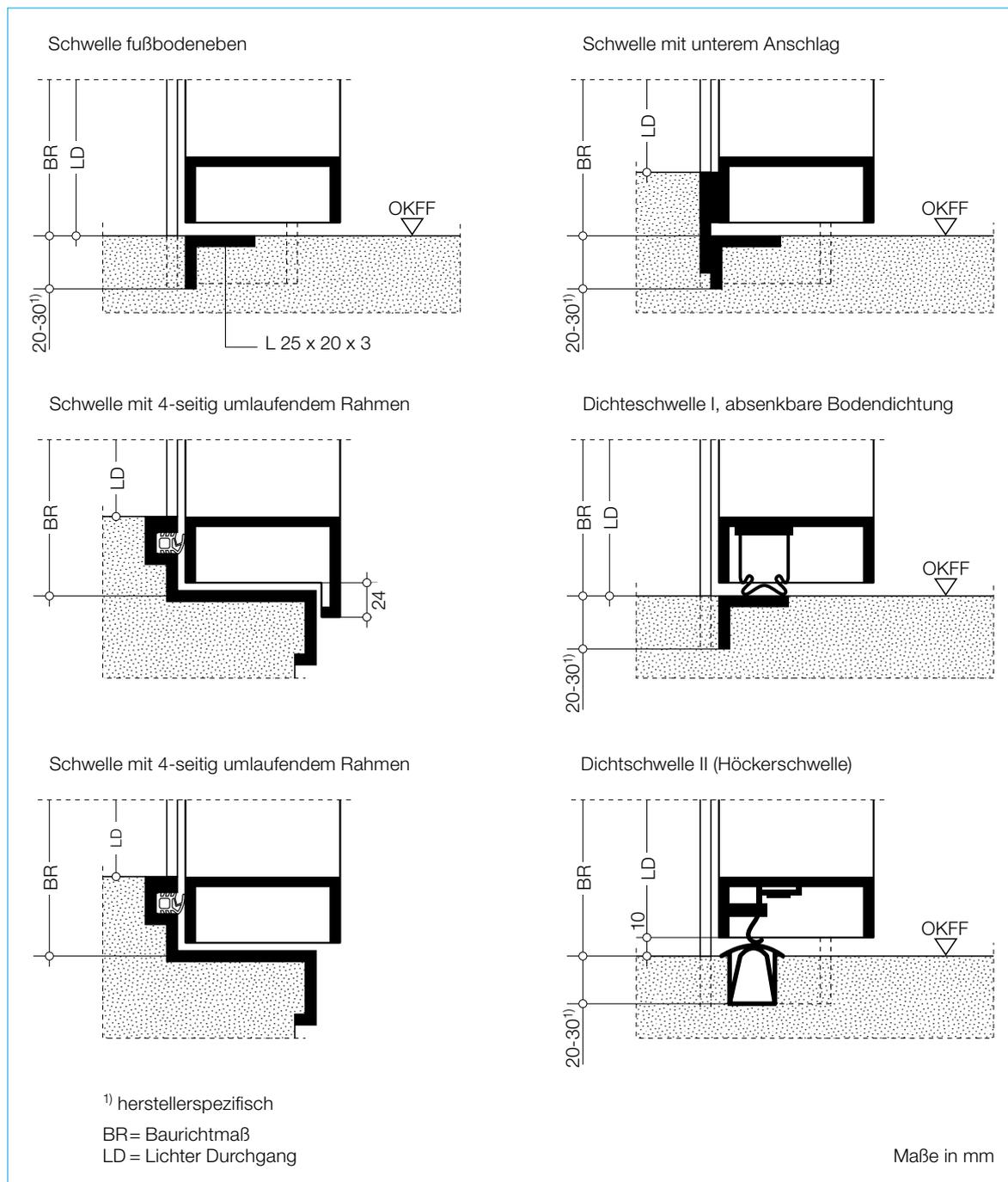
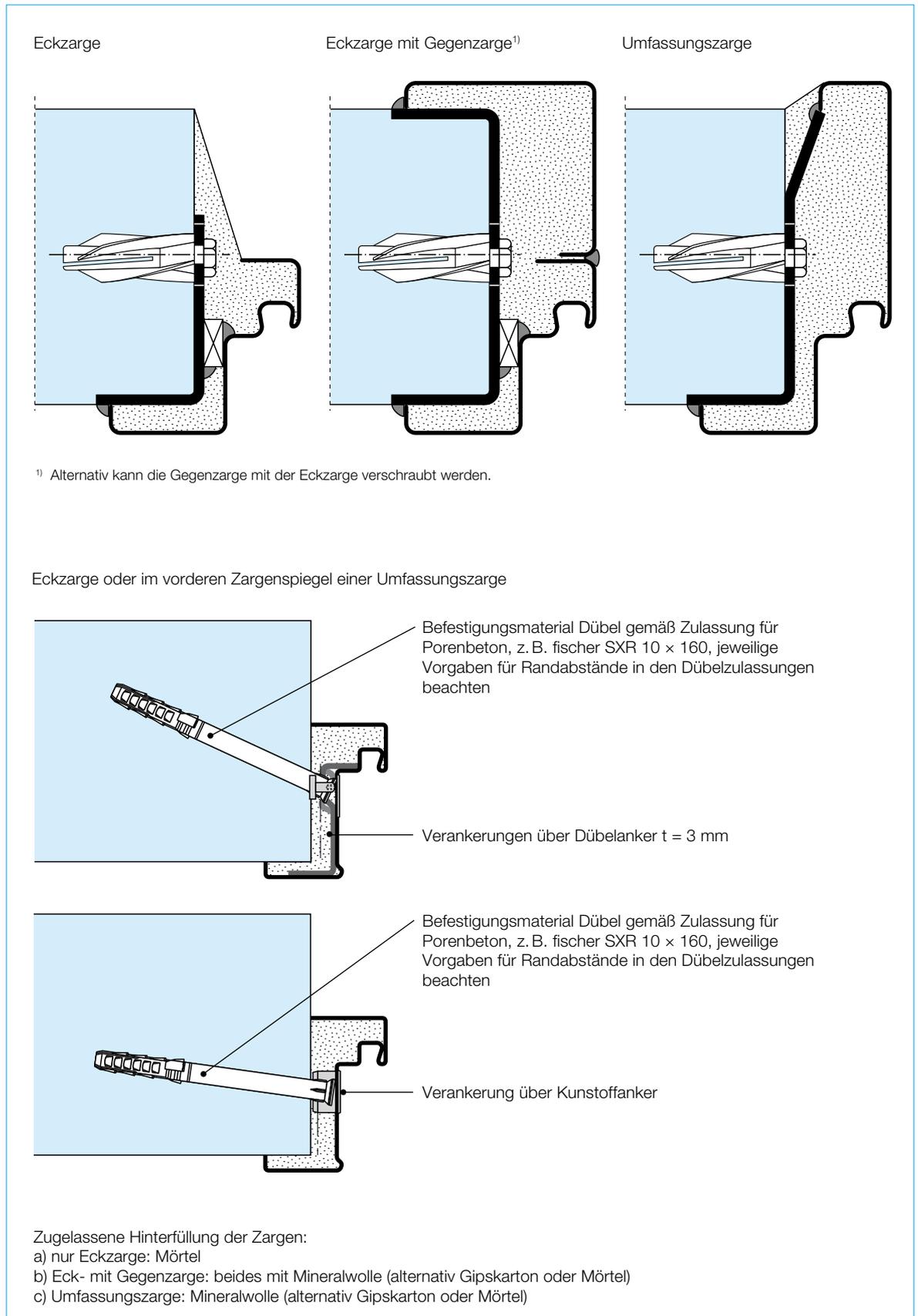


Abb. 4.2: Beispiele für die Schwellenaus-
bildung bei Feuer-
schutztüren



Die möglichen Zargenausbildungen von Feuerschutz-
türen und deren Befestigung über Dübelmontage in
Wänden aus Porenbetonmauerwerk sind in Abb. 4.3
dargestellt. Die Befestigungsart erfolgt entsprechend
den Zulassungsbescheiden/Bauartgenehmigungen
sowie den Montageanleitungen der Türhersteller.

Abb. 4.3: Beispiele für
Zargenausbildungen
von Feuerschutz-
türen zum Einbau in Wände
aus Porenbeton-
mauerwerk



Unter Berücksichtigung eventueller Abweichungen in der Zargenausbildung und den dazugehörigen Montageanleitungen der Hersteller kann der Einbau einer Feuerschutztür T 30 oder T 90 mit Dübelmontage in Verbindung mit Abb. 4.4 wie folgt beschrieben werden: Zunächst werden die Ankerbügel eingelassen und mit einem für Porenbeton zugelassenen Dübel in der Wand befestigt. Dabei sind die erforderlichen Dübelabstände gemäß Abb. 4.5 und den Zulassungen der Dübel zu beachten. Nach Anbringen der Befestigungsklammern auf die Eckzarge wird die Tür mit Eckzarge in die Öffnung gestellt, nach Fertigfuß-

bodenhöhe ausgerichtet, verkeilt und an die Ankerbügel geschweißt. Danach wird die komplett zusammengefügte Gegenzarge von der Gegenseite in die Türöffnung gestellt, auf die Befestigungsklammern der Eckzarge geschoben und verschraubt. Wie bei der Eckzarge wird die Gegenzarge dann an die Ankerbügel geschweißt. Abschließend werden Eck- und Gegenzarge mit Mörtel (Mörtelgruppe $\geq 2,5$) vollständig hinterfüllt. Die Tür ist erst nach Aushärten des Mörtels wieder zu öffnen, die Distanzhalter zwischen Türblatt und Zarge sind zu entfernen.

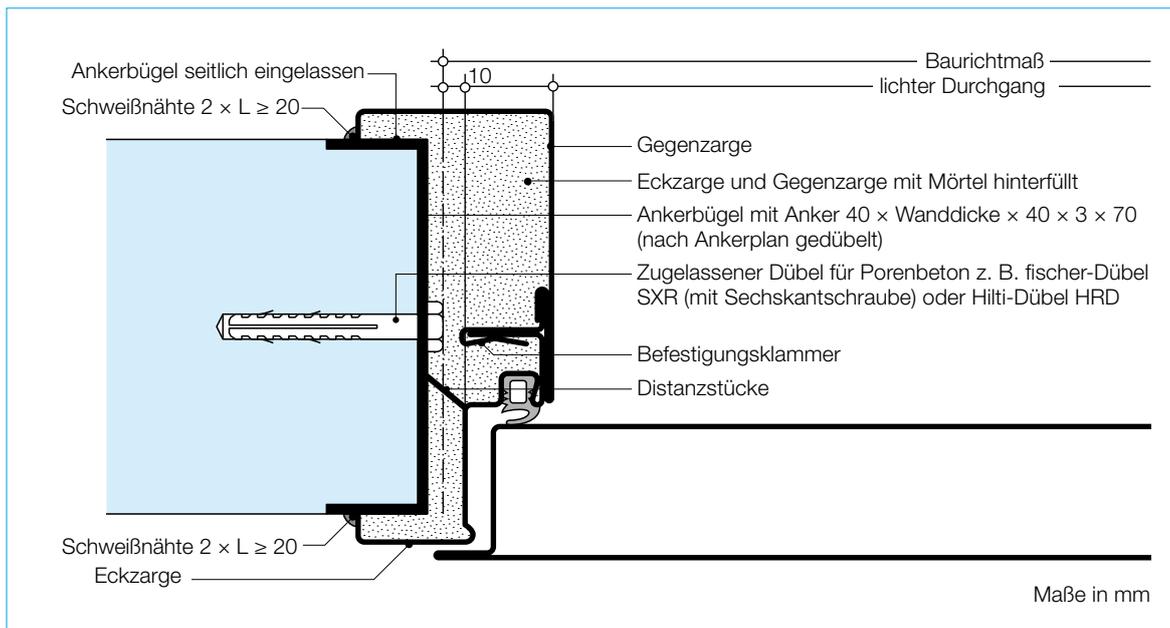


Abb. 4.4: Beispiel für die Dübelmontage zur Befestigung von Zargen ein- und zwei-flügeliger Feuerschutz-türen in Wänden aus Porenbetonmauerwerk

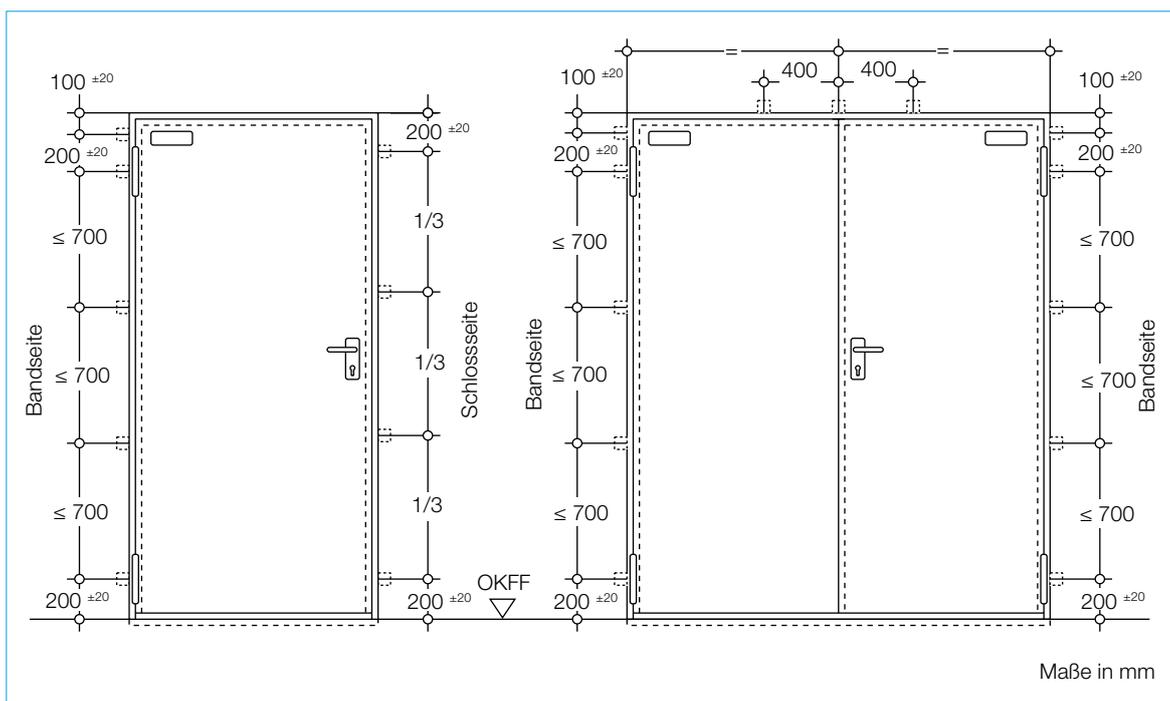


Abb. 4.5: Beispiele für die Dübelabstände bei der Befestigung von Zargen ein- und zwei-flügeliger Feuerschutz-türen in Wänden aus Porenbetonmauerwerk

Literatur

- [4.1] DIN 4102: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
- [4.1.1] Teil 2: Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen, Ausgabe 1977-09
- [4.1.2] Teil 5: Feuerschutzabschlüsse, Abschlüsse in Fahrschachtwänden und gegen Feuer widerstandsfähige Verglasungen, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen, Ausgabe 1977-09
- [4.1.3] Teil 18: Feuerschutzabschlüsse; Nachweis der Eigenschaft „selbstschließend“ (Dauerfunktionsprüfung), Ausgabe 1991-03
- [4.2] DIN EN 771-4: Festlegungen für Mauersteine – Teil 4: Porenbetonsteine; Deutsche Fassung EN 771-4:2011 + A1:2015, Ausgabe 2015-11
- [4.3] DIN 20000-404: Regeln für die Verwendung von Porenbetonsteinen nach DIN EN 771-4, Ausgabe 2018-04

Komplextrennwände

5.1 Versicherungstechnische Betrachtungen

Jährlich sind mehr als 100.000 Schadensfälle allein an Gebäuden unterschiedlichster Industriesparten zu verzeichnen. Ein Großteil der dabei zu regulierenden Schäden entfällt auf Brand- und Brandfolgeschäden inklusive der daraus resultierenden Betriebsunterbrechungen. Bei richtiger Ausführung zuverlässiger baulicher Brandschutzmaßnahmen kann ein Teil dieser Schäden durchaus vermieden bzw. minimiert werden.

Grundsätzlich bedeutet die Brandgefahr eine ernste existenzielle Bedrohung für industrielle und gewerbliche Betriebe. Eine Feuer- und Feuerbetriebsunterbrechungsversicherung vermag den Schaden durch einen Brand nur bedingt ausgleichen. Verluste von Marktanteilen oder die Abwanderung bewährter Mitarbeiter aufgrund längerer Betriebsunterbrechung sind häufig viel schwerwiegender als der gesamte Sachschaden.

Nach Schadenserfahrungen führen Brände, die sich über Dächer von Industrie- und Gewerbegebäude großflächig ausbreiten und/oder weitergeleitet sowie ins Gebäudeinnere eingetragen werden, häufig zum Totalverlust. Diesem kann jedoch durch vorbeugende bauliche Brandschutzmaßnahmen entgegengewirkt werden. Dabei haben sich vor allem die Verwendung von Komplextrennwänden F 180-A bei sehr großen Brandabschnittsflächen und die Ausbildung von Brandbekämpfungsabschnitten in der Feuerwiderstandsklasse F 90-A für kleinere Gebäudeabschnitte mit erhöhtem Brandrisiko als wirksam erwiesen.

5.2 Komplextrennwände aus Porenbetonmauerwerk

Nach den „Allgemeinen Bestimmungen für die Industrie-Feuer-Versicherung“ sind Komplextrennwände bauliche Trennungen, die Gebäude oder Gebäudegruppen in brandsichere Komplexe unterteilen. Im Industriebau haben sich Komplextrennwände als so widerstandsfähig erwiesen, dass die Feuerversicherer sie mit zur Grundlage ihres Tarifsystems machten. Wegen ihrer brandschutz- und versicherungstechnischen Bedeutung werden an Komplextrennwände höhere Anforderungen als an Brandwände nach

Musterbauordnung [5.1] gestellt. Diese sind im VdS-Merkblatt 2234-S1 „Brand- und Komplextrennwände – Merkblatt für die Anordnung und Ausführung“ [5.2] definiert.

Komplextrennwände einschließlich der sie aussteifenden Bauteile entsprechen der Feuerwiderstandsklasse F 180-A nach DIN 4102-4 [5.3.3]. Sie behalten ihre Standfestigkeit auch bei einer dreimaligen Stoßbeanspruchung von 4.000 Nm (gegenüber 3.000 Nm bei Brandwänden) und erhalten den Raumabschluss gemäß DIN 4102-2 [5.3.1]. Die Prüfung der Widerstandsfähigkeit gegen Stoß erfolgt nach dem in DIN 4102-3 [5.3.2] beschriebenen Verfahren, wobei die Stoßenergie von 4.000 Nm durch eine schwingende Fallbewegung des Prüfsacks (Gewicht 200 kg) aus einer Fallhöhe von 2,00 m erfolgt. Entsprechend DIN EN 13501-2 [5.4.1] bezieht sich die höhere Anforderung hinsichtlich des Feuerwiderstands und der Stoßbeanspruchung auf REI-M- oder EI-M-klassifizierte Wände. Angaben zu den erforderlichen Mindestwanddicken und der zulässigen Schlankheit von ein- und zweischaligen Komplextrennwänden aus Porenbetonmauerwerk enthält Tab. 5.1.

Komplextrennwände müssen unversetzt durch alle Geschosse geführt werden. Eine Komplextrennwand ist bei Dächern, die nicht feuerbeständig oder aus brennbaren Baustoffen ausgeführt sind, mindestens 50 cm (Empfehlung 80 cm) über die anschließenden Dachflächen zu führen. Bei feuerbeständigen Dächern ist die Komplextrennwand direkt an die Dachflächen anzuschließen. Dabei genügt es, wenn das Dach beidseitig der Komplextrennwand mindestens 7 m öffnungslos und einschließlich der tragenden Bauteile feuerbeständig ist sowie aus nicht brennbaren Baustoffen (F 90-A) besteht.

Statisch erforderliche Anschlüsse von Bauteilen, die die Stoßbeanspruchung nach DIN 4102-3 aufzunehmen haben, sind so auszuführen, dass sie die erforderliche Standsicherheit und die Funktion als Komplextrennwand nicht beeinträchtigen. Die Ausbildung der Anschlüsse richtet sich nach DIN 4102-4 (siehe Kapitel 3).

Sind Öffnungen in einer Komplextrennwand aus betrieblichen Gründen erforderlich, sind diese feuerbeständig auszuführen (z. B. Kabelabschottungen S 90, Feuerschutzabschlüsse T 90). Je Geschoss dürfen

bei einer Wandfläche bis 220 m² maximal 4 Öffnungen mit einer Gesamtfläche von 22 m², bei einer Wandfläche größer als 220 m² maximal 4 Öffnungen mit einer Gesamtfläche von 10 % der Wandfläche vorhanden sein. Weitere Ausführungshinweise enthält das VdS-Merkblatt 2234-S1.

Für ein Gebäude bzw. einen Gebäudekomplex ergeben sich je nach Gewichtung der einzelnen Einflussgrößen unterschiedlich hohe Feuerversicherungsprämien. Faktoren wie Nutzung, Lage und Ausstattung

sind u. a. Basis für die Prämienfestlegung, aber auch der vorbeugende Brandschutz ist ein wichtiger Aspekt. Denn Kosteneinsparungen durch geringere Versicherungsprämien können erzielt werden, wenn z. B. in Industriegebäuden mit risikobehafteten Bereichen gezielte bauliche Brandschutzmaßnahmen wie der Einsatz von Komplextrennwänden aus Porenbetonmauerwerk vorgenommen werden. So amortisieren sich die anfangs höheren Investitionskosten für Komplextrennwände in kurzer Zeit.

Tab. 5.1: Mindestdicken und zulässige Schlankheit von ein- und zweischaligen Komplextrennwänden aus Porenbetonmauerwerk gemäß VdS-Merkblatt 2234-S1 [5.2]

Mindestdicken und zulässige Schlankheit von Komplextrennwänden aus Porenbetonmauerwerk				
Produkt	Mindestdicke t [mm]		Stoßfugenausbildung	Zulässige Schlankheit h_{ef}/t
	Einschalige Ausführung	Zweischalige Ausführung		
Planstein/ Planelement (Steindruckfestigkeitsklasse ≥ 4, Rohdichteklasse $\geq 0,55$)	365	2 x 240	Dünnbettmörtel in Stoß- ¹⁾ und Lagerfugen	Bemessung nach DIN EN 1996-1-1/NA [5.5]

¹⁾ Als vermörtelt gilt eine Stoßfuge, wenn mindestens die halbe Steinbreite auf der gesamten Steinhöhe vermörtelt ist.

Literatur

- [5.1] Musterbauordnung (MBO) Fassung November 2002, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 22. Februar 2019
- [5.2] Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (Herausgeber) – VdS-Merkblatt 2234-S1: Brand- und Komplextrennwände – Merkblatt für die Anordnung und Ausführung, VdS Schadenverhütung GmbH 2018
- [5.3] DIN 4102: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
 - [5.3.1] Teil 2: Bauteile; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen, Ausgabe 1977-09
 - [5.3.2] Teil 3: Brandwände und nichttragende Außenwände, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen, Ausgabe 1977-09
 - [5.3.3] Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile, Ausgabe 2016-05
- [5.4] DIN EN 13501: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten
 - [5.4.1] Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen, Ausgabe 2016-12
- [5.5] DIN EN 1996-1-1/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk, Ausgabe 2019-12

Sachwortverzeichnis

A		E	
Abschottungen	32	Eckzarge	48
Anschlüsse	38	Eckzarge mit Gegenzarge	48
Außenwände	22	Einbau von Feuerschutztüren	46
Aussparungen	32	ein- oder mehrseitige Brandbeanspruchung	26
Aussteifungen von Brandwänden	35	ein- und zweischalige Komplextrennwände	51
		E-Modul	11
B		F	
bauliche Anlagen besonderer Art und Nutzung	20	Fahrschachtwände	23
Baurichtmaß	46	Festigkeitsklasse	8
Baustoffe	24	Feuchtedehnung	9
Baustoffklasse A1	10	feuerbeständig	20, 26, 28
Baustoffklassen	24, 25	feuerhemmend	20, 26, 28
Bauteile	26	Feuerschutzabschlüsse	45
Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit	9	Feuerschutztüren und -tore	45
bezogene Druckfestigkeit	11	Feuerwiderstandsdauer	26
bezogener E-Modul	11	Feuerwiderstandsklassen	32
Brandabschnitt	29	von Bauteilen	26, 28
Brandbekämpfungsabschnitt	29	von nicht tragenden Wänden	33
Brandschutzanforderungen	19, 20, 21, 22, 23	von tragenden Wänden	33
Brandschutzklappen	32	Feuerwiderstandsklassifizierung von Bauteilen	27
brandschutztechnisch ausgesteifte		Flachsturz	7
Brandwand	35, 36	Flure	23
brandschutztechnisch eingespannte		Fugen	38
Brandwand	36, 37		
brandschutztechnische Materialeigenschaften	7	G	
Brandverhaltensklasse	25	gas- und rauchdicht	10
Brandverhaltensklasse A1	24	Gebäudeklassen	21
Brandwand	28	Gebäuden normaler Art und Nutzung	21
Brandwände	22, 32, 35	Gebäude normaler Art und Nutzung	20, 22, 23
brennbare Baustoffe	24		
C		H	
charakteristische Druckfestigkeit	8	hoch feuerhemmend	20, 26, 28
D		K	
Dämmschichten in Anschlussfugen	32	klassifizierte Wandbauteile	31
Dampfsperren	32	Komplextrennwände	51
Decken	22		
Doppelbrandwände	36	L	
Dübelabstände	49	lichtes Durchgangsmaß	46
Dübelmontage	48, 49		

M			
Mauerwerksprodukte	7	schwer entflammbar	19
Mindestabmessungen		seitlicher Anschluss	40
Flachstürze, Stürze	34	Sperrschichten	32
U-Steine/U-Schalen	34	spezifische Wärmekapazität	14, 15
Mindestdicken		Steckdosen	32
von Brandwänden	38	Steindruckfestigkeit	8
von nicht tragenden, raumabschließenden Wänden	33	Steindruckfestigkeitsklasse	8
von tragenden, nicht raumabschließenden Wänden	34	Steinzugfestigkeit	8
von tragenden, raumabschließenden Wänden	33	Stoßfugenausbildungen	32
Mindestdicke und zulässige Schlankheit von Komplextrennwänden	52	Strahlungsbegrenzung	28
Mindestlängen von tragenden, nicht raumabschließenden Wandabschnitten bzw. Pfeilern	34	Sturz (tragend)	7
Musterbauordnung (MBO)	19	T	
Muster-Industriebau-Richtlinie (MIndBauRL)	29	Temperaturverhalten	10
Musterrichtlinien	19	thermische Dehnung	12
Musterverordnungen	19	Tobermorit	10
Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB)	24	tragende, nicht raumabschließende Wände	32
Mustervorschriften	19	tragende, raumabschließende Wände	32
		tragende und aussteifende Wände und Stützen	22
		Tragfähigkeit	28
		Trennwände	22
		Treppenträume	23
		U	
		Umfassungszarge	48
N		V	
nicht brennbar	19	Verteilerdosen	32
nicht brennbare Baustoffe	24		
nicht tragende Wände	31	W	
normal entflammbar	19	Wandarten	31
Normbrandprüfung	26	Wärmeausdehnungskoeffizient	9
		Wärmedämmung	28
		Wärmeleitfähigkeit	
O		von Porenbeton bei hohen Temperaturen	13
Öffnungen in Brandwänden	35	von Porenbetonprodukten	9
		Wichte	8
P		Widerstand gegen mechanische Beanspruchung	28
Planbauplatte	7		
Planelement	7	Z	
Planstein	7	Zargenausbildungen	48
Porenbeton-Bausystem	7	Zargenaußenmaß	46
Putze	32	zweischalige Außenwände	35
R			
Raumabschluss	28		
Rest-E-Modul	11		
Rohdichteklasse	8		
S			
Schalterdosen	32		
Schlitze	32		
Schwellenausbildung bei Feuerschutztüren	46		

PORENBETON BERICHT 25

1. Auflage (Januar 2020)

Herausgeber	Bundesverband Porenbetonindustrie e.V. · Kochstr. 6–7 · 10969 Berlin
Vertrieb	BVP-Porenbeton-Informationen-GmbH · Kochstr. 6–7 · 10969 Berlin Telefon 030 / 25 92 82 14 · info@bv-porenbeton.de · www.bv-porenbeton.de
Schutzgebühr	€ 6,-