

PORENBETON BERICHT 24

Baulicher Brandschutz im Industriebau





BAULICHER BRANDSCHUTZ IM INDUSTRIEBAU

Dipl.-Ing. Horst Bestel, Emstal

Dipl.-Ing. Georg Flassenberg, Wiesbaden

Dipl.-Ing. Jürgen Heymach, München

Dr.-Ing. Peter Langer, Emstal

Dipl.-Ing. Michael Protz, Emstal

Impressum

Herausgeber Bundesverband Porenbeton

Vertrieb BVP Porenbeton Informations-GmbH

Entenfangweg 15 · 30419 Hannover

Telefon 05 11/3 90 89 77 · Telefax 05 11/39 08 97 90

eMail info@bv-porenbeton.de \cdot Internet www.bv-porenbeton.de

 $\label{eq:Gestaltung} \textbf{Gestaltung} \qquad \textbf{Seitenlayout und Satz: Dipl.-Designer} \cdot \textbf{Peter Lenz} \cdot \textbf{Wiesbaden} \cdot \textbf{eMail peter_lenz@t-online.de}$

Druck Druckerei Chmielorz GmbH, Ostring 13, 65205 Wiesbaden-Nordenstadt

Nachdruck 1. Auflage Februar 2010 © Bundesverband Porenbeton

Veröffentlichungen, auch auszugsweise, bedürfen der schriftlichen Genehmigung des Herausgebers

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkung	5
2	Industriebaurichtlinie	6
2.1	Allgemeines	6
2.2	Berechnungsverfahren	6
2.3	Vereinfachtes Nachweisverfahren ohne Brandlastermittlung nach Abschnitt 6 der Industriebaurichtlinie	6
3	Versicherungstechnische Betrachtung	8
4	Neue Entwicklungen und Trends	11
5	Brandsicher Planen mit Porenbeton in Wand und Dach	12
5.1	Baustoffklassifizierung	12
5.2	Bauteilkassifizierung	12
5.3	Anschlüsse an angrenzende Massivbauteile	14
5.4	Anschlüsse an Türen, Tore und Fenster	14
6	Objektberichte	17
6.1	Brand in einer Industriehalle	17
6.2	Massiver Brandschutz mit Porenbeton: Commerzbank-Hochhaus in Frankfurt	18
6.3	Einrichtungshaus der Segmüller GmbH u Co.KG, Friedberg/Augsburg	21
6.4	T & B Logistikzentrum in Buxheim	21
6.5	Neubau von 10 Ausstellungshallen der Messe Friedrichshafen	22
	Literatur	24

1 Vorbemerkung

Die Aufgabe dieses Berichtsheftes ist, die Vorteile und Einsatzgebiete von Porenbetonbauteilen beim baulichen Brandschutz im Industriebau aufzuzeigen. Einleitend wird dabei zunächst die Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (M IndBauRL), Fassung März 2000, in ihren wesentlichen Grundzügen erläutert. Anhand der brandschutztechnischen Daten von Porenbetonbauteilen, Erläuterungen von Trends und neuen Entwicklungen werden die Einsatzmöglichkeiten von Porenbeton beim baulichen Brandschutz im Industriebau aufgezeigt. Abgerundet werden diese durch die Dokumentation ausgeführter Industriebau-Projekte.

Jährlich entstehen in Deutschland durch Brandschäden enorme Kosten. 70% aller Unternehmen, die durch Brände total zerstört werden, melden in den darauf folgenden zwei Jahren Insolvenz an. Die Brandgefahr ist von daher eine oft unter-

schätzte Bedrohung industrieller und gewerblicher Betriebe. Versicherungen können den materiellen Schaden eines Brandes ausgleichen. Schwerer wiegen jedoch die Verluste an Leben und Gesundheit der Mitarbeiter sowie Einbußen durch Produktionsausfall. In vielen Fällen könnte auch die Schadenshöhe geringer ausfallen, wenn geeignete Brandschutzmaßnahmen bereits bei der Planung berücksichtigt worden wären.

Bauteile aus massivem, nicht brennbaren Porenbeton sind für den Einsatz im passiven baulichen Brandschutz bestens geeignet. Umfassend wird über das Brandverhalten von Porenbetonbauteilen im Porenbeton-Handbuch [1] und im Berichtsheft 4 "Brandverhalten von Porenbetonbauteilen – Erläuterungen zu DIN 4102-4" [2] des Bundesverbandes Porenbeton berichtet.

2 Industriebaurichtlinie

2.1 Allgemeines

Die Muster-Industriebaurichtlinie (M IndBauRL) in der Fassung März 2000 [3] ist in die Liste der Technischen Baubestimmungen der Bundesländer mit Ausnahme von Niedersachsen aufgenommen. Mit Bekanntmachung in dem jeweiligen Bundesland als Technische Baubestimmung wird sie zur anerkannten Regel der Technik und ist daher für den Bauherrn bindend.

Die Industriebaurichtlinie regelt die Mindestanforderungen an den Brandschutz von Industriebauten. Dies betrifft insbesondere

- die Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile und die Brennbarkeit der Baustoffe.
- die Größe der Brandabschnitte bzw. Brandbekämpfungsabschnitte,
- die Anordnung, Lage und Länge der Rettungswege.

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 9,0 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).

Allgemeine Anforderungen stellt die Industriebaurichtlinie in den Abschnitten 5.1 bis 5.12 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, ein- und

mehrgeschossiger Gebäudebereich mit spezifischen Anforderungen an Wände und Decken, die diesen Brandbekämpfungsabschnitt begrenzen.

2.2 Berechnungsverfahren

Der Planer hat bei der Anwendung der Industriebaurichtlinie die Wahl zwischen drei Verfahren:

- Verfahren nach Abschnitt 6 der Industriebaurichtlinie: 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 Industriebaurichtlinie: Auf Grundlage des Rechenverfahrens nach DIN 18230-1 werden die zulässige Fläche und die Anforderungen an die Bauteile nach den Brandsicherheitsklassen für einen Brandbekämpfungsabschnitt bestimmt
- Andere Methoden des Brandschutzingenieurwesens unter Berücksichtigung des Anhang 1 der Industriebaurichtlinie

2.3 Vereinfachtes Nachweisverfahren ohne Brandlastermittlung nach Abschnitt 6 der Industriebaurichtlinie

Es kann davon ausgegangen werden, dass mit dem vereinfachten Verfahren 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 nach Tabelle 1. Sicherheitskategorien sind dabei die Klassifizierungsstufen für die brandschutztechnische Infrastruktur. Sie ergeben 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 Geschosse nach Tabelle 2 (tragende und aussteifende Bauteile sowie das Haupttragwerk des Daches aus nicht brennbaren Baustoffen; dies gilt nicht für Bauteile der Feuerwiderstandsklasse F 30; Unterdecken und Deckenbekleidungen müssen grundsätzlich nicht brennbar sein).
- besondere Anforderungen an Lagergebäude und an Gebäude mit Lagerbereichen (siehe Abschnitt 6.2 der Industriebaurichtlinie)

Tabelle 1 Sicherheitskategorien nach Abschnitt 3.9 der Industriebaurichtlinie

Kategorie	Klassifizierungsstufe für die brandschutztechnische Infrastruktur bei Brandabschnitten oder Brandbekämpfungsabschnitten					
K 1	ohne besondere Maßnahr	ohne besondere Maßnahmen für Brandmeldung und Brandbekämpfung				
K 2		_				
K 3.1	mit automatischer Brandmelde-	mit Werkfeuerwehr in mindestens Staffelstärke, die aus hauptamtlichen Kräften bestehen muss				
K 3.2		mit Werkfeuerwehr in mindestens Gruppenstärke				
K 3.3	anlage	mit Werkfeuerwehr mit mindestens 2 Staffeln				
K 3.4		mit Werkfeuerwehr mit mindestens 3 Staffeln				
K 4	mit selbsttätiger Feuerlöschanlage					

Tabelle 2 Zulässige Brandabschnittsflächen nach Abschnitt 6 der Industriebaurichtlinie

Sicher-	Anzahl der Geschosse des Gebäudes									
heits-	erdgeschossig 2geschossig				9	3gescl	hossig	4geschossig	5 geschossig	
kate-		Feuerwiderstandsdauer der tragenden und aussteifenden Bauteile								
gorie	o. A.	F 30	F 30	F 60	F 90	F 60	F 90	F 90	F 90	
K 1	1800 ¹⁾	3 000	800 ²⁾³⁾	1 600 ²⁾	2 400	1200 ²⁾³⁾	1800	1500	1200	
K 2	2 700 ¹⁾	4 500	1200 ²⁾³⁾	2 400 ²⁾	3 600	1800 ²⁾	2 700	2 300	1800	
K 3.1	3 200 ¹⁾	5 400	1400 ²⁾³⁾	2 900 ²⁾	4 300	2 100 ²⁾	3 200	2 700	2 200	
K 3.2	3 600 ¹⁾	6 000	1600 ²⁾	3 200 ²⁾	4 800	2 400 ²⁾	3 600	3 000	2 400	
K 3.3	4 200 ¹⁾	7 000	1800 ²⁾	3 600 ²⁾	5 500	2 800 ²⁾	4100	3 500	2 800	
K 3.4	4 500 ¹⁾	7 500	2 000 ²⁾	4 000 ²⁾	6 000	3 000 ²⁾	4 500	3 800	3 000	
K 4	10 000	10 000	10 000	8 500	8 500	6 500	6 500	5 000	4 000	
4)										

¹⁾ Breite des Industriebaus \leq 40 m und Wärmeabzugsfläche (nach DIN 18230-1) \geq 5 %

Fazit:

Mit nicht tragenden, raumabschließenden bewehrten Porenbetonbauteilen ab einer Dicke d = 100 mm ist immer die in Tabelle 2 gestellte höchste Anforderung F 90 erfüllt. Gleiches gilt für nicht tragende, raumabschließende unbewehrte Porenbetonbauteile ab einer Dicke von d = 75 mm. Selbstverständlich können auch die Anforderungen nach Abschnitt 7 der Industriebaurichtlinie erfüllt werden genauso wie Anforderungen über F 90 hinaus.

 $^{^{2)}}$ Wärmeabzugsfläche (nach DIN 18 230-1) \geq 5 %

³⁾ Für Gebäude geringer Höhe ergibt sich nach § 25 Abs. 1 i.V.m. § 28 Abs. 1 Nr. 2 MBO eine zulässige Größe von 1600 m²

3 Versicherungstechnische Betrachtung

Im Jahr 2002 sind mehr als 150.000 Schadensfälle allein in den unterschiedlichsten Industriesparten zu verzeichnen gewesen. Der dabei zu regulierende Schaden betrug laut Statistik des Gesamtverbandes der Versicherungswirtschaft mehr als 2,2 Mrd. Euro, wovon allein annähernd 1,4 Mrd. Euro auf Brand- und Brandfolgeschäden inklusive daraus resultierender Betriebsunterbrechungen entfallen. Nach Schadenseintritt bzw. nachgeschalteter Ursachenanalyse stellt sich oft heraus, der Schaden wäre durchaus vermeidbar bzw. minimierbar gewesen.

Grundsätzlich bedeutet die Brandgefahr insgesamt eine ernste existenzielle Bedrohung für industrielle und gewerbliche Betriebe. Eine Feuer- und Feuerbetriebsunterbrechungsversicherung vermag den Schaden eines Brandes ausgleichen. Nicht ersetzbare Verluste, wie zum Beispiel solche an Leben, Gesundheit und der natürlichen Lebensgrundlagen sowie der Verlust von Marktanteil oder die Abwanderung bewährter Mitarbeiter aufgrund längerer Betriebsunterbrechung, sind dagegen viel schwerwiegender.

Nach Schadenserfahrungen führen Brände, die sich über die Dächer der Industrie- und Gewerbegebäude großflächig ausbreiten und/oder weitergeleitet sowie ins Gebäudeinnere übertragen werden, häufig zum Totalverlust. Diesem kann jedoch durch vorbeugende Brandschutzmaßnahmen wirksam begegnet werden.

Eine Betrachtung der für den Brandschutz zu beachtenden Vorschriften zeigt, dass Brandwände eine wesentliche Komponente des vorbeugenden baulichen Brandschutzes darstellen. Bei einem Brand soll der benachbarte Brandabschnitt möglichst unberührt bleiben. Weder Rauchgase, Flammen, Strahlungswärme noch unzulässig hohe Bauteiltemperaturen dürfen auf den anderen Brandabschnitt einwirken. Die Brandweiterleitung muss verhindert werden.

Verschiedene Maßnahmen können zur Umsetzung dieses Schutzzieles getroffen werden:

- Verwendung ausschließlich nichtbrennbarer Baustoffe
- feuerbeständige Bauteile einbauen
- der verwendete Baustoff sollte im Brandfall nur eine begrenzte Wärmeleitfähigkeit aufweisen
- ausreichend stabile Bauart der Wände, damit einstürzende Bauteile die Brandwand nicht zum Einstürzen bringen
- möglichst öffnungslose (bzw. mit auf das Mindestmaß begrenzte Öffnungen versehene) Wände herstellen
- Sicherung der vorhandenen Öffnungen durch zugelassene feuerwiderstandsfähige Abschlüsse
- Brandfortleitung bei angrenzenden brennbaren Bauteilen (Dächer und Fassaden) durch vorspringende Teile der Brandwand (Überdachführung, Brandwandvorkopf) unterbrechen (siehe auch Abb. 2 als Negativbeispiel)

Äußere Brandwände erfüllen darüber hinaus eine nachbarschützende Funktion, wenn das Gebäude keinen brandschutztechnisch ausreichenden Abstand zur Grundstücksgrenze einhält.



Abb. 1 Im abgebildeten Schadensfall konnte das Feuer von einem 20 Meter entfernten Gebäude (rechts) über geparkte Fahrzeuge auf die Halle (links) übergreifen. Eine Porenbeton-Außenwand hätte das verhindern können (Foto: Allianz).



Abb. 2 Eine 8.500 m² große Halle war durch Brandwände in sieben Brandabschnitte unterteilt. Trotzdem konnte auch ein Großeinsatz der Feuerwehr einen Totalschaden nicht verhindern, da sich das Feuer über das nicht brandsichere Dach ausbreitete (Foto: Versicherungskammer Bayern, München [4]).



Abb. 3 Der Dachanschluss der Brandwand war ungenügend ausgeführt (Foto: Versicherungskammer Bayern, München [4])

Versicherungstechnische Betrachtung

In der Praxis wird die Leistungsfähigkeit von Brandwänden oft durch mangelhafte Detailausführung eingeschränkt. Neben baulichen Mängeln sind häufig auch Feuerschutztüren vorhanden, deren Selbstschließfunktion außer Kraft gesetzt wurde (z. B. mit einem Keil).

Komplextrennwände findet man nicht im Baurecht, da sie eine in der Versicherungswirtschaft gebräuchliche Gebäude-

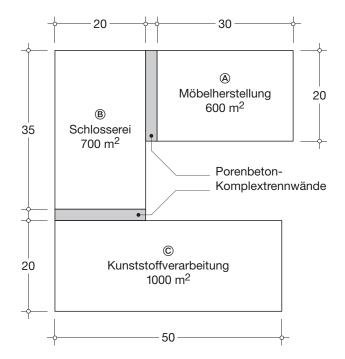


Abb. 4a Komplextrennung durch Porenbetonwände

bzw. Komplextrennung sind. Die Grundlagen hierfür finden sich in dem vom Verband der Schadenversicherer herausgegebenen VdS-Merkblatt 2234, Ausgabe: 1999-05.

Wegen der brandschutz- und versicherungstechnischen Bedeutung werden an Komplextrennwände höhere Anforderungen als an Brandwände nach DIN 4102-3 gestellt. Im Sprachgebrauch von DIN 4102 sind Komplextrennwände Wände mit der Benennung F 180-A (gegenüber F 90-A bei Brandwand), die gegenüber DIN 4102-3 einen erhöhten Widerstand gegenüber Stoßbeanspruchung (4000 Nm Stoßbeanspruchung gegenüber 3000 Nm) besitzen.

Seit Jahren werden Komplextrennwände aus Porenbetonmauerwerk oder bewehrten Wandplatten mit Erfolg im Industriebau eingesetzt. Wie die Erfahrung zeigt, bieten diese eine bisher nicht übertroffene Sicherheitsgarantie. Die hierfür erforderlichen Investitionskosten für die Ausführung der Komplextrennwände amortisieren sich durch eine erhebliche Prämieneinsparung in kurzer Zeit. Ein Beispiel soll dies erläutern:

Bei einem Industriegebäude wurden die verschiedenen Risikobereiche A, B und C durch Komplextrennwände unterteilt (siehe Abb. 4a). Es ergeben sich folgende Versicherungsprämien:

- ohne bauliche Trennung: 43.871,— € pro Jahr
- mit baulicher Trennung durch Komplextrennwände: 28.838,— € pro Jahr
- Prämien-Ersparnis: 15.035,— € pro Jahr

Bei Verwendung von 250 mm dicken, liegend angeordneten Porenbeton-Wandplatten ergibt sich bei einem einmaligen Kostenaufwand für die bauliche Trennung von ca. 35.023,—€ eine Amortisationszeit von ca. 2 ⅓ Jahren – danach jährliche Kosteneinsparung!

Gebäude	Betriebsart	Grundfläche	Risiko		Prämien für Feuerversicherung				
			Gebäude	Maschinen, Waren, Einrichtungen		mit baulicher Komplex-Abtrennung		ohne baulicher Komplex-Abtrennung	
		[m²]	[€]	[€]	Summe [€]	Prämien- satz It. Tab. [‰]	[€/Jahr]	Prämien- satz It. Tab. [‰]	[€/Jahr]
А	Möbel- herstellung	600	195.824,–	690.244,–	886.068,-	8,0	7.088,-	16*)	14.176,–
В	Schlosserei	700	311.888,-	255.646,-	567.534,-	2,0	1.135,-	16*)	9.080,-
С	Schaum- kunststoff- verarbeitung	1.000	434.598,–	853.857,–	1.288.455,-	16,0	20.615,-	16*)	20.615,-
					2.742.057,-	-,-	28.838,-	16*)	43.871,-
								./.	-28.838,-
	Prämieneinsparung pro Jahr € 15.035,-						15.035,-		
*) Prämiensa	*) Prämiensatz des höchstens Risikos für alle Gebäudeteile								

Abb. 4b Prämienberechnung zum Beispiel "Komplextrennwand"

4 Neue Entwicklungen und Trends

Der passive bauliche Brandschutz mindert Schadensrisiken. Er ist damit gleichwertig mit aktiven Brandschutzmaßnahmen wie Löschanlagen oder Feuermeldeeinrichtungen. Baulicher Brandschutz sichert begehbare Fluchtwege und verhindert eine schnelle Brandausbreitung. Und das möglichst lange, damit für die Lösch- und Rettungsmaßnahmen viel Zeit zur Verfügung steht. Wichtig ist auch, ein Übergreifen des Feuers auf benachbarte Gebäude zu verhindern. Bauteile aus massivem, nicht brennbaren Porenbeton sind zur Erfüllung dieser Anforderungen bestens geeignet.

Brandwände sollen auch einen hohen Wärmedurchgang zur dem Brand abgewandten Seite verhindern, um Folgeschäden in den nicht unmittelbar vom Brand betroffenen Bereichen zu vermeiden. Bei Brandwänden aus Porenbeton werden selbst nach mehrstündigen Bränden nicht mehr als 50 °C gemessen. Ursache dafür sind die wärmeisolierende Porenstruktur und eine günstige mineralische Zusammensetzung. Viele Baustoffe verändern auch unter dem Einfluss hoher Temperaturen ihre Struktur. Porenbetonwände erfahren auf Grund ihres extrem geringen Wärmedurchganges im Brandzustand nur unwesentliche Formänderungen und bleiben dementsprechend gas- und rauchdicht. Darüber hinaus entstehen im Brandfall keine giftigen Gase.

Der Trend in der heutigen Bauausführung geht oftmals dahin, anstatt der Anordnung von Brand- und Komplextrennwänden den Brandschutz durch Sprinkleranlagen zu realisieren. Die Nachteile derartiger Systeme sind:

- Hohe Wartungs- und Installationskosten
- Fehlauslösen und Versagen der Sprinkleranlage möglich
- Baulicher Aufwand für Löschwasser-Reservoir
- Rauchschäden im Gesamtbauwerk (z.B. Lebensmittel, Bekleidung)
- Hohe Schadens- und Wiederherstellungskosten durch den Wasserschaden im Brandfall

Oftmals stellt nicht nur der Brand allein ein betriebliches und wirtschaftliches Risiko für ein Unternehmen dar. Durch Rauchgase können z.B. Nahrungsmittel, Stoffe oder Bekleidung unbrauchbar werden. Wertvolle kulturelle Güter werden durch Rauch und Löschmittel unwiederbringlich zerstört. Rauchschäden können von daher für bestimmte Industriebereiche enorme wirtschaftliche Folgen haben:

- Lebensmittellager
- EDV-Bereiche
- Tiefkühllager
- Film- und Datenarchive
- · Bibliotheken und Museumsarchive
- Stofflager von Bekleidungsfirmen
- und weitere

Zum Schutz dieser Industriebereiche vor Brand- und Rauchschäden ist neben der baulichen Brandabschnittstrennung eine luftdichte Hülle innerhalb eines Brandabschnittsbereiches erforderlich, um ein Eindringen von schädlichem Rauch zu verhindern. Der permanente präventive Brandschutz wird in solchen Bereichen oftmals durch eine sogenannte sauerstoff-

reduzierte Atmosphäre geschaffen (Sauerstoffreduzierung von ca. 21 % auf ca. 17 %), die gesundheitlich unbedenklich ist und innerhalb derer keine Brandentstehung mehr möglich ist (z.B. OxyReduct® der Fa. Wagner). Die bauliche Brandabschnittstrennung als luftdichte Hülle kann mit Porenbetonbauteilen bestens hergestellt werden. Die Erfüllung der Anforderungen an eine luftdichte Hülle mit Porenbeton ist bereits aus dem Bereich Wärmeschutz bestens bekannt und bewährt.

Darüber hinaus wird durch ständige Weiterentwicklung und Durchführung von Prüfungen der Anwendungsbereich von Porenbetonbauteilen im vorbeugenden Brandschutz erweitert.

Zu nennen sind hier neu entwickelte selbsttragende Brandwand-Systeme, bei denen die Brandwand entweder aus eingespannten, stehend angeordneten Porenbeton-Montagebauteilen oder aus eingespannten Stahlträgern mit dazwischen montierten Porenbeton-Montagebauteilen besteht.

Um den Anwendungsbereich von Porenbeton-Wandplatten als Komplextrennwand zu erweitern wurde eine unbelastete, raumabschließende Wand auf Brand- und Stoßverhalten in Anlehnung an DIN 4102-3:1977-09 [7] zum Nachweis als Komplextrennwand und zur Ermittlung der Feuerwiderstandsklasse bei einseitiger Brandbeanspruchung gemäß DIN EN 1363-1 geprüft. Die Porenbetonplatten hatten bei einer Wanddicke d = 250 mm die Festigkeitsklasse P 4,4 und die Rohdichteklasse 0,55. Die Prüfung zum Nachweis als Komplextrennwand wurde mit gleichzeitiger Einstufung in die Feuerwiderstandklasse F 180 bestanden.

Auch konnte der brandschutztechnische Anwendungsbereich von Wänden aus Porenbeton-Plansteinen als tragende, raumabschließende Wände erweitert werden. Erstmals untersucht wurde eine Wand mit Plansteinen PP2-0,35. Die in der Materialprüfanstalt für das Bauwesen beim Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der TU Braunschweig durchgeführte Prüfung nach DIN EN 1365-1 in Verbindung mit DIN EN 1363-1 hat ergeben:

Tragende, raumabschließende Wände aus 175 mm dicken Porenbeton-Plansteinen der Festigkeitsklasse 2 und Rohdichteklasse 0,35 (PP2-0,35) mit Nut und Feder und Grifftasche, vermauert mit Dünnbettmörtel nach DIN 1053-1, ohne Stoßfugenvermörtelung, können bei voller Ausnutzung der Wand ($\alpha=1,0$) in die Feuerwiderstandsklasse F 120-A nach DIN 4102-2:1977-09 bzw. gemäß der europäischen Klassifizierungsnorm DIN EN 13501-2:2003-12 in die Feuerwiderstandsklasse REI 120 eingestuft werden.

Erfolgreich geprüft wurden auch Brandwände mit erhöhter Feuerwiderstandsdauer F 120-A. Hier können Porenbeton-Wandplatten der Festigkeitsklasse P 4,4 mit einer Rohdichte-klasse \geq 0,55 sowohl zwischen als auch vor den Stützen montiert eingesetzt werden. Die Mindestwanddicke beträgt dabei d = 200 mm.

Auch für den Bereich "Überdachführung" von Brandwänden liegen von der MPA Braunschweig brandschutztechnisch bewertete Standardlösungen mit Porenbeton-Montagebauteilen vor.

5 Brandsicher Planen mit Porenbeton in Wand und Dach

5.1 Baustoffklassifizierung

Nach DIN 4102-4, Abschnitt 2.2.1 d) [5], gehören "Mörtel, Beton, Stahlbeton, Porenbeton, Leichtbeton,......." zur Baustoffklasse A1, d.h. sie sind nicht brennbar. Entsprechend gehören alle Porenbetonprodukte zu dieser Baustoffklasse. Diese 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 gehören ebenfalls der Baustoffklasse A1 an. Werden als Bindemittel nicht Zement, sondern Harze - z.B. ungesättigtes Polyesterharz oder Harze auf Vinyl-, Acryl- oder Dispersionsbasis - verwendet, spricht man von Klebern. Die Kleber gehören der Baustoffklasse B2 an und werden zum Verkleben von Porenbeton-Wandplatten und -Wandtafeln im Rahmen von erteilten Zulassungsbescheiden verwendet. Im Verbund mit Porenbeton und unter der Voraussetzung, dass die Klebefugendicke stets ≤ 3 mm ist – in der Baupraxis sind die Klebefugen in der Regel 1,5 mm dick - spielt die Brennbarkeit der Kleber brandschutztechnisch keine Rolle. Die durchgehende Klebeschicht wird wie eine Sperrschicht aus brennbaren Baustoffen gegen aufsteigende Feuchtigkeit gewertet und hat auf die Benennung der Feuerwiderstandsdauer von Bauteilen keinen Einfluss

Wie aus DIN 4102-4 Abschnitt 2.2.1 Absatz d) hervorgeht, gehören ebenso Putze nach DIN 18550-2 – auch mit üblichen Teilen an Zusatzmitteln – zur Baustoffklasse A1. Werden Zusatzmittel organischer Zusammensetzung über den in DIN 18550-2 festgeschriebenen Rahmen hinaus zugesetzt, geht die Eigenschaft "nicht brennbar" verloren.

5.2 Bauteilkassifizierung

Der brandschutztechnische Nachweis für die Bauteile – so auch für Porenbetonbauteile – erfolgt über die DIN 4102-4, DIN 4102-4/A1 [6], einen Zulassungsbescheid oder über ein "allgemein bauaufsichtliches Prüfzeugnis" (vormalig "Prüfzeugnis"). Enthalten sind die Werte zur Feuerwiderstandsdauer von Porenbetonbauteilen, zu Brandwänden aus Porenbeton sowie zu den zu beachtenden Anschlussdetails an angrenzende Gebäudeteile. Die wichtigsten Daten sind in den Abb. 5 und 6 dargestellt.

Zu erkennen ist, dass die Anforderungen aller Feuerwiderstandsklassen von F 30 bis F 180 ohne jegliche Zusatzmaßnahmen, wie Bekleidung oder Beschichtung, bestens erfüllt werden. Bekleidungen auf Porenbetonbauteilen haben keinen Einfluss auf die F-Klassifizierung von Porenbetonbauteilen, sofern diese selbst keinen Beitrag zum Brand liefern. Bereits eine 100 mm dicke nicht tragende Wand aus Porenbeton-Wandplatten erreicht die Feuerwiderstandsklasse F 90. Weiter besitzt Porenbeton den Vorzug, im Brand keinen Rauch und keine toxischen Gase zu bilden. Schon ab 175 mm kann eine Brandwand aus Porenbeton-Montagebauteilen hergestellt werden.

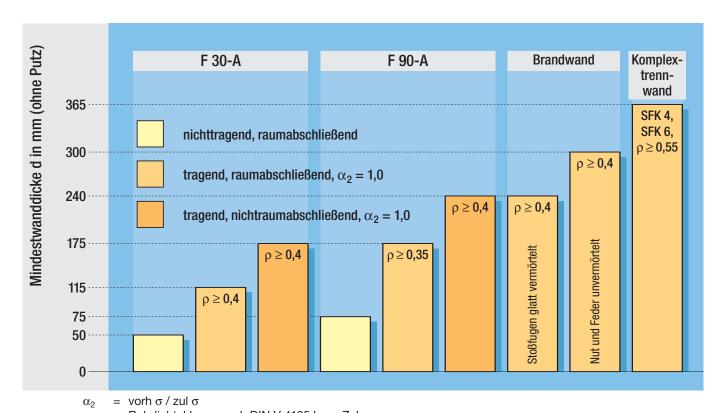
Zur Abgrenzung bestimmter Produktionsbereiche oder zur Eingrenzung von besonderen Brandrisiken werden von den Schadenversicherern Komplextrennwände gefordert. Wegen der brandschutz- und versicherungstechnischen Bedeutung werden an Komplextrennwände höhere Anforderungen als an Brandwände nach DIN 4102-3 gestellt. Im Sprachgebrauch von DIN 4102 sind Komplextrennwände Wände mit der Benennung F 180-A, die gegenüber DIN 4102-3 einen erhöhten Widerstand gegenüber Stoßbeanspruchung (4000 Nm Stoßbeanspruchung gegenüber 3000 Nm) besitzen. Die einzuhaltenden Mindestwanddicken und Festigkeits-/Rohdichteklassen für Komplextrennwände aus genormten und zugelassenen Porenbeton-Wandarten sind in den Abb. 5 und 6 dargestellt.

Porenbeton-Dach- und Deckenplatten werden mit gleich gutem Erfolg im baulichen Brandschutz verwendet. Ab eine Plattendicke von 75 mm, bei entsprechender Bewehrungsüberdeckung, finden sie bereits Verwendung für eine Feuerwiderstandsklasse F 90. Anwendungsübliche Dicken von Porenbeton-Dach und Deckenplatten sind d ≥ 200 mm und garantieren somit eine noch erhebliche höhere Feuerwiderstandsdauer. Auf der Oberseite dürfen beliebige Bedachungen aufgebracht werden. Die Feuerwiderstandsklasse der Dächer wird dadurch nicht beeinflusst. Auch eine eventuelle zusätzliche Wärmedämmschicht zwischen Porenbetonplatte und Überdachung ändert nichts an der durch die Platte allein garantierten Feuerwiderstandsklasse. Durch die Verwendung von Putz an der Plattenunterseite kann die Feuerwiderstandsdauer von Decken und Dächern sogar weiter erhöht werden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass mit massiven Porenbetonbauteilen aufgrund der Nichtbrennbarkeit des Baustoffes und seiner mineralischen Zusammensetzung die Anforderungen bestens erfüllt und ein optimaler Brandschutz gewährleistet werden kann. Alle Feuerwiderstandsklassen werden ohne zusätzliche Maßnahmen problemlos erfüllt.

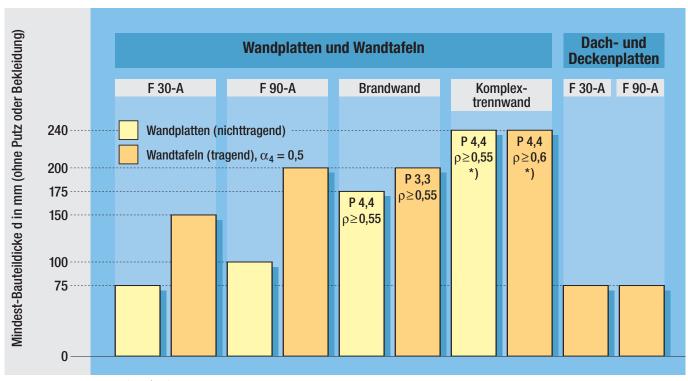
Weitere detaillierte Informationen zum Brandschutz mit Porenbeton enthalten die Berichtshefte 4 "Brandverhalten von Porenbetonbauteilen – Erläuterungen zu DIN 4102-4" und 17 "Einbau von Feuerschutztüren und toren" [8].

Porenbeton ist aber noch mehr als ein brandsicherer Baustoff. Bauteile aus Porenbeton bieten einen deutlichen Komfortgewinn im Gebäude durch einen guten Wärmeschutz, ein angenehmes Raumklima, ausreichenden Schallschutz und natürlich die Wertbeständigkeit eines massiven Baustoffs. Schadstofffreiheit und einfache Verarbeitung sind weitere Vorteile. Ein umfangreiches Bausystem bietet jedem Planer die Möglichkeit, individuell zu bauen. Die Summe dieser Vorteile macht Porenbeton zu dem Baustoff für Dach und Wand.



ρ = Rohdichteklasse nach DIN V 4165 bzw. Zulassung SFK = Steinfestigkeitsklasse nach DIN V 4165 bzw. Zulassung

Abb. 5 Brandschutz: Mindestwanddicken von einschaligem Porenbetonmauerwerk



 $\alpha_{A} = \text{vorh } \sigma / \text{zul } \sigma$

ρ = Rohdichteklasse nach DIN 4223 bzw. Zulassung

SFK = Porenbeton-Festigkeitsklasse nach DIN 4223 bzw. Zulassung

*) aus produktionstechnischen Gründen werden i.d.R. die Platten d = 250 mm ausgeführt

Abb. 6 Brandschutz: Mindestdicken von bewehrten Porenbetonbauteilen

5.3 Anschlüsse an angrenzende Massivbauteile

Aus versicherungs- und brandschutztechnischer Sicht müssen Brandwände zwischen Gebäuden gleicher Höhe bei Dächern, die nicht feuerbeständig oder aus brennbaren Baustoffen ausgeführt sind, mindestens

- 30 cm nach MBO
- 50 cm nach Industriebau-Richtlinie oder als Komplextrennwand

über Dach geführt werden. Alternativ kann die Brandwand in Höhe der Dachhaut mit einer beiderseits 0,50 m auskragenden feuerbeständigen Platte aus nichtbrennbaren Baustoffen abgeschlossen werden (nach MBO). Brennbare Baustoffe dürfen grundsätzlich über keine der vorgenannten Ausbildungen geführt werden.

Der Anschluss einer Brandwand an ein feuerbeständiges Flachdach muss in einem Bereich von mindestens 5 m (bei Komplextrennwand mindestens 7 m) beiderseits der Brandwand feuerbeständig und aus nichtbrennbaren Baustoffen (F 90-A) ausgeführt sein. Die Dachflächen müssen zudem in diesem Bereich öffnungslos sein. Eine brennbare Abdichtung kann in diesem Bereich nur verwendet werden, wenn sie mit einer mindestens 5 cm dicken Kiesschüttung 16/32 geschützt wird.

Bei Brandwänden nach Industriebau-Richtlinie sowie bei Komplextrennwänden ist eine Brandübertragung im Bereich der Außenwände zu behindern. Geeignete Maßnahmen hierzu sind ein 0,50 m vor der Außenwand vorstehender Teil der Brandwand. Alternativ ist nach Industriebau-Richtlinie ein im Bereich der Brandwand angeordneter 1,0 m breiter Außenwandabschnitt möglich, der einschließlich seiner Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen besteht. Bei einer Ausführung als Komplextrennwand wird eine Gesamtbreite von 5 m eines feuerbeständigen Außenwandabschnittes gefordert.

Die weitere Detailausbildung der Anschlüsse an angrenzende Bauteile ist darüber hinaus abhängig von der statischen Funktion (tragend bzw. nicht tragend) der Wand. Anschlüsse nicht tragender Wände können z.B. als Verbandsmauerwerk bzw. als Stumpfstoß mit Mörtelfuge oder gemäß den Angaben von Bild 17 und Bild 18 der DIN 4102-4 ausgeführt werden. Tragende Wände können ebenfalls als Verbandsmauerwerk oder nach den Angaben Bilder 19 und 20 in DIN 4102-4 ausgebildet werden. Bei Brandwänden müssen die die Brandwand aussteifenden Bauteile wie z.B. Querwände, Stützen, Decken oder Riegel mindestens der Feuerwiderstandsklasse F 90 entsprechen.

Bei Mauerwerkswänden müssen statisch erforderliche Anschlüsse an Massivbauteile vollfugig mit Mörtel nach DIN 1053 oder Beton nach DIN 1045 ausgeführt werden. Alternativ kann die Detailausbildung auch nach den Bildern 19, 20 und 24 der DIN 4102-4 erfolgen. Statisch nicht erforderliche Anschlüsse können nach den Bildern 17 und 18 der DIN 4102-4 ausgebildet werden.

Anschlussmöglichkeiten von Brandwänden aus nicht tragenden, liegend oder stehend angeordneten Porenbeton – Wandplatten an Stahlbeton- bzw. Stahlbauteile sind in den Bildern 25 bis 30 der DIN 4102-4 dargestellt.

Alle o.g. Detailausbildungen sind auch im Berichtsheft 4 "Brandverhalten von Porenbetonbauteilen" des Bundesverbandes Porenbeton veröffentlicht. Darüber hinaus sind dort weitere nachgewiesene Anschlüsse in den Abschnitten 4.1.4 und 4.8 aufgenommen.

5.4 Anschlüsse an Türen, Tore und Fenster

Feuerschutztüren und -tore in Wänden mit F-Klassifizierung bzw. in Brandwänden bedürfen in der Regel einer bauaufsichtlichen Zulassung. In diesen Zulassungen ist der Einbau für die jeweilige Wandart festgelegt.

Die Türen und Tore dürfen die im Zulassungsbescheid angegebenen Baurichtmaße weder über- noch unterschreiten. Die entsprechenden Anschlüsse und Detailausbildungen sind diesen Zulassungen zu entnehmen. Die dort angegebenen Anforderungen hinsichtlich Zubehörteile, Korrosionsschutz, Zar-

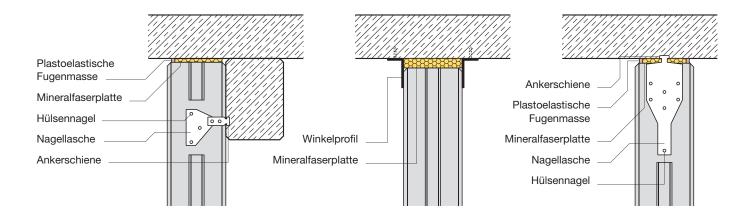


Abb. 7 Brandwand-Kopfverankerung von stehend angeordneten Porenbeton-Wandplatten (Auswahl)

Tabelle 3 Beispiele für Mindestwanddicken und Mindestwerte der Festigkeitsklassen von Porenbetonwänden mit Feuerschutzabschlüssen

Bauart der Abschlüsse	Porenbetonprodukt	Mindestwert der Festig- keitsklassen	Mindestdicke d [mm] der Porenbetonwand Türöffnung bis 3000mm x 3000mm (BxH)	Mindestdicke d [mm] der Porenbetonwand Toröffnung bis max. 8500 mm x 6000 mm 1) (BxH)
T 30-1	Plansteine	4	150	240
(einflügelig)	nicht tragende bewehrte, liegend oder stehend angeordnete Wandplatten	4,4	150	175
T 30-2	Plansteine	4	175	240
(zweiflügelig)	nicht tragende bewehrte, liegend oder stehend angeordnete Wandplatten	4,4	150	175
T 90-1	Plansteine	4	200	240
(einflügelig)	nicht tragende bewehrte, liegend oder stehend angeordnete Wandplatten	4,4	175	175
T 90-2	Plansteine	4	240	240
(zweiflügelig)	nicht tragende bewehrte, liegend oder stehend angeordnete Wandplatten	4,4	175	175

genbefestigung, Türschließ- und Federbandeinstellungen sind zu beachten.

Im Besitz von Zulassungen von Feuerschutztüren bzw. -toren zum Einbau in Porenbetonwände sind u.a. die Firmen Riexinger, Hörmann, Novoferm, Schörghuber, Teckentrup und Tekla-Technik.

Normale Glasscheiben sind für einen Brandschutzbereich nicht geeignet, da im Brandfall bei einseitiger Hitzeeinwirkung in kürzester Zeit große Bruchstücke herausspringen und durch Überschlag in den nächsten Brandabschnitt ein rasches Ausbreiten des Feuers droht. Spezielle Brandschutzverglasungen können dies verhindern. Darunter sind stets komplette Brandschutzsysteme zu verstehen, also Glas, Rahmen, Dichtung und Befestigungsmaterialien.

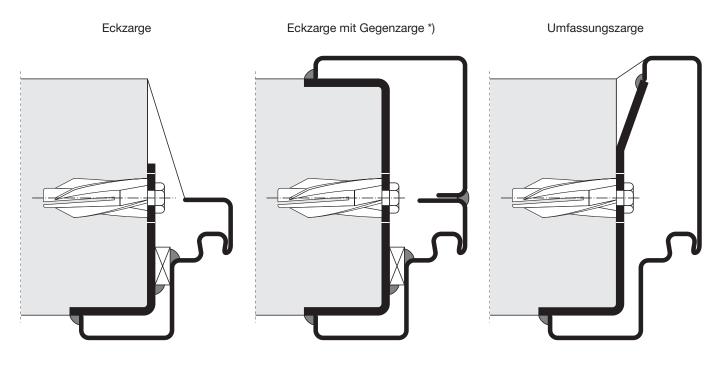
Es wird zwischen "G" und "F" Verglasungen unterschieden. G-Verglasungen müssen den Durchgang von Feuer und

Rauch über einen bestimmten Zeitraum verhindern (z.B. G 30 = 30 Minuten). G-Verglasungen können zum Beispiel aus Drahtglas, ESG Einscheiben Sicherheitsglas-Kombinationen oder hitzebeständigen Scheiben bestehen. Im Besitz von Zulassungen von weiteren G-Verglasungen zum Einbau in Porenbetonwände sind u.a. die Firmen Weserwaben und Hörmann.

F-Verglasungen müssen darüber hinaus eine Übertragung des Brandherdes durch Hitzestrahlung im geforderten Zeitraum unterbinden (z.B. F 60 = 60 Minuten). Brandschutzverglasungen aus Glasbausteinen und Drahtglas sind in DIN 4102-4, Abschnitt 8.4 ausführlich behandelt.

Weitere Detailinformationen enthält das Berichtsheft 17 "Einbau von Feuerschutztüren und -toren" [8] des Bundesverbandes Porenbeton.

Brandsicher Planen mit Porenbeton in Wand und Dach



*) Alternativ kann die Gegenzarge mit der Eckzarge verschraubt werden.

Abb. 8 Mögliche Zargenausbildungen für T30-/T90-Türen zum Einbau in Porenbeton

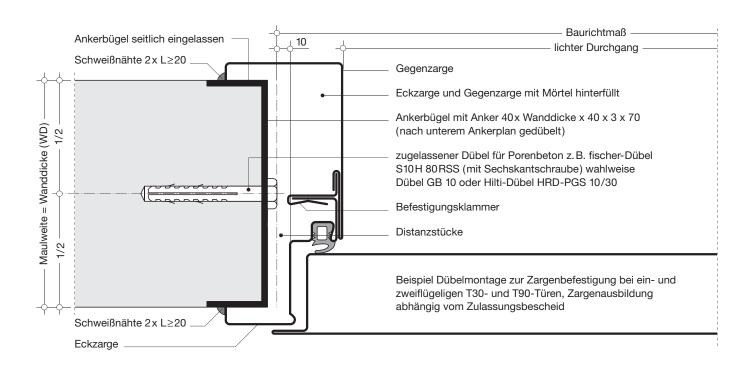


Abb. 9 Beispielhafte Dübelmontage zur Befestigung der Zarge einer Feuerschutztür in einer Porenbetonwand

6 Objektberichte

6.1 Brand in einer Industriehalle

Der gesamte Industriebaukomplex umfasste zwei aneinander grenzende Lagerhallen, die durch eine Brandwand aus liegend angeordneten, bewehrten Porenbeton-Wandplatten der Dicke $d=17,5\ cm$ getrennt waren.

Im Hochregellager der einen Lagerhalle war in der Nacht vom 30.6 auf den 1.7.1994 ein Brand ausgebrochen.

Wie durch Eigentümer und Feuerwehr bestätigt wurde, konnten dank der Porenbeton-Brandwand der Feuerübergriff auf die zweite Lagerhalle verhindert werden (siehe Abb. 10 und 11)



Abb. 10 Brand einer Lagerhalle: Von der intakten Porenbeton-Brandwand konnten die Löscharbeiten durchgeführt werden



Abb. 11 Brand einer Lagerhalle: Die intakte Porenbeton-Brandwand verhinderte einen Übergriff des Brandes auf die zweite Halle.

6.2 Massiver Brandschutz mit Porenbeton: Commerzbank-Hochhaus in Frankfurt

In dem vom britischen Architekten Sir Norman Forster geplanten, 299 Meter hohen Commerzbank-Hochhaus in Frankfurt/Main war unter anderem im Bereich der Ausführung der Treppenhauswände und der Fahrstuhlschächte ein massiver vorbeugender Brandschutz gefordert. Darüber hinaus musste die Konstruktion so leicht wie möglich ausgeführt werden, um bei der Gründung des Hochhauses nicht auf unlösbare Probleme zu stoßen.

So fiel nicht von ungefähr die Wahl des geeigneten Baustoffes auf Porenbeton. Für die Wahl sprachen vor allem drei Kriterien: Die Baustoffklasse A1, d.h. die Nichtbrennbarkeit von Porenbeton, das niedrige Gewicht sowie die Anpassungsfähigkeit der fertig montierten Platten an die Bewegungen und Toleranzen des Bauwerks.

Die Porenbetonbauteile erfüllen bei entsprechender Dimensionierung und Verarbeitung die Anforderungen aller Feuerwiderstandsklassen. In Verbindung mit der feuerbeständigen Tragkonstruktion bieten sie ohne zusätzlichen Mehraufwand die baulichen Voraussetzungen für höchsten Brandschutz.



Abb. 12 Commerzbank-Hochhaus in Frankfurt/Main



Abb. 13 Massiver Brandschutz mit Porenbeton: Ausführung der Wände an den Treppenhäusern und Fahrstuhlschächten des Commerzbank-Hochhauses



Abb. 14 Massiver Brandschutz mit Porenbeton: Ausführung der Wände an den Treppenhäusern und Fahrstuhlschächten des Commerzbank-Hochhauses

6.3 Einrichtungshaus der Segmüller GmbH u Co.KG, Friedberg/Augsburg

Architekt: Dipl.-Ing. M. Huber, F. Kollmann, Planungsteam bau, Augsburg



Abb. 15 Einrichtungshaus der Segmüller GmbH in Parsdorf

6.4 T & B Logistikzentrum in Buxheim

Planer: Achammer - Tritthardt & Partner, Innsbruck



Abb. 16 T & B Logistikzentrum, Buxheim: Anordnung einer Komplextrennwand aus Porenbeton

6.5 Neubau von 10 Ausstellungshallen der Messe Friedrichshafen



Abb. 17 Neue Messe Friedrichshafen

Der von den Architekten Gerkan, Marg und Partner (gmp, Hamburg) geplante Neubau von 10 Ausstellungshallen mit ca. $70.000~\text{m}^2$ Ausstellungsfläche wurde in den Jahren 2000 und 2002 realisiert.

Die Wände der 10 Hallen wurden aus Porenbeton (36.000 m² Porenbeton-Wandplatten der Länge 7 m) sowie einer Stahlbeton-Fertigteil-Skelettkonstruktion und Glas errichtet. Im Dachbereich wurden Holz und Porenbeton (10.000 m² Porenbeton-Dachplatten) als Tragschalen mit Folien oder Blech als Eindeckung verwendet.



Abb. 18 Ausstellungshalle A1 der Messe Friedrichshafen



Im Vergleich zur Leichtbauweise erhielt die Porenbetonhülle den Vorzug, da bauphysikalisch und nachhaltig mehr Ziele in Einklang gebracht wurden:

Massive Gebäude mit Porenbeton sind wertbeständiger und gewährleisten niedrigere Betriebs- und Unterhaltskosten. Gute Schallabsorption, höchster Brandschutz und energiesparender sommerlicher Wärmeschutz sicher das Wohlbefinden der Menschen im Gebäude.

Weitere Gründe für Porenbeton waren marktgerechte Baukosten, die Gewähr kurzer, ökonomischer Bauzeiten und Baustellenabwicklung durch hohe industrielle Vorfertigung.



Abb. 19 Die Wände der 10 Hallen wurden aus Porenbeton sowie einer Stahlbeton-Fertigteil-Skelettkonstruktion und Glas errichtet

Literatur

- [1] Homann, M.: Das Porenbeton-Handbuch Planen und Bauen mit System. 6. Auflage 2008, Bauverlag Gütersloh
- [2] Schneider, U.: Brandverhalten von Porenbetonbauteilen. Bericht 4 des Bundesverbandes Porenbeton, Hannover, 2008
- [3] Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau – Fachkommission Bauaufsicht der ARGE-BAU, Fassung März 2000
- [4] Brandwände und Öffnungen in Brandwänden. Herausgegeben von der Versicherungskammer Bayern, München 2004
- [5] DIN 4102-4:1994-03 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile. Hrsg.: Deutsches Institut für Normung e.V.
- [6] DIN 4102-4/A1:2004-11 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile; Änderung A1. Hrsg.: Deutsches Institut für Normung e.V.
- [7] DIN 4102-3:1977-09 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen Brandwände und nichttragende Außenwände, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen. Hrsg.: Deutsches Institut für Normung e.V.
- [8] Einbau von Feuerschutztüren und -toren. Bericht 17 des Bundesverbandes Porenbeton, 3. Auflage, Wiesbaden, 2002

