

PORENBETON BERICHT 4

Brandverhalten von Porenbetonbauteilen



BRANDVERHALTEN VON PORENBETON- BAUTEILEN

Prof. Dr. techn. Dr.-Ing. habil. Ulrich Schneider
unter Mitarbeit von
Dipl.-Ing. Georg Flassenberg

Herausgeber: Bundesverband Porenbetonindustrie e. V.

Vertrieb: BVP Porenbeton Informations-GmbH
Postfach 21 02 63, 30402 Hannover · Entenfangweg 15, 30419 Hannover
Telefon 05 11 / 390 89 77 · Telefax 05 11 / 390 89 790
eMail info@bv-porenbeton.de · Internet www.bv-porenbeton.de

Gestaltung: Seitenlayout und Satz: Dipl.-Designer · Peter Lenz, Wiesbaden · eMail: Peter_Lenz@t-online.de

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

Ausgabe: 2. Auflage 2008

Veröffentlichungen, auch auszugsweise, bedürfen der schriftlichen Genehmigung des Herausgebers.

„Wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
Maßgebend für das Anwenden der Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum,
die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.“

Inhalt

3

3.5	Muster – Liste der Technischen Baubestimmungen (Fassung: 2007/02)	35
3.5.1	Vorbemerkungen	35
3.5.2	Technische Regeln für die Planung, Bemessung und Konstruktion baulicher Anlagen und ihrer Teile.....	36
3.6	Bauregelliste des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt)	39
3.6.1	Allgemeine Regelungen	39
3.6.2	Bauregelliste A Teile 1, 2 und 3	40
3.6.3	Bauregelliste B.....	40
3.6.4	Liste C	41
3.6.5	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen	41
3.6.6	Europäische technische Zulassungen.....	41
3.6.7	Nachweise, Prüfungen und Überwachung.....	41
3.6.8	Brandschutztechnische Anforderungen in bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften gemäß Anlage 0.1.1 und 0.2.1 zur Bauregelliste A Teil 1, Ausgabe 2007/01.....	42
3.6.9	Bauprodukte aus Porenbeton gemäß Bauregelliste A, Fassung 2007/1	43
4	Nachweis des Brandschutzes in Europa	45
4.1	Bauproduktenrichtlinie.....	45
4.2	Grundlagendokument Nr. 2 – Brandschutz	46
4.2.1	Grundsätzliche Vorgehensweise	46
4.2.2	Bauteilklassifizierung.....	47
4.2.3	Baustoffklassifizierung.....	48
4.2.4	Klassifizierung von Bedachungen.....	50
4.2.5	Brandschutzprüfungen für Bauteile und Baustoffe.....	50
4.2.6	Klassifizierung nichtbrennbarer Baustoffe durch Entscheidung der Kommission der Europäischen Gemeinschaft	52
4.3	Brandschutznachweis nach Eurocode 6 für Mauerwerkswände aus Porenbeton	53
4.3.1	Vorwort.....	53
4.3.2	Anwendungsbereich	58
4.3.3	Normative Verweisungen.....	58
4.3.4	Definitionen.....	58
4.3.5	Leistungsanforderungen	58
4.3.5.1	Allgemeines	58
4.3.5.2	Normbrandbeanspruchung	59
4.3.5.3	Parametrische Brandbeanspruchung.....	59
4.3.5.4	Einwirkungen.....	59
4.3.6	Bemessungswerte der Materialeigenschaften.....	59
4.3.7	Nachweisverfahren	59
4.3.7.1	Grundsätze	59

4.3.7.2	Bauteilnachweis.....	60
4.3.7.3	Bemessung von Teilen eines Tragwerks	61
4.3.8	Materialeigenschaften.....	61
4.4	Bemessungsverfahren zur Ermittlung des Feuerwiderstands von Porenbetonwänden nach Eurocode 6.....	61
4.4.1	Allgemeine Informationen zur Bemessung von Wänden.....	61
4.4.2	Nachweis durch Tabellenwerte.....	61
4.4.3	Ausführungsvorschriften nach Eurocode 6	63
4.4.4	Rechnerische Nachweise nach Eurocode 6	68
4.4.4.1	Anwendungsbereich.....	68
4.4.4.2	Eurocode 6, Anhang C – Vereinfachtes Rechenverfahren.....	68
4.4.4.3	Eurocode 6, Anhang D – Genaueres Berechnungsverfahren	70
4.5	Brandschutznachweis für bewehrte Porenbeton- bauteile (AAC) nach prEN 12 602:2007-02	72
4.5.1	Allgemeines	72
4.5.2	Leistungsanforderungen und Bemessungswerte.....	73
4.5.3	Nachweisverfahren	73
4.5.4	Baustoffeigenschaften.....	74
4.5.5	Verfahren zur Tragwerksbemessung für den Brandfall.....	74
4.5.5.1	Allgemeine Vorgaben.....	74
4.5.5.2	Tabellenwerte für Wände, Balken und Decken.....	75
4.5.6	Vereinfachte Bemessungsverfahren	76
4.5.6.1	Berechnungsverfahren für den Feuerwiderstand R.....	76
4.5.6.2	Bestimmung des Tragwiderstandes von AAC-Bauteilen.....	79
4.5.6.3	Festlegung der Bauteiltemperaturen	81
4.5.7	Bestimmung des Raumabschlusses von AAC-Bauteilen.....	82
5	Klassifizierte Wandbauteile aus Porenbeton nach DIN 4102-4:1994-03 + /A1:2004-11 oder allgemein bauaufsichtlicher Zulassung	88
5.1	Vorbemerkungen	88
5.2	Klassifizierung nach DIN 4102-4 bzw. DIN 4102-22.....	88
5.3	Klassifizierte Baustoffe	88
5.4	Klassifizierte Wände – Grundlagen.....	88
5.4.1	Wandarten, Wandfunktionen.....	89
5.4.2	Wanddicken, Wandhöhen.....	91
5.4.3	Bekleidungen, Dampfsperren.....	91
5.4.4	Zweischalige Wände.....	91
5.4.5	Einbauten und Installationen	91

5.5	Feuerwiderstandsklassen von Wänden aus Porenbetonmauerwerk.....	93
5.5.1	Anwendungsbereich	93
5.5.2	Randbedingungen	93
5.5.3	Mindestwanddicken für Wände aus Porenbetonmauerwerk.....	95
5.5.4	Anschlüsse von Wänden aus Porenbetonmauerwerk.....	97
5.6	Feuerwiderstandsklassen von Wänden aus bewehrtem Porenbeton.....	99
5.6.1	Anwendungsbereich	99
5.6.2	Randbedingungen	99
5.6.3	Zulassungsbestimmungen für Wände aus bewehrtem Porenbeton.....	108
5.7	Brandwände – Grundlagen.....	111
5.7.1	Grundlagen	111
5.7.2	Anwendungsbereich	112
5.7.3	Randbedingungen	113
5.7.4	Mindestwanddicken von Brandwänden aus Porenbeton.....	115
5.7.5	Anschlüsse.....	117
5.7.5.1	Anschlüsse von Brandwänden aus Porenbetonmauerwerk.....	117
5.7.5.2	Anschlüsse von Brandwänden aus bewehrtem Porenbeton.....	117
5.7.5.2.1	Verankerung von liegend angeordneten Wandplatten an Stahlbetonstützen.....	117
5.7.5.2.2	Verankerung von liegend angeordneten Wandplatten an Stahlstützen	117
5.7.5.2.3	Verankerung von stehend angeordneten Wandplatten an Stahlbeton- und Stahlbauteile	119
6	Klassifizierte Deckenbauteile nach DIN 4223 bzw. bauaufsichtlicher Zulassung und nach DIN 4102-4:1994-03 - Anwendungsbereich, Brandbeanspruchung	129
7	Klassifizierte Dächer.....	136
7.1	Allgemeines	136
7.2	Bemessung von Dächern	136
7.3	Dächer mit Auswechslungen.....	137
8	Brandschutz durch Bekleidungen	139
8.1	Allgemeines	139
8.2	Bemessung von Stahlträgerdecken mit Träger-Bekleidungen.....	139
8.3	Bemessung von Stahlstützen mit Porenbeton-Bekleidungen	139
8.3.1	Mauerwerk- und Plattenbekleidungen.....	139

8.3.2	Stahlstützen mit Porenbeton-Vorsatzschalen	139
8.4	Bemessung von Stahl-Zuggliedern mit Porenbeton-Bekleidungen	139
8.5	Bemessung von Unterdecken	139
9	Komplextrennwände	141
9.1	Allgemeines	141
9.2	Randbedingungen	141
9.3	Bemessung von Komplextrennwänden	141
9.4	Versicherungstechnische Betrachtungen / Prämien- einsparung durch Komplextrennung	141
9.5	Schadensfälle und Branderfahrungen	142
9.5.1	Brand in einer Industriehalle	142
9.5.2	Brand eines Reifenlagers	142
9.5.3	Sicherheitstechnische Betrachtung	143
9.6	Wiederinstandsetzung brandgeschädigter Porenbetonbauteile	146
9.6.1	Vorbemerkung	146
9.6.2	Schadensermittlung	146
9.6.3	Schadensbeurteilung	147
9.6.4	Schadensbehebung	147
10	Einsatz von Porenbeton im Ofen- und Kaminbau	150
10.1	Einleitung	150
10.2	Porenbetonprodukte für praktische Anwendungen im Ofen- und Kaminbau	150
10.3	Einsatz von Porenbeton im Ofen- und Kaminbau	150
10.4	Unübersehbare Vorteile bei der Verarbeitung	152
11	Zitierte Normen	156
	Gesetze, Verordnungen und Richtlinien	161
	Zulassungsbescheide	162
12	Literatur	163
	Porenbeton-Berichtshefte	163

1 Einleitung

Der Porenbeton Bericht „Brandverhalten von Porenbetonbauteilen“ ist 1995 erstmalig erschienen und wurde in überarbeiteter Fassung im Jahre 1997 der Fachwelt zur Verfügung gestellt. Dieser Bericht ist seit der ersten Auflage als Standardwerk über das Brandverhalten von Bauteilen aus dampfgehärteten Porenbeton in die Fachliteratur eingegangen. Er diente u. a. als Grundlage für entsprechende Brandschutzbeiträge im Porenbeton Bericht 24 „Baulicher Brandschutz im Industriebau“ sowie im [2] Porenbeton-Handbuch von H. Weber und H. Hullmann, welches im Jahre 2002 bereits in der 5. Auflage erschienen ist. Wenngleich der o. g. Bericht bereits alle wesentlichen Inhalte der noch heute gültigen DIN 4102-4:1994-03 umfasst, sind zusätzliche brandschutztechnische Entwicklungen weiter voran geschritten, welche zu neuen Fragestellungen geführt haben und für die Praxis entsprechende Antworten erfordern.

Zu den o. g. Entwicklungen gehören u. a. das Erscheinen der Bauprodukten-Richtlinie vom 21.12.1988 (BPR: Richtlinie des Rates der EU zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften über Bauprodukte, 89/106/EWG) in Verbindung mit dem zugehörigen Anhang 1, Grundlagendokument Brandschutz (Wesentliche Anforderung Nr. 2 „Brandschutz“, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. C/62/1 vom 28. Febr. 1994). Weiterhin gehören dazu die Veröffentlichungen europäischer Prüf- und Klassifizierungsnormen zur Beurteilung des Brandverhaltens und Feuerwiderstandes von Baustoffen und Bauteilen, die Herausgabe von Eurocodes zur (rechnerischen) Brandschutzbemessung von Bauteilen in Verbindung mit den so genannten nationalen Anwendungsdokumenten (NAD) sowie die Veröffentlichung der neuen Musterbauordnung im Jahre 2002 mit einem neuen Brandschutzkonzept und der Einbindung neuester europäischer Vorschriften, z. B. über das Inverkehrbringen von Bauprodukten und Bauarten nach deutschem Baurecht.

Ebenfalls neu und in der Praxis zu berücksichtigen sind die jeweils im November 2004 erschienene Änderungsnorm DIN 4102-4/A1 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 4; Änderung A1“ sowie die Anwendungsnorm DIN

4102-22 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 22; Anwendungsnorm zu DIN 4102-4 auf der Bemessungsbasis von Teilsicherheitsbeiwerten“. Letztere erfüllt den Zweck, die Anwendbarkeit von DIN 4102-4:1994-03, auch nach Überarbeitung der nationalen Bemessungsnormen (z. B. DIN 1045-1, DIN 1052, usw.) auf der Basis von Teilsicherheitsbeiwerten (semiprobabilistisches Konzept) sicherzustellen.

Einleitend werden im Folgenden die Herstellung, Produkte und technischen Eigenschaften von Porenbeton unter dem Gesichtspunkt des Brandschutzes beschrieben. Daran schließt an ein Abschnitt über bauaufsichtliche Anforderungen nach der Musterbauordnung und den nachgeordneten Vorschriften zum Brandschutz. Die europäischen und deutschen Klassifizierungen für Baustoffe und Bauteile werden in Anlehnung an die Bauregelliste A vorgestellt und diskutiert.

Im Anschluss daran werden handelsübliche Bauprodukte und Bausysteme vorgestellt und die bautechnischen Kennwerte zur Klassifizierung von Porenbeton-Bauprodukten angegeben. Der Stand der aktuellen Normung von Bauteilen aus Porenbeton wird ebenfalls beschrieben. Ein besonderer Abschnitt ist den physikalischen Eigenschaften von Porenbeton gewidmet, die zunächst bei Umgebungstemperatur beschrieben werden. Danach werden die Hochtemperatureigenschaften und thermischen Berechnungsmodelle nach EC 6 bzw. EN 12602 erläutert, welche in den kommenden Jahren zunehmend an Bedeutung gewinnen und für direkte Bauteilbemessungen (ohne Brandversuche !) zulässig sind.

Die Brandschutzanforderungen nach bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften sind im Abschnitt 3 behandelt. Insbesondere sind dies die Musterbauordnung 2002, die Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen, Fassung 2006/09, sowie die Bauregelliste des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt), Ausgabe 2006/01.

Der Abschnitt 4 dieses Berichts behandelt die Brandschutznachweise in Europa auf der Basis der jetzt schon gültigen DIN EN-Normen bzw. -Normenentwürfe

sowie des Eurocode 6 (EC 6) zur brandschutztechnischen („heißen“) Bemessung von Mauerwerkbauteilen, wobei die Porenbetonbauteile naturgemäß im Vordergrund stehen. Das Brandschutz-Bemessungsverfahren für bewehrte Porenbetonbauteile nach prDIN EN 12602 wird ebenfalls vorgestellt.

Die Brandsicherheit von Bauteilen aus Porenbeton wie Wände, Brandwände, Decken und Dächer wird in Abschnitt 5 bis 8 behandelt. Grundlage bilden diesbezüglich die DIN 4102-4:1994-03, der zugehörige Anhang A1:2004-11 sowie neuere Zulassungen von Bauteilen, welche bereits den neuesten Stand der europäischen Klassifizierung berücksichtigen. Auch werden Sonderbauteile aus Porenbeton beschrieben, welche im Wesentlichen immer dann Verwendung finden, wenn Tragstrukturen mit geringem Feuerwiderstand (z. B. Stahl- oder Holzbauteile) durch Bekleidungen aus Porenbeton ertüchtigt werden, um Feuerwiderstandsdauern von F 60 oder F 90 zu erreichen.

Im Abschnitt 9 wird über Schadenserfahrungen in Brandfällen und die Wiederinstandsetzung von brandgeschädigten Porenbetonbauteilen berichtet. Weiterhin werden Brandserfahrungen aus Schadensfällen im Industriebau behandelt. Letztendlich werden die Anforderungen an Komplextrennwände erläutert und grundsätzliche Aussagen zu den Prämienberechnungen für versicherte massive Industriegebäude aufgezeigt, welche Kosteneinsparungen durch geringere Versicherungsprämien möglich sind, wenn z. B. große Gebäude durch Komplextrennung mit Porenbetonwänden in brandschutztechnisch abgetrennte Risikobereiche unterteilt werden. Der Mehraufwand für bauliche Brandschutzmaßnahmen ist nach wenigen Jahren amortisiert und ist in der Folgezeit durch Kosteneinsparungen als positiver Wirtschaftsfaktor einzustufen.

Ein neues Anwendungsgebiet für Porenbetonsteine und Formsteine hat sich in neuerer Zeit im Kamin- und Ofenbau entwickelt. Darauf wird im Abschnitt 10 gesondert eingegangen, weil im Ofenbau die guten thermischen Eigenschaften des Porenbetons besonders deutlich und einsehbar werden.

2 Porenbeton als Bauteil in Bausystemen und seine Baustoffeigenschaften

2.1 Herstellung von Porenbeton

Porenbeton gehört zur Gruppe der Leichtbetone. Seine Stärke liegt vor allem darin, dass er massive monolithische Konstruktionen ermöglicht, welche gleichzeitig die Anforderungen an die Tragfähigkeit, den Wärmeschutz, den Schallschutz und den Brandschutz erfüllen. Porenbetonbauteile haben bei geringem Gewicht eine hohe Festigkeit. Sie sind darüber hinaus besonders umweltverträglich.

Viele Jahre hindurch wurde z. B. in Normen, Regelwerken und in der Literatur der Begriff „Gasbeton“ verwendet, obwohl er das Material nicht exakt beschreibt. Da sich in den Poren nichts anderes als Luft befindet, die Festigkeit und das niedrige Raumgewicht aber auf der Porenstruktur des im Herstellungsprozesses entstehenden Silicates beruht, ist es sinnvoller, den Begriff „Porenbeton“ zu verwenden. Hierdurch wird der Baustoff treffender und allgemeingültiger beschrieben.

Dies entspricht auch eher den im Ausland üblichen Bezeichnungen. So wird z. B. in Frankreich Porenbeton als „béton cellulaire“ bezeichnet – beide Begriffe entsprechen sich exakt. Im englischsprachigen Bereich hat sich der Begriff „autoclaved aerated concrete“ durchgesetzt, der den Herstellungsprozess mit Dampfhärtung und Luftporenbildung beschreibt.

Bauteile aus Porenbeton werden stationär in industriellen Verfahren hergestellt. Durch exakte Einhaltung gleicher Herstellungsbedingungen

und durch regelmäßige Überwachung (entsprechend den technischen Baubestimmungen) wird eine hohe Zuverlässigkeit in Bezug auf die Materialeigenschaften garantiert.

Die wichtigsten Arbeitsgänge in diesen Herstellungsprozessen sind

- die Aufbereitung, Dosierung und Mischung der Rohmaterialien,
- die Herstellung und der Einbau der korrosionsgeschützten Bewehrung,
- das Gießen, Treiben, Ansteifen und Schneiden des Rohblocks („Kuchen“),
- die Dampfhärtung der Bauteile.

Die erforderlichen Rohstoffe für den Porenbeton sind quarzhaltiger Sand oder andere Zuschlagstoffe, Bindemittel, Treibmittel und Wasser. Der Sand muss weitgehend frei von Verunreinigungen sein. Außer quarzhaltigem Sand können auch Flugaschen eingesetzt werden. Dabei ist der Silicumdioxid-Anteil eine wichtige Komponente für die Verwendbarkeit. Der Sand wird in großen Mühlen zementfein oder zu Schlämmen gemahlen.

Als Bindemittel verwendet man gemahlenen Branntkalk und/oder Zement (Portlandzement, aber auch andere Zementsorten). Bei bestimmten Rezepturen werden zusätzlich geringe Anteile von Gips und Anhydrit beigegeben. Neben den Primärrohstoffen enthält die Mischung auch wiederverwendbaren Porenbeton aus der Produktion und sortenreines Recyclingmaterial von der Baustelle. Bei der Herstellung werden in geringfü-

gigen Mengen feines Pulver oder eine feinteilige Paste von Aluminium als Porosierungsmittel eingesetzt. Die feingemahlene Grundstoffe werden dosiert, in einem Mischer zu einer wässrigen Suspension gemischt und in Gießformen gefüllt.

Das Wasser löscht unter Wärmeentwicklung den Kalk. Es ist sauberes Wasser erforderlich. Das Aluminium reagiert in der Mischung mit dem alkalischen Wasser. Dabei wird gasförmiger Wasserstoff frei, der die Poren im Porenbeton bildet und ohne Rückstände entweicht. Die Makroporen haben einen Durchmesser von ca. 0,5 bis 1,5 mm. Durch den Prozess des Treibens entstehen aus 1 m³ festen Rohstoffen etwa 5 m³ Porenbeton. Die hochdruckfesten Porenwände sind im Wesentlichen Calcium-Silicathydrate, die dem in der Natur vorkommenden Mineral Tobermorit entsprechen (s. Abb. 2.1).

Die Porenbetonrezepturen für unterschiedliche Rohdichten können Anteile entsprechend Tab. 2.1 aufweisen.

Für bewehrte Bauteile werden Bewehrungskörbe in einem angegliederten Prozess hergestellt. Der Stahldraht wird von Rollen gezogen, gerichtet und abgelängt. Er wird durch Punktschweißungen zu Matten verbunden und ggf. zu Körben gebogen oder zusammengefügt.

Der Bewehrungsstahl erhält einen zusätzlichen Korrosionsschutz, da der Porenbeton im Vergleich zu normalem Beton allein wegen seiner hohen Porosität keinen ausreichenden Schutz bietet. Der Korrosionsschutz wird üblicherweise in einem Tauchbad aufgebracht. Als Rostschutz kommen organische (z. B. Bitumen mit einer Beimischung von Quarz zu Erhöhung der Haftung) und anorganische Materialien (z. B. Zementschlämme mit Additiven zur Erhöhung der Geschmeidigkeit, pulverförmige Beschichtungen) in Frage. Dieser Korrosionsschutz hat den Vorteil, dass er auch gegen aggressive Umwelteinflüsse wie z. B. in SO₂- oder HCl-haltiger Atmosphäre beständig ist.

Die fertigen und korrosionsgeschützten Bewehrungskörbe werden vor oder nach dem Gießen in die Formen eingebracht. Sie werden sehr exakt eingebaut, da

Tab. 2.1 Beispiele für die Rezeptur von Porenbeton

Rohstoffe [kg/m ³]	Rohdichte [kg/m ³]		
	500	500	600
Quarzhaltiger Sand	350	330	420
Kalk	100	35	110
Zement	25	90	30
Aluminiumpulver	0,5	0,5	0,4
Wasser	330	330	440
Anhydrit	–	20	–

der Inhalt einer Form später in Bauteile getrennt wird und die Bewehrung im fertigen Bauelement genau an der richtigen Stelle liegt und die gewünschte Betondeckung aufweisen muss.

Das Rohstoffgemisch wird in Formen gegossen. Anschließend treibt der entstehende gasförmige Wasserstoff die Mischung auf, bis sie schließlich die Form ganz ausfüllt. Der standfeste Rohblock („Kuchen“) wird nach dem Entfernen der Form geschnitten. Das Schneiden selbst geschieht automatisch und sehr exakt mit Hilfe straff gespannter Stahl-drähte in einer Schneideanlage – sowohl horizontal als auch vertikal – so dass die Rohblöcke je nach Bedarf zu Steinen oder bewehrten Bauteilen geteilt werden. Die beim Schneiden anfallenden Materialreste werden nach entsprechender Aufbereitung wieder den Rohmaterialien beigemischt. Dieses unmittelbare Recycling macht die Porenbeton-Herstellung praktisch abfallfrei und damit in besonderem Maße umweltfreundlich. Zur Dampfhärtung wird der fertig geschnittenen Rohblock mit dem Formenwagen oder auf speziellen Rosten in Härtekes-seln (Autoklaven) gefahren und darin für ca. 6 bis 12 Stunden einer Satttdampf-Atmosphäre von 190 °C bei einem Druck von 12 bar ausgesetzt. Der Porenbeton hat nach dieser Dampfhärtung seine endgültigen Eigenschaften.

Als nach geschalteter Arbeitsgang, im Anschluss an die Dampfhärtung, erfolgt die Trennung der noch auf dem Formboden befindlichen Bauteile mit einem Greifer. Bausteine werden auf Paletten gestapelt und in Schrumpffolien verpackt. Sie sind so während der Zwischenlagerung und des Transportes geschützt. Bewehrte, großformatige Bauteile werden in der Regel für ein bestimmtes Objekt hergestellt und unmittelbar zur Baustelle transportiert.

2.2 Porenbeton – Bauteile und Bausysteme

Ein Bausystem umfasst Baustoffe, Bauteile und Ergänzungswerkstoffe sowie deren Herstellungs- und Kombinations-regeln. Von den Eigenschaften eines Baustoffes hängt es ab, wie vielfältig die Bauteile sein können, die aus dem gleichen Baustoff hergestellt werden. Die Bauteile wiederum bestimmen die Anpassungsfähigkeit, Flexibilität und Variabilität des Bausystems, zu welchem sie sich ergänzen. Dabei ist es auch

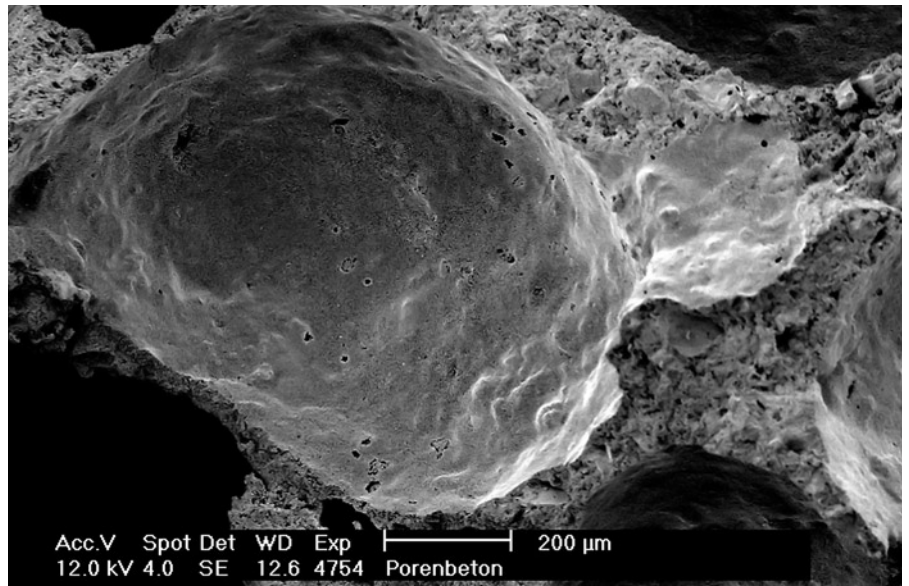
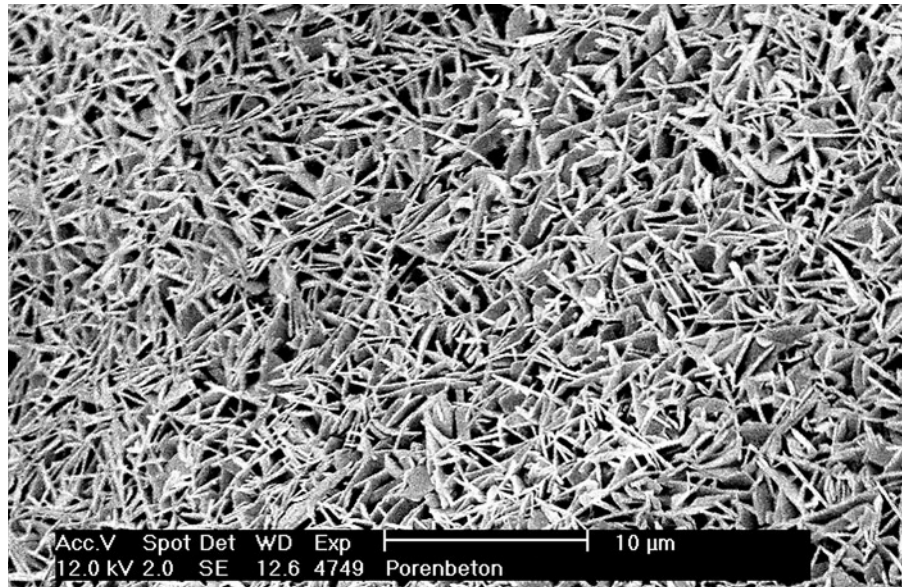


Abb. 2.1 Rasterelektronenmikroskopaufnahmen des Tobermoritgels und der Porenstruktur von Porenbeton

hier das Ideal, mit möglichst wenigen und möglichst einfachen Bauteilen und bei ebenfalls einfacher Montage eine möglichst große Leistungsfähigkeit des Bausystems zu erreichen.

Die Bemessung der großformatigen Montagebauteile aus Porenbeton wird in der Regel durch den Hersteller bzw. den Vertriebspartner übernommen. Dies bietet nicht nur Gewähr für eine optimale konstruktive und bauphysikalische Auslegung, sondern auch für eine wirtschaftliche Planung.

Porenbeton ist das Ergebnis systematischer Entwicklungsarbeiten seit Ende des 19. Jahrhunderts. Er hat sich be-

währt und wurde den Anforderungen des heutigen Bauens angepasst. Er ist ein industriell gefertigter Baustoff mit gleichbleibender Qualität, die in Normen und bauaufsichtlichen Zulassungen beschrieben und festgelegt ist. Dennoch steht eine Vielzahl unterschiedlicher Porenbetonbauteile zur Verfügung.

Die wichtigsten Materialeigenschaften des Porenbetons – niedrige Wärmeleitfähigkeit bei hoher Festigkeit – erlauben es z. B., einschalige tragende Außenbauteile herzustellen. Dadurch kann einfach, wirtschaftlich und fehlerfrei gebaut werden. Die Tab. 2.2 enthält die handelsüblichen Dicken der im Folgenden behandelten Porenbetonprodukte.

Tab. 2.2.: Anwendungsübliche Dicken von Porenbetonprodukten

Porenbeton- produkt	Herstellung und Anwendung gemäß DIN bzw. Zulassungs- bescheiden	Anwendungsdicke in mm													
		50	75	100	115	125	150	175	200	225	240	250	300	365	375
Plansteine	DIN V 4165-100, EN 771-4 mit DIN V 20 000-404	–	–	–	•	–	•	•	•	–	•	–	•	•	–
Planelemente	Zulassungsbescheide	–	–	–	•	–	•	•	–	–	•	–	•	•	–
Planbauplatten	DIN 4166	•	•	•	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Bewehrte Decken- und Dachplatten	DIN 4223 / Zulas- sungsbescheide	–	–	–	–	–	•	•	•	–	–	•	•	–	–
Bewehrte Wandplatten	DIN 4223 / Zulas- sungsbescheide	–	–	–	–	–	•	•	•	–	–	•	•	–	–
Bewehrte und unbe- wehrte Wandtafeln	DIN 4223 / Zulas- sungsbescheide	–	•	•	–	•	•	•	•	–	•	–	•	–	•
Stürze für nicht- tragende Wände	–	–	•	•	•	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Stürze für tragende Wände	DIN 4223 / Zulas- sungsbescheide	–	–	–	–	–	–	•	•	–	•	–	•	•	–
Flachstürze	Zulassungsbescheid	–	–	–	•	–	–	•	–	–	–	–	–	–	–

Die Rohdichte des Porenbetons liegt zwischen 0,30 und 1,00 kg/dm³. Die Kombination von niedriger Rohdichte und hoher Festigkeit ist das hervorste-
chenste Merkmal von Porenbeton. Da-
raus ergeben sich wichtige Vorteile in
der Anwendung. Die Rohdichte ist vom
Porenvolumen und vom Feststoffgehalt
abhängig und wird während der Herstel-
lung stufenlos durch die Dosierung von
Treibmittel und Bindemittel gesteuert.
Bei Porenbeton mit einer Rohdichte von
0,5 kg/dm³ beträgt das Porenvolumen
80 %, der Feststoffanteil also 20 %.
Die Tab. 2.3 zeigt die Festigkeitsdaten
unbewehrter Porenbetonbauteile in Ab-
hängigkeit von der Rohdichteklasse für
Porenbetone.

Der Elastizitätsmodul für Porenbeton
ist abhängig von der jeweiligen Roh-
dichte und liegt bei Werten zwischen
1500 – 2000 σ_0 (E DIN 1053 neu) bzw.
650 – 950 f_k (DIN 1053-100). Der Re-
chenwert des Schwindmaßes ist nach
DIN 1053-1 mit 0,2 mm/m festgelegt.
Da hierzu kein Messverfahren angege-
ben wird, ist dieser Wert lediglich für
die statistische Berechnung gedacht,
er stellt jedoch keine Qualitätsanfor-
derungen dar.

Porenbetonbauteile werden in unter-
schiedlichen Festigkeitsklassen herge-
stellt. Die Mittelwerte der Druckfestigkeit
liegen zwischen 2,0 und 10,0 N/mm².
Dadurch wird es möglich, Porenbeton-
bauteile auch mit tragender Funktion
bei bis zu neugeschossigen Gebäu-
den einzusetzen. Die Tab. 2.4 zeigt eine
Zusammenstellung von bewehrten
Porenbetonbauteilen unterschiedlicher
Festigkeitsklassen.

Die Zugfestigkeit von Porenbeton beträgt
10 % der jeweiligen Würfeldruckfestig-
keit. Die Biegezugfestigkeit beträgt ein
Fünftel der jeweiligen Würfeldruckfestig-
keit, also 0,5 bis 2,00 N/mm².

Ein nach den Anforderungen der Energie-
sparverordnung – EnEV ausreichender
Wärmeschutz kann beim Porenbeton
aufgrund seiner niedrigen Wärmeleit-
fähigkeit (liegt zwischen 0,08 und 0,27
W/(m·K) in Abhängigkeit von der Ge-
bäudenutzung, der Geometrie und bei
gleichzeitiger Anwendung eines geeig-
neten Heizungssystems schon mit ein-
schaligen Wänden erreicht werden.

Die hohe Brandsicherheit von Porenbeton-
bauteilen ist unbestritten. Porenbeton

ist ein nicht brennbarer Baustoff, der auch
keinerlei brennbare Bestandteile enthält.
Er zeigt auch keinerlei Abplatzungen
bei extrem hohen Brandeinwirkungen,
welche bei Stahlbetonbauteilen, insbe-
sondere solche aus hochfesten Betonen
gelegentlich auftreten. Das bedeutet,
dass er für alle Feuerwiderstandsklassen
eingesetzt werden kann und dass auch
Bauteile mit extrem hohen Brandschutz-
anforderungen wie Brandwände und
Komplextrennwände in wirtschaftlichen
Dicken problemlos herstellbar sind. Über
den Brandschutz von Bauteilen wird in
den folgenden Abschnitten 3 und 4 aus-
führlich berichtet.

2.3 Stand der Normung von Bauteilen aus Porenbeton

2.3.1.1 Porenbetonsteine nach DIN EN 771-4

Zur europäischen Porenbetonsteinnorm
liegt die deutsche Fassung DIN EN
771-4: Festlegungen für Mauersteine –
Teil 4: Porenbetonsteine als Ausgabe Mai
2005 vor. Nach dieser Norm hergestellte
Bauprodukte aus Porenbeton, die aus
EU-Mitgliedstaaten grenzüberschreitend
gehandelt und in Verkehr gebracht wer-

Tab. 2.3 Grunddaten für unbewehrte Porenbetonbauteile

	1	2	3	4	5	6	7
Zeile	Porenbeton- produkte	Herstellung und Anwendung	Festig- keits- klasse	Mindestdruckfestigkeit (Steinfestigkeit)		Rohdichte	
				Mittelwert [N/mm ²]	kleinster Einzelwert [N/mm ²]	Klasse	Mittelwert [kg/dm ³]
1	Plansteine	DIN V 4165-100, EN 771-4 in Verbindung mit DIN V 20 000-404, Zulassungsbescheid	1,6	2,0	1,6	0,30 0,35	> 0,25 bis 0,30 > 0,30 bis 0,35
			2	2,5	2,0	0,35 0,40 0,45 0,50	> 0,30 bis 0,35 > 0,35 bis 0,40 > 0,40 bis 0,45 > 0,45 bis 0,50
2			4	5,0	4,0	0,50 0,55 0,60 0,65 0,70 0,80	> 0,45 bis 0,50 > 0,50 bis 0,55 > 0,55 bis 0,60 > 0,60 bis 0,65 > 0,65 bis 0,70 > 0,70 bis 0,80
3			6	7,5	6,0	0,60 0,65 0,70 0,80	> 0,55 bis 0,60 > 0,60 bis 0,65 > 0,65 bis 0,70 > 0,70 bis 0,80
4			8	10,0	8,0	0,80 0,90 1,00	> 0,70 bis 0,80 > 0,80 bis 0,90 > 0,90 bis 1,00
5	Planbauplatten	DIN 4166	–	–	–	0,35 0,40 0,45 0,50 0,55 0,60 0,65 0,70 0,80 0,90 1,00	> 0,30 bis 0,35 > 0,35 bis 0,40 > 0,40 bis 0,45 > 0,45 bis 0,50 > 0,50 bis 0,55 > 0,55 bis 0,60 > 0,60 bis 0,65 > 0,65 bis 0,70 > 0,70 bis 0,80 > 0,80 bis 0,90 > 0,90 bis 1,00
6	Planelemente	DIN V 4165-100, EN 771-4 in Verbindung mit DIN V 20 000-404, Zulassungsbescheid	2	2,5	2,0	0,35 0,40 0,45 0,50	> 0,30 bis 0,35 > 0,35 bis 0,40 > 0,40 bis 0,45 > 0,45 bis 0,50
			4	5,0	4,0	0,50 0,55 0,60 0,65 0,70 0,80	> 0,45 bis 0,50 > 0,50 bis 0,55 > 0,55 bis 0,60 > 0,60 bis 0,65 > 0,65 bis 0,70 > 0,70 bis 0,80
			6	7,5	6,0	0,65 0,70 0,80	> 0,60 bis 0,65 > 0,65 bis 0,70 > 0,70 bis 0,80
7	Mauertafeln	Zulassungsbescheid	2	2,5	2,0	0,40 0,45 0,50	> 0,35 bis 0,40 > 0,40 bis 0,45 > 0,45 bis 0,50
			4	5,0	4,0	0,50 0,55 0,60 0,65 0,70 0,80	> 0,45 bis 0,50 > 0,50 bis 0,55 > 0,55 bis 0,60 > 0,60 bis 0,65 > 0,65 bis 0,70 > 0,70 bis 0,80
			6	7,5	6,0	0,65 0,70 0,80	> 0,60 bis 0,65 > 0,65 bis 0,70 > 0,70 bis 0,80

Tab. 2.4 Rohdichteklasse, Festigkeitsklasse, Rohdichte und Rechenwert der Eigenlast für bewehrte Porenbetonbauteile nach DIN 4223 bzw. Zulassungsbescheid

Porenbetonprodukte	Rohdichteklasse	Festigkeitsklasse	Trockenrohddichte ρ [kg/dm ³]		Rechenwert der Eigenlast
	[-]	[-]	Mindestwert	Höchstwert	[kg/dm ³]
Wand-, Dach- und Deckenplatten, bewehrte Wandtafeln	0,40	2,2	0,35	0,40	5,2
	0,45	2,2 oder 3,3	0,40	0,45	5,7
	0,50	2,2 oder 3,3	0,45	0,50	6,2
	0,55	3,3 oder 4,4	0,50	0,55	6,7
	0,60	3,3 oder 4,4	0,55	0,60	7,2
	0,65	4,4	0,60	0,65	7,8
	0,70	4,4 oder 6,6	0,65	0,70	8,4
	0,75	4,4 oder 6,6	0,70	0,75	8,9
	0,80	4,4 oder 6,6	0,75	0,80	9,5
Unbewehrte Wandtafeln	0,40	2	0,35	0,40	5,0
	0,45	2	0,40	0,45	5,5
	0,50	2 oder 4	0,45	0,50	6,0
	0,55	4	0,50	0,55	6,5
	0,60	4 oder 6	0,55	0,60	7,0
	0,65	4 oder 6	0,60	0,65	7,5
	0,70	4 oder 6	0,65	0,70	8,0
	0,80	6	0,70	0,80	9,0
Stürze	0,60	4,4	0,50	0,60	7,2
	0,70	4,4	0,60	0,70	8,4
Flachstürze Kombistürze	0,55	4,4	0,50	0,55	6,7
	0,60	4,4	0,55	0,60	7,2
	0,65	4,4	0,60	0,65	7,8
	0,70	4,4	0,65	0,70	8,4

den, sind mit einem CE-Kennzeichen zu versehen, anhand dessen die Leistungskennwerte der Porenbeton-Produkte erkennbar sind. Die Zuständigkeit für die Anwendung von Bauprodukten ist und bleibt in der alleinigen Verantwortung der jeweiligen EU-Mitgliedsstaaten. Für Deutschland sind die Anwendungsbedingungen in der Bauregelliste B, Teil 1, festgelegt. Bei ausschließlich CE-gemarkten Mauersteinen (i.d.R. Importe ausländischer Hersteller) muss der Planer darauf achten, dass diese Mauersteine auch in Deutschland anwendbar sind.

Um Steine, die nach europäischer Porenbeton-Stoffnorm hergestellt worden sind, in Deutschland anwendbar zu machen, ist ergänzend die DIN V 20 000-404 „Regeln für die Verwendung von Porenbetonsteinen nach DIN EN 771-4:2005-05“, Ausgabe Januar 2006, anzuwenden. Diese Norm stellt das Bindeglied zwischen europäischer Norm und der noch national gültigen Bemessungsnorm DIN 1053 her. Darin enthalten sind die national bislang vorliegenden Angaben zu Maßen,

Rohdichte- und Steinfestigkeitsklassen, Abminderungs- und Formfaktoren sowie Bestimmungen für den Entwurf und die Bemessung sowie zur Zuordnung in die national gültigen bauphysikalischen Normen.

2.3.1.2 Porenbetonsteine nach DIN V 4165-100 und allgemein bauaufsichtlichen Zulassungen

Planer können Porenbetonsteine nach der Restnorm DIN V 4165-100 „Porenbetonsteine – Teil 100: Plansteine und Planelemente mit besonderen Eigenschaften“, Ausgabe Oktober 2005, oder Porenbetonsteine nach allgemein bauaufsichtlichen Zulassungen wie bisher ohne Beachtung der für CE-gekennzeichnete Mauersteine vorgesehenen Anwendungsregeln nach den Technischen Baubestimmungen verwenden.

Die Restnorm beinhaltet Produkteigenschaften, Merkmale und Differenzierungen, die nicht oder nicht vollständig in der harmonisierten Norm erfasst sind.

Ergänzend zur europäischen Produktnorm findet der Planer die für die Bemessung und Bestellung üblichen Formate, Maße und Grenzabmaße, Rohdichte- und Druckfestigkeitsklassen. Die bisher üblichen Be- und Kennzeichnungen von Porenbetonsteinen sind auch nach Einführung der CE-Kennzeichnung unverändert. Dies gilt für die in Deutschland produzierten, vertriebenen und angewendeten Porenbetonsteine. Dies gilt auch für Porenbetonprodukte nach allgemein bauaufsichtlichen Zulassungen.

2.3.2 Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton

Der Entwurf prEN 12602:2007-2 wurde von dem Arbeitsausschuss NA 005-07-09 AA im Normenausschuss Bauwesen (NABau) mit erarbeitet. Die derzeitigen bauaufsichtlich eingeführten Regelungen für bewehrte Porenbetonbauteile sind, neben in derzeit noch gültigen Zulassungsbescheiden, in der Normenreihe DIN 4223, Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton

Tab. 2.5: Rohdichteklassen von bewehrten Porenbetonbauteilen (AAC) nach EN 12602 in Abhängigkeit von der Trockenrohddichte

Rohdichteklasse	300	350	400	450	500	550	600	650
Mittlere Trockenrohddichte ρ_m	>250 ≤300	>300 ≤350	>350 ≤400	>400 ≤450	>450 ≤500	>500 ≤550	>550 ≤600	>600 ≤650
Rohdichteklasse	700	750	800	850	900	950	1000	
Mittlere Trockenrohddichte ρ_m	>650 ≤700	>700 ≤750	>750 ≤800	>800 ≤850	>850 ≤900	>900 ≤950	>950 ≤1000	
Definition AAC: Autoclaved Aerated Concrete								

Tab. 2.6: Festigkeitsklassen von bewehrtem Porenbeton (AAC) nach EN 12602 für Druckfestigkeiten f_{ck} in MPa

Festigkeiten in MPa bzw. N/mm ²													
Festigkeitsklasse	AAC 1,5	AAC 2,0	AAC 2,5	AAC 3,0	AAC 3,5	AAC 4,0	AAC 4,5	AAC 5,0	AAC 6,0	AAC 7,0	AAC 8,0	AAC 9,0	AAC 10,0
f_{ck}	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
Definition AAC: Autoclaved Aerated Concrete													

- Teil 1: Herstellung, Eigenschaften, Übereinstimmungsnachweis
- Teil 2: Bauteile mit statisch anrechenbarer Bewehrung, Entwurf und Bemessung
- Teil 3: Wände aus Bauteilen mit statisch nicht anrechenbarer Bewehrung, Entwurf und Bemessung
- Teil 4: Bauteil mit statisch anrechenbarer Bewehrung, Anwendung in Bauwerken
- Teil 5: Sicherheitskonzept

schreiben. Dies soll in der Normenreihe DIN 4223, Anwendung von vorgefertigten, bewehrten Bauteilen aus dampfhärtetem Porenbeton

- Teil 100: Eigenschaften und Anforderungen an Baustoffe und Bauteile
- Teil 101: Entwurf und Bemessung
- Teil 102: Anwendung in Bauwerken
- Teil 103: Bestimmung des Feuerwiderstandes (bzw. DIN 4102-22)
- Teil 104: Sicherheitskonzept

nischen und thermischen Eigenschaften eines Materials, wobei im Falle 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.

behandelt. Mit der vorgesehenen DIN EN 12602, die nach Einführung eine harmonisierte Bauprodukt-Norm im Sinne der Bauproduktenrichtlinie (89/106)/EG darstellt, sollen dann die bisherigen Regelungen der Normenreihe DIN 4223 abgelöst werden. Der vorliegende Norm-Entwurf prEN 12602 enthält aufgrund des in der Bauproduktenrichtlinie vorgegebenen Normenkonzepts „nur“ Regelungen zum Bauprodukt selbst, einschließlich der erforderlichen Bemessungsregeln. Anwendungsregeln, die die Verwendung der Porenbetonfertigteile im Bauwerk betreffen, sind nicht behandelt. Dies unterliegt nationalen Regelungen und fällt nicht unter den europäischen Harmonisierungsauftrag.

Aus diesem Grund sind wie bei den Porenbetonsteinen parallel zur DIN EN 12602 die Anwendungsregeln festzu-

erfolgen. Die vorgenannten Norm-Entwürfe werden parallel zu diesem Norm-Entwurf veröffentlicht und sollen zusammen das zukünftige Normenwerk für Bauteile aus bewehrtem Porenbeton bilden.

In dem Entwurf prEN 12602:2007-2, Anhang C, ist ein umfassender Abschnitt über die Bemessung von Porenbetonbauteilen und -Tragwerken für den Brandfall vorgesehen, der im Zuge dieses Berichts noch näher behandelt wird.

2.4 Physikalische Eigenschaften von Porenbeton

2.4.1 Materialeigenschaften bei Umgebungstemperatur

Unter physikalischen Eigenschaften versteht man im Allgemeinen die mecha-

Die Rohdichten und Druckfestigkeiten von Porenbetonsteinen und bewehrten Bauteilen aus Porenbeton sind in Abschnitt 2.2 dargestellt. Ergänzend werden nach Einführung der EN 12602 zukünftig für bewehrte Bauteile aus Porenbeton die in den Tabellen 2.5 und 2.6 dargestellten Rohdichte-/Druckfestigkeitsklassen gelten. Hierbei handelt es sich um Materialkennwerte bei 20 °C.

Die deklarierte Rohddichte ρ_m ergibt sich aus dem Mittelwert der in Tab. 2.5 definierten oberen und unteren Grenzwerte.

Die charakteristischen Festigkeitswerte des Porenbetons oder der Porenbetonbauteile Druckfestigkeit, Zugfestigkeit oder Tragfähigkeit ist definiert als das 5 % – Quantil der Eigenschaft bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von 75 %.

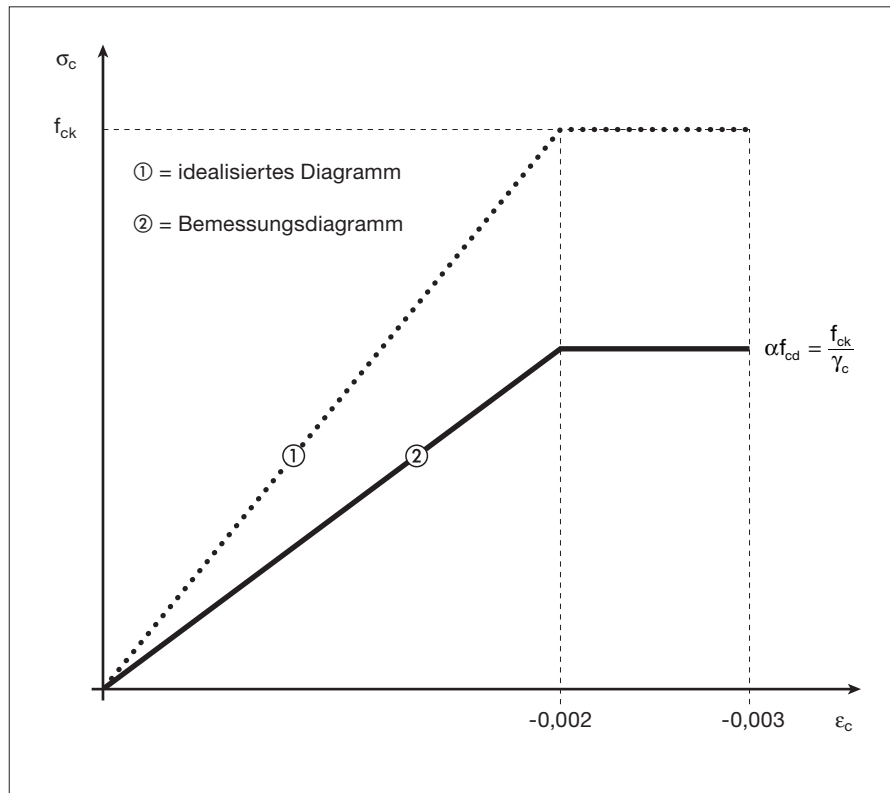


Abb. 2.2: Bilineares Spannungs-Dehnungs-Diagramm für die Querschnittsbemessung von druckbeanspruchtem bewehrtem Porenbeton (AAC) nach EN 12602

Die charakteristische Festigkeit ist vom Hersteller entweder als deklarierte Festigkeitsklasse oder als deklarierte Druckfestigkeit f_{ck} gemäß Tab. 2.6 festzulegen. Die tatsächliche charakteristische Druckfestigkeit wird nach EN 679 bestimmt.

Das idealisierte Spannungs-Dehnungs-Diagramm für Porenbeton besteht aus einem linearen Zusammenhang zwischen Spannung und Dehnung bis zu einer Stauchung von -0,002 bei einer der dem Bemessungswert der Festigkeit entsprechenden Spannungshöhe ($f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c$) und setzt sich bei konstanter Spannungshöhe fort bis zum Grenzzustand der Stauchung von -0,003 (s. Abb. 2.2). Das Bemessungsdiagramm ergibt sich unter Berücksichtigung des Langzeiteinflusses α , wobei $\alpha = 0,85$ gesetzt werden darf (Regelfall). Der Teilsicherheitsbeiwert γ_c für sprödes oder duktilen Versagen ist noch bei Einführung der Norm prEN 12602 national festzulegen.

Der Elastizitätsmodul E_{cm} ist nach EN 1352 vom Hersteller unter Zugrundelegung des Mittelwertes der letzten 6 Prüfsätze (jeder aus 3 Probekörpern

bestehend) als deklarierte Mittelwert E_{cmg} anzugeben. Sofern keine Versuchsergebnisse vorliegen, darf der Mittelwert aus der Beziehung

$$E_{cm} = 5 (\rho_m - 150) \text{ in MPa} \quad \text{Gl. (2.1)}$$

berechnet werden; darin ist ρ_m der Mittelwert der Trockenrohdichte nach Tab. 2.5. Die Querdehnzahl für elastische Dehnungen ist zu 0,2 auszunehmen. Bei Rissbildung im zugbeanspruchten Porenbeton ist die Querdehnzahl zu 0,0 zu setzen. Die Wärmedehnzahl bei Raumtemperatur darf mit $8 \cdot 10^{-6}/K$ angenommen werden, sofern keine Versuchsergebnisse vorliegen (s. Abschnitt 2.4.2).

Der deklarierte Wert des Trocknungsschwindens ist nach EN 680 zu bestimmen. Der Wert darf als der mittlere konventionelle Referenzwert $\epsilon_{cs,ref}$ deklariert werden. In verschiedenen Zulassungen (z. B. für Deckenplatten für die Festigkeitsklassen P 3,3 bis P 6,6) wird das Schwindmaß $\epsilon_{c,\infty}$ mit 0,2 mm/m angegeben.

Die spezifische Wärme von trockenem AAC ist nach prEN 12602 zu 1050 J/kgK anzunehmen. Im EC 6 ist hingegen für die Wärmekapazität ein Wert von

1170 J/kgK genannt. Der Wert nach EC 6 entspricht einem praktischen Feuchtegehalt von ca. 2,9-Gew.-% im Porenbeton. Die Wärmeleitfähigkeit von AAC ist jeweils zusammen mit der jeweiligen Trockenrohdichte anzugeben (s. Abschnitt 2.4.2.3).

2.4.2 Materialeigenschaften bei hohen Temperaturen

2.4.2.1 Festigkeitseigenschaften bei hohen Temperaturen

Zur Beurteilung des Feuerwiderstandes von Porenbetonbauteilen stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. Diese sind entweder

- Brandprüfungen nach EN 1365-1 (Wände), EN 1365-2 (Decken), EN 1365-3 (Balken), EN 1365-4 (Pfeiler) und die Klassifizierung der Bauteile nach EN 13501-2,
- Klassifizierung von Standardbauteilen anhand von Tabellen (z. B. nach DIN EN 12602, Anhang C 4.2 oder nach Eurocode 6, Anhang B, oder DIN 4102-4: 1994/03+A1:2004/11)
- Festlegung des Feuerwiderstandes durch Berechnung (z. B. nach DIN EN 12602, Anhang C 4.3, oder Eurocode 6, Anhang C, und Anhang D)

Auf die Rechenverfahren nach DIN EN 12602 und Eurocode 6 wird im Abschnitt 4 eingegangen. Für derartige Berechnungen sind vertiefte Kenntnisse über die Materialeigenschaften von Porenbeton bei Temperaturen zwischen 20 und ca. 1000 °C erforderlich, welche im Folgenden zusammengestellt werden. Zunächst wird das Festigkeitsverhalten diskutiert.

Wie bereits im Abschnitt 2.2 erwähnt entsteht Porenbeton durch chemische Reaktionen aus im Wesentlichen reaktiven Calciumsilicaten (z. B. $3 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$) und Wasser, wobei sich im Zuge des Abbindens Calciumhydroxid (Ca(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 Autoklavhärtung bei 190 °C reagiert das Calciumsilicathydrat mit fein gemahlenen 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. Bei 840 °C wandelt sich der Tobermorit in kristall-

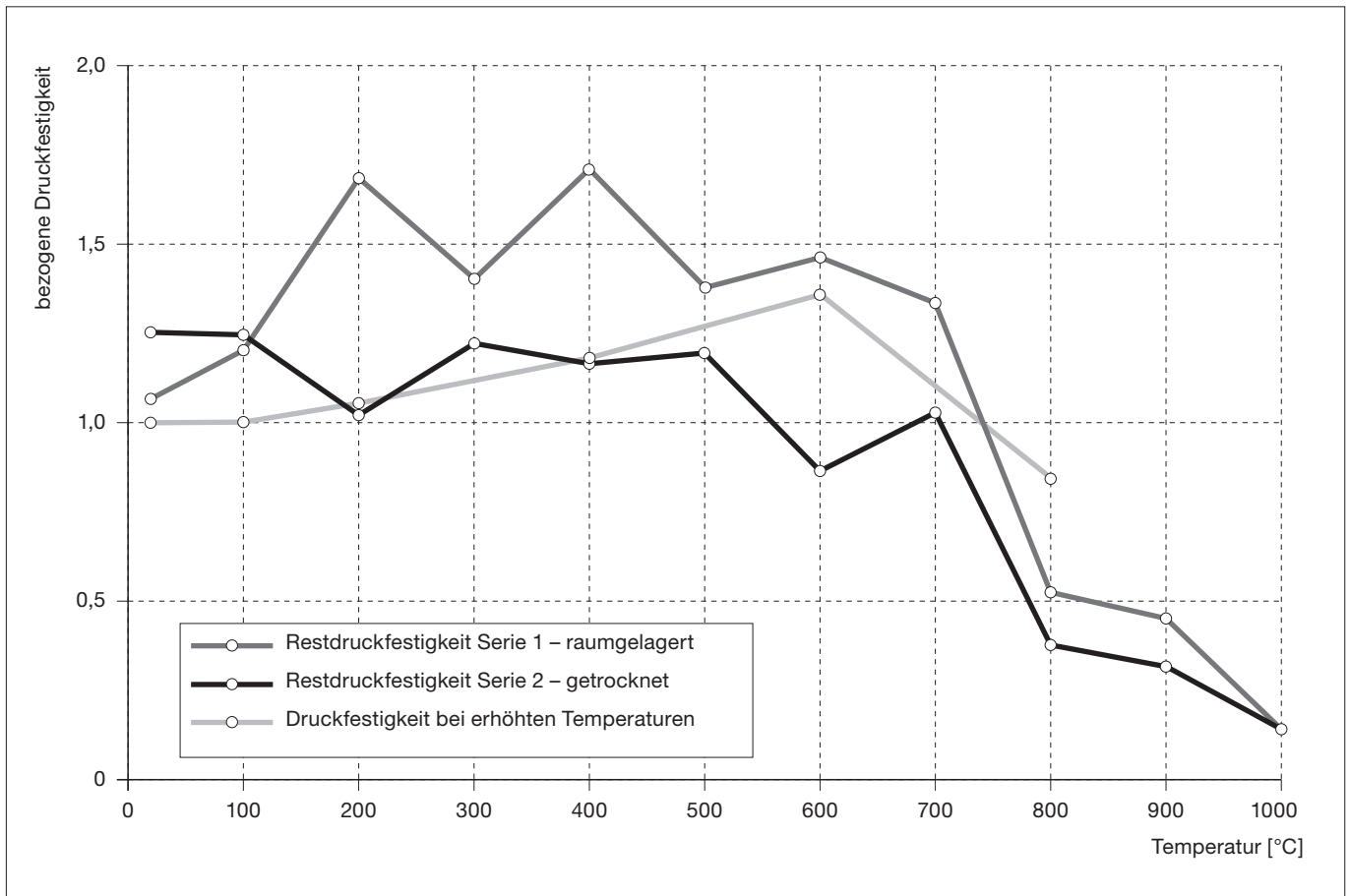


Abb. 2.3: Druckfestigkeit von feuchten und vorgetrockneten Porenbetonproben nach der Temperatureinwirkung und im heißen Zustand nach [1]

wasserfreies β -Wollastonit ($\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$) um; diese Umwandlung ist mit einem Volumenschwinden verbunden.

Wird Porenbeton stark erwärmt, so verliert er bei Temperaturen um 100 °C nur physikalisch gebundenes Porenwasser, welches in der Praxis 2 bis 4 % beträgt. Dadurch tritt ein geringes Schwinden von < 0,2 % ein. 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. 450 °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 erreicht.

Weiterhin wurde beobachtet, dass Porenbeton bei ca. 700 °C gerade wieder seine Referenzfestigkeit bei 20 °C erreicht und erst danach deutlich an Festigkeit verliert. Bei derart hohen Temperaturen sind alle bekannten Konstruktionsbaustoffe (Holz,

Stahl oder Beton) entweder vollkommen zerstört (Holz) oder sie weisen nur noch geringe Zug- bzw. Druckfestigkeiten im Vergleich zu ihren charakteristischen Festigkeiten auf.

Um das Temperaturverhalten von Porenbeton besser zu verstehen, wurden diesbezüglich geeignete Festigkeitsuntersuchungen durchgeführt. Bei den Untersuchungen kam ein Porenbeton der Festigkeitsklasse 2 zur Anwendung. Es wurden Prüfproben von 100 x 100 x 200 mm³ verwendet, welche aus Plansteinen von 600 x 250 x 100 mm³ herausgeschnitten wurden. Die Druckfestigkeiten wurden nach ÖNORM B3303 mit einer Prüfmaschine ZWICK Z250 der Prüfkategorie 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 bei 105 °C für 48 Stunden getrocknet und dann geprüft wurde.

Die Temperaturversuche wurden in den Temperaturstufen (°C): 20, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 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. 2.3. 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 Hydratationsumwandlungen 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 wasserhal-

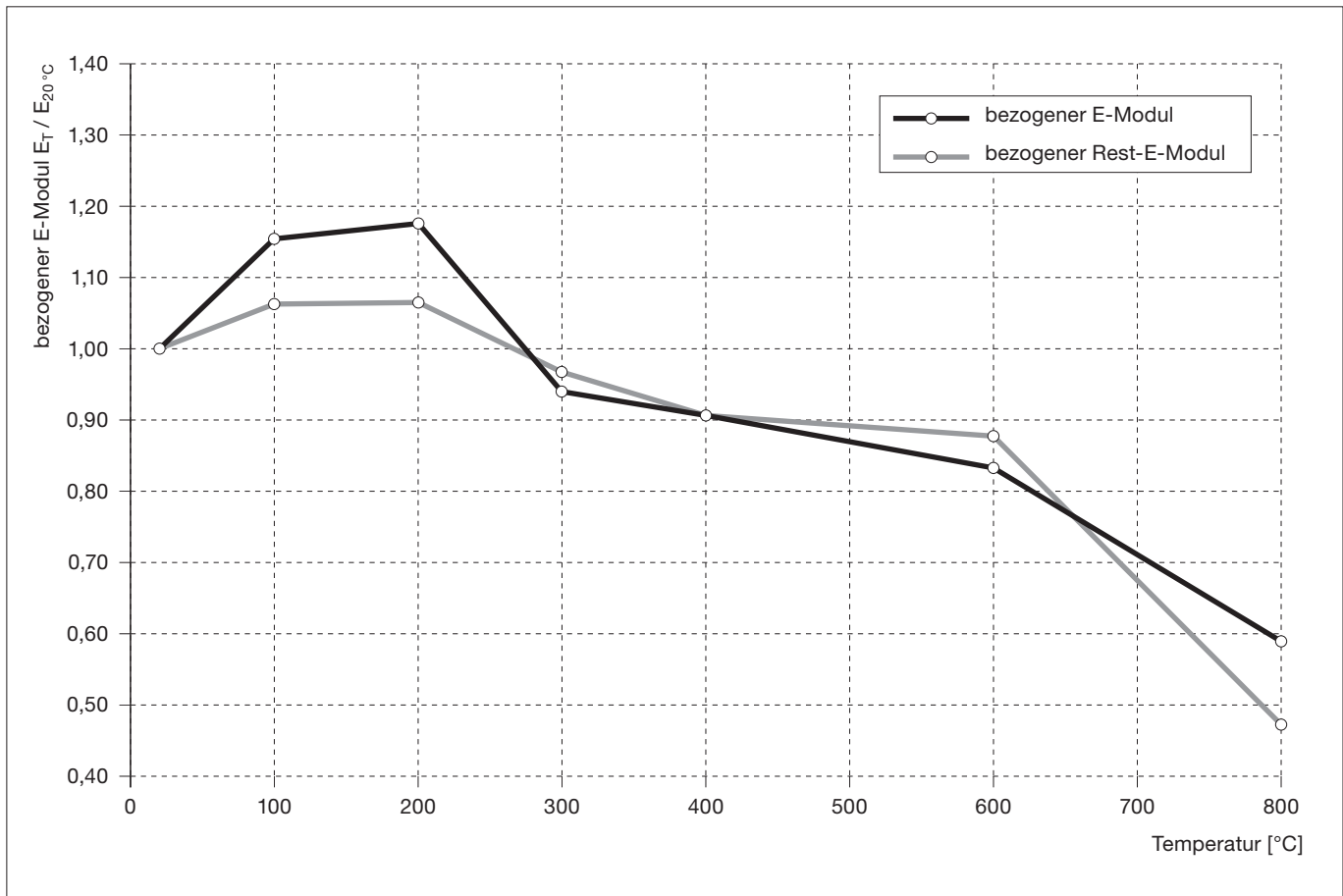


Abb. 2.4: Bezogener E-Modul von Porenbeton ($\rho = 500 \text{ kg/m}^3$) bei hohen Temperaturen und als Rest-E-Modul nach einer Aufheizung und Abkühlung auf 20 °C nach [1]

tige Tobermorit in das hydrattwasserfreie β -Wollastonit über, was mit einer starken Volumenabnahme verbunden ist und eine weitere Festigkeitsabnahme von 20 % zwischen 840 °C und 1000 °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 1000 °C.

Die Festigkeit des Porenbetons beträgt in beiden Fällen bei 1000 °C nur noch ca. 10 % des Ausgangswertes bei 20 °C, wobei ein deutlicher Festigkeitsverlust bei den feuchten Proben erst oberhalb 700 °C eintritt (s. Abb. 2.3).

Die Druckfestigkeit im heißen Zustand steigt zwischen 100 °C und 600 °C kontinuierlich an und erreicht bei ca. 750 °C wieder die Ausgangsfestigkeit bei 20 °C.

Der temperaturabhängige E-Modul von Porenbeton ist auf der Abb. 2.4 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 ca. 17 % aufweist. Die Zunahme des E-Modules bei 200 °C beträgt rund 7 %. Erst bei ca. 280 °C sind die Ausgangswerte (bei 20 °C) des E-Modules und des Rest-E-Modules wieder erreicht. Bei weiterer Aufheizung bis 600 °C erfolgt eine ständige leichte Abnahme sowohl des „heißen“ E-Modules als auch des Rest-E-Modules, wobei die Abnahme des Rest-E-Modules geringfügig höher ausfällt. Zwischen 600 und 800 °C nehmen die E-Modulwerte stärker ab, wobei die Abnahme des Rest-E-Modules etwas geringer ausfällt.

Die Wollastonitbildung ist wie gesagt mit einer Volumenabnahme verbunden, so dass an der Materialoberfläche Risse entstehen. 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 von 360 min Branddauer gezeigt haben. Wollastonit selbst ist ein äußerst temperaturbeständiges Material und wird z. B. für Isolierzwecke im Hochtemperaturbereich verwendet.

Bauteile, welche längere Zeit der Normbrandkurve ausgesetzt sind, zeigen wie alle anderen Mauerwerksbaustoffe im Übrigen größere Verformungen und bei direkter Brandbeanspruchung auch Zermürbungen an der Oberfläche zur Brandseite hin. Die Verformungen und Zermürbungstiefen im Porenbeton sind jedoch deutlich geringer als bei anderen Baustoffen. Aus diesem Grund eignet sich Porenbeton auch gut als Isolier-

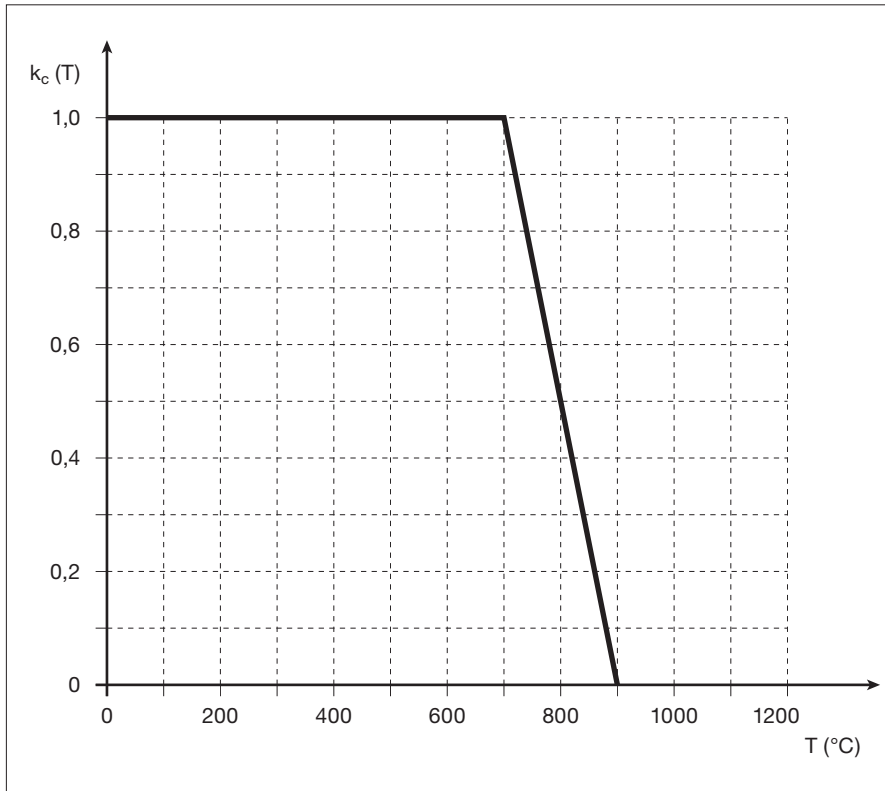


Abb. 2.5: Beiwert $k_c(T)$ zur Erfassung der Abnahme der Druckfestigkeit, f_{ck} , des Porenbetons bei erhöhter Temperatur (nach EN 12602)

werkstoff für den Kachelofen- und Kaminbau.

In dem Entwurf prEN 12602:2007-2 ist die bezogene Festigkeit von Porenbeton als Funktion der Temperatur näherungsweise angegeben (s. Abb. 2.5). Die charakteristische Rechenfestigkeit ergibt daraus zu:

$$f_{ck}(T) = k_c(T) \cdot f_{ck}(20^\circ\text{C}) \quad \text{Gl.(2.2)}$$

Offenbar ist es derzeit noch nicht möglich von der Festigkeitszunahme bis 450 °C Kredit zu nehmen. Diesbezüglich müssten noch viel mehr Druckversuche an Proben mit unterschiedlichen Porenbetongütern durchgeführt werden. Das Potential des Porenbetons ist diesbezüglich bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Die vorliegenden Versuchsergebnisse haben z. B. ergeben, dass die Restfestigkeiten des Porenbetons bei 1000 °C etwa noch 10 % der Referenzfestigkeit betragen und nicht Null sind.

Für die plastische Berechnung von Porenbetonbauteilen bei hohen Temperaturen ist in prEN 12602: 2007-2, Anhang CA, die in Abb. 2.6 angegebene Spannungs-Dehnungs-Beziehung an-

gegeben. Die σ - ϵ -Kurve wird aus einem linearen Teil bis zur halben Höhe der temperaturabhängigen Druckfestigkeit und einem anschließenden Parabelbogen, bis zum Erreichen von $f_c(T)$ und $\epsilon_{c1}(T)$ gebildet. Die erforderlichen Werte für $E_s(T)$ und $\epsilon_{c1}(T)$ können der Tab. 2.7 entnommen werden.

Soweit keine Messwerte vorliegen, berechnet sich der temperaturabhängige E-Modul aus folgender Gleichung:

$$E_c(T) = 5 \cdot (\rho_m - 150) \cdot E(T)/E(20^\circ\text{C}) \text{ in MPa} \quad \text{Gl.(2.3)}$$

Tab. 2.7: Werte für die Parameter der Spannungs-Dehnungs-Beziehung des Porenbetons unter Druckbeanspruchung bei erhöhter Temperatur nach prEN 12602:2007-02

AAC-Temperatur °C	$E_c(T)/E_c(20^\circ\text{C})$	$\epsilon_{c1}(T)$ ‰
20	1,00	3,5
150	0,80	4,0
250	0,60	6,0
350	0,48	10
450	0,33	15
550	0,22	20
650	0,10	35
750	0,07	50

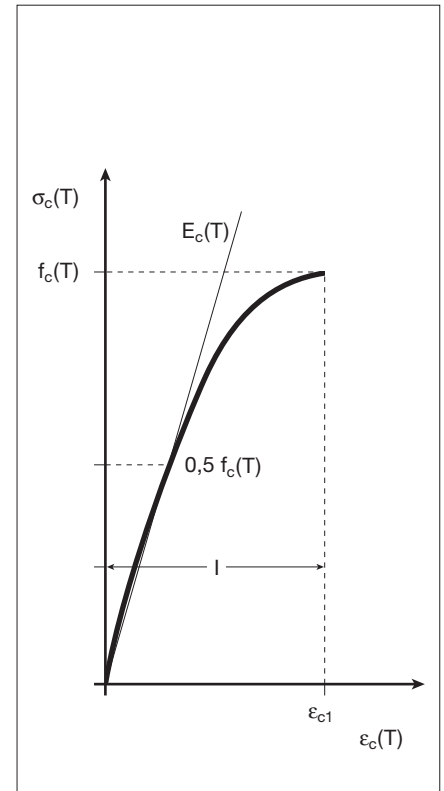


Abb. 2.6: Spannungs-Dehnungs-Beziehung von Porenbeton unter Druckbeanspruchung bei erhöhter Temperatur

wobei der Faktor $E(T)/E(20^\circ\text{C})$ der Tab. 2.7 zu entnehmen ist.

2.4.2.2 Thermische Dehnung von Porenbeton

Die thermische Dehnung von Porenbeton bei hohen Temperaturen ist im Eurocode 6 bzw. in der prEN 12602: 2007-02 nicht angegeben. In der einschlägigen Literatur fehlen diesbezüglich jegliche Werte. Aus diesem Grunde wurden an

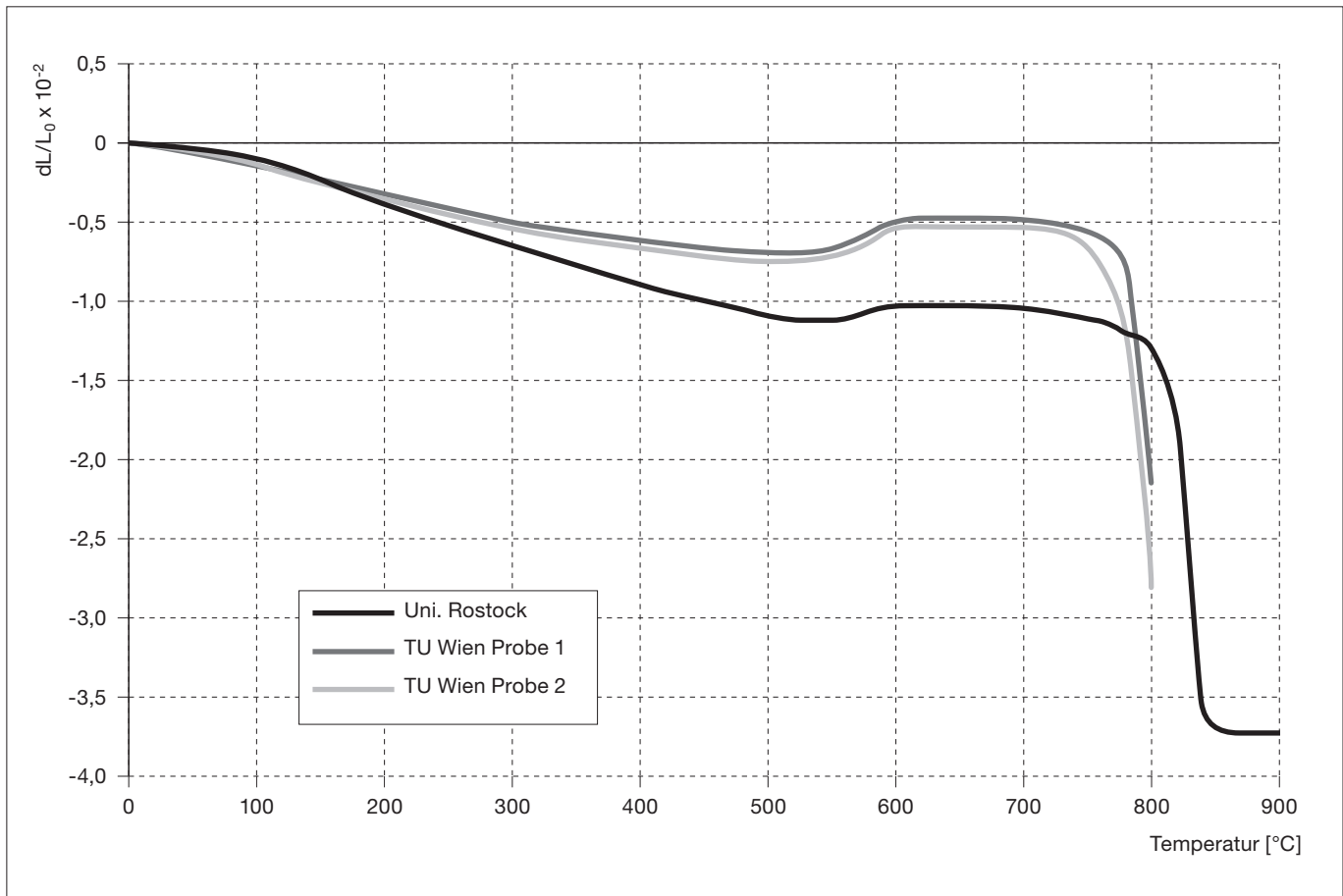


Abb. 2.7: Vergleich der thermischen Dehnung von Porenbetonen mit $\rho = 500 \text{ kg/m}^3$ (TU Wien) und mit $\rho = 600 \text{ kg/m}^3$ (Universität Rostock) mit unterschiedlichen Aufheizgeschwindigkeiten

der TU Wien entsprechende Messungen durchgeführt, welche auf den Abbildungen 2.7 und 2.8 angegeben sind. Die Abb. 2.7 zeigt die thermische Dehnung von Porenbetonen mit Rohdichten von 500 und 600 kg/m^3 sowie ca. 2 % Feuchtegehalt. Entgegen dem üblichen Verhalten von Normalbeton und Ziegeln 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. -7 %, von 400 bis 600 °C dehnt sich der Porenbeton auf -6 % aus. Danach erfolgt bis ca. 765 °C keine weitere Ausdehnung. Ab 765 °C beginnt das chemische Schrumpfen, welches bei 800 °C einen Wert von -27,5 % erreicht. Messungen bei oberhalb 800 °C sind derzeit nicht bekannt. Aus den obigen Messwerten lassen

sich für die „thermische Dehnung“ von Porenbeton die folgenden linearen Beziehungen ableiten (siehe grauer Rahmen ①, Seite 21):

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

Die Unterschiede in den thermischen Dehnungen zwischen den Dilatometermessungen der TU Wien und der Universität Rostock sind durch die unterschiedlichen Aufheizraten bei den Messungen entstanden und nur bedingt durch die verschiedenen Porenbetondichten 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. Das Schwinden bedingt allerdings eine Materialschädigung im oberflächennahen Bereich und führt zu netzartigen Rissen im Millimeterbereich. Für die Sanierung des Porenbetons ist evtl. von Bedeutung, welches Dehn- bzw. Schwindverhalten der Porenbeton nach der Abkühlung aufweist. Die Abb. 2.8 zeigt einen derartigen Dehnungsverlauf von Porenbeton im Zuge einer 2. Aufheizphase. Es zeigt sich, dass sich das Material nahezu linear ausdehnt und bei 800 °C einen Maximalwert von +4,75 % erreicht. Die lineare thermische Ausdehnung berechnet sich näherungsweise wie folgt (siehe grauer Rahmen ②, Seite 21):

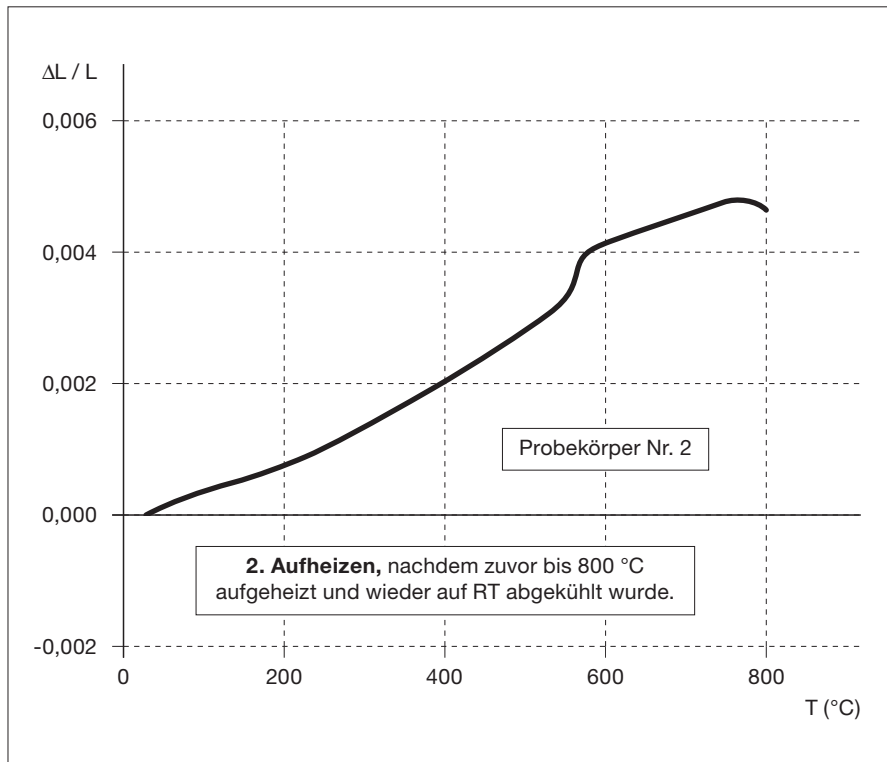


Abb. 2.8: Ausdehnungsverhalten im zweiten Heizlauf nach signifikanter Materialveränderung im ersten Temperaturversuch

Die thermische Dehnung beträgt etwa 50 % eines quarzitischen Normalbetons. Der Wertebereich von 800 bis 1200 °C ist bislang leider nicht bekannt.

2.4.2.3 Thermische Eigenschaften von Porenbeton bei hohen Temperaturen

Die Wärmeleitfähigkeit von Porenbeton ist abhängig von der Temperatur und Materialfeuchte, wobei Porenbetone

mit geringen Rohdichten die größeren Abhängigkeiten aufweisen. In der prEN 12602: 2007-02 sind die in Tab. 2.8 angegebenen Werte zu finden. Diese Werte stimmen mit den im Eurocode 6 (EN 1996-1-2) angegebenen Werten etwa überein und gelten für trockene Porenbetone.

Die Wärmeleitfähigkeit von Porenbetonen steigt bei höheren Temperaturen leicht an, was dem Verhalten von hochporösen Keramikbaustoffen entspricht, weil

der Wärmetransport durch den Strahlungsanteil im Porenraum erhöht wird. Die Wärmeleitung lässt sich wie folgt berechnen (siehe grauer Rahmen ③):

Die Parameter a_i und b_i ($i = 1, 2, 3, 4$) sind in der Tab. 2.9 angegeben, wobei die Werte nach prEN 12602, Ausgabe Februar 2007, in Anlehnung an EN 1996-1-2, May 2005, erweitert bzw. ergänzt wurden.

Um den Einfluss der Feuchtigkeit auf das Temperaturverhalten von Porenbetonbauteilen im Brandfall beurteilen zu können wurden diesbezüglich genauere Untersuchungen durchgeführt.

Anhand der beim Bundesverband Porenbeton vorliegenden Prüfungsergebnisse von Normbrandversuchen an Porenbetonwänden der MPA Braunschweig wurden die relevanten Materialdaten von Porenbeton mit bestimmter Dichte in Abhängigkeit von der Temperatur und Feuchtigkeit ermittelt. Es wurden Vergleichsrechnungen mit temperaturabhängigen Materialdaten und verschiedenen Wärmeübergangsbedingungen durchgeführt. Die Berechnungen stimmen mit den angegebenen Messwerten gut überein.

Auf der Abb. 2.9 sind die im Rahmen einer Brandprüfung der MPA Braunschweig gemessenen Bauteiltemperaturen mit den Rechenwerten der TU Wien für ein 17,5 cm dickes Wandbauteil ($\rho = 340 \text{ kg/m}^3$) verglichen. Es ergaben sich bis zur Messtiefe von 15 cm und auch auf der „kalten“ Seite gute Übereinstimmungen zwischen der Messung und 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 % betrug und in der Berechnung als über den Querschnitt konstant verteilt eingegeben wurde.

Die Temperaturen im Porenbetonbauteil lassen sich nur mit deutlich kleineren Wärmeübergangszahlen und Emissionszahlen als in Eurocode 6 angegeben sind gut berechnen. Dieses gilt zumindest für den Brandprüfstand der MPA Braunschweig. Die verwendeten Eingabewerte bei der Berechnung sind unterhalb der Abb. 2.9 angegeben.

Auf den Abb. 2.10 und Abb. 2.11 sind die ermittelten Wärmeleitzahlen und spezifischen Wärmekapazitäten für Porenbeton

①		
$\epsilon_{th} = -1,84 \cdot 10^{-5} \cdot (T-20)$	$20 \text{ °C} \leq T \leq 300 \text{ °C}$	Gl. (2.4a)
$\epsilon_{th} = -0,005 - 1,333 \cdot 10^{-5} \cdot (T-300)$	$300 \text{ °C} \leq T \leq 550 \text{ °C}$	Gl. (2.4b)
$\epsilon_{th} = -0,0075$	$550 \text{ °C} \leq T \leq 765 \text{ °C}$	Gl. (2.4c)
$\epsilon_{th} = -0,0075 - 4,0 \cdot 10^{-4} \cdot (T-765)$	$765 \text{ °C} \leq T \leq 840 \text{ °C}$	Gl. (2.4d)
$\epsilon_{th} = -0,0375$	$840 \text{ °C} \leq T \leq 1050 \text{ °C}$	Gl. (2.4e)

②		
$\epsilon_{th} = 0,61 \cdot 10^{-5} \cdot (T-20)$	$20 \text{ °C} \leq T \leq 800 \text{ °C}$	Gl. (2.5)

③		
$\lambda(T) = a_1 \cdot (T-20) + b_1$	für $20 \text{ °C} \leq T \leq 300 \text{ °C}$	Gl.(2.6a)
$\lambda(T) = a_2 \cdot (T-300) + b_2$	für $300 \text{ °C} \leq T \leq 600 \text{ °C}$	Gl.(2.6b)
$\lambda(T) = a_3 \cdot (T-600) + b_3$	für $600 \text{ °C} \leq T \leq 900 \text{ °C}$	Gl.(2.6c)
$\lambda(T) = a_4 \cdot (T-900) + b_4$	für $900 \text{ °C} \leq T \leq 1200 \text{ °C}$	Gl.(2.6d)

Tab. 2.8: Wärmeleitfähigkeit λ in W/(m·K) von Porenbetonen verschiedener Rohdichte bei höheren Temperaturen

Temperatur in °C	Trockenrohdichte in kg/m ³				
	300	400	500	600	700
20	0,08	0,10	0,12	0,15	0,16
300	0,11	0,12	0,14	0,17	0,18
600	0,18	0,19	0,20	0,20	0,22
≥ 900	0,27	0,28	0,28	0,28	0,30

Tab. 2.9: Parameter a_i und b_i zur Berechnung der Wärmeleitfähigkeit von Porenbeton bei hohen Temperaturen

Temperatur in °C	Parameter	Trockenrohdichte in kg/m ³				
		300	400	500	600	700
20 ≤ T ≤ 300	a_1	$0,893 \cdot 10^{-4}$	$0,857 \cdot 10^{-4}$	$0,786 \cdot 10^{-4}$	$0,571 \cdot 10^{-4}$	$0,57 \cdot 10^{-4}$
	b_1	0,085	0,100	0,120	0,140	0,160
300 ≤ T ≤ 600	a_2	$2,37 \cdot 10^{-4}$	$1,93 \cdot 10^{-4}$	$1,47 \cdot 10^{-4}$	$1,46 \cdot 10^{-4}$	$1,40 \cdot 10^{-4}$
	b_2	0,110	0,124	0,142	0,156	0,176
600 ≤ T ≤ 900	a_3	$2,87 \cdot 10^{-4}$	$2,86 \cdot 10^{-4}$	$2,83 \cdot 10^{-4}$	$2,50 \cdot 10^{-4}$	$2,50 \cdot 10^{-4}$
	b_3	0,181	0,182	0,186	0,200	0,218
900 ≤ T ≤ 1200	$a_4^*)$	$4,3 \cdot 10^{-4}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$3,3 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$2,3 \cdot 10^{-4}$
	b_4	0,267	0,268	0,269	0,275	0,293

*) Extrapolierte Werte nach EN 1996-1-2, May 2005, Annex D

$\rho = 340 \text{ kg/m}^3$) in Abhängigkeit von der Porenbetonfeuchte und der Temperatur angegeben. Die Kurven entsprechen bei 20 °C und oberhalb von 200 °C bzw. 500 °C etwa den Angaben in Eurocode 6. Im Bereich unter 100 °C ist die „scheinbare“ Wärmeleitung des feuchten Porenbetons jedoch höher und temperaturabhängig und entspricht nicht dem Eurocode 6.

Zwischen 100 °C und 150 °C erfolgt die Verdampfung des Porenwassers, wodurch sich ein deutlicher Haltepunkt bei 100 °C ergibt, welcher auch bei Brandversuchen stets gemessen wird (siehe Abb. 2.9). Dieser Effekt führt in 3 cm Tiefe zu einer Verzögerung bei der Erwärmung um ca. 8 min und lässt sich durch die auf den Abb. 2.10 und 2.11 angegebenen Beziehungen für die Wärmeleitung und die spezifische Wärmekapazität des Porenbetons sehr gut berechnen. Mit den Temperaturbeziehungen nach Eurocode 6 lässt sich dieser ausgeprägte Haltepunkt gemäß Abb. 2.9 nicht nachweisen. Durch den Haltepunkt wird die Erwärmung des Bauteiles im Inneren

deutlich verzögert (s. Temperaturverlauf in 10 cm Tiefe).

Der zeitabhängige Verlauf in einem Porenbeton-Wandbauteil mit $\rho = 340 \text{ kg/m}^3$ in verschiedenen Bauteiltiefen ist auf der Abb. 2.12 angegeben. Die Verläufe entsprechen analog den auf der Abb. 2.9 angegebenen Werten. Die Temperatur auf der dem Feuer abgewandten Seite beträgt nach 180 Minuten etwa 66 °C. Dieser Wert stimmt mit den beim Brandversuch der MPA Braunschweig angegebenen Temperaturwerten sehr gut überein. Die gemessenen Oberflächentemperaturen auf der kalten Seite betrugen nach 180 Minuten Branddauer 59 bis 69 °C.

Die spezifische Wärmekapazität von (trockenem) Porenbeton soll nach prEN 12602 als konstant angenommen werden und nicht von der Temperatur abhängen. Für Berechnungen von Porenbetonbauteilen mit einem praktischen Feuchtegehalt von z. B. 3 bis 4 % wird im Eurocode 6 eine Berücksichtigung der Temperaturabhängigkeit der Wärme-

kapazität empfohlen, wobei bei 100 °C eine Erhöhung des Grundwertes auf das 9-fache angegeben wird (s. Bild D.1(d), EN 1996-1-2: 2005-05). Diese Angabe ist sicherlich unrichtig und sollte noch korrigiert werden. Brauchbare c_p -Werte sind in der prEN 12602:2007-02 genormt. Weiterhin werden für die spez. Wärmekapazität die in Tab. 2.10 angegebenen Werte genannt und zwar bezogen auf einen Feuchtegehalt von 2 %, Zwischenwerte dürfen durch lineare Interpolation ermittelt werden.

Aus der Abb. 2.13 geht hervor, dass die Rohdichte nur geringen Einfluss auf die Wärmekapazität hat, von entscheidendem Einfluss ist hingegen die Feuchte im Porenbeton. Die Fläche des gestrichelten Dreiecks auf der Abb. 2.13 stellt den Energieaufwand zur Verdampfung der Porenbetonfeuchte dar. Er beträgt im vorliegenden Fall etwa 41,5 kJ.

Die gewählte Form der Verdampfungsfläche als Dreieck ist im Prinzip willkürlich angenommen. Es sind lediglich der Verdampfungsbeginn bei 100 °C und die

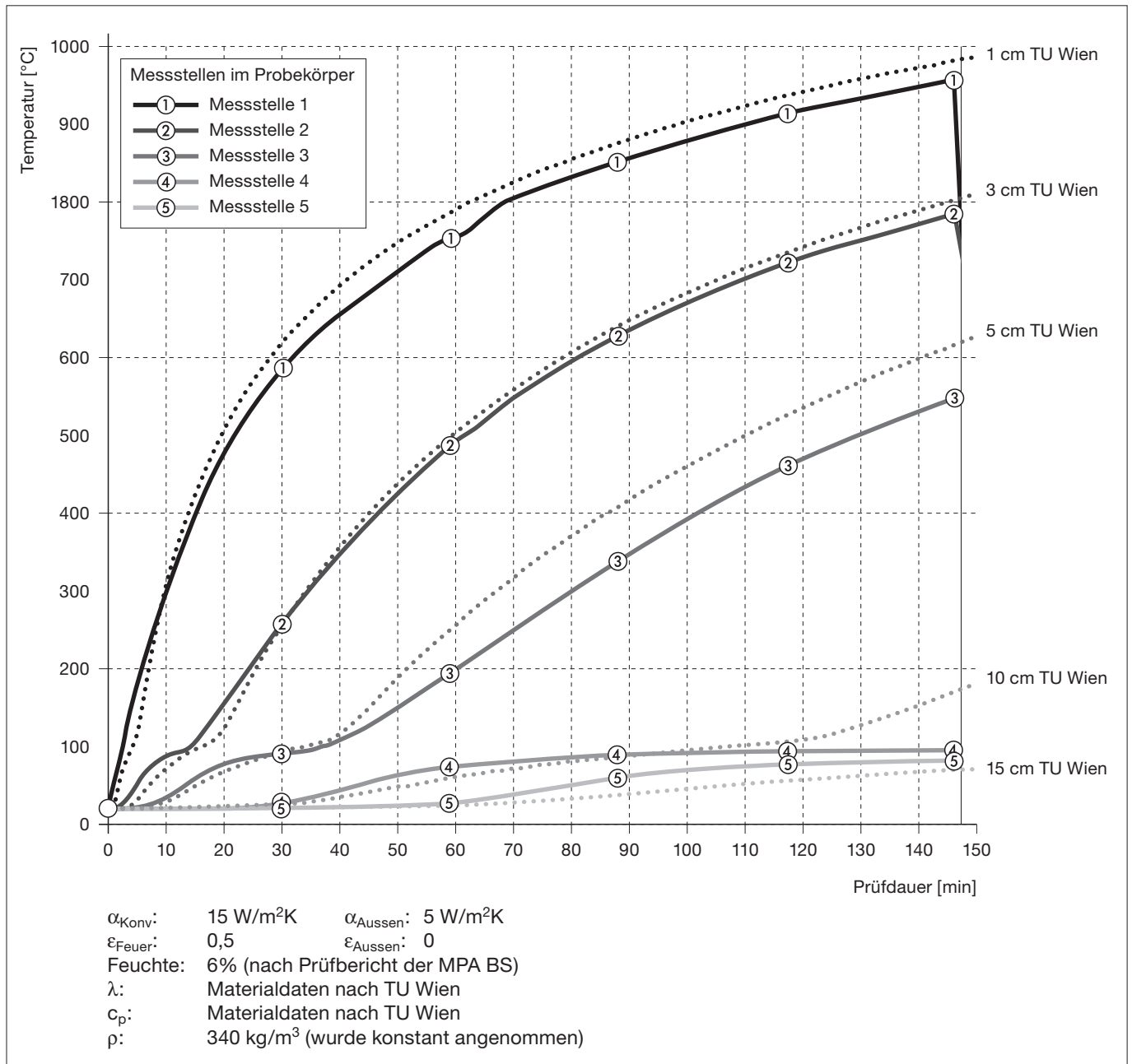


Abb. 2.9: Nachrechnung eines Brandversuches der MPA Braunschweig mit neu entwickelten Materialgesetzen und kalibrierten Wärmeübergangsbedingungen für Porenbeton (nach TU Wien)

Baustofffeuchte bekannt. Anstelle eines Dreiecks bietet sich ein gleich großes Rechteck an, so dass bei 150 °C die Verdampfung beendet wäre (s. Abb. 2.11). Diese Annahme ist realistischer, weil der Dampfdruck bei 200 °C bereits 15,6 bar beträgt und es nicht sehr wahrscheinlich ist, dass im Porenbeton derart hohe Drücke möglich sind. Für Normalbeton wurde in Deutschland anhand von Versuchsnachrechnungen der Verdampfungsbereich zwischen 100 und 140 °C als Rechteckfläche festgelegt; diese Annahme hat sich grundsätzlich bewährt.

Nach den vorliegenden Untersuchungen lassen sich mit der im EC 6 für Porenbeton ausgegebenen c_p -Funktionen und den o. g. λ -Werten gemäß Tab. 2.9 die Brandversuche der MPA Braunschweig an Porenbetonbauteilen mit höheren Feuchtegehalten nicht hinreichend genau nachrechnen. Es wird empfohlen die Werte der Abb. 2.10 und 2.11 zu verwenden und diese bei größeren Rohdichten in analoger Weise anzupassen.

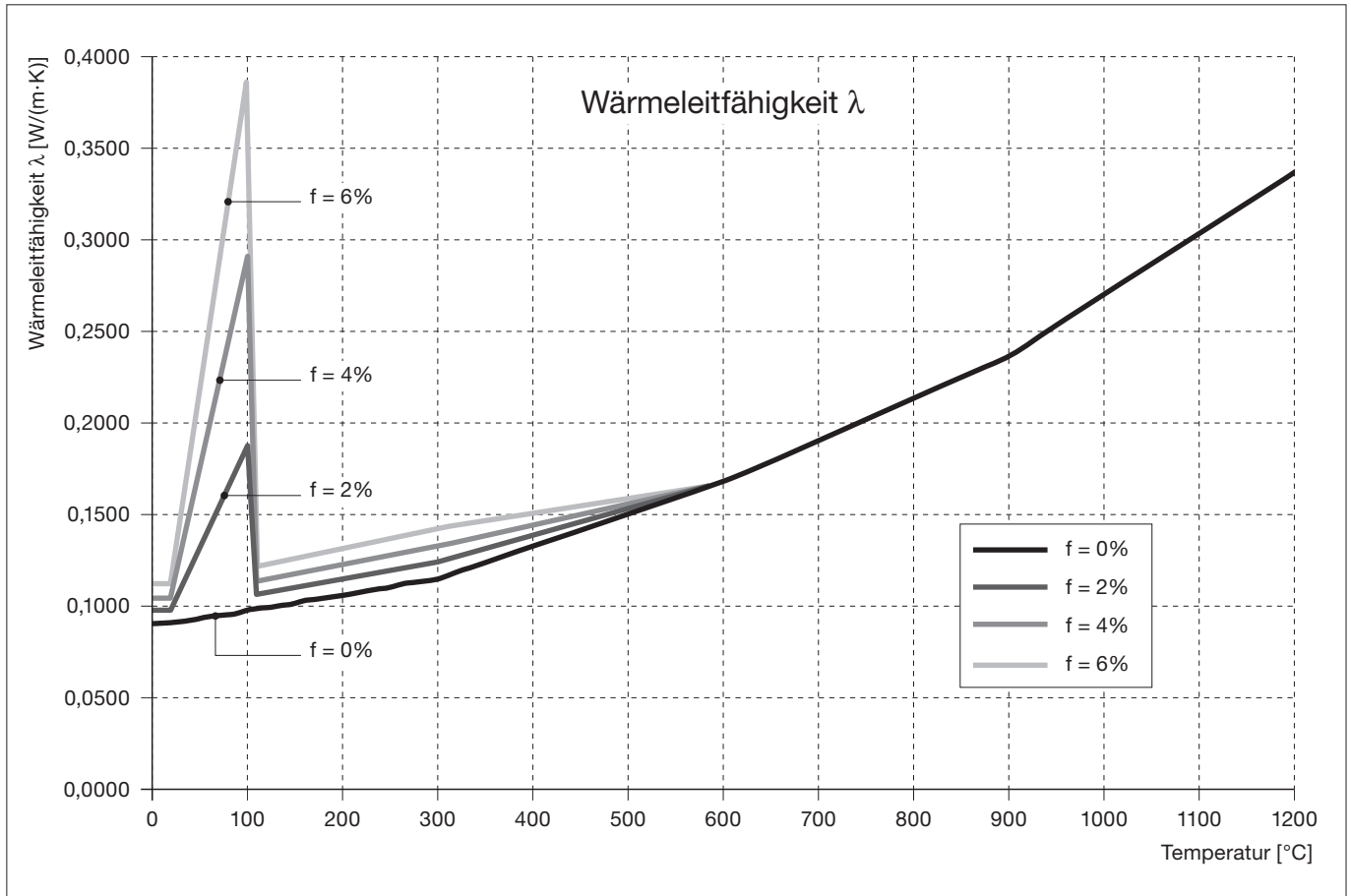


Abb. 2.10: Wärmeleitung von Porenbeton PP2 mit $\rho = 340 \text{ kg/m}^3$ in Abhängigkeit von der Feuchte f in Gewichtsprozent und der Temperatur

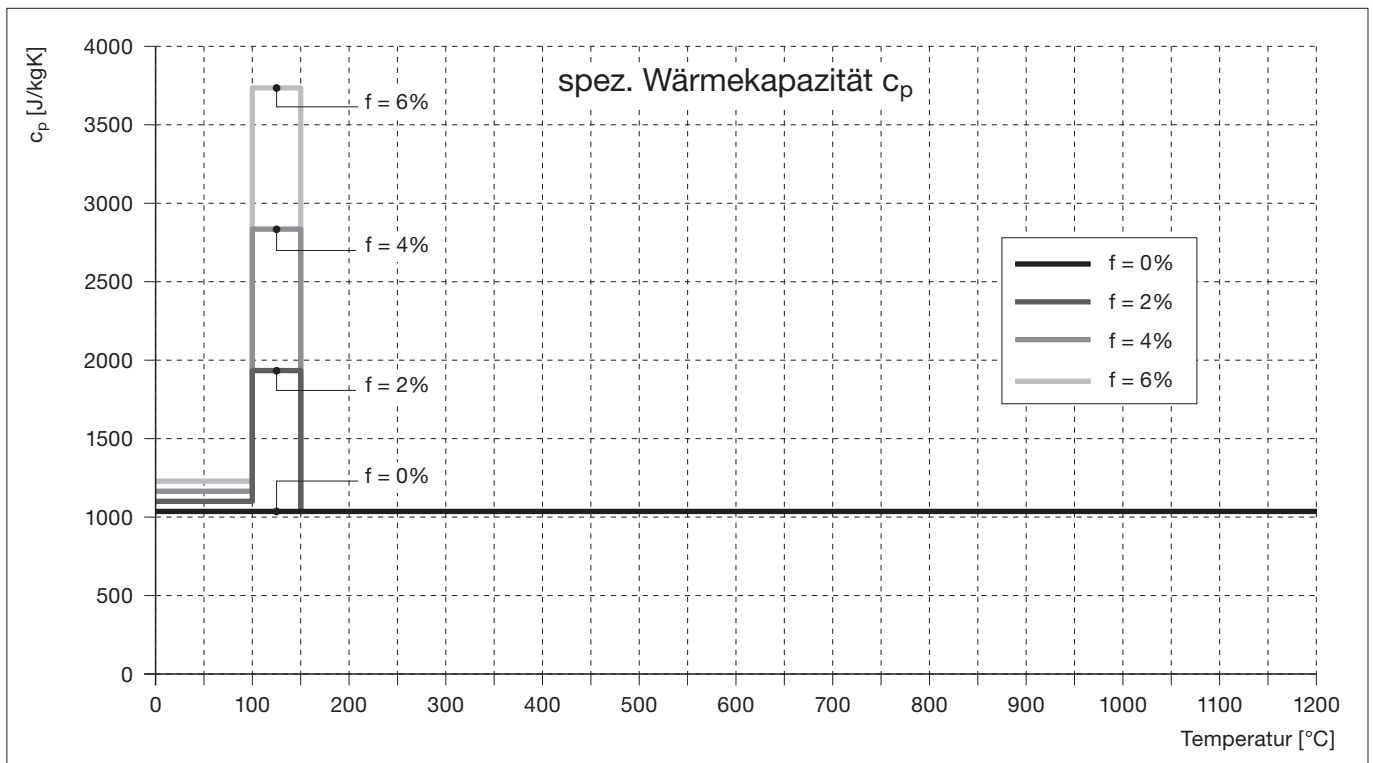


Abb. 2.11: Spezifische Wärmekapazität von Porenbeton PP2 mit $\rho = 340 \text{ kg/m}^3$ in Abhängigkeit von der Feuchte f in Gewichtsprozent und der Temperatur

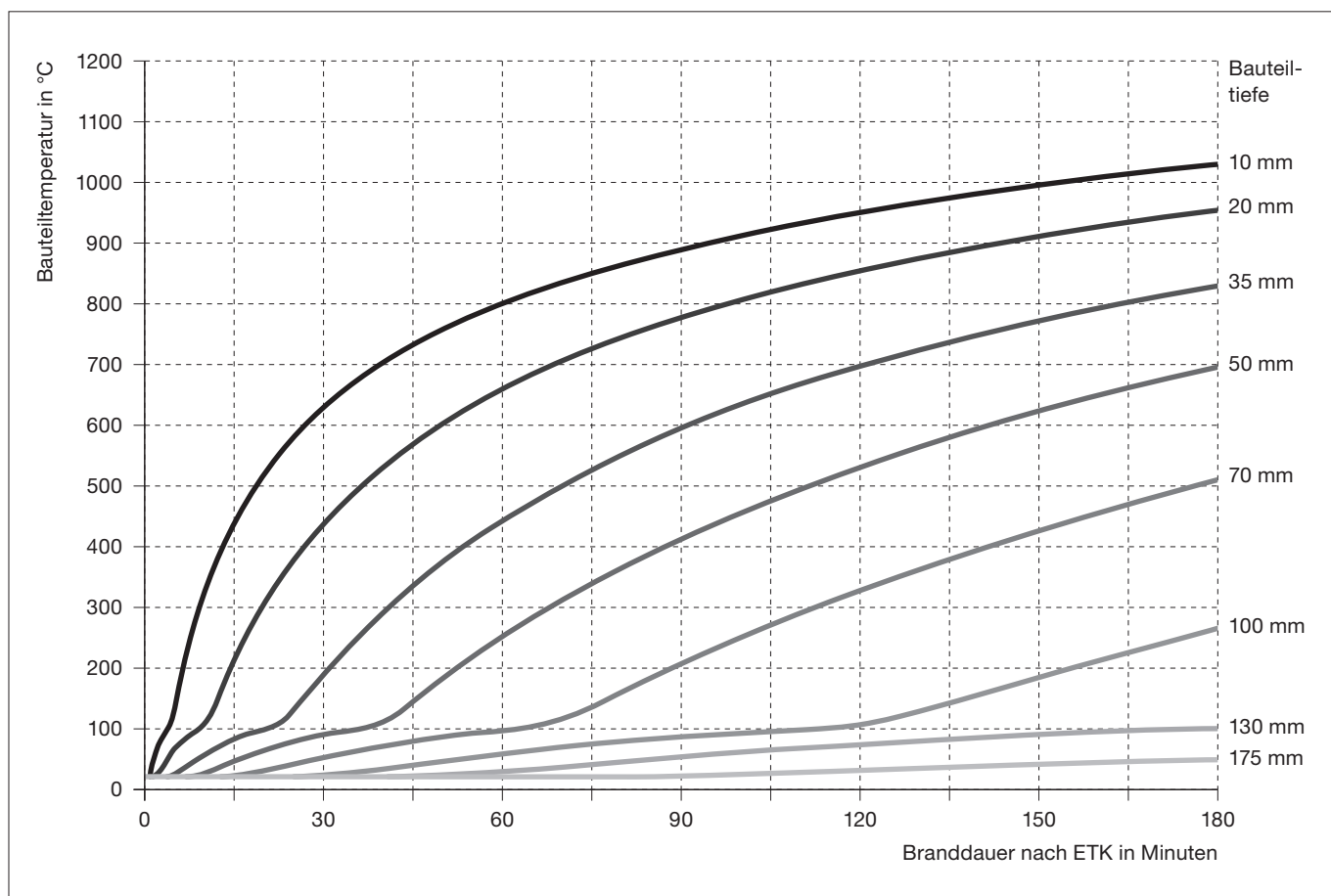


Abb. 2.12: Temperaturverlauf in einem 175 mm dicken Wandbauteil ($\rho = 340 \text{ kg/m}^3$, $f = 4 \%$) bei einseitiger ETK-Belastung (Berechnung nach TU Wien)

Tab. 2.10: Spezifische Wärme c_p in J/kgK für einen massebezogenen Feuchtegehalt von 2 %

Temperatur in °C	Trockenrohdichte in kg/m³				
	300	400	500	600	700
0	1122	1092	1100	1101	1102
99,9	1122	1092	1100	1101	1102
100,1	1882	1890	1898	1899	1900
200	1022	1030	1038	1039	1040
1200	1022	1030	1038	1039	1040

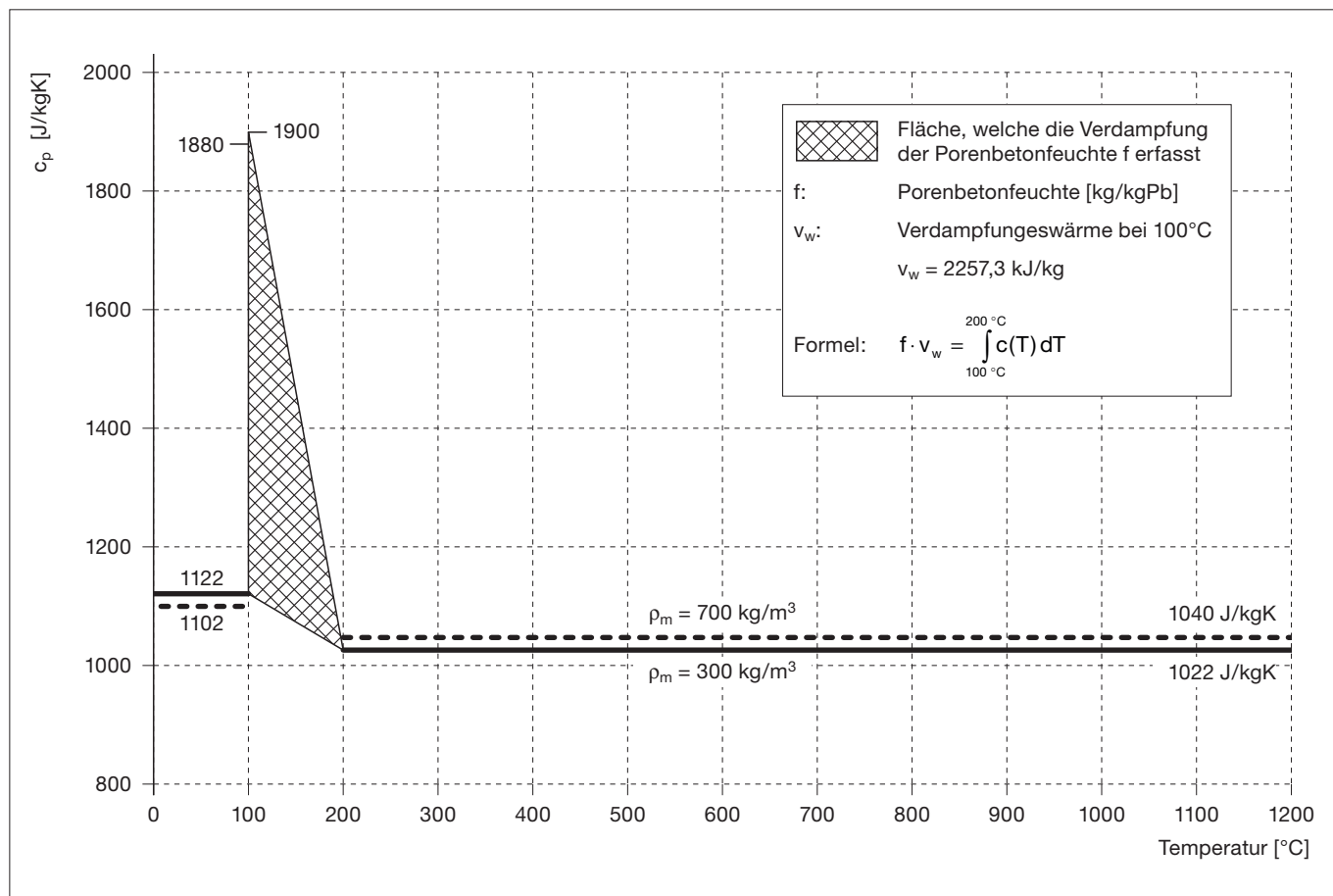


Abb. 2.13: Spezifische Wärmekapazität von Porenbetonen mit ca. 2 % Feuchtigkeit und verschiedenen Rohdichten nach EC 6 (Entwurf)

3 Brandschutzanforderungen nach bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften

3.1 Einführung

Die Grundlagen bauaufsichtlicher Brandschutzanforderungen sind in den einzelnen Bundesländern jeweils in Gesetzen und dazugehörigen Verordnungen sowie in Verwaltungsvorschriften und eingeführten Technischen Baubestimmungen, die über Erlasse bauaufsichtlich eingeführt werden,

festgelegt. Die wichtigste Vorschrift ist die jeweils gültige Landesbauordnung (LBO), diese ist unmittelbar wirksames Recht in dem jeweiligen Bundesland. Die Vorschriften der LBO gelten auch dann, wenn bei der Errichtung einer baulichen Anlage in der Genehmigung nicht auf die Einhaltung der einen oder anderen Bestimmung besonders hingewiesen wird (s. Abb. 3.1).

Länderübergreifend werden von Vertretern der Obersten Baubehörden der einzelnen Bundesländer in der Fachkommission Bauaufsicht der Argebau u. a. die Musterbauordnung sowie Muster-Sonderbauverordnungen und für bestimmte Gebäudeanlagen Muster-Richtlinien erarbeitet und den Bundesländern zur Verfügung gestellt bzw. zur bauaufsichtlichen Einführung empfohlen. Die Tab. 3.1 zeigt in einer Übersicht die derzeit gültigen Muster-Richtlinien der Fachkommission Bauaufsicht zum Brandschutz.

Eine Vorstellung einzelner M-RL bzw. M-VO ist im Rahmen dieses Berichtes nicht möglich. Die zugehörigen Dokumente der Fachkommission sind in der Tab. 3.2 aufgeführt, die vollständigen Texte sind im Internet kostenlos verfügbar (www.is-argebau.de). Ebenso wird auch nicht auf einzelnen Bauordnungen der Länder eingegangen. Als Grundlage aller weiteren Betrachtungen dient hier zunächst allein die Musterbauordnung (MBO), Fassung Nov. 2002. Die Musterbauordnung wurde per 30.09.2006 in 7 (von 16) Bundesländern bauaufsichtlich eingeführt. Des Weiteren wird auf die Muster-Liste der eingeführten Technischen Baubestimmungen (LTB), Fassung Februar 2007, eingegangen. Auf die besondere Bedeutung dieser Liste wurde in Abb. 3.1 bereits hingewiesen, des Weiteren sind die in Tab. 3.1 aufgeführten Muster-Richtlinien auch in der Muster-Liste der eingeführten Technischen Baubestimmungen teilweise direkt aufgeführt (vergl. Tab. 3.5).

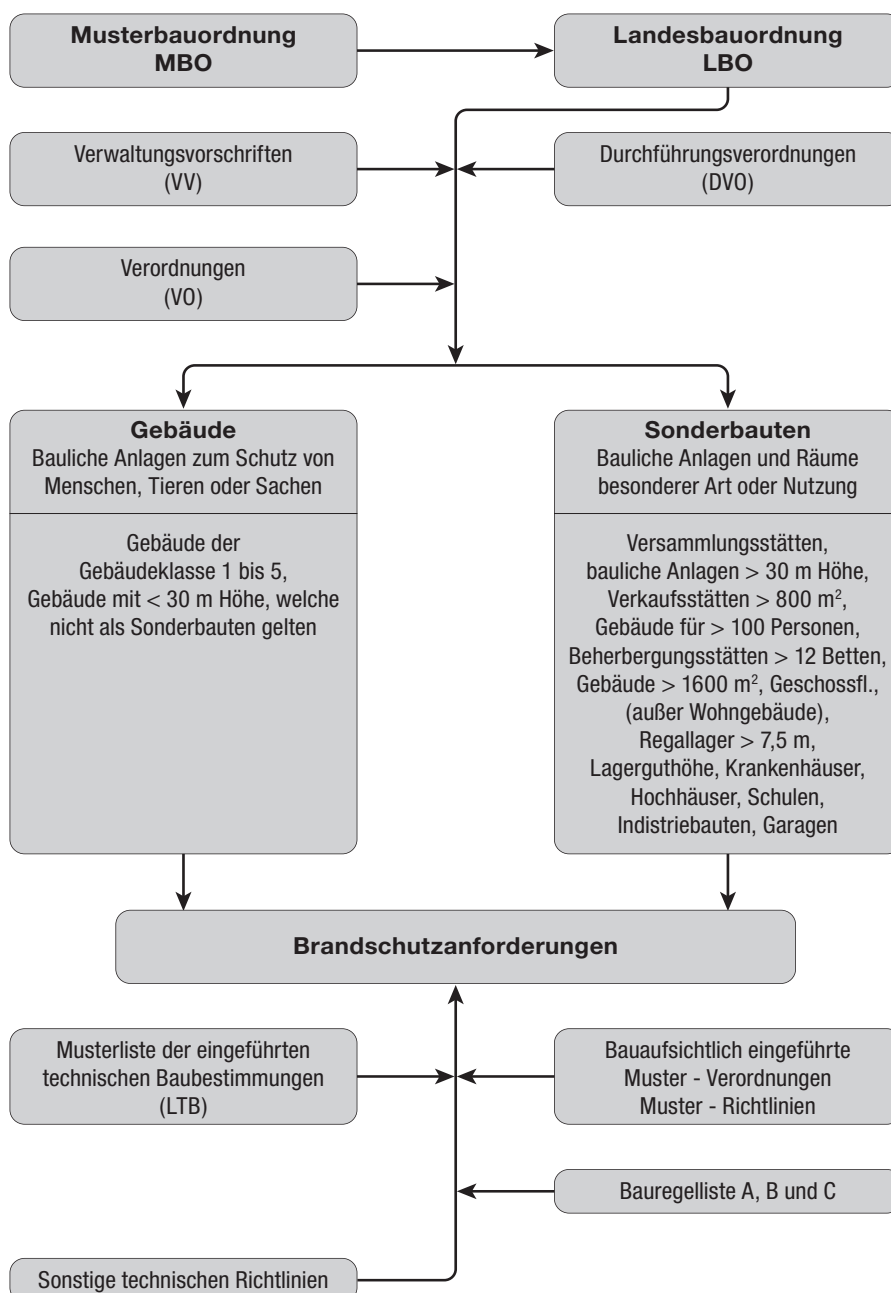


Abb. 3.1: Baurecht und bauaufsichtliche Vorschriften in Deutschland

3.2 Grundanforderungen der MBO 2002

Die MBO gilt für die baulichen Anlagen und Bauprodukte. Bauliche Anlagen sind aus Bauprodukten hergestellte Anlagen, insbesondere Gebäude, welche dem Schutz von Menschen, Tieren oder Sachen dienen. Nach der MBO werden Gebäude in fünf Gebäudeklassen eingeteilt:

- I. Gebäudeklasse 1
- II. Gebäudeklasse 2
- III. Gebäudeklasse 3
- IV. Gebäudeklasse 4
- V. Gebäudeklasse 5

Tab. 3.1: Muster-Richtlinien (M-RL) der Fachkommission Bauaufsicht der Argebau (Stand: Juni 2007) für bauliche Anlagen

Industriebau-Richtlinie – MIndBauRL (Fassung März 2000) *)
Kunststofflager-Richtlinie – MKLR (Fassung Juni 1996)
Leitungsanlagen-Richtlinie – MLAR (Fassung November 2005)
Lüftungsanlagen-Richtlinie – M-LÜAR (Fassung September 2005)
Richtlinie über automatische Schiebetüren in Rettungswegen – MautSchR (Fassung Dezember 1997)
Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise – M-HFHolzR (Fassung Juli 2004)
Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Systemböden – MsysBöR (Fassung September 2005)
Richtlinie über den Brandschutz bei der Lagerung von Sekundärstoffen aus Kunststoff – MKLR (Fassung Juni 1996)
Richtlinie zur Bemessung von Löschwasser-Rückhalteanlagen beim Lagern wassergefährdender Stoffe – LÖRüRL (Fassung August 1992)
Richtlinien über elektrische Verriegelungssysteme von Türen in Rettungswegen – M-EltVTR (Fassung Dezember 1997)
Richtlinien über Flächen für die Feuerwehr (Fassung Februar 2007)
*) Diese wird im Bericht 24 „Baulicher Brandschutz im Industriebau“ des Bundesverbandes Porenbeton behandelt

Bei der Festlegung der Gebäudeklassen werden die Gebäudehöhen mit der Größe der Nutzungseinheiten kombiniert, um die brandschutztechnischen Risiken mit baulichen Maßnahmen möglichst gering zu halten. Als Gebäudehöhe gilt das Maß der Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses mit einem Aufenthaltsraum über der mittleren Geländeoberfläche. Nutzungseinheiten sind einem Nutzungszweck zugeordnete Bereiche, die gegenüber anderen Nutzungen brandschutztechnisch abgetrennt sind und ein eigenes Rettungswegsystem haben; z. B. Wohnungen, Praxen, kleine Läden oder Verwaltungsbereiche. Alle Nutzungseinheiten, einschließlich der Umfassungsbauteile, bilden die Brutto-Grundfläche nach DIN 277. In der Abb. 3.2 sind die Gebäudeklassen nach MBO § 2 Abs. 3 dargestellt und erläutert.

Neben den Gebäudeklassen sind in der MBO Sonderbauten angeführt, welche die Anlagen und Räume besonderer Art oder Nutzung umfassen. Dazu gehören neben den in Abb. 3.1 angegebenen baulichen Anlagen u. a.:

- Schank- und Speisegaststätten mit mehr als 40 Gastplätzen
- Beherbergungsstätten mit mehr als 12 Betten
- Spielhallen mit mehr als 150 m² Grundfläche
- Krankenhäuser, Heime und sonstige Einrichtungen zur Unterbringung oder

Pflege von Personen

- Tageseinrichtungen für Kinder, Behinderte und alte Personen
- Schulen, Hochschulen und ähnliche Einrichtungen
- Justizvollzugsanstalten und bauliche Anlagen für den Maßregelvollzug
- Freizeit- und Vergnügungsparks
- Camping- und Wochenendplätze

In Tabelle 3.2 sind die derzeit vorliegenden Muster-Verordnungen der Fachkommission Bauaufsicht zusammengestellt. Die Richtlinie über die bauaufsichtliche Behandlung von Hochhäusern, Fassung Mai 1981, wird derzeit überarbeitet, ein Entwurf Stand Mai 2006 liegt vor.

In den allgemeinen Anforderungen an bauliche Anlagen sind in der MBO im Hinblick auf die einzuhaltenden Schutzziele u. a. folgende Grundsätze genannt:

§ 3 Abs. 1: Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und in Stand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürliche Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden.

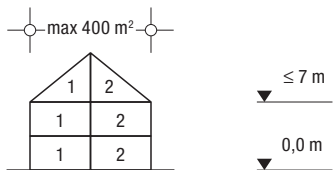
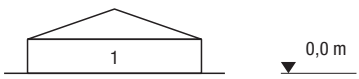
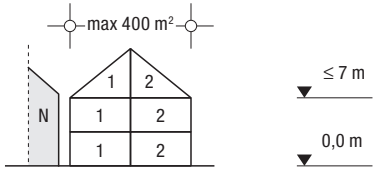
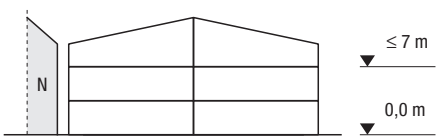
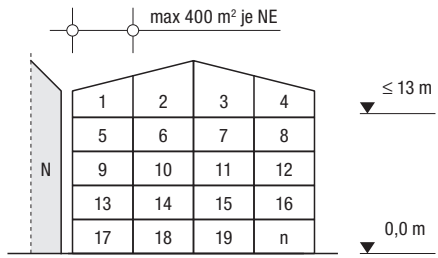
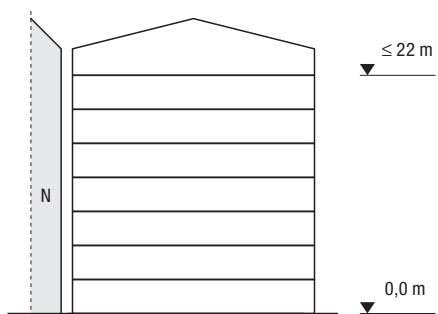
§ 3 Abs. 2: Bauprodukte und Bauarten dürfen nur verwendet werden, wenn bei ihrer Verwendung die baulichen Anlagen bei ordnungsgemäßer Instandhaltung während einer dem Zweck entsprechenden angemessenen Zeitdauer die Anforderungen

dieses Gesetzes oder aufgrund dieses Gesetzes erfüllen und gebrauchstauglich sind.

§ 3 Abs. 3: Die von der für das Bauwesen zuständigen Senatsverwaltung durch öffentliche Bekanntmachung als Technische Baubestimmungen eingeführten technischen Regeln sind zu beachten. Von den Technischen Baubestimmungen kann abgewichen werden, wenn mit einer anderen Lösung in gleichem Maße die allgemeinen Anforderungen des Absatzes 1 erfüllt werden; § 17 Abs. 3 und § 21 bleiben unberührt.

Die zugehörigen brandschutztechnischen Anforderungen an bauliche Anlagen sind in den im Folgenden genannten Abschnitten der MBO aufgeführt:

2. Abschnitt: Allgemeine Anforderungen an die Bauausführung
§ 12 Standsicherheit
§ 14 Brandschutz
3. Abschnitt: Bauprodukte, Bauarten
§ 17 bis § 25
4. Abschnitt: Wände, Decken, Dächer
§ 26 Allgemeine Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
§ 27 bis § 32 Bauteile
5. Abschnitt: Rettungswege, Öffnungen, Umwehrungen

GKL 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	
GKL 2		Gebäude mit einer Höhe *) bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m ² **)	
GKL 3		Sonstige Gebäude mit einer Höhe *) bis zu 7 m	
GKL 4		Gebäude mit einer Höhe *) bis zu 13 m und Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 400 m ² **)	
GKL 5		Sonstige Gebäude einschließlich unterirdischer Gebäude	

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

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

Abb. 3.2: Gebäudeklassen nach § 2 Abs. 3 der MBO 2002

Tab. 3.2: Muster-Verordnungen für Sonderbauten, Feuerungs- und Garagenanlagen

Beherbergungsstättenverordnung – MBeVO (Fassung Dezember 2000)
Feuerungsverordnung – M-FeuVO (Fassung Juni 2005)
Garagenverordnung – MGarVO (Fassung August 1997)
Muster-Hochhaus-Richtlinie – MHHR, Fassung November 2007
Verkaufsstättenverordnung – MvkVO (Fassung September 1995)
Versammlungsstättenverordnung – MVStättV (Fassung Juni 2005)
Richtlinie über den Bau und Betrieb Fliegender Bauten – MFIBauR (Fassung Dezember 1997)
Verwaltungsvorschriften Fliegende Bauten – MFIBauVwV (Fassung Dezember 1997)
Schulbau-Richtlinie – MSchulbauR (Fassung Juli 1998)

§ 33 bis § 36 Rettungswege
§ 37 bis § 38 Fenster, Türen, Um-
wehrungen

Zu den Grundanforderungen nach MBO
gehören insbesondere die Forderungen
gemäß:

§ 12, Satz 1: Jede bauliche Anlage muss
im Ganzen und in ihren einzelnen
Teilen für sich allein standsicher
sein. Die Standsicherheit anderer
baulicher Anlagen und die Tragfähig-
keit des Baugrundes der Nachbar-
grundstücke dürfen nicht gefährdet
werden.

In der Baupraxis wird vielfach übersehen,
dass der Satz 1 des § 12 auch den kon-
struktiven Brandschutz für den Lastfall
Brandeinwirkung umfasst!

§ 14: Bauliche Anlagen sind so an-
zuordnen, zu errichten, zu ändern
und in Stand zu halten, dass der
Entstehung eines Brandes und der
Ausbreitung von Feuer und Rauch
(Brandausbreitung) vorgebeugt wird
und bei einem Brand die Rettung
von Menschen und Tieren sowie
wirksame Löscharbeiten möglich
sind.

Die brandschutztechnischen Detailan-
forderungen, welche sich aus dem § 14
ergeben, sind in den §§ 27 bis § 38 ge-
regelt. Zunächst werden hier jedoch die
Bauprodukte und Bauarten nach MBO
behandelt.

3.3 Bauprodukte und Bauar- ten

Gemäß MBO § 17 gelten u. a. folgende
Grundsätze:

§ 17 Abs. 1: Bauprodukte dürfen für die
Errichtung, Änderung und Instand-
haltung baulicher Anlagen nur ver-
wendet werden, wenn sie für den
Verwendungszweck:

1. von den nach § 17 Abs. 2 bekannt
gemachten technischen Regeln
nicht oder nicht wesentlich abwei-
chen (geregelte Bauprodukte) oder
nach § 17 Abs. 3 zulässig sind und
wenn sie aufgrund des Überein-
stimmungsnachweises nach § 22
das Ü-Zeichen tragen oder

2. nach den Vorschriften des Bau-
produktengesetzes (BauPG) ge-
mäß der Bauproduktenrichtlinie
vom 31. Dez. 1988 in den Verkehr
und gehandelt werden dürfen, das
CE-Kennzeichen der Europäischen
Gemeinschaften tragen und dieses
Zeichen die nach § 17 Abs. 7 fest-
gelegten Klassen- und Leistungs-
stufen des Bauproduktes angibt.

§ 17 Abs. 2: Das Deutsche Institut für
Bautechnik macht im Einvernehmen
mit der deutschen Bauaufsichtsbe-
hörde für Bauprodukte, für die nicht
nur die Vorschriften nach Absatz 1
Satz 1 Nr. 2 maßgebend sind, in der
Bauregelliste A die technischen Re-
geln bekannt, die zur Erfüllung der in
diesem Gesetz an bauliche Anlagen
gestellten Anforderungen erforderlich
sind. Diese technischen Regeln gel-
ten als Technische Baubestimmun-
gen im Sinne des § 3 Abs. 3.

§ 17 Abs. 3: Bauprodukte, für die techni-
sche Regeln in der Bauregelliste nach
§ 3 Abs. 2 bekannt gemacht worden
sind, und von diesen wesentlich ab-
weichen oder für die es allgemein

anerkannte Regeln der Technik nicht
gibt (nicht geregelte Bauprodukte),
müssen

1. eine allgemeine bauaufsichtliche
Zulassung (MBO § 18) oder
2. ein allgemeines bauaufsichtliches
Prüfzeugnis (MBO § 19) oder
3. eine Zustimmung im Einzelfall
(MBO § 20)

haben. Ausgenommen sind Bauprodukte
mit untergeordneter Bedeutung. Diese
werden in der Liste C der Bauregelliste
veröffentlicht.

§ 17 Abs. 4: Die oberste Bauaufsichtsbe-
hörde kann durch Rechtsverordnung
vorschreiben, dass für bestimmte
Bauprodukte, auch soweit sie Anfor-
derungen nach anderen Rechtsver-
ordnungen unterliegen, hinsichtlich
dieser Anforderungen bestimmte
Nachweise der Verwendbarkeit und
bestimmte Übereinstimmungsnach-
weise nach Maßgabe der §§ 17 bis
20 und §§ 22 bis 25 zu führen sind,
wenn die anderen Rechtsvorschrif-
ten diese Nachweise verlangen oder
zulassen.

§ 17 Abs. 7: Das Deutsche Institut für
Bautechnik (DIBt) kann im Einver-
nehmen mit der obersten Bauauf-
sichtsbehörde in der Liste B der Bau-
regelliste festlegen, welche Klassen
und Leistungsstufen die Bauprodukte
nach § 17 Abs. 1 Nr. 2 erfüllen müs-
sen.

Gemäß den §§ 18 bis 22 gelten u. a.
folgende Grundsätze:

Nach § 18 MBO erteilt das DIBt eine
allgemeine bauaufsichtliche Zulas-

sung für nicht geregelte Bauprodukte, wenn deren Verwendbarkeit im Sinne des § 3 Abs. 2 der MBO nachgewiesen ist.

Gemäß § 19 MBO bedürfen Bauprodukte, deren Verwendung nicht der Erfüllung erheblicher Anforderungen an die Sicherheit baulicher Anlagen dient, oder die nach allgemein anerkannten Prüfmethoden beurteilt werden, anstelle einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nur eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses. Das DIBt macht dieses in der Bauregelliste A bekannt. Ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis wird von einer Prüfstelle nach § 25 Abs. 1 Satz 1 für nicht geregelte Bauprodukte erteilt, wenn die Verwendbarkeit nach MBO § 3 Abs. 2 nachgewiesen ist.

Nach § 20 MBO dürfen mit Zustimmung der obersten Bauaufsichtsbehörde im Einzelfall Bauprodukte, die nach dem Bauproduktengesetz oder sonstigen Richtlinien der EU in den Verkehr gebracht werden und nicht geregelte Bauprodukte verwendet werden, wenn die Verwendbarkeit nach § 3 Abs. 2. MBO nachgewiesen ist.

Gemäß § 21 MBO dürfen Bauarten, die von Technischen Baubestimmungen wesentlich abweichen, bei der Errichtung, Änderung oder Instandhaltung baulicher Anlagen nur verwendet werden, wenn

1. eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (MBO § 18) oder
2. eine Zustimmung im Einzelfall (MBO § 20)

erteilt worden ist.

Nach § 22 MBO bedürfen Bauprodukte einer Bestätigung ihrer Übereinstimmung mit den technischen Regeln nach § 17 Abs. 2, den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen, den allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen oder den Zustimmungen im Einzelfall. Die Bestätigung der Übereinstimmung erfolgt durch

1. Übereinstimmungserklärung des Herstellers (MBO § 23) oder
2. Übereinstimmungszertifikat nach MBO § 24 von einer Zertifizierungsstelle gemäß § 25

entsprechend der Vorschreibung durch die Baubehörde. Die Übereinstimmungserklärung und die Erklärung, dass ein Übereinstimmungszertifikat erteilt ist, hat der Hersteller durch Kennzeichnung der Bauprodukte mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) unter Hinweis auf den Verwendungszweck abzugeben.

3.4 Allgemeine Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen nach MBO 2002

3.4.1 Brandverhalten von Baustoffen

Nach § 26 der MBO werden Baustoffe nach den Anforderungen an ihr Brandverhalten wie folgt unterschieden:

- nichtbrennbare Baustoffe,
- schwerentflammbare Baustoffe,
- normalentflammbare Baustoffe.

Baustoffe, die nicht mindestens normalentflammbar sind (leichtentflammbare Baustoffe), dürfen nicht verwendet werden. Dies gilt nicht, wenn sie in Verbindung mit anderen Baustoffen nicht leichtentflammbar sind.

3.4.2 Brandverhalten von Bauteilen

Bauteile werden nach den Anforderungen an ihre Feuerwiderstandsfähigkeit unterschieden in:

- feuerbeständige Bauteile,
- hochfeuerhemmende Bauteile,
- feuerhemmende Bauteile.

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

- Bauteile aus nichtbrennbaren Baustoffen.
- Bauteile, deren tragende und aussteifende Teile aus nichtbrennbaren Bauteilen bestehen und die bei raumabschließenden Bauteilen zusätzlich eine in der Bauteilebene durchgehende Schicht aus nichtbrennbaren Baustoffen haben (Mindestanforderung für feuerbeständig).

- Bauteile, deren tragende und aussteifende Teile aus brennbaren Baustoffen bestehen und die allseitig eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen (Brandschutzbekleidung) und Dämmstoffen aus nichtbrennbaren Baustoffen haben (entspricht der Mindestanforderung für hochfeuerhemmend).
- Bauteile aus brennbaren Baustoffen.

Bauteile, die feuerbeständig sein müssen, müssen in den wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Dieses gilt insbesondere für bauliche Anlagen in der Gebäudeklasse 5.

Bauteile, deren tragende und aussteifende Teile aus brennbaren Baustoffen bestehen und die allseitig eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung und Dämmstoffe aus nichtbrennbaren Baustoffen besitzen, dürfen in der Gebäudeklasse 4 (hochfeuerhemmend) zur Anwendung kommen.

In Tabelle 3.3 ist das mögliche Anwendungsspektrum von Bauteilen mit bestimmten Feuerwiderstandsdauern und der möglichen Baustoffklasse angegeben.

3.4.3 Tragende Wände und Stützen nach § 27 MBO

Tragende und aussteifende Wände müssen im Brandfall ausreichend standsicher sein. Nach § 27 der MBO gelten die Anforderungen gemäß Tab. 3.4.

3.4.4 Außenwände, Brüstungen und Schürzen nach § 28 MBO

Außenwände und Außenwandteile wie Brüstungen und Schürzen sind so auszubilden, dass eine Brandausbreitung auf und in diesen Bauteilen ausreichend lang begrenzt ist. Nichttragende Außenwände müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen; brennbare Baustoffe sind zulässig, wenn sie als raumabschließende Bauteile mindestens feuerhemmend sind. Die Oberflächen von Außenwänden sowie deren Bekleidungen müssen einschließlich der Dämmstoffe und Unterkonstruktionen schwerentflammbar sein. Bei Doppelfassaden oder hinterlüfteten Außenwandbekleidungen sind gegen die Brandausbreitung besondere Vorkehrungen zu treffen. Die obigen Anforderungen gelten für Gebäude der GKL 1 bis 3 nur

Tab. 3.3: Zusammenhang zwischen Feuerwiderstandsfähigkeit und Baustoffart bei Bauteilen nach der Musterbauordnung

	feuerbeständig und aus nicht- brennbaren Baustoffen	feuerbeständig	hoch- feuerhemmend	feuerhemmend
alle Bestandteile sind nichtbrennbar (Satz 2 Nr. 1)	•	•	•	•
tragende und aussteifende Teile sind nichtbrennbar (Satz 2 Nr. 2)	–	•	•	•
tragende und aussteifende Teile sind brennbar; sie haben eine Brandschutzbekleidung, nicht- brennbare Dämmstoffe (Satz 2 Nr. 3)	–	–	•	•
alle Teile sind brennbar zulässig (Satz 2 Nr. 4)	–	–	–	•

teilweise, d. h. die Baustoffe dürfen ggf. normalentflammbar sein.

3.4.5 Trennwände nach § 29 MBO

Trennwände müssen als raumabschließende Bauteile von Räumen und Nutzungseinheiten innerhalb von Geschossen ausreichend lang widerstandsfähig gegen die Brandausbreitung sein. Sie müssen die Feuerwiderstandsfähigkeit der tragenden und aussteifenden Bauteile haben, jedoch mindestens feuerhemmend sein. Trennwände zum Abschluss von Räumen und erhöhter Brandgefahr müssen feuerbeständig sein. Die o. g. Anforderungen gelten nicht für Gebäude der GKL 1 und 2.

3.4.6 Brandwände nach § 30 MBO

Brandwände müssen als raumabschließende Bauteile zum Abschluss von Gebäuden (Gebäudeabschlusswand) oder zur Unterteilung von Gebäuden in

Brandabschnitte (innere Brandwand) ausreichend lange die Brandausbreitung auf andere Gebäude oder Brandabschnitte verhindern. Brandwände sind erforderlich als Gebäudeabschlusswand, ausgenommen von Gebäuden ohne Aufenthaltsräume und ohne Feuerstätten mit nicht mehr als 50 m³ Brutto-Rauminhalt, wenn diese Abschlusswände an oder mit einem Abstand bis zu 2,50 m gegenüber der Grundstücksgrenze errichtet werden, es sei denn, dass ein Abstand von mindestens 5 m zu bestehenden oder nach den baurechtlichen Vorschriften zulässigen künftigen Gebäuden gesichert ist.

Ausgedehnte Gebäude sind in Abständen von nicht mehr als 40 m durch innere Brandwände zu unterteilen. Zur Unterteilung landwirtschaftlich genutzter Gebäude dienen Brandabschnitte von nicht mehr als 10 000 m³ Brutto-Rauminhalt.

Brandwände sind auch erforderlich als Gebäudeabschlusswand zwischen Wohngebäuden und angebauten land-

wirtschaftlich genutzten Gebäuden. Wenn der umbaute Raum des Gebäudes kleiner 2000 m³ ist, sind feuerbeständige Wände zulässig.

Brandwände müssen auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung feuerbeständig sein und aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.

Anstelle von Brandwänden sind folgende Konstruktionen zulässig:

1. Für Gebäude der Gebäudeklasse 4 sind Wände zulässig, die auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung hochfeuerhemmend sind.
2. Für Gebäude der Gebäudeklassen 1 bis 3 sind hochfeuerhemmende Wände zulässig.
3. Für Gebäude der Gebäudeklassen 1 bis 3 sind Gebäudeabschlusswände zulässig, die jeweils von innen nach außen die Feuerwiderstandsfähigkeit der tragenden aussteifenden Teile des Gebäudes haben, mindestens jedoch feuerhemmende Bauteile sind, und

Tab. 3.4: Brandschutzanforderungen an tragende Wände und Stützen

Gebäudeklasse	Anforderung	Bemerkung
GKL 5	feuerbeständig	keine
GKL 4	hochfeuerhemmend	≤ 13 m Höhe
GKL 2 u. 3	feuerhemmend	≤ 7 m Höhe
Geschosse im Dachraum	Anforderung nach GKL	wenn darüber Aufenthaltsräume sind
Offene Gänge als Flure	Anforderungen nach GKL	nicht für Balkone
Kellergeschosse	feuerbeständig	GKL 3 bis 5
	feuerhemmend	GKL 1 bis 2

von außen nach innen die Feuerwiderstandsfähigkeit feuerbeständiger Bauteile haben.

Brandwände müssen bis zur Bedachung durchgehen und in allen Geschossen übereinander angeordnet sein. Abweichend davon dürfen anstelle innerer Brandwände die Wände geschossweise versetzt angeordnet werden, wenn

1. für Gebäude der Gebäudeklasse 4 die Wände auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung mindestens hochfeuerhemmend sind,
2. die Decken, soweit sie in Verbindung mit diesen Wänden stehen, feuerbeständig sind, aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen und keine Öffnungen haben,
3. die Bauteile, die diese Wände und Decken unterstützen, feuerbeständig sind und aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen,
4. die Außenwände in der Breite des Versatzes in dem Geschoss oberhalb oder unterhalb des Versatzes feuerbeständig sind und
5. Öffnungen im Bereich des Versatzes so angeordnet oder andere Vorkehrungen getroffen sind, dass eine Brandausbreitung in andere Brandabschnitte nicht zu befürchten ist.

Brandwände sind 0,30 m über die Bedachung zu führen oder in Höhe der Dachkante mit einer beiderseits 0,50 m auskragenden feuerbeständigen Platte aus nichtbrennbaren Baustoffen abzuschließen; darüber dürfen brennbare Teile des Daches nicht hinweg geführt werden. Bei Gebäuden der GKL 1 bis 3 sind Brandwände mindestens bis unter die Dachkante zu führen. Verbleibende Hohlräume sind vollständig mit nichtbrennbaren Baustoffen auszufüllen.

Müssen Gebäude oder Gebäudeteile, die über Eck zusammenstoßen, durch eine Brandwand getrennt werden, so muss der Abstand dieser Wand von der inneren Ecke mindestens 5 m betragen; das gilt nicht, wenn der Winkel der inneren Ecke mehr als 120 Grad beträgt oder mindestens eine Außenwand auf 5 m Länge als öffnungslose feuerbeständige Wand aus nichtbrennbaren Baustoffen ausgebildet ist.

Bauteile mit brennbaren Baustoffen dürfen über Brandwände nicht hinweggeführt werden. Außenwandkonstruktionen, die eine seitliche Brandausbreitung

begünstigen können, wie Doppelfassaden oder hinterlüftete Außenwandbekleidungen, dürfen ohne besondere Vorkehrungen über Brandwände nicht hinweggeführt werden. Bauteile dürfen in Brandwände nur soweit eingreifen, dass deren Feuerwiderstandsfähigkeit nicht beeinträchtigt wird.

Öffnungen in Brandwänden sind zulässig. Sie sind in inneren Brandwänden nur zulässig, wenn sie auf die für die Nutzung erforderliche Zahl und Größe beschränkt sind; die Öffnungen müssen feuerbeständige, dicht- und selbstschließende Abschlüsse haben. In inneren Brandwänden sind feuerbeständige Verglasungen nur zulässig, wenn sie auf die für die Nutzung erforderliche Zahl und Größe beschränkt sind.

Bei sehr großen Gebäuden werden aus Gründen des Brandschutzes selbst die Außenwände in der Regel aus nichtbrennbaren Baustoffen und feuerbeständigen Bauteilen errichtet, um eine gezielte Brandbekämpfung und den Nachbarschaftsschutz sicher zu stellen (s. Abb. 3.3).

3.4.7 Decken nach § 31 MBO

Decken müssen als tragende und raumabschließende Bauteile zwischen Geschossen im Brandfall ausreichend lang standsicher und widerstandsfähig gegen die Brandausbreitung sein. Sie müssen

1. in Gebäuden der Gebäudeklasse 5 feuerbeständig,
2. in Gebäuden der Gebäudeklasse 4 hochfeuerhemmend,
3. in Gebäuden der Gebäudeklasse 2 und 3 feuerhemmend

sein. Dies gilt für Geschosse im Dachraum nur, wenn darüber Aufenthaltsräume möglich sind. Im Kellergeschoss müssen Decken in Gebäuden der Gebäudeklassen 3 bis 5 feuerbeständig, in Gebäuden der Gebäudeklassen 1 und 2 feuerhemmend sein. Decken müssen feuerbeständig sein unter und über den Räumen mit Explosions- oder erhöhter Brandgefahr, ausgenommen in Wohngebäuden der Gebäudeklassen 1 und 2, sowie zwischen dem landwirtschaftlich genutzten Teil und dem Wohnteil eines Gebäudes.

Öffnungen in Decken, für die eine Feuerwiderstandsfähigkeit vorgeschrieben

ist, sind nur zulässig in Gebäuden der Gebäudeklassen 1 und 2, innerhalb derselben Nutzungseinheit mit nicht mehr als insgesamt 400 m² in nicht mehr als zwei Geschossen und im Übrigen, wenn sie Abschlüsse mit der Feuerwiderstandsfähigkeit der Decke haben.

3.4.8 Dächer nach § 32 MBO

Bedachungen müssen gegen eine Brandbeanspruchung von außen durch Flugfeuer und strahlende Wärme ausreichend lang widerstandsfähig sein (harte Bedachung). Bedachungen, die diese Anforderungen nicht erfüllen, sind zulässig bei Gebäuden der Gebäudeklassen 1 bis 3, wenn diese Gebäude bestimmte Bedingungen erfüllen (vergl. MBO § 32).

Dachüberstände, Dachgesimse und Dachaufbauten, lichtdurchlässige Bedachungen, Lichtkuppeln und Oberlichte sind so anzuordnen und herzustellen, dass Feuer nicht auf andere Gebäudeteile und Nachbargrundstücke übertragen werden kann. Von Brandwänden und von Wänden, die anstelle von Brandwänden zulässig sind, müssen mindestens 1,25 m entfernt sein: Oberlichte, Lichtkuppeln und Öffnungen in der Bedachung, wenn diese Wände nicht mindestens 30 cm über die Bedachung geführt sind, Dachgauben und ähnliche Dachaufbauten aus brennbaren Baustoffen, wenn sie nicht durch diese Wände gegen Brandübertragung geschützt sind.

Dächer von traufseitig aneinander gebauten Gebäuden müssen als raumabschließende Bauteile für eine Brandbeanspruchung von innen nach außen einschließlich der sie tragenden und aussteifenden Bauteile feuerhemmend sein. Öffnungen in diesen Dachflächen müssen waagrecht gemessen mindestens 2 m von der Brandwand oder der Wand, die anstelle der Brandwand zulässig ist, entfernt sein. Dächer von Anbauten, die an Außenwände mit Öffnungen oder ohne Feuerwiderstandsfähigkeit anschließen, müssen innerhalb eines Abstandes von 5 m von diesen Wänden als raumabschließende Bauteile für eine Brandbeanspruchung von innen nach außen einschließlich der sie tragenden und aussteifenden Bauteile die Feuerwiderstandsfähigkeit der Decken des Gebäudeteils haben, an den sie angebaut werden.



Abb. 3.3: Die Wände der Messe Friedrichshafen wurden aus Porenbeton sowie einer Stahlbeton-Fertigteil-Skelettkonstruktion errichtet.

3.4.9 Erster und zweiter Rettungsweg nach § 33 MBO

Für Nutzungseinheiten mit mindestens einem Aufenthaltsraum wie Wohnungen, Praxen, selbständige Betriebstätten müssen in jedem Geschoss mindestens zwei voneinander unabhängige Rettungswege ins Freie vorhanden sein; beide Rettungswege dürfen jedoch innerhalb des Geschosses über denselben notwendigen Flur führen.

Für Nutzungseinheiten nach Absatz 1, die nicht zu ebener Erde liegen, muss der erste Rettungsweg über eine notwendige Treppe führen. Der zweite Rettungsweg kann eine weitere notwendige Treppe oder eine mit Rettungsgeräten der Feuerwehr erreichbare Stelle der Nutzungseinheit sein. Ein zweiter Rettungsweg ist nicht erforderlich, wenn die Rettung über einen sicher erreichbaren Treppenraum möglich ist, in den Feuer und Rauch nicht eindringen können (Sicherheits-treppenraum).

3.4.10 Treppen nach § 34 MBO

Die tragenden Teile notwendiger Treppen müssen

1. in Gebäuden der Gebäudeklasse 5 feuerhemmend und aus nichtbrennbaren Baustoffen,
2. in Gebäuden der Gebäudeklasse 4 aus nichtbrennbaren Baustoffen,

3. in Gebäuden der Gebäudeklasse 3 aus nichtbrennbaren Baustoffen oder feuerhemmend

sein. Tragende Teile von Außentreppen nach § 35 Abs. 1 Satz Nr. 3 für Gebäude der Gebäudeklassen 3 bis 5 müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Die nutzbare Breite der Treppenläufe und Treppenabsätze notwendiger Treppen muss für den größten zu erwartenden Verkehr ausreichen.

3.4.11 Notwendige Treppenräume, Ausgänge nach § 35 MBO

Jede notwendige Treppe muss zur Sicherstellung der Rettungswege aus den Geschossen ins Freie in einem eigenen, durchgehenden Treppenraum liegen (notwendiger Treppenraum). Notwendige Treppenräume müssen so angeordnet und ausgebildet sein, dass die Nutzung der notwendigen Treppen im Brandfall ausreichend lang möglich ist.

Von jeder Stelle eines Aufenthaltsraumes sowie eines Kellergeschosses muss mindestens ein Ausgang in einen notwendigen Treppenraum oder ins Freie in höchstens 35 m Entfernung erreichbar sein. Übereinanderliegende Kellergeschosse müssen jeweils mindestens zwei Ausgänge in notwendige Treppenräume oder ins Freie haben. Jeder notwendige Treppenraum muss an einer Außenwand

liegen und einen unmittelbaren Ausgang ins Freie haben. Innenliegende notwendige Treppenräume sind zulässig, wenn ihre Nutzung ausreichend lang nicht durch Raucheintritt gefährdet werden kann.

Die Wände notwendiger Treppenräume müssen als raumabschließende Bauteile

1. in Gebäuden der Gebäudeklasse 5 die Bauart von Brandwänden haben,
2. in Gebäuden der Gebäudeklasse 4 auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung hochfeuerhemmend und
3. in Gebäuden der Gebäudeklasse 3 feuerhemmend

sein. Dies ist nicht erforderlich für Außenwände von Treppenräumen, die aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen und durch andere an diese Außenwände anschließende Gebäudeteile im Brandfall nicht gefährdet werden können. Der obere Abschluss notwendiger Treppenräume muss als raumabschließendes Bauteil die Feuerwiderstandsfähigkeit der Decken des Gebäudes haben; dies gilt nicht, wenn der obere Abschluss das Dach ist und die Treppenräume bis unter die Dachhaut reichen. In notwendigen Treppenräumen müssen

- Bekleidungen, Putze, Dämmstoffe, Unterdecken und Einbauten aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen,
- Wände und Decken aus brennbaren Baustoffen eine Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen in ausreichender Dicke haben,
- Bodenbeläge, ausgenommen Gleitschutzprofile, aus mindestens schwerentflammbaren Baustoffen bestehen.

3.4.12 Notwendige Flure, offene Gänge nach § 26 MBO

Flure, über die Rettungswege aus Aufenthaltsräumen oder aus Nutzungseinheiten mit Aufenthaltsräumen zu Ausgängen in notwendige Treppenräume oder ins Freie führen (notwendige Flure), müssen so angeordnet und ausgebildet sein, dass die Nutzung im Brandfall ausreichend lang möglich ist.

Die Wände notwendiger Flure müssen als raumabschließende Bauteile feuerhemmend, in Kellergeschossen, deren tragende und aussteifende Bauteile feuerbeständig sein müssen, feuerbe-

ständig sein. Die Wände sind bis an die Rohdecke zu führen. Sie dürfen bis an die Unterdecke der Flure geführt werden, wenn die Unterdecke feuerhemmend und ein demjenigen nach Satz 1 vergleichbarer Raumabschluss sichergestellt ist. Türen in diesen Wänden müssen dicht schließen; Öffnungen zu Lagerbereichen im Kellergeschoss müssen feuerhemmende, dicht- und selbstabschließende Abschlüsse haben.

In notwendigen Fluren sowie in offenen Gängen müssen

- Bekleidungen, Putze, Unterdecken und Dämmstoffe aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen,
- Wände und Decken aus brennbaren Baustoffen eine Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen in ausreichender Dicke haben.

3.4.13 Aufzüge nach § 39 MBO

Aufzüge im Inneren von Gebäuden müssen eigene Fahrschächte haben, um eine Brandausbreitung in andere Geschosse ausreichend lang zu verhindern. In einem Fahrschacht dürfen bis zu drei Aufzüge liegen. Aufzüge ohne eigene Fahrschächte sind zulässig

- innerhalb eines notwendigen Treppenraumes, ausgenommen in Hochhäusern,
- innerhalb von Räumen, die Geschosse überbrücken,
- zur Verbindung von Geschossen, die offen miteinander in Verbindung stehen dürfen,
- in Gebäuden der Gebäudeklassen 1 und 2;

sie müssen sicher umkleidet sein. Die Fahrschachtwände müssen als raumabschließende Bauteile

- in Gebäuden der Gebäudeklasse 5 feuerbeständig sein und aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen,
- in Gebäuden der Gebäudeklasse 4 hochfeuerhemmend, und
- in Gebäuden der Gebäudeklasse 3 feuerhemmend

sein; Fahrschachtwände aus brennbaren Baustoffen müssen schachtseitig eine Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen in ausreichender Dicke haben. Fahrschachttüren und andere Öffnungen in Fahrschachtwänden mit erforderlicher Feuerwiderstandsfähigkeit sind so

herzustellen, dass die Anforderungen einer ausreichend langen Verhinderung der Brandausbreitung in andere Geschosse nicht beeinträchtigt werden (s. Abb. 3.4).

Gebäude mit einer Höhe nach § 2 Abs. 3 Satz 2 von mehr als 13 m müssen Aufzüge in ausreichender Zahl haben. Von diesen Aufzügen muss mindestens ein Aufzug Kinderwagen, Rollstühle, Krankentragen und Lasten aufnehmen können und Haltestellen in allen Geschossen haben. Dieser Aufzug muss von allen Wohnungen in dem Gebäude und von der öffentlichen Verkehrsfläche aus stufenlos erreichbar sein. Fahrkörbe zur Aufnahme einer Krankentrage müssen eine nutzbare Grundfläche von mindestens 1,10 m x 2,10 m, zur Aufnah-

me eines Rollstuhles von mindestens 1,10 m x 1,40 m haben; Türen müssen eine lichte Durchgangsbreite von mindestens 0,90 m haben. In einem Aufzug für Rollstühle und Krankentragen darf der für Rollstühle nicht erforderliche Teil der Fahrkorbgrundfläche durch eine verschließbare Tür abgesperrt werden. Vor den Aufzügen muss eine ausreichende Bewegungsfläche vorhanden sein.

3.5 Muster – Liste der Technischen Baubestimmungen (Fassung: 2007/02)

3.5.1 Vorbemerkungen

Die Liste der Technischen Baubestimmungen enthält technische Regeln für die Planung, Bemessung und Konstruk-



Abb. 3.4: Ausführung der Wände an den Treppenhäusern und Fahrstuhlschächten des Commerzbank-Hochhauses in Frankfurt/M. aus bewehrten Porenbeton-Wandplatten

tion baulicher Anlagen und ihrer Teile, deren Einführung als Technische Baubestimmungen auf der Grundlage des § 3 Abs. 3 (1) MBO erfolgt. Technische Baubestimmungen sind allgemein verbindlich, da sie nach § 3 Abs. 3 (1) MBO beachtet werden müssen. Es werden nur die technischen Regeln eingeführt, die zur Erfüllung der Grundsatzanforderungen des Bauordnungsrechts unerlässlich sind. Die Bauaufsichtsbehörden sind allerdings nicht gehindert, im Rahmen ihrer Entscheidungen zur Ausfüllung unbestimmter Rechtsbegriffe auch auf nicht eingeführte allgemein anerkannte Regeln der Technik zurückzugreifen.

Soweit technische Regeln durch die Anlagen in der Liste geändert oder ergänzt werden, gehören auch die Änderungen und Ergänzungen zum Inhalt der Technischen Baubestimmungen. Anlagen, in denen die Verwendung von Bauprodukten (Anwendungsregelungen) nach harmonisierten Normen nach der Bauproduktenrichtlinie geregelt ist, sind durch den Buchstaben „E“ kenntlich gemacht. Gibt es im Teil I der Liste keine technischen Regeln für die Verwendung von Bauprodukten nach harmonisierten Normen und ist die Verwendung auch nicht durch andere allgemein anerkannte Regeln der Technik geregelt, können Anwendungsregelungen auch im Teil II Abschnitt 5 der Liste enthalten sein.

Europäische technische Zulassungen enthalten im Allgemeinen keine Regelungen für die Planung, Bemessung und Konstruktion baulicher Anlagen und ihrer Teile, in die die Bauprodukte eingebaut werden. Die hierzu erforderlichen Anwendungsregelungen sind im Teil II Abschnitt 1 bis 4 der Liste aufgeführt.

Im Teil III sind Anwendungsregelungen für Bauprodukte und Bausätze, die in den Geltungsbereich von Verordnungen nach § 17 Abs. 4 und § 21 Abs. 2 MBO fallen (zur Zeit nur die Verordnung zur Feststellung der wasserrechtlichen Eignung von Bauprodukten und Bauarten durch Nachweise nach der Musterbauordnung (WasBauPVO)) aufgeführt.

Die technischen Regeln für Bauprodukte werden nach § 17 Abs. 2 (1) MBO in der Bauregelliste A bekannt gemacht. Sofern die in Spalte 2 der Liste aufgeführten technischen Regeln Festlegungen zu Bauprodukten (Produkteigenschaften) enthalten, gelten vorrangig die Bestimmungen der Bauregellisten.

3.5.2 Technische Regeln für die Planung, Bemessung und Konstruktion baulicher Anlagen und ihrer Teile

Die o. g. Technischen Regeln sind im Teil I der Muster-LTB angegeben. Im vorliegenden Zusammenhang sind vor allem der Abschnitt 2: „Technische Regeln zur Bemessung und zur Ausführung“, der Abschnitt 3: „Technische Regeln zum Brandschutz“, die Anlagen 2.2/5, 2.2/6 und 2.3/18 über die Verwendung harmonisierter Normen in Mauerwerk, die Anlage 2.3/22 über die Verwendung von bewehrten Porenbetonbauteilen sowie die Anlagen 3.1/8, 3.3/1 und 3.5/1 von Bedeutung.

Enthalten sind für den Mauerwerksbau in Abschnitt 2.2 die DIN 1053 mit den Teilen 1, 3 und 4 und die DIN 1053-100: „Berechnung von Mauerwerk auf Grundlage des semiprobabilistischen Sicherheitskonzeptes“.

In der Anlage 2.2/5 E der Muster-LTB über die Verwendung von Bauprodukten nach harmonisierten Normen in Mauerwerk ist u. a. Folgendes aufgeführt:

- Für Mauerwerk ist Mauermörtel nach EN 998-2:2003-09 geeignet. Es gilt die zugehörige Anwendungsnorm DIN V 20 000-412:2004-03.
- Für Mauersteine nach EN 771-4:2003/A1:2005-05 (in Deutschland umgesetzt nach DIN EN 771-4:2005-05) gilt die zugehörige Anwendungsnorm DIN V 20 000-404:2006-01 (Vornorm).
- Mauersteine, die zusätzlich folgende Anforderungen erfüllen, dürfen für Mauerwerk nach DIN 1053 verwendet werden. Dazu gehören u. a. Porenbetonsteine nach DIN V 4165-100:2005-10 mit Ausnahme von Planelementen.

Im Abschnitt 2.3 ist die DIN 4223, Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton, aufgeführt. Genannt sind folgende Teile:

- DIN 4223-Teil 2: Bauteile mit statisch anrechenbarer Bewehrung; Entwurf und Bemessung. Ausgabe Dezember 2003
- DIN 4223-Teil 3: Wände aus Bauteilen mit statisch nicht anrechenbarer Bewehrung; Entwurf und Bemessung. Ausgabe Dezember 2003
- DIN 4223-Teil 4: Bauteile mit statisch anrechenbarer Bewehrung; Anwen-

dung in Bauwerken. Ausgabe Dezember 2003

- DIN 4223-Teil 5: Sicherheitskonzept

Im Komitee CEN/TC 177 wurde der Entwurf prEN 12602:2007-02, der nach Inkrafttreten die nationale deutsche DIN 4223 ablösen wird. Dieser enthält u. a. einen größeren Brandschutzteil, worauf an anderer Stelle dieses Berichts noch eingegangen wird. Parallel zur E DIN EN 12602:2007-02 werden im zuständigen deutschen Normenausschuss NA 005-07-09 AA „Porenbeton und haufwerksporiger Leichtbeton“ Entwürfe für die deutschen Anwendungsregeln in der Normenreihe DIN 4223 „Anwendung von vorgefertigten bewehrten Bauteilen aus dampfgehärtetem Porenbeton“ wie folgt erarbeitet:

- E DIN 4223-100: Eigenschaften und Anforderungen an Baustoffe und Bauteile
- E DIN 4223-101: Entwurf und Bemessung
- E DIN 4223-102: Anwendung in Bauwerken
- E DIN 4223-104: Sicherheitskonzept

Die angeführten Aktivitäten haben zum Ziel eine europäisch aufgebaute Normenreihe für Bauteile aus bewehrtem Porenbeton zu entwickeln, welche in bestimmten Teilen dann auch in die Muster-LTB einfließen kann (vergl. Abschnitt 4 und 5).

Im Abschnitt 3 der Muster-LTB sind die in den Tab. 3.5 und 3.6 angegebenen Technischen Baubestimmungen und Richtlinien angeführt: Der Entwurf DIN V ENV 1996-1-2, Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten, Teil 1-2: Allgemeine Regeln; Tragwerksbemessung für den Brandfall, Nationales Anwendungsdokument (NAD), Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1996-1-2:1997-05, Ausgabe 2000, ist allerdings gestrichen. Dieses hat folgende Gründe:

Im Abschnitt 2.2 ist der Entwurf DIN V ENV 1996-1-1, Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten, Teil 1-1: Allgemeine Regeln, Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk, Fassung Dez. 1996 angeführt. Der Entwurf ist zurückgezogen, da derzeit auf Grundlage der überarbeiteten europäischen Fassung der Norm das dazugehörige nationale Anwendungsdokument erarbeitet wird.

Tab. 3.5: Technische Regeln zum Brandschutz – Normen (M-LTB, Stand Febr. 2007)

Kenn./ Lfd. Nr.	Bezeichnung	Titel	Ausgabe	Bezugsquelle/ Fundstelle
1	2	3	4	5
3.1	DIN 4102	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen		
	-4 Anlage 3.1/8	- ; Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile	März 1994	*)
	-4/A1	- ; Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile; Änderung A1	November 2004	*)
	-22 Anlage 3.1/10	- ; Teil 22: Anwendungsnorm zu DIN 4102-4 auf der Bemessungsbasis von Teilsicherheitsbeiwerten	November 2004	*)
	DIN V ENV 1992-1-2 Anlage 3.1/9	Eurocode 2: Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken Teil 1-2: Allgemeine Regeln; Tragwerksbemessung für den Brandfall	Mai 1997	*)
	Richtlinie	DIBt-Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1992-1-2:1997-05 in Verbindung mit DIN 1045-1:2001-07	2001	**)
	DIN V ENV 1993-1-2 Anlage 3.1/9	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-2: Allgemeine Regeln; Tragwerksbemessung für den Brandfall	Mai 1997	*)
	DIN-Fachbericht 95	Nationales Anwendungsdokument (NAD) – Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1993-1-2:1997-05	2000	*)
	DIN V ENV 1994-1-2 Anlage 3.1/9	Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton – Teil 1-2: Allgemeine Regeln; Tragwerksbemessung für den Brandfall	Juni 1997	*)
	DIN-Fachbericht 94	Nationales Anwendungsdokument (NAD) – Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1994-1-2:1997-06	2000	*)
	DIN V ENV 1995-1-2 Anlage 3.1/9	Eurocode 5: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln; Tragwerksbemessung für den Brandfall	Mai 1997	*)
	DIN-Fachbericht 95	Nationales Anwendungsdokument (NAD) – Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1995-1-2:1997-05	2000	*)
	DIN V ENV 1996-1-2 Anlage 3.1/9	Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-2: Allgemeine Regeln; Tragwerksbemessung für den Brandfall	Mai 1997	***)
	DIN-Fachbericht 96	Nationales Anwendungsdokument (NAD) – Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1996-1-2:1997-05	2000	***)

*) Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

**) Deutsches Institut für Bautechnik, „DIBt-Mitteilungen“, zu beziehen beim Verlag Ernst & Sohn, Bühringstr. 10, 13086 Berlin

***) derzeit gestrichen/zurückgezogen, Stand Febr. 2007

Im Mai 2005 ist die EN 1996-1-2, Eurocode 6: „Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten“, Teil 1-2: „Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall“, neu erschienen. Die dazugehörige deutsche Sprachfassung ist DIN EN 1996-1-2, Ausgabe 2006-10. Da das nationale Anwendungsdokument (NAD) zum neuen Eurocode 6 noch nicht fertiggestellt sind, konnte dieser bislang noch nicht in die Muster-LTB aufgenommen werden.

Im Hinblick auf die große Bedeutung des Eurocode 6 (EN 1996-1-2) für den Brandschutz wird darauf im Abschnitt 5 noch näher eingegangen. An dieser Stelle sei nur Folgendes angemerkt. Die Mitgliedsländer der EU betrachten die Eurocodes 1 bis 9 als Bezugsdokumente für folgende Zwecke:

- als Mittel zum Nachweis der Übereinstimmung der Hoch- und Ingenieurbauten mit den wesentlichen Anforderungen der Bauproduktenrichtlinie 89/106/EWG (s. Abschnitt 4), insbesondere der Anforderung Nr. 1: Mechanischer Widerstand und Stabilität, und der Anforderung Nr. 2: Brandschutz,
- als Grundlage für die Spezifizierung von Verträgen für die Ausführung von Bauwerken und dazu erforderlichen Ingenieurleistungen,
- als Rahmenbedingung für die Herstellung harmonisierter Spezifikationen (Normen) für Bauprodukte ENs und ETAs).

Die Eurocodes liefern Regelungen für den Entwurf, die Berechnung und Bemessung von kompletten Tragwerken und Bauteilen, die sich für die tägliche Anwendung eignen. Für ungewöhnliche Bauwerke können zusätzliche Spezialkenntnisse für den Planer erforderlich sein.

An der Tab. 3.5 fällt auf, dass mit zwei Ausnahmen sämtliche Brandschutznormen der Normenreihe DIN 4102 fehlen. Der Grund ist der, dass diese Normen gemäß der Bauproduktenrichtlinie vom 21.12.1988 und dem Bauproduktengesetz vom 28.04.1998 zwischenzeitlich durch harmonisierte europäische Normen ersetzt wurden und derzeit nur noch im Rahmen der laufenden Koexistenzräume verwendet werden dürfen. Auf die Zusammenhänge zwischen deutschem Baurecht und europäischer Normung wird in Abschnitt 4 noch ausführlich eingegangen.

Die in Tab. 3.5 angeführten Normen

- DIN 4102-4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile, März 1994,
- DIN 4102-4/A1: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile; Änderung A1, Nov. 2004,
- DIN 4102-22: Anwendungsnorm zu DIN 4102-4 auf der Bemessungsbasis von Teilsicherheitsbeiwerten, Nov. 2004,

gelten als Europäische Anlagen zu den Technischen Baubestimmungen, d. h. der Bauteilkatalog nach DIN 4102-4 und seine Anlagen ist auch im Rahmen der fortschreitenden europäischen Normung zunächst weiterhin gültig. Dieses gilt hingegen nicht für z. B. abgelaufene Prüfzeugnisse nach DIN 4102 oder bauaufsichtliche Zulassungen, welche nicht mehr den Technischen Baubestimmungen entsprechen. Auf die DIN 4102-4/A1 wird an anderer Stelle dieses Berichts noch eingegangen.

Die DIN 4102-22:2004-11 ist hingegen eine Anwendungsnorm mit dem Ziel, die Anwendbarkeit von DIN 4102-4:1994-03 einschließlich DIN 4102-4/A1:2004-11 auch nach der Überarbeitung der nationalen Bemessungsnormen (wie DIN 1045-1, DIN 1052) auf der Basis von Teilsicherheitsbeiwerten (semiprobabilistischer Ansatz) sicherzustellen. Im Anhang A der Norm (informativ) sind zum Bereich Bauteile aus bewehrtem Porenbeton folgende Erläuterungen gegeben:

Zum Zeitpunkt des Reaktionsschlusses lagen für den Bereich „Bauteile aus bewehrtem Porenbeton“ die DIN 4223-1:2003-12 bis DIN 4223-5:2003-12 „Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton“ vor, deren Bemessungskonzept das Verfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten auf der Material- und Lastseite enthält. Derzeit werden anhand von Vergleichberechnungen und einer Erarbeitung von Temperaturprofilen die brandschutztechnischen Bemessungsregeln hierfür erarbeitet, die ebenfalls für die in abschließender Bearbeitung befindliche Europäische Norm prEN 12602 „Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton“ benötigt werden. Es ist daher geplant, die brandschutztechnischen Bemessungsregeln nach dem Teilsicherheitskonzept in Form einer Anpassung zu dieser Anwendungsnorm einzuarbeiten.

Der Stand der Arbeiten an der DIN 4223 sowie prEN 12602 wurde oben bereits erläutert (vergl. auch Abschnitt 5).

Von den in der Tab. 3.6 aufgeführten Richtlinien ist vor allem die Muster-Industriebaurichtlinie (MIndBauR) für Gebäude aus Porenbeton bzw. Porenbetonbauteilen von Bedeutung. Die Industriebaurichtlinie regelt die Mindestanforderungen an den Brandschutz von Industriebauten vor allem im Hinblick auf

- die Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile und die Brennbarkeit der Baustoffe,
- die Größe der Brandabschnitte bzw. Brandbekämpfungsabschnitte.

Zur Ermittlung dieser Größen hat der Planer bei der Anwendung der MIndBauRL die Wahl zwischen drei Verfahren:

- Verfahren nach Abschnitt 6: Festlegung der Feuerwiderstandsklasse der Bauteile nach vorliegenden Tabellen, unter Berücksichtigung festgelegter Flächen für die Brandabschnitte bzw. für einzelne Geschosse.
- Verfahren nach Abschnitt 7: Festlegung der Feuerwiderstandsklasse durch Berechnung nach DIN 18 230-1 „Baulicher Brandschutz im Industriebau“ und Berechnung der zugehörigen Fläche für den Brandabschnitt bzw. Brandbekämpfungsabschnitt.
- Verfahren nach Abschnitt 4.3: Anwendung von Methoden des Brandschutzingenieurwesens gemäß Anhang 1 zur rechnerischen Ermittlung (z. B. durch Wärmebilanzrechnung) der o. g. Größen.

Auf die MIndBauR wird im Abschnitt 5 noch eingegangen. Der Bundesverband Porenbeton hat dieses wichtige Thema in einem eigenen Bericht Nr. 24: 2005/03 ausführlich behandelt.

Abschließend sei noch kurz auf die in der Anlage 3.1/9 der Muster-LTB eingegangen. Danach ist folgendes zu beachten:

- Die Vornormen DIN V ENV 1993-1-2, DIN V ENV 1994-1-2 und DIN V ENV 1995-1-2 dürfen unter Beachtung ihrer Nationalen Anwendungsdokumente dann angewendet werden, wenn die Tragwerksbemessung für die Gebrauchslastfälle bei Normaltemperatur nach den Vornormen DIN V ENV 1993-1-1, DIN V ENV 1994-1-1 bzw.

DIN V ENV 1995-1-1 unter Beachtung ihrer Nationalen Anwendungsdokumente erfolgt ist.

- Die Vornorm DIN V ENV 1992-1-2 darf unter Beachtung der „DIBt-Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1992-1-2 in Verbindung mit DIN 1045-1“ dann angewendet werden, wenn die Tragwerksbemessung für die Gebrauchslastfälle bei Normaltemperatur nach DIN 1045-1:2001-07 erfolgt ist.
- Bei der Anwendung der technischen Regel ist DIN V ENV 1991-2-2:1997-05 - Eurocode 1 - Grundlagen der Tragwerksplanung und Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2-2: Einwirkungen auf Tragwerke; Einwirkungen im Brandfall einschließlich dem Nationalen Anwendungsdokument (NAD) – Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1991-2-2:1997-05 (DIN-Fachbericht 91) zu beachten.
- Für DIN V ENV 1994-1-2 und DIN V ENV 1996-1-2 gilt: Die in den Tabel-

len zu den Mindestquerschnittsabmessungen angegebenen Feuerwiderstandsklassen entsprechen den Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102 Teil 2 bzw. den bauaufsichtlichen Anforderungen gemäß Tabelle 1 Anlage 0.1.2 der Bauregelliste A Teil 1 (s. Abschnitt 3.6).

3.6 Bauregelliste des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt)

3.6.1 Allgemeine Regelungen

Die Landesbauordnungen unterscheiden zwischen geregelten, nicht geregelten und sonstigen Bauprodukten. Geregelte Bauprodukte entsprechen den in der Bauregelliste A Teil 1 bekannt gemachten technischen Regeln oder weichen von ihnen nicht wesentlich ab. Nicht geregelte Bauprodukte sind Bauprodukte, die wesentlich von den in der Bauregel-

liste A Teil 1 bekannt gemachten technischen Regeln abweichen oder für die es keine Technischen Baubestimmungen oder allgemein anerkannten Regeln der Technik gibt.

Die Verwendbarkeit ergibt sich:

- a) für geregelte Bauprodukte aus der Übereinstimmung mit den bekannt gemachten technischen Regeln
- b) für nicht geregelte Bauprodukte aus der Übereinstimmung mit

- der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung oder
- dem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis oder
- der Zustimmung im Einzelfall.

Geregelte und nicht geregelte Bauprodukte dürfen verwendet werden, wenn ihre Verwendbarkeit in dem für sie geforderten Übereinstimmungsnach-

Tab. 3.6: Technische Regeln zum Brandschutz-Richtlinien (M-LTB, Stand Sept. 2006)

Kenn./ Lfd. Nr.	Bezeichnung	Titel	Ausgabe	Bezugsquelle/ Fundstelle
1	2	3	4	5
3.3	Richtlinie Anlage 3.3/1	Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (Muster-Industriebaurichtlinie-MIndBauR)	März 2000	**))
3.4	Richtlinie	Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Systemböden (MSysBöR)	September 2005	**))
3.5	Richtlinie Anlage 3.5/1	Richtlinie zur Bemessung von Löschwasser-Rückhaltanlagen beim Lagern wassergefährdender Stoffe (LöRüRL)	August 1992	**))
3.6	Richtlinie	Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen (Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie M-LüAR)	September 2005	**))
3.7	Richtlinie	Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (Muster-Leitungsanlagenrichtlinie – MLAR)	November 2005	**))
3.8	Richtlinie	Muster-Richtlinie über den Brandschutz bei der Lagerung von Sekundärstoffen aus Kunststoff (Muster-Kunststofflagerrichtlinie – MKLR)	Juni 1996	Anlage F oder ****)
3.9	Richtlinie	Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise – M-HFHolzR	Juli 2004	**)) oder ****)

*) Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

**) Deutsches Institut für Bautechnik, „DIBt-Mitteilungen“, zu beziehen beim Verlag Ernst & Sohn, Bühringstr. 10, 13086 Berlin

****) GWV Fachverlage GmbH, Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden

weis bestätigt ist und sie deshalb das Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) tragen.

Sonstige Bauprodukte sind Produkte für die es allgemein anerkannte Regeln der Technik gibt, die jedoch nicht in der Bauregelliste A enthalten sind. An diese Bauprodukte stellt die Bauordnung zwar die gleichen materiellen Anforderungen, sie verlangt aber weder Verwendbarkeits- noch Übereinstimmungsnachweise; sie sind deshalb auch nicht in der Bauregelliste A erfasst.

Die Festlegungen der Bauregelliste A Teile 1, 2 und 3 und der Liste C betreffen die Voraussetzungen für die Verwendung von Bauprodukten (und die Anwendung von Bauarten im Falle der Bauregelliste A Teil 3) und nicht die Voraussetzungen für das Inverkehrbringen sowie den freien Warenverkehr von Bauprodukten im Sinne des Bauproduktengesetzes (BauPG). Die Festlegungen in der Bauregelliste A Teile 1, 2 und 3 und der Liste C werden nach Ablauf einer von der Europäischen Kommission festgelegten sog. Koexistenzperiode daher nicht unmittelbar gestrichen (zur Koexistenzperiode s. Abschnitt 4).

3.6.2 Bauregelliste A Teile 1, 2 und 3

Die **Bauregelliste A** gilt nur für Bauprodukte und Bauarten im Sinne der Begriffsbestimmung der Landesbauordnungen. Die für die Bemessung und Ausführung der baulichen Anlagen zu beachtenden technischen Regeln, die als Technische Baubestimmungen (LTB) öffentlich bekannt gemacht sind, bleiben hiervon unberührt.

In der **Bauregelliste A Teil 1** werden technische Regeln für Bauprodukte angegeben, die zur Erfüllung der Anforderungen der Landesbauordnungen von Bedeutung sind und die die betroffenen Produkte hinsichtlich der Erfüllung der für den Verwendungszweck maßgebenden Anforderungen hinreichend bestimmen. Diese technischen Regeln bezeichnen die geregelten Bauprodukte. Im Einzelfall sind technische Regeln ggf. nur für bestimmte Verwendungszwecke maßgeblich. Weitere Bestimmungen sind in den Anlagen zur Bauregelliste A Teil 1 enthalten.

In der Liste wird eine Norm aus der Reihe DIN 4102 dann genannt, wenn

- Regelungen zum Erreichen einer Feuerwiderstandsklasse zu beachten sind oder
- die Ermittlung der Baustoffklasse bedeutsam ist.

Auf eine Normangabe wird in der Regel verzichtet, wenn die Baustoffklasse als bekannt vorausgesetzt werden kann – z. B. die Nichtbrennbarkeit von Stahl – oder wenn in der zitierten Produktnorm auf DIN 4102 hingewiesen wird.

Je nach Zusammensetzung der Bauprodukte und der Art ihrer Verwendung können Anforderungen im Hinblick auf den Gesundheits- bzw. Umweltschutz gestellt sein, die durch die in der Bauregelliste A enthaltenen technischen Regeln nicht abgedeckt sind.

In die Bauregelliste A Teil 1 können auch Normen und sonstige Bestimmungen und/oder technische Vorschriften anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum aufgenommen werden, sofern das festgestellte Schutzniveau gleichermaßen dauerhaft erreicht wird.

Wenn eine nicht harmonisierte europäische Norm für ein Bauprodukt, das den in der Bauregelliste A Teil 1 aufgeführten Produktbereichen zugehörig ist, in der Bauregelliste A Teil 1 nicht aufgeführt ist, indiziert dieses, dass diese europäische Norm keine allgemein anerkannte Regel der Technik im Sinne der Landesbauordnungen ist. Das Bauprodukt gilt im Sinne der Landesbauordnungen jedoch nicht als sonstiges Bauprodukt, sondern als nicht geregeltes Bauprodukt (siehe Abschnitt 3.6.1).

Die **Bauregelliste A Teil 2** enthält nicht geregelte Bauprodukte,

- deren Verwendung nicht der Erfüllung erheblicher Anforderungen an die Sicherheit baulicher Anlagen dient und für die es keine allgemein anerkannten Regeln der Technik gibt oder
- für die es Technische Baubestimmungen oder allgemein anerkannte Regeln der Technik nicht oder nicht für alle Anforderungen gibt und die hinsichtlich dieser Anforderungen nach allgemein anerkannten Prüfverfahren beurteilt werden können.

Sie bedürfen anstelle einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nur eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeug-

nisses. Der Übereinstimmungsnachweis bezieht sich auf die Übereinstimmung mit dem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis. Ausgenommen sind die in der Liste C aufgeführten nicht geregelten Bauprodukte (siehe Abschnitt 3.6.4).

Die **Bauregelliste A Teil 3** enthält nicht geregelte Bauarten,

- deren Anwendung nicht der Erfüllung erheblicher Anforderungen an die Sicherheit baulicher Anlagen dient und für die es keine allgemein anerkannten Regeln der Technik gibt oder
- für die es allgemein anerkannte Regeln der Technik nicht gibt oder nicht für alle Anforderungen gibt und die hinsichtlich dieser Anforderungen nach allgemein anerkannten Prüfverfahren beurteilt werden können.

Sie bedürfen anstelle einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nur eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses. Der Übereinstimmungsnachweis bezieht sich auf die Übereinstimmung mit dem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis. Hierbei hat der Anwender der Bauart zu bestätigen, dass die Bauart entsprechend den Bestimmungen des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses ausgeführt wurde und die hierbei verwendeten Produkte den Bestimmungen des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses entsprechen.

3.6.3 Bauregelliste B

In die **Bauregelliste B** werden Bauprodukte aufgenommen, die nach Vorschriften der Mitgliedstaaten der Europäischen Union – einschließlich deutscher Vorschriften – und der Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum zur Umsetzung von Richtlinien der Europäischen Gemeinschaften in den Verkehr gebracht und gehandelt werden dürfen und die die CE-Kennzeichnung tragen.

In die **Bauregelliste B Teil 1** werden unter Angabe der vorgegebenen technischen Spezifikation oder Zulassungsleitlinie Bauprodukte aufgenommen, die aufgrund des Bauproduktengesetzes (BauPG) oder aufgrund der zur Umsetzung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates vom 21.12.1988, geändert durch die Richtlinie 93/68/EWG des Rates vom 22.07.1993, zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte (Baupro-

duktenrichtlinie) von anderen Mitgliedstaaten der Europäischen Union und anderen Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum erlassenen Vorschriften in den Verkehr gebracht und gehandelt werden. In der Bauregelliste B Teil 1 wird in Abhängigkeit vom Verwendungszweck festgelegt, welche Klassen und Leistungsstufen, die in den technischen Spezifikationen oder Zulassungsleitlinien festgelegt sind, von den Bauprodukten erfüllt sein müssen. Welcher Klasse oder Leistungsstufe ein Bauprodukt entspricht, muss aus der CE-Kennzeichnung erkenntlich sein.

Für Bauprodukte der Bauregelliste B Teil 1, mit Ausnahme der Bauprodukte, für die eine europäische technische Zulassung ohne Leitlinie erteilt wird, werden von der Europäischen Kommission sog. Koexistenzperioden im Amtsblatt der Europäischen Union (Ausgabe C) bekannt gemacht, nach deren Ablauf die CE-Kennzeichnungspflicht für das Inverkehrbringen des Bauprodukts besteht.

Während der Koexistenzperiode können Bauprodukte in den EU-Mitgliedstaaten und anderen EWR-Staaten sowohl mit der CE-Kennzeichnung als auch aufgrund der bislang geltenden nationalen Regelungen in den Verkehr gebracht werden. Nach Ablauf der Koexistenzperiode können Bauprodukte, die vor Ablauf der Koexistenzperiode nach den jeweiligen nationalen Regelungen in den Verkehr gebracht worden sind („Lagerbestände“), in baulichen Anlagen noch verwendet werden.

In die **Bauregelliste B Teil 2** werden Bauprodukte aufgenommen, die aufgrund der Vorschriften zur Umsetzung der Richtlinien der Europäischen Gemeinschaften mit Ausnahme von solchen, die die Bauproduktenrichtlinie umsetzen, in den Verkehr gebracht und gehandelt werden, wenn die Richtlinien wesentliche Anforderungen nach § 5 Abs. 1 BauPG nicht berücksichtigen und wenn für die Erfüllung dieser Anforderungen zusätzliche Verwendbarkeitsnachweise oder Übereinstimmungsnachweise nach den Bauordnungen erforderlich sind; diese Bauprodukte bedürfen neben der CE-Kennzeichnung auch des Übereinstimmungszeichens (Ü-Zeichen) nach den Bauordnungen der Länder.

Welche wesentliche Anforderung nach § 5 Abs. 1 BauPG von den Richtlinien

nicht abgedeckt wird, ist in Spalte 4 der Bauregelliste B Teil 2 angegeben. Die Spalten 5 und 6 enthalten die zur Berücksichtigung dieser wesentlichen Anforderung nach den Bauordnungen der Länder erforderlichen Verwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweise. Wesentliche Anforderungen nach § 5 Abs. 1 BauPG sind mechanische Festigkeit, Standsicherheit, Brandschutz, Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz, Nutzungssicherheit, Schallschutz, Energieeinsparung und Wärmeschutz. Die wesentlichen Anforderungen sind in den Grundlagendokumenten nach Art. 12 der Richtlinie 89/106/EWG des Rates vom 21.12.1988 präzisiert.

3.6.4 Liste C

Bauprodukte, für die es weder Technische Baubestimmungen noch allgemein anerkannte Regeln der Technik gibt und die für die Erfüllung bauordnungsrechtlicher Anforderungen nur eine untergeordnete Bedeutung haben, werden in die Liste C aufgenommen. Bei diesen Produkten entfallen die Verwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweise. Diese Bauprodukte dürfen kein Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) tragen.

Ungeachtet dessen können jedoch je nach Zusammensetzung der Bauprodukte und der Art ihrer Verwendung Anforderungen im Hinblick auf den Brandschutz, Gesundheits- oder Umweltschutz gestellt sein. Solche Anforderungen ergeben sich zum Beispiel aus dem Verwendungsverbot für Baustoffe, die auch in Verbindung mit anderen Baustoffen leichtentflammbar sind.

3.6.5 Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen

Für die im Bereich der nicht geregelten Bauprodukte erteilten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen macht das Deutsche Institut für Bautechnik die bauaufsichtlichen Zulassungen nach Gegenstand und wesentlichem Inhalt öffentlich bekannt (siehe www.dibt.de / Zulassungen / Bestellservice für erteilte Zulassungen / Zulassungen / National (abZ)).

3.6.6 Europäische technische Zulassungen

Die europäischen technischen Zulassungen für Bauprodukte und Bausätze macht das Deutsche Institut für Bautech-

nik nach Gegenstand und wesentlichem Inhalt öffentlich bekannt (siehe www.dibt.de / Zulassungen / Bestellservice für erteilte Zulassungen / Zulassungen / Europa (ETA)).

3.6.7 Nachweise, Prüfungen und Überwachung

Bauprodukte, für die in der Bauregelliste A Teil 1 technische Regeln angegeben sind und Bauprodukte, die in der Bauregelliste A Teil 2 genannt sind, sowie Bauarten, die in der Bauregelliste A Teil 3 enthalten sind, bedürfen für ihre Verwendung eines Übereinstimmungsnachweises. Die jeweils erforderliche Art dieses Nachweises ist wie folgt unterschieden:

- Übereinstimmungserklärung des Herstellers (ÜH),
- Übereinstimmungserklärung des Herstellers nach vorheriger Prüfung des Bauprodukts durch eine anerkannte Prüfstelle (ÜHP) oder
- Übereinstimmungszertifikat durch eine anerkannte Zertifizierungsstelle (ÜZ).

Maßgebend ist öffentlich-rechtlich stets die jeweils vorgeschriebene Art des Übereinstimmungsnachweises, auch wenn in der technischen Regel etwas anderes vorgesehen ist. Eine in einer technischen Regel vorgesehene Fremdüberwachung ist daher öffentlich-rechtlich unbeachtlich, wenn in der Regelliste kein Übereinstimmungszertifikat vorgeschrieben ist.

Sind in den technischen Regeln Prüfungen von Bauprodukten, insbesondere Eignungsprüfungen, Erstprüfungen oder Prüfungen zur Erlangung von Prüfzeugnissen oder Werksbescheinigungen vorgesehen, so sind diese Prüfungen im Rahmen der vorgeschriebenen Übereinstimmungsnachweise durchzuführen.

Die werkseigene Produktionskontrolle ist die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion, die sicherstellen soll, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den maßgebenden technischen Regeln entsprechen. Sie bestimmt sich nach DIN 18200:2000-05, Abschnitt 3. Im Übrigen sind für die werkseigene Produktionskontrolle die in den technischen Regeln enthaltenen Bestimmungen maßgebend. Dabei gelten Bestimmungen für die Eigenüberwachung als Bestimmungen für die werkseigene Produktionskontrolle.

Werden Bauprodukte nicht in Serie von Betrieben hergestellt, die oder deren Betreiber in die Handwerksrolle eingetragen sind, gelten die Anforderungen an die werkseigene Produktionskontrolle im Sinne von DIN 18200:2000-05, Abschnitt 3, bei Einhaltung der handwerklichen Regeln als erfüllt.

Die Fremdüberwachung bestimmt sich nach DIN 18200:2000-05, Abschnitte 4.1 und 4.3. Im Übrigen sind die für die Fremdüberwachung in den technischen Regeln enthaltenen Bestimmungen maßgebend.

In DIN EN-Normen enthaltene Bestimmungen für den Konformitätsnachweis gelten als Bestimmungen für den Übereinstimmungsnachweis. Wenn die technische Regel normative Anhänge enthält, gelten diese mit, es sei denn, sie sind im Einzelfall als technische Regeln ausgenommen.

Werden Bauprodukte, für die technische Regeln in der Bauregelliste A Teil 1 bekannt gemacht sind und die von diesen wesentlich abweichen, ausschließlich für Verwendungszwecke nach Liste C hergestellt und eingesetzt, so ist ein Übereinstimmungsnachweis nicht erforderlich. Eine Kennzeichnung mit dem Ü-Zeichen ist in diesen Fällen nicht zulässig.

In der Bauregelliste A Teil 1 wird in Spalte 5 bestimmt, in welchen Fällen bei wesentlichen Abweichungen von den technischen Regeln der Verwendbarkeitsnachweis durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (Z) oder an deren Stelle durch ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (P) zu führen ist.

Bauprodukte, die in der Bauregelliste A Teil 2 genannt sind, und Bauarten, die in der Bauregelliste A Teil 3 genannt sind, bedürfen zum Nachweis ihrer Verwendbarkeit nur eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses (P).

Die Prüfstellen, die allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse erteilen, sowie die Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstellen, die im Rahmen des Übereinstimmungsnachweises eingeschaltet werden, müssen für den jeweiligen Bereich nach den Landesbauordnungen anerkannt sein.

3.6.8 Brandschutztechnische Anforderungen in bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften gemäß Anlage 0.1.1 und 0.2.1 zur Bauregelliste A Teil 1, Ausgabe 2007/01

Bauaufsichtliche Anforderungen an Bauteile zur Gewährleistung einer bestimm-

ten Dauer der Feuerwiderstandsfähigkeit werden durch die Bezeichnungen „feuerhemmend“, „hochfeuerhemmend“ und „feuerbeständig“ ausgedrückt. In den folgenden Tabellen werden die bauaufsichtlichen Anforderungen den Klassen nach DIN 4102-2. Die Klassifizierungen nach den europäischen Normen DIN EN 13501-2, DIN EN 13501-3 und DIN EN 13501-5 sind für den Nachweis der geforderten Feuerwiderstandsdauer eines Bauteiles alternativ anwendbar (s. Abschnitt 4.2). Die Zuordnung der Klassen nach DIN 4102 bzw. nach DIN EN 13501 zu den bauaufsichtlichen Anforderungen ersetzt nicht die für die jeweiligen Bauprodukte und Bauarten vorgeschriebenen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweise bzw. Anwendbarkeitsnachweise. Bei geregelten Bauprodukten nach Bauregelliste A Teil 1 erfolgt die Klassifizierung im Rahmen des Übereinstimmungsnachweises.

Bei CE-gekennzeichneten Bauprodukten nach Bauregelliste B Teil 1 erfolgt die Klassifizierung im Rahmen des Konformitätsnachweises. Bei Bauprodukten und Bauarten nach Bauregelliste A Teile 2 und 3 ist diesbezüglich das Brandverhalten oder die Feuerwiderstandsfähigkeit durch ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis, bei anderen nicht geregelten Bauprodukten durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachzuweisen.

Tab. 3.7: Feuerwiderstandsklassen von Bauteilen nach DIN 4102-2:1977-09 und ihre Zuordnung zu den bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften

Bauaufsichtliche Anforderungen	Klassen nach DIN 4102-2	Kurzbezeichnung nach DIN 4102-2
Feuerhemmend	Feuerwiderstandsklasse F 30	F 30 - B ¹⁾
Feuerhemmend und aus nichtbrennbaren Baustoffen	Feuerwiderstandsklasse F 30 und aus nichtbrennbaren Baustoffen	F 30 - A ¹⁾
Hochfeuerhemmend	Feuerwiderstandsklasse F 60 und in den wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen	F 60 - AB ²⁾
	Feuerwiderstandsklasse F 60 und aus nichtbrennbaren Baustoffen	F 60 - A ²⁾
Feuerbeständig	Feuerwiderstandsklasse F 90 und in den wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen	F 90 - AB ^{3) 4)}
Feuerbeständig und aus nichtbrennbaren Baustoffen	Feuerwiderstandsklasse F 90 und aus nichtbrennbaren Baustoffen	F 90 - A ^{3) 4)}

¹⁾ bei nichttragenden Außenwänden auch W 30 zulässig
²⁾ bei nichttragenden Außenwänden auch W 60 zulässig
³⁾ bei nichttragenden Außenwänden auch W 90 zulässig
⁴⁾ nach bestimmten bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften einiger Länder wird auch F 120 gefordert

Tab. 3.8: Baustoffklassen nach bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften

Bauaufsichtliche Anforderung	Baustoffklasse nach DIN 4102-1
nichtbrennbare Baustoffe	A A 1 A 2
brennbare Baustoffe schwerentflammbare Baustoffe normalentflammbare Baustoffe	B B 1 B 2
leichtentflammbare Baustoffe	B 3

Die in DIN 4102-2:1977/09, Abschnitt 8.8.2, Tabelle 2 angegebenen Bezeichnungen entsprechen folgenden Anforderungen in bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften (s. Tab. 3.7).

Die jeweiligen bauaufsichtlichen Anforderungen an die Feuerwiderstandsfähigkeit von Bauteilen ergeben sich aus den Regelungen der Landesbauordnungen zu Wänden, Decken und Dächern. Zusätzlich werden Bauteile nach dem Brandverhalten ihrer Baustoffe unterschieden in:

1. Bauteile aus nichtbrennbaren Baustoffen,
2. Bauteile, deren tragende und aussteifende Teile aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen und die bei raumabschließenden Bauteilen zusätzlich eine in Bauteilebene durchgehende Schicht aus nichtbrennbaren Baustoffen haben,
3. Bauteile, deren tragende und aussteifende Teile aus brennbaren Baustoffen bestehen und die allseitig eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen (Brandschutzbekleidung) und Dämmstoffen haben,
4. Bauteile aus brennbaren Baustoffen.

Bei hochfeuerhemmenden Bauteilen nach Nr. 3 ist das Brandschutzvermögen der brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen (Brandschutzbekleidung) zusätzlich zur Feuerwiderstandsfähigkeit nachzuweisen und nach DIN EN 13501-2 mit K₂ 60 zu klassifizieren.

Nach deutschem Baurecht muss die Feuerwiderstandsfähigkeit von Decken grundsätzlich sowohl von oben nach unten als auch von unten nach oben erfüllt sein. Die europäischen Klassifi-

zierungen berücksichtigen eine Brandbeanspruchung von unten nach oben. Damit auf eine zusätzliche Brandprüfung mit Brandbeanspruchung auf der Oberseite verzichtet werden kann, müssen feuerwiderstandsfähige Holzbalkendecken bei den Brandprüfungen oberseitig zusätzlich bestimmte konstruktive Bedingungen erfüllen.

Die europäische Klassifizierung der Feuerwiderstandsfähigkeit von Bauteilen berücksichtigt das Brandverhalten der Baustoffe nicht. Das Brandverhalten der Baustoffe wird deshalb nach DIN EN 13501-1 (Abschnitt 4.2.4) zusätzlich bestimmt.

Die in DIN 4102-1:1998-05, Abschnitt 3 und in der Berichtigung 1:1998-08 zu DIN 4102-1 angegebenen Baustoffklassen entsprechen den folgenden bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften.

Bauaufsichtliche Vorschriften können Anforderungen an Baustoffe hinsichtlich des brennenden Abtropfens/Abfallens im Brandfall enthalten. Für schwerentflammbare und normalentflammbare Bauprodukte – ausgenommen Bodenbeläge – werden bei den Prüfungen nach DIN 4102-1 Ergebnisse über das brennende Abtropfen oder das Abfallen brennender Probenteile festgestellt, bei den schwerentflammbaren Bauprodukten außerdem Werte über die Rauchentwicklung. Tritt brennendes Abtropfen/Abfallen auf bzw. wird bei schwerentflammbaren Bauprodukten – ausgenommen Bodenbeläge – der Grenzwert für die Rauchentwicklung überschritten, ist dies zusätzlich zur Baustoffklassifizierung mit dem Ü-Zeichen anzugeben. An Bauprodukte in baulichen Anlagen und Räumen besonderer Art oder Nutzung können bezüglich Rauchentwicklung und Entstehung toxischer Gase weitere bauaufsichtliche Anforderungen gestellt werden.

Nachdem sich die Baustoffklassen von brennbaren Baustoffen nach DIN 4102 und DIN EN 13501-1 grundsätzlich unterscheiden, sind im bauaufsichtlichen Verfahren in der Regel die europäischen Klassen (s. Abschnitt 4.2.4) zu verwenden. Bei nichtbrennbaren Baustoffen der Klasse A bzw. A2 stimmen die Baustoffklassen praktisch überein.

3.6.9 Bauprodukte aus Porenbeton gemäß Bauregelliste A, Fassung 2007/1

In der Bauregelliste A Teil 1, sind u. a. die in Tab. 3.9 angegebenen Eintragungen zu finden.

Aus der Tab. 3.9 geht hervor, dass Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton mit wesentlichen Abweichungen von den genannten technischen Regeln als Verwendbarkeitsnachweise eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder ein bauaufsichtliches Prüfzeugnis benötigen.

Der Hinweis unter der Lfd. Nr. 1.6.25 auf die Anlage 1.40 zur BRL A Teil 1, bezieht sich auf die Erweiterung von Tabelle 1 in der DIN 4223-1:2003-12 um die Druckfestigkeitsklasse P 6,6, d. h. die Druckfestigkeitsklassen für Bauteile mit statisch anrechenbarer Bewehrung sind wie folgt festgelegt (s. Tab. 3.10).

Bauprodukte im Geltungsbereich harmonisierter Normen nach der Bauproduktenrichtlinie sind in der Bauregelliste B Teil 1, aufgeführt. Dazu gehören u. a. die in Tab. 3.11 angegebenen Bauprodukte.

In der zitierten Anlage 01 sind die anzuwendenden Brandschutzregeln wie folgt festgelegt:

Es gelten die in den Landesbauordnungen und Vorschriften aufgrund der LBO vorgegebenen Stufen, Klassen und Verwendungsbedingungen. Für die Zuordnung nach DIN EN 13 501-2 und DIN EN 13 501-3 zu den bauaufsichtlichen Benennungen gilt Bauregelliste A Teil 1, Anlage 0.1.2 (siehe Tab. 4.3). Für die Zuordnung der nach DIN EN 13 501-1 klassifizierten Brandeigenschaften von Baustoffen zu den bauaufsichtlichen Benennungen gilt Bauregelliste A Teil 1, Anlage 0.2.2 (siehe Tab. 4.6).

Tab. 3.9: Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton gemäß Bauregelliste A Teil 1

Kenn./ Lfd. Nr.	Bezeichnung	Titel	Ausgabe	Bezugsquelle/ Fundstelle
1	2	3	4	5
1.6.24	Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton	DIN 4223-1, -2, -3, -4, -5:2003/12 in Verbindung mit Anlage 1.40	ÜZ	Z
2.1.13	Porenbeton-Plansteine	DIN V 4165:2003/06. Zusätzlich gilt: Anlagen 2.7 und 2.17 sowie für bewehrtes Mauerwerk DIN 1053-3:1990/02	ÜZ	Z
9.2	Porenbeton-Bauplatten und Porenbeton-Planbauplatten	DIN 4166:1997/10. Zusätzlich gilt: Anlage 1.33	ÜH	P

ÜH - Übereinstimmungserklärung des Herstellers
 ÜHP - Übereinstimmungserklärung des Herstellers nach vorheriger Prüfung des Bauproduktes durch eine anerkannte Prüfstelle
 ÜZ - Übereinstimmungszertifikat durch eine anerkannte Zertifizierungsstelle
 Z - Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
 P - Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis

Tab. 3.10: Druckfestigkeitsklassen bewehrter Bauteile aus Porenbeton

	Druckfestigkeit in MPa			
Druckfestigkeitsklasse	P 2,2	P 3,3	P 4,4	P 6,6
Charakteristische Druckfestigkeit f_{ck}	2,2	3,3	4,4	6,6
Mindestdruckfestigkeit $f_{c\ min}$	2,1	3,2	4,2	6,3

Tab. 3.11: Bauprodukte aus dampfgehärtetem Porenbeton gemäß Bauregelliste B Teil 1

	Bauprodukt		In Abhängigkeit vom Verwendungsnachweis erforderliche Stufen und Klassen
	Bezeichnung	Norm	
1	2	3	4
1.2.1.4	Porenbetonsteine	EN 771-4:2003 EN 771-4/A1:2005/02 in Deutschland umgesetzt durch DIN EN 771-4:2005/05	Anlage 01

4 Nachweis des Brandschutzes in Europa

4.1 Bauproduktenrichtlinie

Die Bauproduktenrichtlinie (BPR) gilt für Bauprodukte (Produkte, die dauerhaft in Bauwerke des Hoch- oder Tiefbaus eingebaut sind), soweit sie für die wesentlichen Anforderungen an Bauwerke Bedeutung haben. Diese Richtlinie des Rates der Europäischen Gemeinschaften zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Bauprodukte (89/106/EWG) wurde am 21.12.1988 veröffentlicht. Die Ziele dieser Richtlinie sind:

- der Abbau technischer Handelshemmnisse im Baubereich,
- die Harmonisierung bautechnischer Regeln.

Im Artikel 3 der Richtlinie sind die wesentlichen auf Bauwerke anwendbare Anforderungen, welche die technischen Merkmale eines Bauproduktes beeinflussen, angegeben. Diese sind:

- Mechanische Festigkeit und Standsicherheit
- Brandschutz
- Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
- Nutzungssicherheit
- Schallschutz
- Energieeinsparung und Wärmeschutz

Im Anhang I zur BPR sind die wesentlichen Anforderungen konkretisiert, d. h. die 6 genannten Anforderungen werden generell präzisiert und beschrieben. Nach dem Anhang I sind die wesentlichen Anforderungen Nr. 2 „Brandschutz“ wie folgt festgelegt:

Ein Bauwerk muss derart entworfen und ausgeführt sein, dass bei einem Brand

- die Tragfähigkeit während eines bestimmten Zeitraumes erhalten bleibt,
- die Entstehung und Ausbreitung von Feuer und Rauch innerhalb eines Bauwerks begrenzt wird,
- die Ausbreitung von Feuer auf benachbarte Bauwerke begrenzt wird,
- die Bewohner des Gebäudes unverletzt verlassen oder durch andere Maßnahmen gerettet werden können,
- die Sicherheit der Rettungsmannschaften berücksichtigt ist.

Man erkennt unmittelbar, dass die o. g. Anforderungen grundsätzlich mit den Anforderungen nach der MBO übereinstimmen.

Die Umsetzung der Bauproduktenrichtlinie erfolgte Anfang der 90er Jahre im Rahmen des Bauproduktengesetzes (BauPG), d. h. des Gesetzes über das Inverkehrbringen von Bauprodukten und den freien Warenverkehr mit Bauprodukten zur Umsetzung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates vom 21.12.1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Bauprodukte vom 10.08.1992 (Neufassung 28.04.1998).

In der MBO, Fassung Dez. 1993, wurden erstmalig die neuen Verwendungsregelungen für Bauprodukte §§ 22 bis 24c veröffentlicht und den Ländern zur Übernahme in die Landesbauordnungen

empfohlen bzw. eigene Verwendungsregelungen für Bauprodukte in die LBO aufzunehmen. Die unmittelbare Umsetzung des Bauproduktenrechtes in der MBO erfolgt im § 17 Abs. 1 Punkt 2 (s. Abschnitt 3.3). Wichtig sind dabei vor allem die Festlegungen hinsichtlich der CE-Kennzeichnung sowie der erforderlichen Angabe von Klassen- und Leistungsstufen, welche die Leistung des Bauproduktes charakterisieren.

Auf der Grundlage der Bauproduktenrichtlinie und dem Grundlagendokument 2 (GD 2) „Brandschutz“, werden verschiedene europäische technische Regeln (europäische Spezifikationen) erarbeitet. Das Strukturschema der Gesamtheit aller Arbeiten und erstellten Dokumente ist auf der nachstehenden Abb. 4.1 angegeben. Von besonderer Bedeutung sind als europäische Spezifikationen

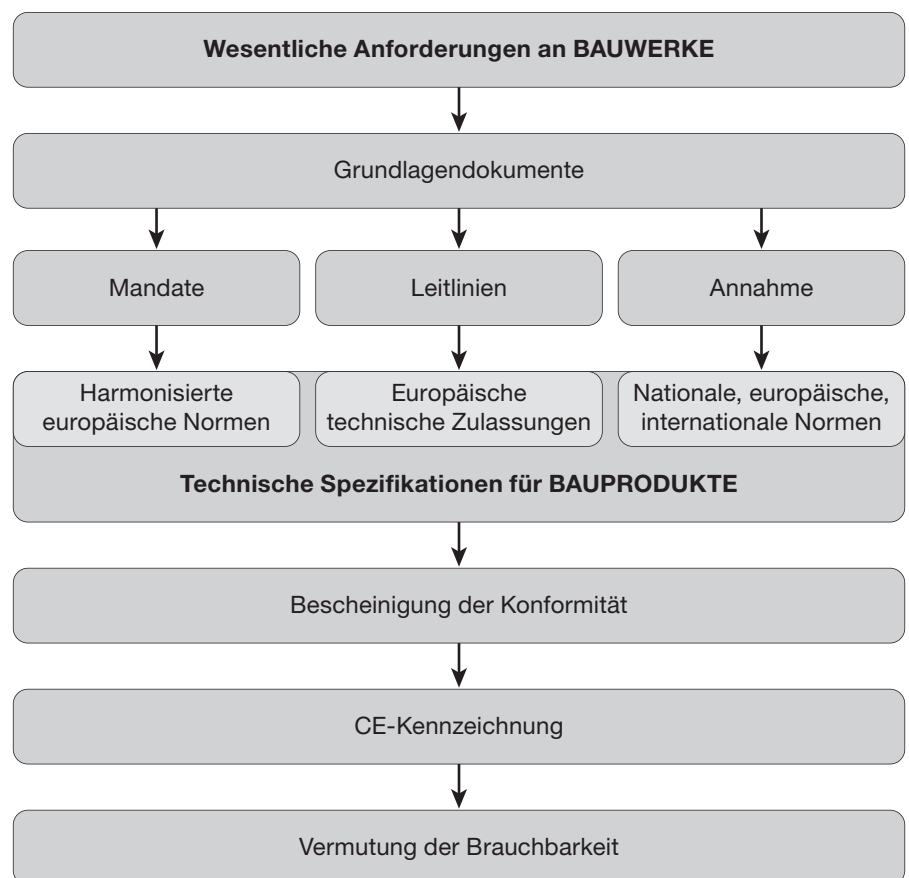


Abb. 4.1: Strukturschema der Bauproduktenrichtlinie zur Erstellung europäischer technischer Spezifikationen.

- die harmonisierten europäischen Bauproduktnormen (hEN, erarbeitet von CEN, Merkmal: Anhang ZA),
- die europäischen technischen Zulassungen für Bauprodukte und Bausätze (ETA, erteilt von den EOTA-Zulassungsstellen).

Alle Bauprodukte und Bausätze (kits) nach technischen Spezifikationen erhalten eine CE-Kennzeichnung und sind in der EU frei handelbar. Es ist zu beachten, dass ein Bausatz ein ganzes Haus sein kann, d. h. dieses Haus muss eine CE-Kennzeichnung haben !

Bauprodukte nach einer hEN dürfen somit in der EU nach dem BauPG gehandelt werden. Die Verwendung dieser Bauprodukte regeln die LBO mit der Bauregelliste B Teil 1 durch Festlegung der Klassen und Leistungsstufen und durch Verweis auf Verwendungsvorschriften auf der Grundlage der Musterliste der Technischen Baubestimmungen (Muster-LTB). Die Muster-LTB enthält zusätzliche Verwendungsregelungen für „europäische“ Bauprodukte zur Anpassung an die (deutschen) Bemessungs- und Ausführungsregeln als

- Technische Baubestimmungen,
- europäische Anlagen zu Technischen Baubestimmungen (z. B. DIN 4102-4/ A1:2004-11).

Das Bauproduktenrecht legt u. a. die Übergangsregelungen für die Einführung europäischer Spezifikationen fest. Zunächst erfolgt die Veröffentlichung einer hEN im Amtsblatt der EU mit Angabe des Datums, ab wann die EN-Norm angewendet werden darf. Spätestens 9 Monate nach der Verfügbarkeit muss die Veröffentlichung im Bundesanzeiger erfolgen. Nach Bekanntmachung der EN-Norm beginnt der Koexistenzzeitraum, in der Regel 12 Monate. Zum Ende des Koexistenzzeitraumes muss die entsprechende nationale Norm für das gleiche Bauprodukt zurückgezogen werden.

Nach Ablauf des Koexistenzzeitraumes dürfen somit nur noch Bauprodukte mit der CE-Kennzeichnung in den Handel gelangen. Für europäisch technische Zulassungen (ETA) beträgt der Koexistenzzeitraum in der Regel 24 Monate. In der Abb. 4.2 ist als Beispiel eine CE-Kennzeichnung nach europäischer Spezifikation angegeben.

 01234		
Porenbeton GmbH, xxx xxx xxx 05 01234-BPR-00234		
DIN EN 771-4 Porenbetonstein der Kategorie I Gruppe 1 nach EN 1996-1, Maße (L x B x H): 624 x 240 x 249 mm		
Grenzabmaße:	Abmaßklasse:	Dünnbettmörtel B
	Ebenheit:	1,0 mm
	Planparallelität:	1,0 mm
Mittlere Druckfestigkeit: 5,0 N/mm ² (⊥ zur Lagerfläche), Kategorie I		
Formbeständigkeit: Schwinden ≤ 0,2 mm/m		
Verbundfestigkeit: für Dünnbettmörtel = 0,30 N/mm ²		
Brandverhalten: Euroklasse A1		
Wasseraufnahme: Darf nicht ungeschützt verwendet werden		
Wasserdampfdiffusions-Koeffizient: 5/10		
Luftschalldämmung: Brutto-Rohdichte: 525 kg/m ³ . Zuordnung siehe Regeln für die Verwendung von Porenbetonprodukten nach DIN-EN 771-4		
Form und Ausbildung: NF-GT		
Äquivalente Wärmeleitfähigkeit: 0,13 W/mK (λ _{10,dry})		
Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit für Deutschland nach DIN 4108-4: λ = 0,16		
Frostwiderstand: Darf nicht ungeschützt verwendet werden		
Gefährliche Substanzen: siehe Sicherheitsdatenblatt		

Abb. 4.2: CE-Kennzeichnung für einen Porenbetonstein

Die CE-Konformitätskennzeichnung nach der Richtlinie 93/68/EWG enthält u. a. folgende wichtige Punkte:

- Kennnummer der Zertifizierungsstelle,
- Name oder Bildzeichen und eingetragene Anschrift des Herstellers. Die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem das Kennzeichen angebracht wurde,
- Nummer des Zertifikats,
- Nummer der Europäischen Norm,
- Beschreibung des Produkts,
- Angaben über Eigenschaften, für die gesetzliche Bestimmungen gelten.

4.2 Grundlegendokument Nr. 2 – Brandschutz

4.2.1 Grundsätzliche Vorgehensweise

Das GD 2 „Brandschutz“ wurde im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. C 62/1 vom 28. Februar 1994 veröffentlicht. In der Einführung werden in dem Dokument die Strategien des Brandschutzes, einschließlich der Anwendung von Ingenieurmethoden und die allgemeinen Brandschutzanforderungen beschrieben. Danach werden die brandschutztechnischen Einwirkun-

gen und Nachweismethoden vorgestellt und schließlich werden die eigentlichen Hauptthemen, d. h. die Vorgaben für Bauwerksteile und Produkte, um Brandschutzziele zu erfüllen und technische Spezifikationen (Normen) zu erarbeiten, behandelt.

Die Vorgaben nach dem GD 2 für nationale Vorschriften zur Formulierung von Brandschutzanforderungen umfassen u. a. die Forderungen:

- Angabe der Leistungsanforderungen an das Bauwerk in Zahlenwerten oder allgemeinen Begriffen,
- Angabe einer Mindestleistung der Bauprodukte bei Brand; z. B. Feuerwiderstand, Brandverhalten der Baustoffe, Leistungsfähigkeit der Brandschutzeinrichtungen,
- Angabe der kritischen Bedingungen im Brandbereich, denen Menschen in oder in der Nähe von Bauwerken bei einem Brand ausgesetzt sein können.

Mit Ausnahme des 3. Punktes sind die o. a. Anforderungen in der MBO bzw. der LBO vollständig enthalten. Die Angabe von kritischen Bedingungen ist in der MBO nur indirekt enthalten, z. B. in der Grundsatzanforderung „Verhinderung der Feuer- und Rauchausbreitung“. In der Industriebau-Richtlinie und der Muster-Versammlungsstätten VO ist diesbezüglich hingegen direkt die Einhaltung einer raucharmen Schicht gefordert, d. h. auch der o. g. 3. Punkt ist im deutschen Baurecht verankert.

Die Konkretisierung der Schutzziele gemäß GD 2 umfasst folgende fünf Gesichtspunkte:

- die Standsicherheit im Brandfall durch
 - Gewährleistung der Sicherheit der Nutzer im Gebäude,
 - Gewährleistung der Sicherheit der Rettungskräfte und der Feuerwehr,
 - Sicherstellung der Funktionsfähigkeit von Bauprodukten, die dem Brandschutz dienen;
- die Begrenzung der Entstehung und Ausbreitung von Feuer und Rauch innerhalb des Bauwerks durch
 - Verhütung der Brandentstehung,
 - Begrenzung der Entstehung von Feuer und Rauch,
 - Begrenzung der Brandausbreitung;

- die Begrenzung der Brandausbreitung auf benachbarte Bauwerke durch
 - Verhinderung von Großbränden,
 - Ermöglichung einer wirksamen Brandbekämpfung;
- die Rettung der Nutzer des Bauwerks durch
 - Anlage und Bemessung baulicher Rettungswege,
 - Abtrennung der Rettungswege,
 - Begrenzung der Brandentstehung in Rettungswegen,
 - Rauchschutzmaßnahmen;
- die Sicherung der Rettungsmannschaften durch
 - bauliche Maßnahmen,
 - organisatorische Maßnahmen.

Die o. g. fünf Brandschutzziele sind grundsätzlich in der MBO bzw. LBO zu beachten. Ein Vergleich mit den deutschen Regelwerken zeigt, dass diese Voraussetzung in allen Fällen gegeben ist. Weiterhin ist erkennbar, dass im GD 2 die „deutsche“ Brandschutzphilosophie deutliche Spuren hinterlassen hat, was auf die intensive Mitarbeit des DIBt bei der Dokumenterstellung zurückzuführen ist.

Aus den Vorgaben der o. g. fünf Brandschutzziele für Bauprodukte bzw. Bauwerksteile wurden für die Erarbeitung der technischen Spezifikationen entsprechende Leistungskriterien entwickelt, welche jeweils wie folgt gegliedert sind:

- Beschreibung der Brandschutzfunktion,
- Angabe der Beanspruchungen bzw. Einwirkungen, der das Produkt bzw. Bauwerk ausgenutzt ist,
- Angabe der Leistungskriterien für das Produkt bzw. Bauwerksteil,

- Benennung von Klassen wegen unterschiedlicher Vorschriften (in Europa) nach den jeweiligen Hauptkriterien (Beispiel: Anforderung an die Feuerwiderstandsfähigkeit nach den Kriterien Tragfähigkeit, Raumabschluss, Wärmedämmung).

Die Leistungskriterien an tragende und nichttragende Bauteile nach dem GD 2 „Brandschutz“ sind in der Tab. 4.1 angegeben.

Ein Kriterium in der Tab. 4.1, welches im deutschen Baurecht bisher nicht verankert war, betrifft die Brandschutzwirkung durch eine Bekleidung (K-Kriterium). Es ist u. a. anzuwenden bei Gebäuden der GK 4 mit brennbarer Tragkonstruktion und brandschutztechnisch wirksamer Bekleidung. Wenn eine solche Tragkonstruktion sich z. B. bei 220 °C entzünden kann, dann wäre die wirksame Bekleidung so auszulegen, dass die Oberflächentemperatur der Tragkonstruktion, an der ungünstigsten Stelle, in Beurteilungszeit von z. B. 60 Minuten Branddauer, die Temperatur von 220 °C nicht erreicht.

4.2.2 Bauteilklassifizierung

Die jeweiligen bauaufsichtlichen Anforderungen an die Feuerwiderstandsfähigkeit von Bauteilen ergeben sich aus der MBO bzw. den Regelungen der Landesbauordnungen zu Wänden, Decken und Dächern entsprechend den bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften gemäß Anlage 0.1.1 zur Bauregelliste A Teil 1 (s. Abschnitt 3.6.8). Die europäische Klassifizierung erfolgt nach den Normen DIN EN 13501-2, DIN EN 13501-3 und DIN EN 13502-4. Die klassifizierten Eigenschaften zum Feuerwiderstandverhalten entsprechen den in Tab. 4.2 angegebenen Anforderungen

Tab. 4.1: Grundlegendokument Brandschutz – Leistungskriterien

Kurzzeichen	Kriterium
R (Résistance)	Tragfähigkeit
E (Étanchéité)	Raumabschluss
I (Insulation)	Wärmedämmung (unter Brandeinwirkung)
W (Radiation)	Begrenzung des Strahlungsdurchtritts
M (Mechanical action)	Mechanische Einwirkungen auf Wände (Stoßbeanspruchung)
K (Fire protection ability)	Brandschutzwirkung durch eine Bekleidung

Tab. 4.2: Feuerwiderstandsklassen von Bauteilen nach DIN EN 13501-2 und ihre Zuordnung zu den bauaufsichtlichen Anforderungen

Bauaufsichtliche Anforderung	Tragende Bauteile		Nichttragende Innenwände	Nichttragende Außenwände	Doppelböden	Selbstständige Unterdecken
	ohne Raumabschluss	mit Raumabschluss				
feuerhemmend	R 30	REI 30	EI 30	E 30 (i → o) und EI 30-ef (i ← o)	REI 30	EI 30 (a ↔ b)
hochfeuerhemmend	R 60	REI 60	EI 60	E 60 (i → o) und EI 60-ef (i ← o)	–	EI 60 (a ↔ b)
feuerbeständig	R 90	REI 90	EI 90	E 90 (i → o) und EI 90-ef (i ← o)	–	EI 90 (a ↔ b)
Feuerwiderstandsfähigkeit 120 Min.	R 120	REI 120	–	–	–	–
Brandwand	–	REI 90-M	EI 90-M	–	–	–

in bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften.

Die Tab. 4.2 ist in der Anlage 0.1.2 zur Bauregelliste A Teil 1, Ausgabe 2007/1, in den DIBt Mitteilungen (Sonderheft 34, S. 77) gemäß § 17 Abs. 2 veröffentlicht und insoweit Bestandteil des deutschen Baurechts.

Für Sonderbauteile nach DIN EN 13501-2, DIN EN 13501-3 und DIN EN 13501-4 und ihrer Zuordnung zu den bauaufsichtlichen Anforderungen nach MBO bzw. LBO sind die Feuerwiderstandsklassen gemäß Anlage 0.1.2 zur Bauregelliste A Teil 1, Ausgabe 2007/1, in der nachstehenden Tab. 4.3 angegeben. Die zugehörigen Erläuterungen der Klassifizierungskriterien und weitere zusätzliche Angaben enthält die folgende Tab. 4.4.

Die Zuordnung der Klassen nach DIN 4102 bzw. DIN EN 13501 zu den bauaufsichtlichen Anforderungen ersetzt nicht die für die jeweiligen Bauprodukte und Bauarten vorgeschriebenen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweise bzw. Anwendbarkeitsnachweise.

Bei geregelten Bauprodukten nach Bauregelliste A Teil 1 erfolgt die Klassifizierung im Rahmen des Übereinstimmungsnachweises.

Bei CE-gekennzeichneten Bauprodukten nach Bauregelliste B Teil 1 erfolgt die Klassifizierung im Rahmen des Konformitätsnachweises.

Bei Bauprodukten und Bauarten nach Bauregelliste A Teile 2 und 3 ist das Brandverhalten oder die Feuerwiderstandsfähigkeit durch ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis, bei anderen nicht geregelten Bauprodukten durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachzuweisen.

4.2.3 Baustoffklassifizierung

Die jeweiligen bauaufsichtlichen Anforderungen an die Feuerwiderstandsfähigkeit von Bauprodukten enthalten zusätzliche Anforderungen an das Brandverhalten ihrer Baustoffe. Unterschieden werden:

- Bauteile aus nichtbrennbaren Baustoffen,
- Bauteile, deren tragende und aussteifende Teile aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen und die bei raumabschließenden Bauteilen zusätzlich eine in Bauteilebene durchgehende Schicht aus nichtbrennbaren Baustoffen haben,
- Bauteile, deren tragende und aussteifende Teile aus brennbaren Baustoffen bestehen und die allseitig eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen (Brandschutzbekleidung) und Dämmstoffen haben,
- Bauteile aus brennbaren Baustoffen.

Das Brandverhalten der wesentlichen Baustoffe der Bauprodukte wird gemäß Anlage 0.1.2 und 0.2.2 zur Bauregelliste A Teil 1, Ausgabe 2007/1, DIBt Mitteilungen, Sonderheft 34, S. 82, im

Rahmen der Klassifizierung der Feuerwiderstandsfähigkeit nach DIN 4102-2 berücksichtigt und nach DIN 4102-1 oder DIN EN 13501-1 (Tab. 4.5) bestimmt. Die Feuerwiderstandsfähigkeit von hochfeuerhemmenden Bauteilen nach Tab. 4.2 in Verbindung mit den zusätzlichen Anforderungen an die Brandschutzbekleidung kann jedoch nicht nach DIN 4102-2 nachgewiesen werden und ist deshalb in Tab. 4.5 nicht aufgeführt. Eine Klassifizierung dieser Bauteile kann daher nur nach Tab. 4.2 erfolgen. Die nach DIN EN 13501-1 klassifizierten Eigenschaften zum Brandverhalten von Baustoffen (ausgenommen Bodenbeläge) entsprechen den in Tab. 4.5 angegebenen bauaufsichtlichen Anforderungen gemäß den bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften nach MBO bzw. LBO.

Die nach DIN EN 13501-1 klassifizierten Eigenschaften zum Brandverhalten von Bodenbelägen gemäß Tab. 4.6 entsprechen den folgenden bauaufsichtlichen Anforderungen in den bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften nach MBO bzw. LBO. In der Tab. 4.7 sind die zusätzlichen Angaben zur Klassifizierung der Baustoffe erläutert.

Das Brandverhalten von Baustoffen wird auf der Grundlage der Norm DIN 4102-1 oder der Norm DIN EN 13501-1 klassifiziert. In den Tab. 4.5 und 4.6 wurden die bauaufsichtlichen Anforderungen den Brandverhaltensklassen der jeweiligen europäischen Norm zugeordnet. Die Klassifizierung nach DIN EN 13501-1 sind für den Nachweis des Brandverhal-

Tab. 4.3: Feuerwiderstandsklassen von Sonderbauteilen nach DIN EN 13501-2, DIN EN 13501-3 und DIN EN 13501-4 und ihre Zuordnung zu den bauaufsichtlichen Anforderungen

Bauaufsichtliche Anforderungen	Sonderbauteil										Fahr- schachttü- ren in feu- erwider- standsfä- higen Fahr- schächten ⁷⁾
	Feuerschutzabschlüsse (auch in Förderanlagen)	Rauch- schutz- türen ²⁾	Kabel- ab- schot- tungen	Rohr- abschot- tungen	Lüftungs- leitungen	Klappen in Lüftungs- leitungen	Installations- schächte und -kanäle	elektri- sche Lei- tungsan- lagen mit Funkti- onsbehalt	Abgas- anlagen	Brand- schutz- ver- glasung ³⁾	
	ohne Rauch- schutz	mit Rauch- schutz									
feuerhemmend	EL ₂ 30-C.. ²⁾	EL ₂ 30-C..S _m ²⁾	EI 30	EI 30-U/U ⁴⁾ EI 30-C/U ⁵⁾	EI 30(v _e h ₀ i ↔ o)-S	EI 30(v _e h ₀ i ↔ o)-S	EI 30(v _e h ₀ i ↔ o)	P 30	EI 30(i ↔ o)-O und EI 30-ef (i ↔ o) und Gxx ⁶⁾	E 30	E 30
hoch feuerhemmend	EL ₂ 60-C.. ²⁾	EL ₂ 60-C..S _m ²⁾	EI 60	EI 60-U/U ⁴⁾ EI 60-C/U ⁵⁾	EI 60(v _e h ₀ i ↔ o)-S	EI 60(v _e h ₀ i ↔ o)-S	EI 60(v _e h ₀ i ↔ o)	P 60	EI 60(i ↔ o)-O und EI 60-ef (i ↔ o) und Gxx ⁶⁾	E 60	E 60
feuerbeständig	EL ₂ 90-C.. ²⁾	EL ₂ 90-C..S _m ²⁾	EI 90	EI 90-U/U ⁴⁾ EI 90-C/U ⁵⁾	EI 90(v _e h ₀ i ↔ o)-S	EI 90(v _e h ₀ i ↔ o)-S	EI 90(v _e h ₀ i ↔ o)	P 90	EI 90(i ↔ o)-O und EI 90-ef (i ↔ o) und Gxx ⁶⁾	E 90	E 90
Feuerwider- standsfähigkeit 120 Minuten	-	-	EI 120	EI 120-U/U ⁴⁾ EI 120-C/U ⁵⁾	-	-	-	-	-	-	-
rauchdicht und selbstschlie- ßend			S _m -C.. ²⁾								-

1) zurzeit Entwurf, anwendbar mit Erscheinen der Norm
2) Festlegungen zur Lastspielzahl für die Dauerfunktionsprüfungen werden noch getroffen.
3) Brandschutzverglasungen nach dieser Tabelle sind nicht als feuerhemmend, hochfeuerhemmend oder feuerbeständig zu verwenden; Brandschutzverglasungen, bei denen eine Übertragung von Feuer und Wärme über eine bestimmte Dauer (Feuerwiderstandsdauer) verhindert wird, werden nach Tabelle 1 klassifiziert.
4) Für die Abschottung von brennbaren Rohren oder Rohren mit einem Schmelzpunkt < 1000 °C; für Trinkwasser-, Heiz- und Kälteleitungen mit Durchmessern ≤ 110 mm ist auch die Klasse EI...-U/C zulässig.
5) Für die Abschottung mit nichtbrennbaren Rohren mit einem Schmelzpunkt ≥ 1000 °C
6) Anwendung der Klasse in Verbindung mit G nur bei festen Brennstoffen; Rußbeständigkeit G mit Angabe eines Abstandes in mm zu brennbaren Baustoffen (gemäß Prüfung).
7) Fahrschachtabschlüsse nach dieser Tabelle zum Einbau in feuerhemmende, hochfeuerhemmende oder feuerbeständige Fahrschachtwände erfüllen die Anforderungen an den Raumabschluss und sind nach DIN EN 81-58 zu klassifizieren; eine Übertragung von Wärme wird nicht behindert; die konstruktiven Randbedingungen nach Baueregeliste A Teil 1, Anlage 6.1 sind sinngemäß zu beachten.

Tab. 4.4: Erläuterungen der Klassifizierungskriterien und der zusätzlichen Angaben zur Klassifizierung des Feuerwiderstandes nach DIN EN 13501-2 und DIN EN 13501-3

Herleitung des Kurzzeichens	Kriterium	Anwendungsbereich
R (Résistance)	Tragfähigkeit	zur Beschreibung der Feuerwiderstandsfähigkeit
E (Étanchéité)	Raumabschluss	
I (Isolation)	Wärmedämmung (unter Brandeinwirkung)	
W (Radiation)	Begrenzung des Strahlungsdurchtritts	
M (Mechanical)	Mechanische Einwirkung auf Wände (Stoßbeanspruchung)	
S _m (Smoke _{max. leakage rate})	Begrenzung der Rauchdurchlässigkeit (Dichtheit, Leckrate), erfüllt die Anforderungen sowohl bei Umgebungstemperatur als auch bei 200 °C	Rauchschutztüren (als Zusatzanforderungen auch bei Feuerschutzabschlüssen), Lüftungsanlagen einschließlich Klappen
C... (Closing)	Selbstschließende Eigenschaft (ggf. mit Anzahl der Lastspiele) einschl. Dauerfunktion	Rauchschutztüren, Feuerschutzabschlüsse (einschließlich Abschlüsse für Förderanlagen)
P	Aufrechterhaltung der Energieversorgung und/oder Signalübermittlung	Elektrische Kabelanlagen allgemein
G	Rußbrandbeständigkeit	Schornsteine
K ₁ , K ₂	Brandschutzvermögen	Wand- und Deckenbekleidungen (Brandschutzbekleidungen)
I ₁ , I ₂	unterschiedliche Wärmedämmungskriterien	Feuerschutzabschlüsse (einschließlich Abschlüsse für Förderanlagen)
i→o i←o i↔o (in – out)	Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer	Nichttragende Außenwände, Installationsschächte/-kanäle, Lüftungsanlagen/-klappen
a↔b (above – below)	Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer	Unterdecken
v _e , h _o (vertical, horizontal)	für vertikalen / horizontalen Einbau klassifiziert	Lüftungsleitungen/-klappen
U/U (uncapped/uncapped)	Rohrende offen innerhalb des Prüfofens / Rohrende offen außerhalb des Prüfofens	Rohrabschottungen
C/U (capped/uncapped)	Rohrende geschlossen innerhalb des Prüfofens / Rohrende offen außerhalb des Prüfofens	Rohrabschottungen
U/C (uncapped/capped)	Rohrende offen innerhalb des Prüfofens / Rohrende geschlossen außerhalb des Prüfofens	Rohrabschottungen

tens von Baustoffen alternativ zur DIN 4102-1 anwendbar. Die Anwendung der Klassifizierung nach DIN EN 13501-1 für Bodenbeläge wird in Tab. 4.7 zusätzlich erläutert.

4.2.4 Klassifizierung von Bedachungen

Die nach DIN EN 13501-5 klassifizierten Eigenschaften zum Verhalten von Bedachungen bei einer Brandbeanspruchung von außen entsprechen nach Tab. 4.8 folgenden Anforderungen

in bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften gemäß MBO bzw. LBO.

4.2.5 Brandschutzprüfungen für Bauteile und Baustoffe

Die in den vorhergehenden Abschnitten angeführten europäischen Klassifizierungsnormen stützen sich ab auf eine Vielzahl von Prüfnormen, welche hinsichtlich Anzahl und Inhalt die deutschen Prüfnormen der Reihe DIN 4102 weit übertreffen bzw. nur bedingt entsprechen. Nach Ablauf der Koexistenzpe-

riode wird die jeweilige deutsche Norm durch die entsprechende europäische Norm ersetzt, d. h. es werden danach keine Brandschutzprüfungen mehr nach der deutschen Norm durchgeführt und darauf beruhende allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen, Prüfzeugnisse oder Zustimmungen im Einzelfall erteilt. Bis zum Jahr 2010 soll das System der europäischen Brandschutznormung komplett und vollständig sein. Ab diesem Zeitpunkt gelten dann nur noch die europäischen Normen sowie die vorhandenen gültigen Zulassungen, Prüfzeug-

Tab. 4.5: Klassifizierung des Brandverhaltens von Baustoffen nach DIN EN 13501-1 (ausgenommen Bodenbeläge)

Bauaufsichtliche Anforderung	Zusatzanforderungen		Europäische Klasse nach DIN EN 13501-1 ¹⁾	
	kein Rauch	kein brennend. Abfallen/ Abtropfen	Bauprodukte, ausgenommen lineare Rohrdämmstoffe	lineare Rohrdämmstoffe ²⁾
Nichtbrennbar	•	•	A1	A _{1L}
	•	•	A2 – s1, d0	A _{2L} – s1, d0
Schwerentflammbar	•	•	B – s1, d0 C – s1, d0	B _L – s1, d0 C _L – s1, d0
		•	A2 – s2, d0 A2 – s3, d0 B – s2, d0 B – s3, d0 C – s2, d0 C – s3, d0	A _{2L} – s2, d0 A _{2L} – s3, d0 B _L – s2, d0 B _L – s3, d0 C _L – s2, d0 C _L – s3, d0
	•		A2 – s1, d1 A2 – s1, d2 B – s1, d1 B – s1, d2 C – s1, d1 C – s1, d2	A _{2L} – s1, d1 A _{2L} – s1, d2 B _L – s1, d1 B _L – s1, d2 C _L – s1, d1 C _L – s1, d2
			A2 – s3, d2 B – s3, d2 C – s3, d2	A _{2L} – s3, d2 B _L – s3, d2 C _L – s3, d2
Normalentflammbar		•	D – s1, d0 D – s2, d0 D – s3, d0 E	D _L – s1, d0 D _L – s2, d0 D _L – s3, d0 E _L
			D – s1, d1 D – s2, d1 D – s3, d1 D – s1, d2 D – s2, d2 D – s3, d2 E – d2	D _L – s1, d1 D _L – s2, d1 D _L – s3, d1 D _L – s1, d2 D _L – s2, d2 D _L – s3, d2 E _L – d2
Leichtentflammbar			F	F _L

¹⁾ In den europäischen Prüf- und Klassifizierungsregeln ist das Glimmverhalten von Baustoffen nicht erfasst. Für Verwendungen, in denen das Glimmverhalten erforderlich ist, ist das Glimmverhalten nach nationalen Regeln nachzuweisen.

²⁾ anwendbar nach Ergänzung der DIN EN 13501-1

nisse und Zustimmungen im Einzelfall sowie die in der Muster-LTB aufgeführten Normen und die in der Bauregelliste Teil A, B und C aufgeführten Normen und Richtlinien.

Ohne auf die Inhalte einzelner Normen weiter einzugehen, werden im Folgenden die wesentlichen europäischen Bauteil- und Baustoffprüfungen den deutschen Prüfnormen gegenübergestellt. Die nachstehende Tab. 4.9 zeigt die wesentlichen Baustoff- und Bauteilprüfungen nach deutschen Normen. Sie dient zum

Vergleich mit europäischen Normen, welche als DIN EN... bzw. EN... bezeichnet werden, und in den Tab. 4.10 und 4.11 angegeben sind.

Nicht in Tab. 4.9 enthalten sind Prüfnormen für Kabel, Leitungen, Schottungen, Feuerschutzabschlüsse und Verglasungen. Nach Abschluss der europäischen Arbeiten an den Brandschutznormen werden von der Tabelle voraussichtlich nur noch die DIN 4102-4, -4/A1 und -22 verwendet werden. Alle anderen Normen sind so lange gültig wie es

durch die Koexistenzperiode festgelegt wird.

Die Tab. 4.10 zeigt zunächst die Liste der europäischen Normen zur Prüfung und Klassifizierung des Brandverhaltens von Baustoffen. Eine Unterscheidung zwischen Prüfnorm und Klassifizierungsnorm ist in der deutschen Normenreihe DIN 4102 nicht üblich. Die Anzahl der „deutschen“ und europäischen Normen zur Prüfung und Klassifizierung des Brandverhaltens von Baustoffen ist etwa gleich.

Tab. 4.6: Klassifizierung der Brennbarkeit von Bodenbelägen

Bauaufsichtliche Anforderungen	Europäische Klasse nach DIN EN 13501-1
Nichtbrennbar	A _{1fl}
	A _{2fl} – s1
Schwerentflammbar	B _{fl} – s1 C _{fl} – s1
Normalentflammbar	A _{2fl} – s2 B _{fl} – s2 C _{fl} – s2 D _{fl} – s1 D _{fl} – s2 E _{fl}
Leichtentflammbar	F _{fl}

Tab. 4.7: Erläuterungen der zusätzlichen Angaben zur Klassifizierung des Brandverhaltens von Baustoffen (einschl. Bodenbelägen) nach DIN EN 13501-1

Herleitung des Kurzzeichens	Kriterium	Anwendungsbereich
S (Smoke)	Rauchentwicklung	Anforderungen an die Rauchentwicklung
D (Droplets)	Brennendes Abtropfen/Abfallen	Anforderungen an das brennende Abtropfen/Abfallen
...fl (Floorings)	–	Brandverhaltensklasse für Bodenbeläge
...L (Linear Pipe Thermal Insulation Products)	–	Brandverhaltensklasse für Produkte zur Wärmedämmung von linearen Rohren

Tab. 4.8: Klassen von Bedachungen nach DIN EN 13501-5 und ihre Zuordnung zu den bauaufsichtlichen Anforderungen

Bauaufsichtliche Anforderung	Klasse nach DIN EN 13501-5
Widerstandsfähig gegen Flugfeuer und strahlende Wärme (harte Bedachung)	B _{ROOF} (t1)
Keine Leistung festgestellt (weiche Bedachung)	F _{ROOF} (t1)

In der Tab. 4.11 sind die wesentlichen Prüfnormen und die zugehörigen Klassifizierungsnormen für die Beurteilung des Feuerwiderstandes von Bauteilen zusammengestellt. Die europäische Liste der Bauteilprüfungen ist deutlich länger als die Liste der zugehörigen Prüfungen nach DIN 4102-2. Das liegt daran, dass

die Feuerwiderstandsprüfungen für tragende und nichttragende Bauteile jeweils in verschiedenen EN-Normen geregelt sind. Für die Klassifizierung von tragenden und nichttragenden Bauteilen kommt die DIN EN 13501-2 zur Anwendung. Die Sonderbauteile wie Feuerschutzabschlüsse, Kabelschottungen, Lüftungsleitungen,

Klappen und Installationsschächte werden nach DIN EN 13501-3 klassifiziert; sie sind hier nicht behandelt.

4.2.6 Klassifizierung nicht-brennbarer Baustoffe durch Entscheidung der Kommission der Europäischen Gemeinschaft

Die EU-Kommission hat in ihrer Entscheidung vom 04. Okt. 1996 (96/603/EWR) zur Festlegung eines Verzeichnisses von Produkten, die in die Kategorien (Baustoffklasse A) „Kein Beitrag zum Brand“, gemäß der Entscheidung 94/611/EG zur Durchführung des Artikels 20 der Richtlinie 89/106/EWG des Rates über Bauprodukte, eine Liste erstellt, welche alle diejenigen Baustoffe (Materialien) enthält, die aufgrund ihres niedrigen Brennbarkeitsgrades in die Klassen A, gemäß den Tabellen 1 und 2 des Anhangs zur Entscheidung 94/611/EG eingestuft werden können. Materialien, die ohne Prüfung in die Brandverhaltensklasse A eingestuft wurden, sind in der Tab. 4.12 aufgeführt. Die folgenden Erläuterungen sind in diesem Zusammenhang zu beachten.

Die Produkte sind ausschließlich aus einem oder mehreren der in Tab. 4.12 enthaltenen Materialien herzustellen, wenn sie ohne Prüfung in die Klasse A eingestuft werden sollen. Produkte, die durch Verleimung eines oder mehrerer der nachstehenden Materialien hergestellt werden, sind ohne Prüfung den Klassen A zuzuordnen, sofern der Leim gewichts- oder volumenmäßig (hier findet der niedrigste Wert Anwendung) 0,1 % nicht übersteigt.

Produkte in Form von Tafeln (z. B. Dämmstoffe) mit einer oder mehreren organischen Schichten oder Produkte, die nicht homogen verteiltes organisches Material enthalten (Leim ausgenommen), sind von dieser Liste ausgeschlossen.

Produkte, die durch Beschichtung eines der in Tab. 4.12 enthaltenen Materialien mit einer anorganischen Schicht (z. B. beschichtete Metallprodukte) hergestellt werden, können ohne Prüfung den Klassen A zugeordnet werden.

Keines der in Tab. 4.12 aufgeführten Produkte darf gewichts- oder volumenmäßig (hier findet der niedrigste Wert Anwendung) mehr als 1 % des homogen verteilten Materials enthalten.

Tab. 4.9: Liste wichtiger Baustoff- und Bauteilprüfnormen nach DIN 4102

Dokument	Ausgabe	Titel
1 Brandverhalten von Baustoffen		
DIN 4102-1	1998-05	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 1: Baustoffe – Begriffe, Anforderungen und Prüfungen.
DIN 4102-1 Ber 1	1998-08	Berichtigung zu DIN 4102-1:1998-05
DIN 4102-7	1998-07	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 7: Bedachungen – Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
DIN 4102-14	1990-05	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Bodenbeläge und Bodenbeschichtungen – Bestimmung der Flammenausbreitung bei Beanspruchung mit einem Wärmestrahler
DIN 4102-15	1990-05	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Brandschacht
DIN 4102-16	1998-05	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 16: Durchführung von Brandschachtprüfungen
DIN 4102-17	1990-12	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Schmelzpunkt von Mineralfaser-Dämmstoffen – Begriffe, Anforderungen, Prüfung
DIN 4102-19	1998-12	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 19: Wand- und Deckenbekleidung in Räumen – Versuchsraum für zusätzliche Beurteilungen
2 Brandverhalten von Bauteilen		
DIN 4102-2	1977-09	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
DIN 4102-3	1977-09	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Brandwände und nichttragende Außenwände, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
DIN 4102-4	1994-03	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile
DIN 4102-4/A1	2004-11	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile – Änderung A1
DIN 4102-22	2004-11	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 22: Anwendungsnorm zu DIN 4102-4 auf der Bemessungsbasis von Teilsicherheitsbeiwerten

Gemäß der Liste in Tab. 4.12 sind alle Bauprodukte aus Porenbeton auch in Verbindung mit anderen nichtbrennbaren Baustoffen der Baustoffklasse A zugeordnet.

4.3 Brandschutznachweis nach Eurocode 6 für Mauerwerkswände aus Porenbeton

4.3.1 Vorwort

Der Eurocode 6 (EN 1996-1-2:2005-05) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet und ersetzt ENV 1996-1-2:1995. Diese europäische Norm liegt als deutsche Fassung Oktober 2006 vor. Nach Fertigstellung des derzeit in Arbeit befindlichen nationa-

len Anwendungsdokumentes soll diese zusammen mit den anderen Teilen des Eurocode 6 im Paket bauaufsichtlich eingeführt werden.

Die Eurocode Normen berücksichtigen die Verantwortlichkeit der Bauaufsichtsorgane in den Mitgliedsländern und haben deren Recht zur nationalen Festlegung sicherheitsbezogener Werte berücksichtigt. Die Mitgliedsländer der EU und von EFTA betrachten die Eurocodes als Bezugsdokumente für folgende Zwecke:

- als Mittel zum Nachweis der Übereinstimmung der Hoch- und Ingenieurbauten mit den wesentlichen Anforderungen der Richtlinie 89/106/EWG, besonders mit der wesentlichen Anforderung Nr. 1: Mechanischer

Widerstand und Stabilität und der wesentlichen Anforderung Nr. 2: Brandschutz;

- als Grundlage für die Spezifizierung von Verträgen für die Ausführung von Bauwerken und dazu erforderlichen Ingenieurleistungen;
- als Rahmenbedingung für die Herstellung harmonisierter, technischer Spezifikationen für Bauprodukte (ENs und ETAs).

Die Eurocodes liefern Regelungen für den Entwurf, die Berechnung und Bemessung von kompletten Tragwerken und Bauteilen, die sich für die tägliche Anwendung eignen. Sie gehen auf traditionelle Bauweisen und Aspekte innovativer Anwendungen ein, liefern aber keine vollständigen Regelungen für ungewöhnliche Baulösungen und

Tab. 4.10: Liste wichtiger europäischer Prüf- und Klassifizierungsnormen zur Beurteilung und Klassifizierung des Brandverhaltens von Baustoffen

Dokument	Ausgabe	Titel
1 Prüfverfahren zur Beurteilung des Brandverhaltens von Baustoffen		
DIN EN 13 238	2001-12	Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten – Konditionierungsverfahren und allgemeine Regeln für die Auswahl von Trägerplatten; Deutsche Fassung EN 13 238:2001
DIN EN 13 823	2002-06	Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten – Thermische Beanspruchung durch einen einzelnen brennenden Gegenstand für Bauprodukte mit Ausnahme von Bodenbelägen; Deutsche Fassung EN 13 823:2002
DIN EN ISO 1182	2002-07	Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten – Nichtbrennbarkeitsprüfung (ISO 1182:2002); Deutsche Fassung EN ISO 1182:2002
DIN EN ISO 1716	2002-07	Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten – Bestimmung der Verbrennungswärme (ISO 1716:2002); Deutsche Fassung EN ISO 1716:2002
DIN EN ISO 9239-1	2002-06	Prüfungen zum Brandverhalten von Bodenbelägen – Teil 1: Bestimmung des Brandverhaltens bei Beanspruchung mit einem Wärmestrahler (ISO 9239-1:2002); Deutsche Fassung EN ISO 9239-1:2002
DIN EN ISO 11 925-2	2002-07	Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten – Teil 2: Entzündbarkeit bei direkter Flammeneinwirkung (ISO 11 925-2:2002); Deutsche Fassung EN ISO 11 925-2:2002
DIN V ENV 1187	2002-08	Prüfverfahren zur Beanspruchung von Bedachungen durch Feuer von außen; Deutsche Fassung ENV 1187:2002
2 Klassifizierung des Brandverhaltens von Bauprodukten; Baustoffe und Bedachungen		
DIN EN 13 501-1	2002-06	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten; Deutsche Fassung EN 13 501-1:2002
E DIN EN 13 501-5	2002-03	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 5: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Dachprüfungen bei Feuer von außen; Deutsche Fassung prEN 13 501-5:2001

Entwurfsbedingungen. Für diese Fälle können zusätzliche Spezialkenntnisse für den Bauplaner erforderlich sein.

Die Eurocodes haben, da sie sich auf Bauwerke beziehen, eine direkte Verbindung zu den Grundlagendokumenten, auf die in Artikel 12 der Bauproduktenrichtlinie hingewiesen wird, wenn sie auch anderer Art sind als die harmonisierten Produktnormen.

Die Nationale Fassung eines Eurocodes enthält den vollständigen Text des Eurocodes (einschließlich aller Anhänge), so wie von CEN veröffentlicht, mit möglicherweise einer nationalen Titelseite und einem nationalen Vorwort sowie einem Nationalen Anwendungsdokument. Letzteres darf nur Hinweise zu den Parametern geben, die im Eurocode für nationale

Entscheidungen offen gelassen wurden. Diese national festzulegenden Parameter (NDP) gelten für die Tragwerksplanung von Hochbauten und Ingenieurbauten in dem Land, in dem sie erstellt werden. Sie umfassen:

- Zahlenwerte und/oder Klassen, wo die Eurocodes Alternativen eröffnen,
- Zahlenwerte, wo die Eurocodes nur Symbole angeben,
- landesspezifische, geographische und klimatische Daten, die nur für ein Mitgliedsland gelten, z. B. Schneekarten;
- Vorgehensweisen, wenn die Eurocodes mehrere Verfahren zur Wahl anbieten.

Es besteht die Notwendigkeit, dass die harmonisierten Technischen Spezifika-

tionen (ENs) für Bauprodukte und die technischen Regelungen (ETAs) für die Tragwerksplanung konsistent sind. Insbesondere sollten die Hinweise, die mit den CE-Zeichen an den Bauprodukten verbunden sind, die die Eurocodes in Bezug nehmen, klar erkennen lassen, welche national festzulegenden Parameter (NDP) zugrunde liegen.

Die europäische Norm für die Bemessung von Porenbetonmauerwerk ist EN 1996, die aus den folgenden Teilen besteht:

- EN 1996-1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk
- EN 1996-1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall

Tab. 4.11: Liste wichtiger europäischer Prüf- und Klassifizierungsnormen zur Beurteilung und Klassifizierung des Feuerwiderstandes von Bauteilen

Dokument	Ausgabe	Titel
1 Prüfverfahren zur Beurteilung des Feuerwiderstandes von Bauteilen		
DIN EN 1363-1	1999-10	Feuerwiderstandsprüfungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung EN 1363-1:1999
DIN EN 1363-2	1999-10	Feuerwiderstandsprüfungen – Teil 2: Alternative und ergänzende Verfahren; Deutsche Fassung EN 1363-2:1999
DIN V ENV 1363-3	1999-09 (Vornorm)	Feuerwiderstandsprüfungen – Teil 3: Nachweis der Ofenleistung; Deutsche Fassung ENV 1363-3:1998
DIN EN 1364-1	1999-10	Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile – Teil 1: Wände; Deutsche Fassung EN 1364-1:1999
DIN EN 1364-2	1999-10	Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile – Teil 2: Unterdecken; Deutsche Fassung EN 1364-2:1999
DIN EN 1365-1	1999-10	Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile – Teil 1: Wände; Deutsche Fassung EN 1365-1:1999
DIN EN 1365-2	2000-02	Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile – Teil 2: Decken und Dächer; Deutsche Fassung EN 1365-2:1999
DIN EN 1365-3	2000-02	Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile – Teil 3: Balken; Deutsche Fassung EN 1365-3:1999
DIN EN 1365-4	1999-10	Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile – Teil 4: Stützen; Deutsche Fassung EN 1365-4:1999
2 Klassifizierung des Feuerwiderstandes von Bauteilen		
DIN EN 13501-2	2002-04	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Feuerwiderstand – Teil 2: Klassifizierung mit Ergebnissen zum Feuerwiderstand von Bauprodukten; Deutsche Fassung EN 13501-2:2002

EN 1996-2: Auswahl der Baustoffe und Ausführung von Mauerwerk

EN 1996-3: Vereinfachte Berechnungsmethoden.

Die EN 1996-1-2 soll zusammen mit EN 1990, EN 1991-1-2, EN 1996-1-1, EN 1996-2 und EN 1996-3 angewendet werden.

Die Bauproduktenrichtlinie 89/106/EEC definiert u. a. die wesentlichen Anforderungen zur Begrenzung des Brandrisikos. Die grundsätzlichen Ziele des Brandschutzes sind die Begrenzung von Risiken für den Einzelnen und die Gesellschaft, die angrenzende Bebauung und, wo erforderlich, für direkt dem Feuer ausgesetzter Objekte im Brandfall. Nach dem Grundlagendokument Nr. 2 „Sicherheit im Brandfall“ können die wesentlichen Anforderungen durch verschiedene mögliche Brandschutzstrategien, z. B. Annahme konventioneller Brandszenarien (nominelle Brände) oder „natürlicher“ (parametrischer) Brands-

zenarien, erreicht werden, einschließlich passiver und aktiver Brandschutzmaßnahmen.

Die Brandschutzteile der Eurocodes behandeln demgegenüber spezielle Aspekte des passiven Brandschutzes, indem Tragwerke und ihre Teile für eine ausreichende Tragfähigkeit bemessen werden, die für die sichere Evakuierung der Bewohner und Löscharbeiten benötigt wird. Darüber hinaus soll, wo erforderlich, die Ausbreitung des Feuers verhindert werden. Geforderte Eigenschaften und Anforderungsniveaus werden grundsätzlich von den nationalen Behörden festgelegt, meist in Form einer standardisierten Bewertung des Feuerwiderstands (Feuerwiderstandsklassen). Wenn eine ingenieurmäßige Brandschutzbemessung zur Bewertung von passiven und aktiven Maßnahmen akzeptiert wird, können die behördlichen Vorschriften weniger einschränkend sein und alternative Brandschutzstrategien gestatten.

Die Ergebnisse von Normbrandprüfungen bilden den größten Teil der Eingangsdaten für brandschutztechnische Berechnungsverfahren. Die Eurocodes behandeln daher vorwiegend die Bemessung für die Normbrandbeanspruchung. Neben der Normbrandprüfung kommen gemäß Eurocode drei Verfahren zum Nachweis des Feuerwiderstandes von Bauteilen in Frage:

- Anwendung tabellierter Werte basierend auf Bauteilprüfungen oder Berechnungsmodellen,
- vereinfachte Berechnungsverfahren zum Nachweis des Feuerwiderstandes sowie
- umfassende analytische Verfahren für brandschutztechnische Nachweise.

Ein umfassender analytischer brandschutztechnischer Nachweis muss das Verhalten des Tragwerks bei erhöhten Temperaturen, die mögliche Wärmebeanspruchung und die positiven Effekte aktiver Brandschutzmaßnahmen ein-

Tab. 4.12: Baustoffe der Baustoffklasse A (nichtbrennbar) gemäß Entscheidung der EU-Kommission

Material	Bemerkungen
Blähton	
Gebälhter Perlit	
Gebälhter Vermiculit	
Mineralwolle	
Schaumglas	
Beton	Einschließlich Fertigbeton, Betonfertigteile und Spannbetonprodukte
Betonzuschlag (Schwer- und Leichtbeton mit mineralischen Zuschlagstoffen, ausgenommen integrierte Wärmedämmung)	Kann Zusatzmittel und Zusatzstoffe (z. B. Flugasche), Pigmente und andere Materialien enthalten. Umfasst Fertigteile
Im Autoklav behandelter Porenbeton (Gasbeton)	Einheiten, die hydraulische Bindemittel enthalten, z. B. Zement und/oder Kalk, kombiniert mit Feinmaterialien (kieselhaltige Materialien, Flugasche, Hochofenschlacke) und luftporenbildendem Material. Umfasst Fertigteile
Faserzement	
Zement	
Kalk	
Hochofenschlacke/Flugasche (PFA)	
Mineralische Zuschlagstoffe	
Eisen, Stahl und nicht rostender Stahl	Nicht in fein verteilter Form
Kupfer und Kupferlegierungen	Nicht in fein verteilter Form
Zink und Zinklegierungen	Nicht in fein verteilter Form
Aluminium und Aluminiumlegierungen	Nicht in fein verteilter Form
Gips und Putz auf Gipsbasis	Kann Zusatzstoffe enthalten (Verzögerungsmittel, Füllstoffe, Fasern, Pigmente, Löschkalk, Luft und Wasser zurückhaltende Stoffe und Plastifikatoren), Schwerbetonzuschlagstoffe (z. B. Natursand oder gemahlener Schlackensand) oder Leichtbetonzuschlagstoffe (z. B. Perlit oder Vermiculit)
Mörtel mit anorganischen Bindemitteln	Vorwurf-/Putzmörtel und Estrichmörtel, mit einem oder mehreren anorganischen Bindemitteln, z. B. Zement, Kalk, Mauermörtelzement und Gips
Toneinheiten	Einheiten aus Ton oder anderen tonigen Materialien, mit oder ohne Sand, Brennstoff oder anderen Zusätzen. Umfasst Ziegelsteine, Platten, Pflaster- und Schamotte-Einheiten (z. B. Schornsteinauskleidungen)
Kalziumsilikat-Einheiten	Einheiten aus einem Gemisch aus Kalk und natürlichen kieselhaltigen Materialien (Sand, Kies oder Felsgestein oder entsprechende Gemische). Kann Farbkörper enthalten
Naturstein- und Schieferprodukte	Bearbeitetes oder unbearbeitetes Element aus Naturstein (Ergussstein, Sedimentstein oder metamorphes Gestein) oder Schiefer
Gipseinheit	Umfasst Blöcke und andere Einheiten aus Kalziumsulfat und Wasser, gegebenenfalls mit Fasern, Füllstoffen, Zuschlagstoffen und anderen Zusätzen und farbpigmentiert
Terrazzo	Einschließlich vorgefertigte Terrazzobetonplatten und in-situ-Fußbodenbelag
Glas	Einschließlich gehärtetes, chemisch vorgespanntes, Verbund- und mit Drahtlagen verstärktes Glas
Glaskeramische Erzeugnisse	Glaskeramische Erzeugnisse aus einer kristallinen und einer Rest-Glasphase
Keramische Erzeugnisse	Einschließlich trocken gepresste und extrudierte Produkte, glasiert oder unglasiert

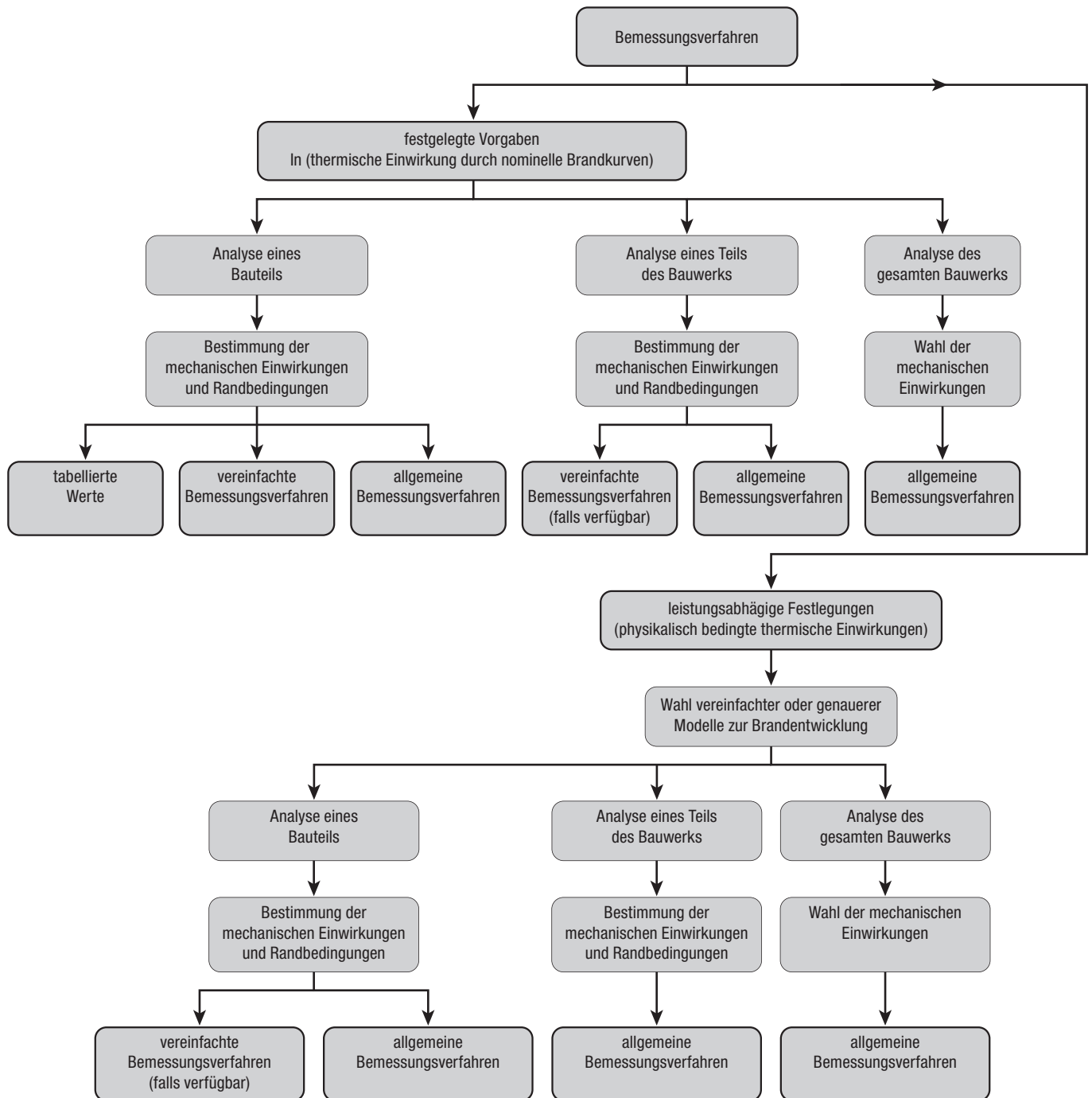


Abb. 4.3: Alternative Bemessungsverfahren für Porenbetonbauteile unter Brandeinwirkungen nach Eurocode 6

schließlich der mit diesen drei Aspekten zusammenhängenden Unsicherheiten sowie die Bedeutung des Tragwerks (Folgen des Versagens) berücksichtigen. Die Anwendung des Teiles 1-2 des Eurocode 6 (Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall) in Zusammenhang mit den thermischen Einwirkungen in EN 1991-1-2, ist in Abb. 4.3 dargestellt. Bei der Bemessung nach dem Teil 1-2 ist die EN 1991-1-2 erforderlich, z. B. für die Bestimmung

von Temperaturfeldern in Bauteilen, oder wenn allgemeine Rechenverfahren verwendet werden, für die Analyse des Bauteilverhaltens.

Der EC 6 enthält weiterhin alternative Methoden bzw. Werte und Empfehlungen für Klassifizierungen. Anmerkungen unter den betreffenden Abschnitten weisen darauf hin, wo nationale Parameter festgelegt werden können. Die nationale Anwendungsnorm, mit der zusammen

die EN 1996-1-2 eingeführt werden wird, enthält alle national zu bestimmenden Parameter für die Bemessung von Gebäuden und Ingenieurbauten. Die Auswahl nationaler Parameter wird in EN 1996-1-2 in den folgenden Abschnitten gestattet:

- | | |
|-----------|--|
| 2.2 (2) | Einwirkungen |
| 2.3 (2) | Bemessungswerte der Materialeigenschaften; |
| 2.4.2 (3) | Bauteilbemessung; |

3.3.3.1 (1) Temperaturabhängige Dehnung;

3.3.3.2 (1) Spezifische Wärmekapazität;

3.3.3.3 Wärmeleitfähigkeit;

4.5(3) Globaler Sicherheitsbeiwert γ_{Glo} ;

Anhang B Tabellenwerte des Feuerwiderstands von Mauerwerkswänden;

Anhang C Wert der Konstanten c.

In der Abb. 4.3 sind die in EN 1996-1-2 angegebenen alternativen Bemessungsverfahren für Porenbetonbauteile unter Brandeinwirkungen dargestellt.

4.3.2 Anwendungsbereich

Die EN 1996-1-2 behandelt die Bemessung von Mauerwerk (u. a. aus Porenbeton) für den außergewöhnlichen Lastfall Brand und soll zusammen mit EN 1996-1-1, EN 1996-2, EN 1996-3 und EN 1991-1-2 angewendet werden. Der Teil 1-2 behandelt nur Unterschiede bzw. Ergänzungen im Gegensatz zur Bemessung bei normalen Temperaturen. Er gilt für Porenbetonwände, die zur Gewährleistung der allgemeinen Brandsicherheit unter Brandbeanspruchung bestimmte Funktionen erfüllen müssen, wie:

- Vermeidung eines vorzeitigen Einsturzes der Konstruktion (Tragfähigkeit),
- Verhinderung der Brandausbreitung (Flammen, heiße Gase, übermäßige Hitze) über bestimmte Bereiche hinaus (Raumabschluss).

Der Teil 1-2 behandelt folgende Bauteile:

- Nichttragende Innenwände,
- Nichttragende Außenwände,
- Tragende raumabschließende oder nichtraumabschließende Innenwände,
- Tragende raumabschließende oder nichtraumabschließende Außenwände
- Tragende oder nichttragende, raumabschließende Brandwände
- Tragende zweischalige Wände mit einer belasteten Schale

4.3.3 Normative Verweisungen

Die EN 1996-1-2 enthält durch datierte oder undatierte Verweise Regelungen aus anderen Veröffentlichungen; diese normativen Verweise sind an den entsprechenden Stellen im Text zitiert. Die

für den Bau mit Porenbeton wesentlichen Veröffentlichungen sind nachfolgend aufgeführt. Bei undatierten Verweisen gilt die letzte Fassung der in Bezug genommenen Veröffentlichung (inklusive Ergänzungen).

EN 771-4: Festlegungen für Mauersteine - Teil 4: Porenbetonsteine

EN 772-13: Prüfverfahren für Mauersteine - Teil 13: Bestimmung der Netto- und Brutto-Trockenrohdichte von Mauersteinen (außer Natursteinen)

EN 998-1: Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau - Teil 1: Putzmörtel

EN 998-2: Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau - Teil 2: Mauermörtel

EN 1363: Feuerwiderstandsprüfungen
Teil 1: Allgemeine Anforderungen
Teil 2: Alternative und ergänzende Verfahren

EN 1364: Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile.
Teil 1: Wände

EN 1365: Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile.
Teil 1: Wände
Teil 4: Stützen

EN 1990: Grundlagen der Tragwerksplanung

EN 1991: Einwirkungen auf Tragwerke:
Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau

Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen - Brandeinwirkungen auf Tragwerke

EN 1996: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten:

Teil 1.1: Allgemeine Regeln; Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk

Teil 2: Planung, Auswahl der Baustoffe und Ausführung von Mauerwerk
Teil 3: Vereinfachte Berechnungsmethoden und einfache Regeln für Mauerwerk

prEN 12602: Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton Anhang C - Bemessung von Porenbetonbauteilen für den Brandfall

4.3.4 Definitionen

Zusätzlich zu den Definitionen von EN 1990 und EN 1991-1-2 gilt nach EN 1996-1-2:

- **Brandwand:** Eine Wand zur Trennung von zwei Abschnitten (i. d. R. zwei Brandabschnitte oder Gebäude) die brandschutztechnisch so ausgelegt

ist, dass im Brandfall bei Versagen der Konstruktion auf einer Seite der Brandwand eine Feuerweiterleitung über die Brandwand verhindert wird (eine Brandwand wird REI-M oder EI-M klassifiziert). Dies beinhaltet die Widerstandsfähigkeit gegen Stoßbelastung (Kriterium M).

- **tragende Wand:** Ein dünnes, membranartiges Bauteil zur Abtragung vertikaler und horizontaler Lasten, z. B. Deckenlasten und Windlasten.

- **nichttragende Wand:** Ein dünnes, membranartiges Bauteil, das überwiegend sein Eigengewicht abträgt und tragende Wände nicht aussteift. Nichttragende Wände können Horizontallasten senkrecht zu ihrer Wandebene in tragende Bauteile wie Wände und Decken einleiten.

- **raumabschließende Wand:** Eine Wand, die nur auf einer Seite einer Brandbeanspruchung ausgesetzt ist.

- **nichtraumabschließende Wand:** Eine tragende Wand, die einer Brandbeanspruchung von zwei oder mehr Seiten ausgesetzt ist.

- **unwirksamer Querschnitt:** Der Bereich eines Querschnitts, der bei der Brandschutzbemessung als unwirksam angesetzt wird.

- **wirksamer Querschnitt:** Der Querschnitt eines Bauteils in der Brandschutzbemessung, der durch Reduktion des Gesamtquerschnitts um die Bereiche ohne angenommene Tragfähigkeit und Steifigkeit bestimmt wird.

- **Restquerschnitt:** Der Teil eines Querschnitts, der nach Abzug des brandschutztechnisch unwirksamen Querschnitts vom ursprünglichen Querschnitt verbleibt.

- **Versagen einer Wand im Brandfall:** Die Wand verliert ihre spezifizierten Tragfähigkeit nach einer bestimmten Zeit.

- **Maximales Spannungsniveau:** Die temperaturabhängige Normalspannung, bei der die idealisierte Spannungs-Dehnungs-Linie in die Horizontale übergeht.

4.3.5 Leistungsanforderungen

4.3.5.1 Allgemeines

Wenn an Tragwerke aus Porenbeton Anforderungen hinsichtlich der Tragfähigkeit gestellt werden, müssen diese so geplant und ausgeführt werden, dass ihre tragende Funktion während der erforderlichen Feuerwiderstands-

dauer erhalten bleibt. Wenn die Bildung von Brandabschnitten gefordert wird, müssen die begrenzenden Bauteile des Brandabschnitts, inklusive Fugen, so geplant und ausgeführt werden, dass ihre raumabschließende Wirkung während der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer erhalten bleibt.

Verformungskriterien müssen nur dann angewendet werden, wenn die Eigenschaften brandschutztechnisch wirksamer Bekleidungen oder die Bemessung der raumabschließenden Bauteile die Berücksichtigung der Verformung des Tragwerks erfordern. Die Berücksichtigung der Verformung des Tragwerks ist nicht erforderlich, wenn die trennenden Bauteile nur Anforderungen an die Normbrandbeanspruchung erfüllen müssen.

4.3.5.2 Normbrandbeanspruchung

Im Brandfall können Anforderungen an Bauteile bezüglich der Kriterien R (Tragfähigkeit), E (Raumabschluss), I (Temperaturbegrenzung) und M (Stoßbeanspruchung) in folgenden Kombinationen gestellt werden:

- Tragfähigkeit: Kriterium R
- Raumabschluss und Temperaturbegrenzung: Kriterien EI
- Tragfähigkeit, Raumabschluss und Temperaturbegrenzung: Kriterien REI
- Tragfähigkeit, Raumabschluss, Temperatur und Stoßbeanspruchung: Kriterien REI-M
- Raumabschluss, Temperaturbegrenzung und Stoßbeanspruchung: Kriterien EI-M

Das Tragfähigkeits-Kriterium R wird als erfüllt angesehen, wenn die Tragfähigkeit während der geforderten Feuerwiderstandsdauer erhalten bleibt.

Das Temperaturbegrenzungs-Kriterium I wird als erfüllt angesehen, wenn die mittlere Temperatur auf der feuerabgewandten Seite nicht mehr als 140 K ansteigt, und der maximale Temperaturanstieg auf der Oberfläche der feuerabgewandten Seite 180 K nicht übersteigt.

Das Raumabschluss-Kriterium E wird als erfüllt angesehen, wenn der Durchtritt von Flammen und heißen Gasen durch das Bauteil verhindert wird.

Wenn an ein tragendes oder nichttragendes, vertikales, trennendes Bauteil die Anforderung an einen Widerstand gegen Stoßbeanspruchung (Kriterium M) gestellt wird, sollte das Bauteil die in EN 1363-2 definierte konzentrierte Horizontallast aufnehmen können.

4.3.5.3 Parametrische Brandbeanspruchung

Die Anforderung an die Tragfähigkeit ist erfüllt, wenn das Versagen während der gesamten Dauer des Brandes inklusive der Abkühlphase oder für einen definierten Zeitraum verhindert wird. Die Anforderung an den Raumabschluss in Bezug auf eine ausreichende Wärmedämmung ist erfüllt, wenn:

- die mittlere Temperaturerhöhung auf der feuerabgewandten Seite 140 K, und die maximale Temperaturerhöhung auf dieser Seite zum Zeitpunkt des Auftretens der maximalen Gastemperatur 180 K nicht übersteigt, oder
- die mittlere Temperaturerhöhung auf der feuerabgewandten Seite 180 K, und die maximale Temperaturerhöhung auf dieser Seite während der Abkühlphase oder während eines definierten Zeitraumes 220 K nicht übersteigt.

4.3.5.4 Einwirkungen

Die thermischen und mechanischen Einwirkungen müssen nach EN 1991-1-2 ermittelt werden. Die Emissivität der Mauerwerkoberfläche sollte zu ϵ_m angesetzt werden. Der nationale Anhang enthält Angaben zu ϵ_m . Der Wert ist für Porenbeton im Eurocode 6 mit 0,7 angegeben.

4.3.6 Bemessungswerte der Materialeigenschaften

Bemessungswerte für die Materialeigenschaften (Festigkeit und Verformung), $X_{d,fi}$, werden wie folgt definiert:

$$X_{d,fi} = k_T X_k / \gamma_{M,fi} \quad (4.1)$$

mit:

- X_k charakteristischer Wert der Festigkeits- oder Verformungseigenschaft des Materials (z. B. f_k) für die Bemessung nach EN 1996-1-1;
- k_T Abminderungsbeiwert für die Festigkeits- oder Verformungsei-

genschaft des Materials ($X_{k,T}/X_k$), in Abhängigkeit von der Materialtemperatur;

$\gamma_{M,fi}$ Teilsicherheitsbeiwert für die Materialeigenschaft im Brandfall.

Bemessungswerte für thermische Eigenschaften, $X_{d,fi}$, werden wie folgt definiert:

(i) wenn eine Erhöhung der Eigenschaft positiv für die Sicherheit ist:

$$X_{d,fi} = X_{k,T} / \gamma_{M,fi} \quad (4.2a)$$

oder

(ii) wenn eine Erhöhung der Eigenschaft negativ für die Sicherheit ist:

$$X_{d,fi} = \gamma_{M,fi} X_{k,T} \quad (4.2b)$$

mit:

$X_{k,T}$ Wert der Materialeigenschaft im Brandfall, in der Regel abhängig von der Materialtemperatur, (s. Abschnitt 2); der nationale Anhang enthält Werte für $\gamma_{M,fi}$.

Der empfohlene Wert des Teilsicherheitsbeiwerts $\gamma_{M,fi}$ für thermische und mechanische Eigenschaften ist 1,0.

4.3.7 Nachweisverfahren

4.3.7.1 Grundsätze

Das Tragwerksmodell für den Brandfall muss das erwartete Verhalten des Tragwerks im Brandfall angemessen berücksichtigen. Der Nachweis für den Brandfall kann durch eine der folgenden Möglichkeiten erfolgen:

- Brandversuch am Tragwerk
- Anwendung von Tabellenwerten
- Bauteilbemessung
- Bemessung eines Teiles des Tragwerks
- Globale Tragwerksbemessung

Für die relevante Dauer der Brandbeanspruchung muss nachgewiesen werden, dass

$$E_{fi,d} \leq R_{fi,t,d} \quad (4.3)$$

mit:

$E_{fi,d}$ Bemessungswert der Einwirkungen im Brandfall, ermittelt nach EN 1991-1-2, einschließlich der

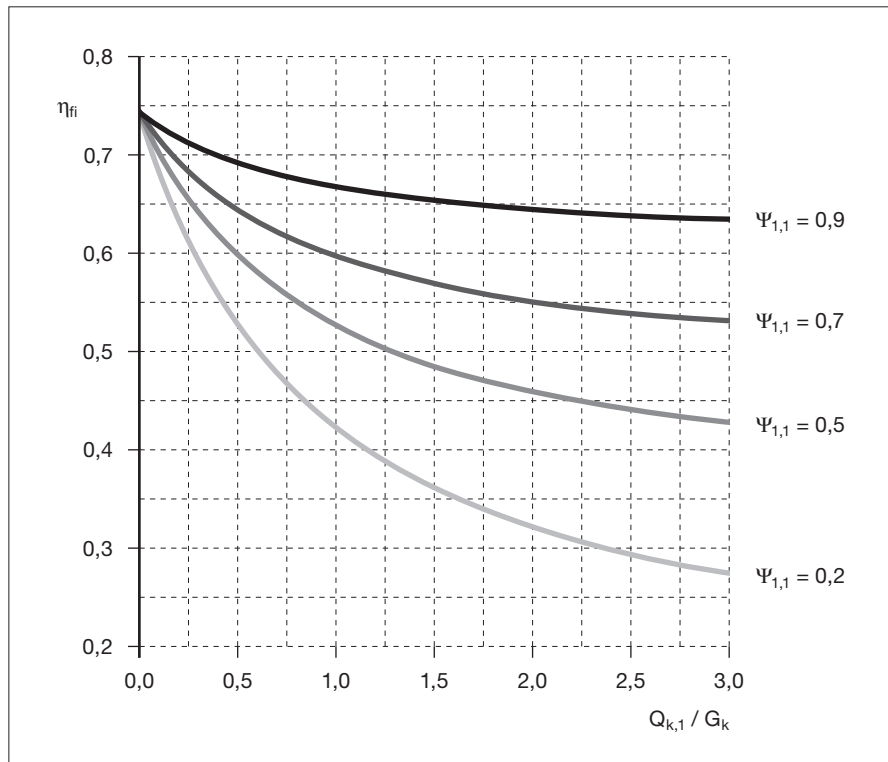


Abb. 4.4: Abminderungsbeiwert η_{fi} in Abhängigkeit vom Verhältnis $Q_{k,1} / G_k$ nach EN 1996-1-2

Effekte aus thermischer Dehnung und Verformung
 $R_{fi,t,d}$ zugehöriger Bemessungswiderstand im Brandfall zum Zeitpunkt t

Die Tragwerksbemessung für normale Temperatur sollte nach EN 1990 5.1.4 (2) durchgeführt werden. Um die Einhaltung üblicher Brandschutzanforderungen nachzuweisen ist ein Bauteilnachweis ausreichend. Die Anwendungsregeln sind nur gültig für die Standard-Temperatur-Zeit-Kurve nach EN 1363. Dies wird in den entsprechenden Abschnitten angegeben.

Die Tabellenwerte im Eurocode 6, Anhang B, basieren ebenfalls auf der Standard-Temperatur-Zeit-Kurve nach EN 1363. Als Alternative zum rechnerischen Nachweis darf der Feuerwiderstand auch durch Ergebnisse von Brandprüfungen oder durch eine Kombination von Brandprüfungen und Berechnungen nachgewiesen werden (s. EN 1990, Abschnitt 5.2).

4.3.7.2 Bauteilnachweis

Die Einwirkungen sollten für den Zeitpunkt $t = 0$ unter Verwendung der Kombinationsbeiwerte $\psi_{1,1}$ oder $\psi_{2,1}$ nach EN

1991-1-2 ermittelt werden. Als Vereinfachung darf der Einfluss des Kombinationsbeiwerts $\psi_{2,1}$ auf $E_{d,fi}$ durch eine Bemessung für normale Temperaturen zu:

$$E_{d,fi} = \eta_{fi} E_d \quad (4.4)$$

mit:

E_d Bemessungswert der zugehörigen Kraft oder des zugehörigen Momentes aus der Bemessung bei normalen Temperaturen für den maßgebenden Lastfall (s. EN 1990),

η_{fi} Abminderungsbeiwert für die Bemessungslast im Brandfall,

bestimmt werden. Der Abminderungsbeiwert η_{fi} für die Lastkombination nach Gl. (6.10) in EN 1990 sollte zu:

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}} \quad (4.5)$$

angenommen werden, oder bei Verwendung der Lastkombinationen nach Gl. (6.10a) und (6.10b) in EN 1990 als der kleinere Wert der folgenden beiden Gleichungen:

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}} \quad (4.5a)$$

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\xi \gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}} \quad (4.5b)$$

mit:

$Q_{k,1}$ maßgebende veränderliche Last;
 G_k charakteristischer Wert für ständige Lasten;
 γ_G Teilsicherheitsbeiwert für ständige Lasten;
 $\gamma_{Q,1}$ Teilsicherheitsbeiwert für die veränderliche Last 1;
 ψ_{fi} Kombinationsbeiwert für häufige Werte; entweder $\psi_{1,1}$ oder $\psi_{2,1}$;
 ξ Abminderungsbeiwert für ungünstig wirkende ständige Lasten G.

Die Abb. 4.4 zeigt ein Beispiel für die Abhängigkeit des Abminderungsbeiwerts η_{fi} vom Verhältniswert der veränderlichen Lasten zu den ständigen Lasten $Q_{k,1}/G_k$ für verschiedene Werte des Kombinationsbeiwerts $\psi_{fi} = \psi_{1,1}$ nach Gleichung (4.5) mit den folgenden Annahmen:

$\gamma_{GA} = 1,0$, $\gamma_G = 1,35$ und $\gamma_Q = 1,5$.

Die Verwendung der Gleichungen (4.5a) und (4.5b) führt zu geringfügig höheren η_{fi} -Werten als nach der Abb. 4.4 gemäß Gl. (4.5).

Vereinfachend kann $\eta_{fi} = 0,65$ als empfohlener Wert angenommen werden, mit Ausnahme der Lastkategorie E nach EN 1990 (Lagerräume) für die der empfohlene Wert 0,7 beträgt.

Thermische Verformungen infolge eines Temperaturgradienten über den Querschnitt müssen berücksichtigt werden. Die Effekte thermischer Verformungen in der Wandebene dürfen vernachlässigt werden. Die Lagerungsbedingungen eines Bauteils dürfen als während der Brandbeanspruchung unverändert angenommen werden. Die Anhänge B, C und D des Eurocodes 6 enthalten Informationen zu tabellierten Werten, sowie zu vereinfachten und genaueren Berechnungsverfahren. Darauf wird im Folgenden in den Abschnitten 4.4 und 4.5 noch ausführlich eingegangen.

4.3.7.3 Bemessung von Teilen eines Tragwerks

Die Einwirkungen sollten für den Zeitpunkt $t = 0$ unter Verwendung der Kombinationsbeiwerte $\psi_{1,1}$ oder $\psi_{2,1}$ nach EN 1991-1-2 ermittelt werden. Alternativ zu einer Tragwerksbemessung für den Brandfall zum Zeitpunkt $t = 0$ dürfen die Lagerungsbedingungen und inneren Kräfte und Momente eines Tragwerksteiles durch einen Nachweis bei normalen Temperaturen nach der EN gemäß Abschnitt 2.4.1(4) ermittelt werden. Der zu bemessende Tragwerksteil sollte auf der Basis der möglichen thermischen Dehnungen und Verformungen so definiert werden, dass das Zusammenwirken mit anderen Tragwerksteilen im Brandfall und die Lagerungsbedingungen zeitunabhängig sind, d. h. die Lagerungsbedingungen und die am Tragwerksteil angreifenden Kräfte und Momente dürfen als während der Brandbeanspruchung unverändert angenommen werden.

Bei einer globalen Tragwerksbemessung oder bei einem zu bemessenden Bauteil müssen die Versagensart im Brandfall, die zeitabhängigen Materialeigenschaften und Bauteileistigkeiten, sowie Effekte aus thermischen Dehnungen und Verformungen (indirekte Brandeinwirkungen) berücksichtigt werden.

4.3.8 Materialeigenschaften

Es gelten die Anforderungen der EN 1996-1-1 für Steine und Mörtel sowie die Materialeigenschaften von Mauerwerk in EN 1996-1-1. Bei der Ermittlung des Eigengewichts muss ein Temperatureinfluss nicht berücksichtigt werden. Die Rohdichte des Mauerwerks kann aus der Trockenrohddichte der Mauerwerkbaustoffe nach EN 1991-1-1 ermittelt werden. Die Trockenrohddichte von Porenbetonsteinen und Mauermörtel muss vom Hersteller in Übereinstimmung mit EN 771-4 und EN 998-2 deklariert werden. Die Festigkeits- und Verformungseigenschaften von Mauerwerk bei erhöhten Temperaturen sind gemäß EC 6, Anhang D, oder dem zugehörigen nationalen Anhang zum EC 6 festzulegen. Im Abschnitt 2.4 dieses Berichts sind bereits die zugehörigen Werte zusammengestellt worden. Die wärmetechnischen Eigenschaften von Porenbeton sind dort ebenfalls auf der Basis der Anhänge des EC 6 und der pr EN 12602 angegeben.

4.4 Bemessungsverfahren zur Ermittlung des Feuerwiderstands von Porenbetonwänden nach Eurocode 6

4.4.1 Allgemeine Informationen zur Bemessung von Wänden

Im Brandschutz wird zwischen nichttragenden und tragenden Wänden sowie zwischen raumabschließenden und nichtraumabschließenden Bauteilen unterschieden. Raumabschließende Wände sollen die Brandausbreitung von einem Raum zu einem anderen verhindern. Sie werden nur einseitig von einem Feuer beansprucht. Beispiele sind Wände von Fluchtwegen, Treppenraumwände oder Wände zur Trennung von Brandabschnitten. Nichtraumabschließende Wände sind dem Feuer von zwei oder mehr Seiten ausgesetzt. Beispiele sind Wände innerhalb eines Brandabschnitts. Außenwände können raumabschließende oder nichtraumabschließende Wände sein. Raumabschließende Außenwände von weniger als einem Meter Länge sollten in Abhängigkeit von den angrenzenden Bauteilen aus brandschutztechnischer Sicht als nichtraumabschließende Wände eingestuft werden.

Wände mit Stürzen oberhalb von Öffnungen sollten mindestens die gleiche Feuerwiderstandsdauer wie die gleiche Wand ohne Sturz haben. Aussteifende Bauteile, wie z. B. Wände, Decken, Balken, Stützen oder Rahmen sollten zumindest die gleiche Feuerwiderstandsdauer wie die zu bemessende Wand haben.

Brandwände sind raumabschließende Wände, die zusätzlich zu den Kriterien REI oder EI einer mechanischen Beanspruchung standhalten müssen. Beispiele für Brandwände sind Gebäudeabschlusswände oder Wände zur Trennung von Brandabschnitten.

Weitere Faktoren, die bei der brandschutztechnischen Bemessung berücksichtigt werden müssen sind:

- die Verwendung nichtbrennbarer Baustoffe,
- der Einfluss der thermischen Dehnung angrenzender Bauteile auf die Standsicherheit von Brandwänden. Hinweis: Porenbeton dehnt sich im Brandfall vergleichsweise wenig aus,

- der Einfluss der thermischen Dehnung angrenzender Stützen und Balken auf die Standsicherheit von Wänden mit Anforderungen an den Feuerwiderstand.

Der Feuerwiderstand von Porenbetonwänden kann durch geeignete Putze noch weiter erhöht werden. Dieses sind z. B.: Leichtputze LW oder T nach EN 998-1. Alle tragenden oder aussteifenden Bauteile einer Wand müssen mindestens den gleichen Feuerwiderstand wie die auszusteifende Wand haben. Brennbare dünne Feuchtesperrschichten müssen bei der brandschutztechnischen Bewertung nicht berücksichtigt werden.

Bei Wärmedämmverbundsystemen auf einschaligen Außenwänden sollte berücksichtigt werden, dass Wärmedämmschichten aus nichtbrennbaren Dämmstoffen, z. B. Mineralwolle oder Schaumglas in Bezug auf den Feuerwiderstand wie ein geeigneter Putz zu bewerten sind.

4.4.2 Nachweis durch Tabellenwerte

Der Feuerwiderstand von Porenbetonmauerwerk kann durch Prüfung, anhand von Tabellenwerten oder durch Berechnung nach EN 1996-1-2 ermittelt werden. Der Nachweis des Feuerwiderstands anhand von Tabellenwerten gemäß EC 6, Anhang B erfolgen. Dort wird in Abhängigkeit von den geforderten Kriterien die erforderliche Mindestdicke des Porenbetonmauerwerks angegeben, um eine bestimmte Feuerwiderstandsdauer zu erreichen. Dabei sind die Angaben zur Mauersteinart, -gruppe und Trockenrohddichte zu berücksichtigen. Die Mindestwanddicke in den Tabellen berücksichtigt nur die Anforderungen des Brandschutzes. Möglicherweise erforderliche größere Wanddicken können aus statischen, wärmeschutztechnischen oder akustischen Anforderungen resultieren.

Die Tabellenwerte für tragendes Mauerwerk gelten für eine charakteristische Vertikallast von $(\alpha \cdot N_{Rk})/\gamma_{Glo}$, wobei die Werte für α dem Verhältniswert von vorhandener Last zum Bemessungswiderstand der Wand 1,0 oder 0,6 betragen und N_{Rk} dem Produkt aus $\Phi \cdot f_k \cdot t$ entspricht (s. EN 1996-1-1). Die Tabellen in dem EC 6, Anhang B, wurden durch Auswertung von verschiedenen (internationalen) Versuchsergebnissen ermittelt, bei denen γ_{Glo} zwischen 3 und 5 betrug;

Tab. 4.13: Porenbeton-Mauerwerk, Mindestdicke nichttragender raumabschließender Wände (Kriterien EI) zur Einstufung in Feuerwiderstandsklassen nach Eurocode 6

Zeile Nummer	Materialeigenschaften: Steindruckfestigkeit f_b [N/mm ²] Trockenrohdichte ρ [kg/m ³]	Mindestwanddicke (mm) t_F zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse EI in (Minuten) $t_{fi,d}$						
		30	45	60	90	120	180	240
1	Gruppe 1 und 1S							
1.1	Normalmörtel, Dünnbettmörtel							
1.1.1	$350 \leq \rho \leq 500$	50/70	60/65	60/75	60/100	70/100	90/150	100/190
1.1.2		(50)	(60/65)	(60/75)	(60/70)	(70/90)	(90/115)	(100/190)
1.1.3	$500 \leq \rho \leq 1000$	50/70	60	60	60/100	60/100	90/150	100/190
1.1.4		(50)	(50/60)	(50/60)	(50/60)	(60/90)	(90/100)	(100/190)

Tab. 4.14: Porenbeton-Mauerwerk, Mindestdicke tragender, raumabschließender einschaliger Wände (Kriterien REI) zur Einstufung in Feuerwiderstandsklassen nach Eurocode 6

Zeile Nummer	Materialeigenschaften: Steindruckfestigkeit f_b [N/mm ²] Trockenrohdichte ρ [kg/m ³]	Mindestwanddicke (mm) t_F zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse REI in (Minuten) $t_{fi,d}$						
		30	45	60	90	120	180	240
1	Gruppe 1 und 1S							
1.1	Normalmörtel, Dünnbettmörtel $2 \leq f_b \leq 4$ $350 \leq \rho \leq 500$							
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	90/115	90/115	90/140	90/200	90/225	140/300	150/300
1.1.2		(90/115)	(90/115)	(90/115)	(90/200)	(90/225)	(140/240)	(150/300)
1.1.3	$\alpha \leq 0,6$	90/115	90/115	90/115	100/150	90/175	140/200	150/200
1.1.4		(90/115)	(90/115)	(90/115)	(90/115)	(90/150)	(140/200)	(150/200)
1.2	Normalmörtel, Dünnbettmörtel $4 < f_b \leq 8$ $500 \leq \rho \leq 1000$							
1.2.1	$\alpha \leq 1,0$	90/100	90/100	90/150	90/170	90/200	125/240	150/300
1.2.2		(90/100)	(90/100)	(90/100)	(90/150)	(90/170)	(100/200)	(100/240)
1.2.3	$\alpha \leq 0,6$	90/100	90/100	90/100	90/150	90/170	125/140	150/240
1.2.4		(90/100)	(90/100)	(90/100)	(90/100)	(90/125)	(125/140)	(150/200)

die Brandprüfungen wurden vor Einführung der Bemessung mit Teilsicherheitsbeiwerten mit zulässigen Lasten durchgeführt. Die aufgebrachte Belastung entsprach dabei in etwa der charakteristischen Druckfestigkeit, dividiert durch den globalen Sicherheitsbeiwert $\gamma_F \cdot \gamma_M$, wobei γ_F und γ_M Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Baustoffeigenschaften sind (s. EN 1990 und EN 1996-1-1).

Die im Eurocode 6, Anhang B (normativ), angegebenen Tabellenwerte der Feuer-

widerstandsdauern von Porenbetonwänden sind den folgenden Tab. 4.13 bis 4.18 zu entnehmen. Angegeben sind die erforderlichen Dicken t_F der Wände zur Einstufung in eine Feuerwiderstandsklasse für die jeweilige Feuerwiderstandsdauer $t_{fi,d}$. Den Tabellen kann für die entsprechenden Wände, Belastungen und den Rohdichteklassen die entsprechende Mindestdicke der Wände entnommen werden. Die in den Tabellen angegebenen Werte für die Bauteilabmessungen sind jedoch nicht abschließend, sondern als informativ einzustufen und geben

Wertebereiche an, innerhalb derer die zukünftigen nationalen Festlegungen erfolgen können.

In den Tabellen werden die erforderlichen Wanddicken ohne zusätzliche Bekleidungen angegeben. Die erste Zeile eines Zeilenpaares gibt die erforderliche Wanddicke für Wände ohne einen geeigneten Putz an. Werte in Klammern () in der zweiten Zeile eines Zeilenpaares gelten für Wände mit einem Putz mit einer Mindestdicke von 10 mm auf beiden Seiten einer einschaligen Wand bzw.

Tab. 4.15: Porenbeton-Mauerwerk, Minstdicke tragender, nichttraumabschließender einschaliger Wände Länge $\geq 1,0$ m (Kriterium R) zur Einstufung in Feuerwiderstandsklassen nach Eurocode 6

Zeile Nummer	Materialeigenschaften: Steindruckfestigkeit f_b [N/mm ²] Trockenrohdichte ρ [kg/m ³]	Mindestwanddicke (mm) t_F zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse R in (Minuten) $t_{fi,d}$						
		30	45	60	90	120	180	240
1	Gruppe 1 und 1S							
1.1	Normalmörtel, Dünnbettmörtel $2 \leq f_b \leq 4$ $350 \leq \rho \leq 500$							
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	170	170	170/200	240	240/300	300	300
1.1.2		(150)	(150)	(150)	(170)	(240)	(240)	(300)
1.1.3	$\alpha \leq 0,6$	125	150	150/170	170	170	240	300
1.1.4		(100)	(125)	(125/150)	(150)	(150)	(170)	(200)
1.2	Normalmörtel, Dünnbettmörtel $4 < f_b \leq 8$ $500 \leq \rho \leq 1000$							
1.2.1	$\alpha \leq 1,0$	125	125	150/170	170	240	240	240
1.2.2		(100)	(100)	(125/150)	(150)	(170)	(170)	(240)
1.2.3	$\alpha \leq 0,6$	100	100	125/150	150	150	170	240
1.2.4		(100)	(100)	(100/125)	(125)	(125)	(150)	(170)

auf der Außenseite einer zweischaligen Wand.

Die Tabellenwerte für unverputztes Mauerwerk dürfen für Mauerwerk aus Steinen mit hoher Maßgenauigkeit und glatten, unvermörtelten Stoßfugen mit mehr als 2 mm aber weniger als 5 mm Breite nur verwendet werden, wenn auf mindestens einer Seite der Wand ein Putz mit einer Dicke von mindestens 1 mm aufgebracht ist. Für Wände mit unvermörtelten Stoßfugen von höchstens 2 mm Breite ist kein Putz erforderlich, um die Tabellenwerte für unverputztes Mauerwerk anwenden zu dürfen. Für Mauerwerk mit unvermörtelten Stoßfugen aus Steinen mit Nuten und Federn in der Stoßfläche dürfen für Stoßfugenbreiten bis 5 mm die Tabellenwerte für unverputztes Mauerwerk verwendet werden.

Die Einstufungen für Wände für nichttragendes Mauerwerk, d. h. die Klassifizierungen EI oder EI-M, gelten nur für Wände mit einer Schlankheit Höhe/Dicke ≤ 40 .

4.4.3 Ausführungsvorschriften nach Eurocode 6

Die Ausführung von Mauerwerk in einem Gebäude darf den Feuerwiderstand des Bauwerks nicht reduzieren. Decken und Dächer müssen Wände horizontal aussteifen, falls die Aussteifung nicht durch andere Maßnahmen, z. B. Pfeiler oder spezielle Anker gewährleistet wird. Fugen, einschließlich Bewegungsfugen, in Wänden oder zwischen Wänden und anderen raumabschließenden Bauteilen müssen so bemessen und ausgeführt werden, dass der Feuerwiderstand der Wände nicht negativ beeinflusst wird.

Wenn brandschutztechnisch wirksame Dämmschichten in Bewegungsfugen erforderlich sind, müssen diese aus mineralischen Materialien mit einem Schmelzpunkt von nicht weniger als 1000 °C bestehen. Jede Fuge muss so dicht verschlossen werden, dass eine Verformung der Wand den Feuerwiderstand nicht negativ beeinflusst. Falls andere Materialien verwendet werden sollen, muss durch Prüfung nachgewiesen werden, dass die Kriterien E und I eingehalten sind (s. EN 1366:Teil 4).

Anschlüsse zwischen nichttragenden Wänden sollten nach EN 1996-2 oder anderen geeigneten Details ausgeführt werden. Anschlüsse zwischen tragenden Wänden sollten nach EN 1996-1-1 oder anderen geeigneten Details ausgeführt werden. Der Anhang E zu EN 1996-1-2 enthält Beispiele für geeignete Ausführungsdetails (s. Abb. 4.5 und 4.6).

Bei Anschlüssen von Brandwänden an Stahlbeton-, Beton- und Mauerwerkbau-teile, an die mechanische Anforderungen gestellt werden, (d. h. Anschlüsse, welche zusätzlich die Einhaltung des Kriteriums der Stoßbeanspruchung nach EN 1363-2 sicher stellen sollen) müssen die Fugen komplett mit Mörtel oder Beton verfüllt sein, falls nicht sorgfältig geschützte Befestigungen verwendet werden. Anschlüsse ohne Anforderungen an den mechanischen Widerstand dürfen nach Abb. 4.7 oder 4.8 ausgeführt werden.

Schlitze und Aussparungen, die nach EN 1996-1-1 ohne gesonderten rechnerischen Nachweis zulässig sind, reduzieren die in den Tabellen im Anhang B (normativ) angegebenen Feuerwiderstandsdauern nicht. Bei vertikalen Schlitz-

Tab. 4.16: Porenbeton-Mauerwerk, Mindestlänge tragender, nichttraumabschließender einschaliger Wände Länge < 1,0 m (Kriterium R) zur Einstufung in Feuerwiderstandsklassen nach Eurocode 6

Zeile Nummer	Materialeigenschaften Steindruckfestigkeit f_b [N/mm ²] Trockenrohdichte ρ [kg/m ³]	Wand- dicke [mm]	Mindestwandlänge (mm) l_F zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse R in (Minuten) $t_{fi,d}$							
			30	45	60	90	120	180	240	
1	Gruppe 1 und 1S									
1.1	Normalmörtel, Dünnbettmörtel $2 \leq f_b \leq 4$ $350 \leq \rho \leq 500$									
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	100	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	
1.1.2		125	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	
1.1.3		150	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	
1.1.4		170	490	490	490	1000	1000	1000	1000	
1.1.5		200	365	490	490	1000	1000	1000	1000	
1.1.6		240	300	365	365	615	730	730	730/990	
1.1.7		300	240	300	300	490	490	615	615/730	
1.1.8		365	200	240	240	365	490	615	615/730	
1.1.9		$\alpha \leq 0,6$	100	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.10			125	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.11	150		nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	
1.1.12	170		365	365	365	490	490	490/615	1000	
1.1.13	200		240	365	365	365	490	490/615	1000	
1.1.14	240		240	240	240	300	365	365/615	730	
1.1.15	300		240	240	240	240	300	300/490	615	
1.1.16	365		170	170	170	240	240	240/365	615/490	
1.1.17	100		nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	
1.1.18	125		nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	
1.1.19	150	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg		
1.1.20	170	365	365	365	490	490	490/615	1000		
1.1.21	200	240	365	365	365	490	490/615	1000		
1.1.22	240	240	240	240	300	365	365/615	730		
1.1.23	300	240	240	240	240	300	300/490	615		
1.1.24	365	170	170	170	240	240	240/365	615/490		
1.1.25	100	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg		
1.1.26	125	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg		
1.1.27	150	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg		
1.1.28	170	365	365	365	490	490	490/615	1000		
1.1.29	200	240	365	365	365	490	490/615	1000		
1.1.30	240	240	240	240	300	365	365/615	730		
1.1.31	300	240	240	240	240	300	300/490	615		
1.1.32	365	170	170	170	240	240	240/365	615/490		

zen und Aussparungen in nichttragenden Wänden sollte die Rest-Wanddicke einschließlich eventueller brandschutztechnischer Bekleidungen, wie z. B. Putz, mindestens 2/3 der erforderlichen Mindestdicke der Wand, und nicht weniger als 60 mm betragen.

Bei horizontalen und schrägen Schlitzen und Aussparungen in nichttragenden Wänden sollte die Rest-Wanddicke, einschließlich eventueller brandschutztechnischer Bekleidungen wie z. B. Putz, mindestens 5/6 der erforderlichen Mindestdicke der Wand, und nicht weniger

als 60 mm betragen. Horizontale und schräge Schlitze und Aussparungen sollten nicht im mittleren Drittel der Wandhöhe ausgeführt werden. Die Breite einzelner Schlitze und Aussparungen sollte nicht größer als die doppelte Mindestdicke der Wand, einschließlich eventueller brandschutztechnischer Bekleidungen wie z. B. Putz sein.

Der Feuerwiderstand von nichttragenden Wänden mit Schlitzen und Aussparungen, die den obigen Anforderungen nicht entsprechen, sollte durch Prüfung nach EN 1364 nachgewiesen werden.

Einzelne Kabel dürfen durch mit Zement-Mörtel abgedichtete Durchführungen geführt werden. Nichtbrennbare Rohre mit bis zu 100 mm Durchmesser dürfen durch nichtbrennbar abgedichtete Durchführungen geführt werden, wenn die Effekte der Wärmeleitung durch die Rohre die Kriterien E und I nicht verletzen und eine Ausdehnung den Feuerwiderstand nicht beeinträchtigt. Andere Materialien als Mörtel dürfen verwendet werden, wenn Sie geeignet sind und CEN-Normen entsprechen.

Tab. 4.17: Porenbeton-Mauerwerk, Mindestdicke tragender und nichttragender, raumabschließender Brandwände (Kriterien REI-M und EI-M) zur Einstufung in Feuerwiderstandsklassen nach Eurocode 6

Zeile Nummer	Materialeigenschaften: Steindruckfestigkeit f_b [N/mm ²] Trockenrohdichte ρ [kg/m ³]	Mindestwanddicke (mm) t_F zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse R in (Minuten) $t_{fi,d}$					
		30	60	90	120	180	240
1	Gruppe 1 und 1S						
1.1	Normalmörtel, Dünnbettmörtel $2 \leq f_b \leq 4$ $350 \leq \rho \leq 500$						
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	300	300	300	365	365	nvg
1.1.2							
1.1.3	$\alpha \leq 0,6$	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.4							
1.2	Normalmörtel, Dünnbettmörtel $4 < f_b \leq 8$ $500 \leq \rho \leq 1000$						
1.2.1	$\alpha \leq 1,0$	300/240	300/240	300/240	365/300	365/300	nvg
1.2.2							
1.2.3	$\alpha \leq 0,6$	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.2.4							

Tab. 4.18: Porenbeton-Mauerwerk, Mindestdicke der Einzelschalen von tragendem zweischaligem Mauerwerk mit einer belasteten Schale (Kriterien REI) zur Einstufung in Feuerwiderstandsklassen nach Eurocode 6

Zeile Nummer	Materialeigenschaften: Steindruckfestigkeit f_b [N/mm ²] Trockenrohdichte ρ [kg/m ³]	Mindestwanddicke (mm) t_F zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse REI in (Minuten) $t_{fi,d}$						
		30	45	60	90	120	180	240
1	Gruppe 1 und 1S							
1.1	Normalmörtel, Dünnbettmörtel $2 \leq f_b \leq 4$ $350 \leq \rho \leq 500$							
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	2 x 90 (2 x 90)	2 x 90 (2 x 90)	2 x 90 (2 x 90)	2 x 100 (2 x 100)	2 x 100 (2 x 100)	2 x 150/170	2 x 150/225
1.1.2								
1.1.3	$\alpha \leq 0,6$	2 x 90 (2 x 90)	2 x 90 (2 x 90)	2 x 90 (2 x 90)	2 x 90 (2 x 90)	2 x 90/125 (2 x 90/125)	2 x 150 (2 x 150)	2 x 150/200 (2 x 150/200)
1.1.4								
1.2	Normalmörtel, Dünnbettmörtel $4 < f_b \leq 8$ $500 \leq \rho \leq 1000$							
1.2.1	$\alpha \leq 1,0$	2 x 90 (2 x 90)	2 x 90 (2 x 90)	2 x 90 (2 x 90)	2 x 100 (2 x 100)	2 x 100 (2 x 100)	2 x 125/240 (2 x 100/200)	2 x 150/240 (2 x 100/200)
1.2.2								
1.2.3	$\alpha \leq 0,6$	2 x 90 (2 x 90)	2 x 90 (2 x 90)	2 x 90 (2 x 90)	2 x 100 (2 x 100)	2 x 100 (2 x 100)	2 x 125 (2 x 125)	2 x 150 (2 x 150)
1.2.4								

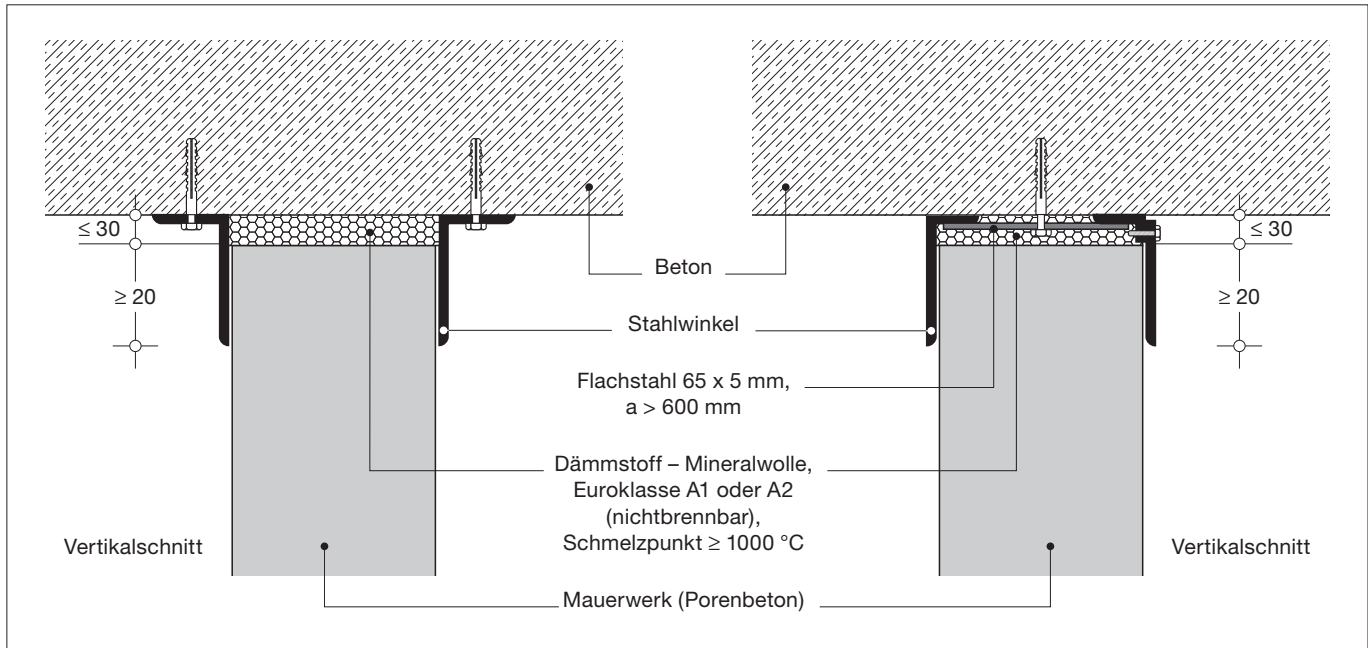


Abb. 4.5: Beispielhafte Anschlüsse von nichttragenden Mauerwerkswänden aus Porenbeton an Decken und Dächer nach Eurocode 6

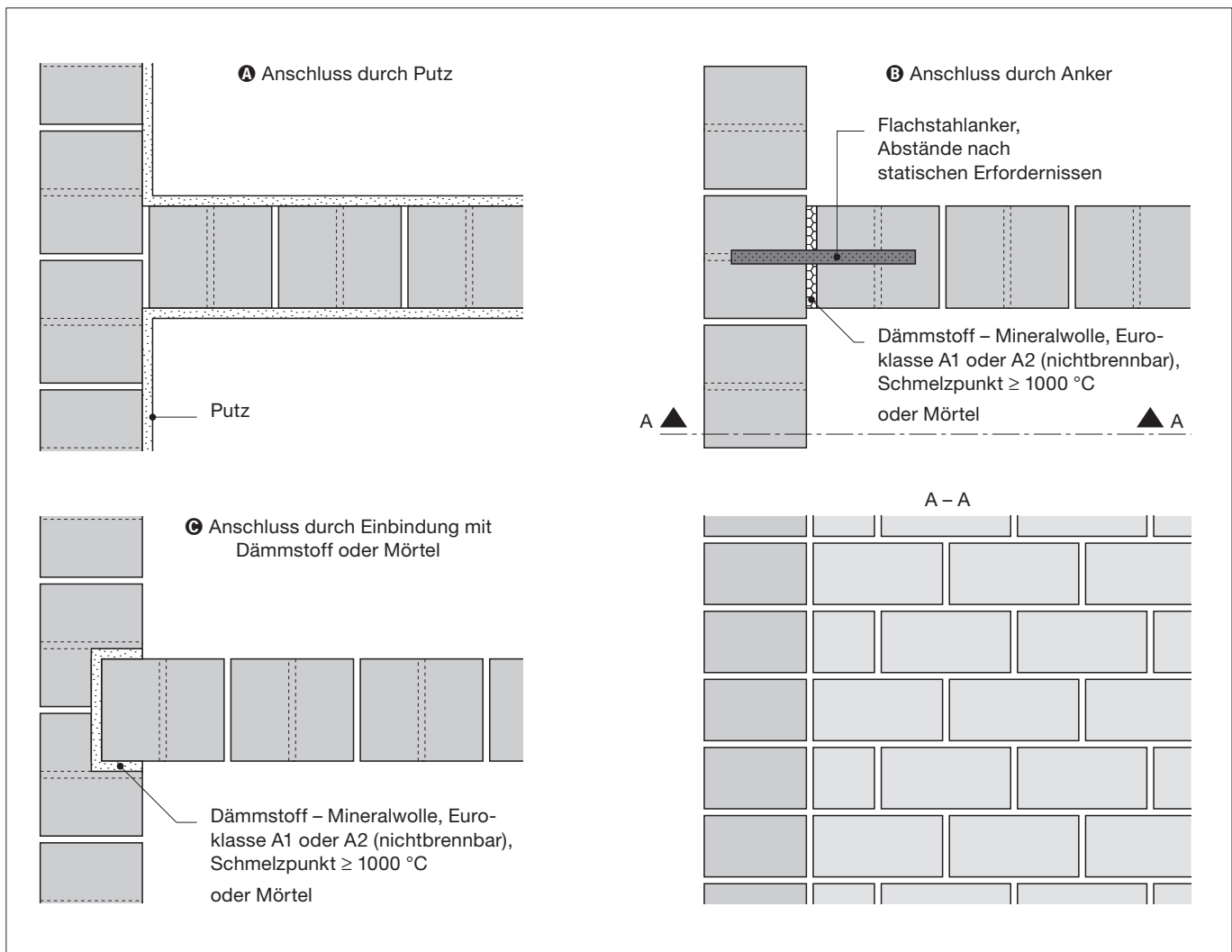


Abb. 4.6: Beispielhafte Anschlüsse zwischen tragenden und nichttragenden Mauerwerkswänden aus Porenbeton nach Eurocode 6

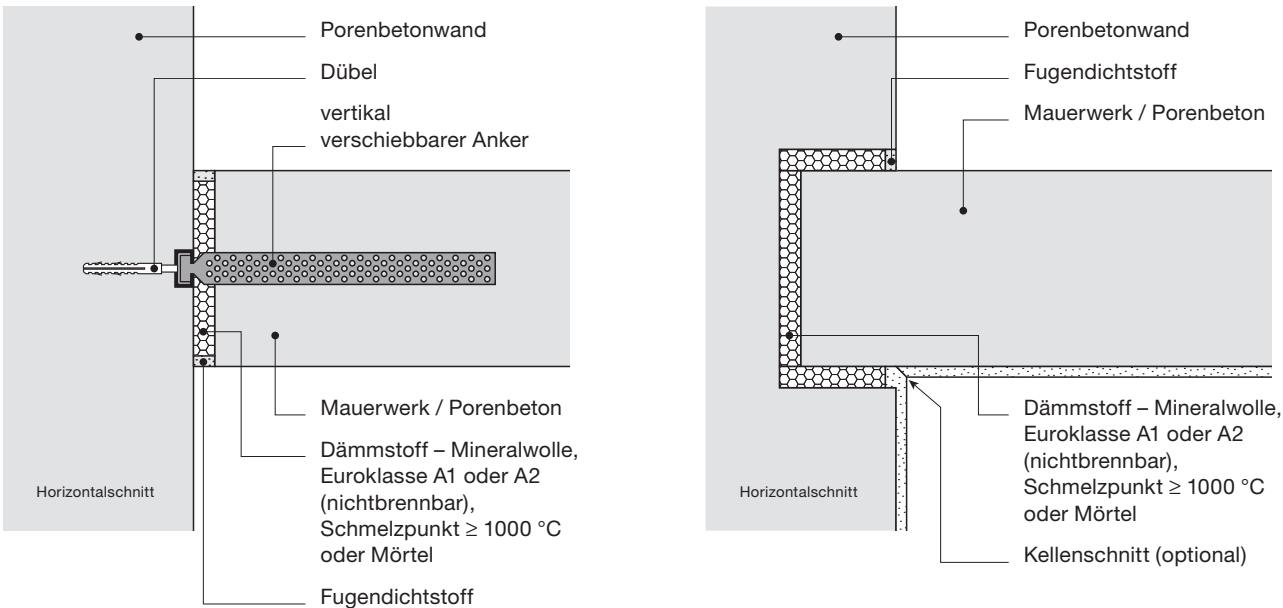


Abb. 4.7: Bewegliche Anschlüsse zwischen tragenden Porenbetonwänden oder -pfeilern, Beispiele nach EC 6

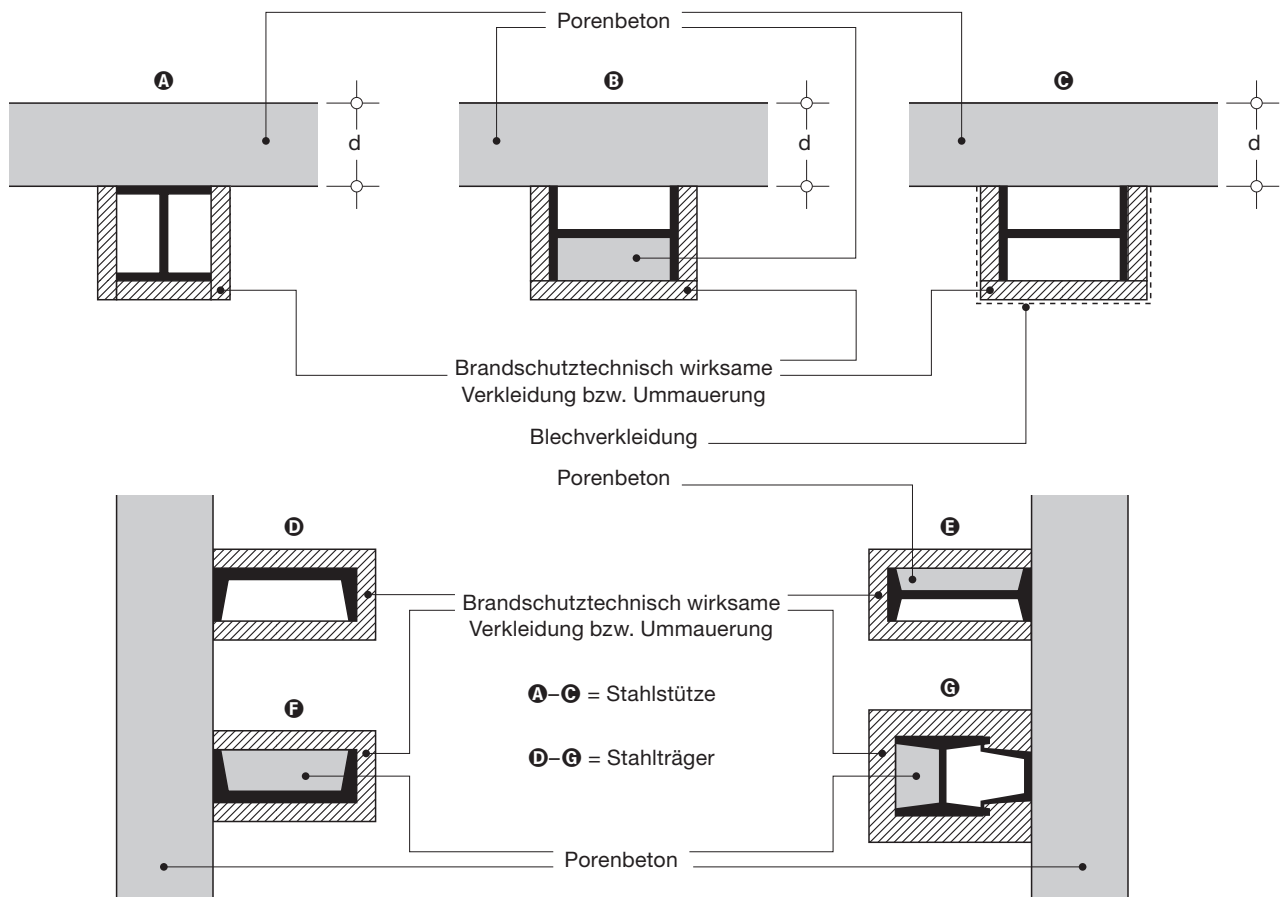


Abb. 4.8: Anschlüsse von Brandwänden aus Porenbeton an Stahlbauteile, Beispiele nach EC 6

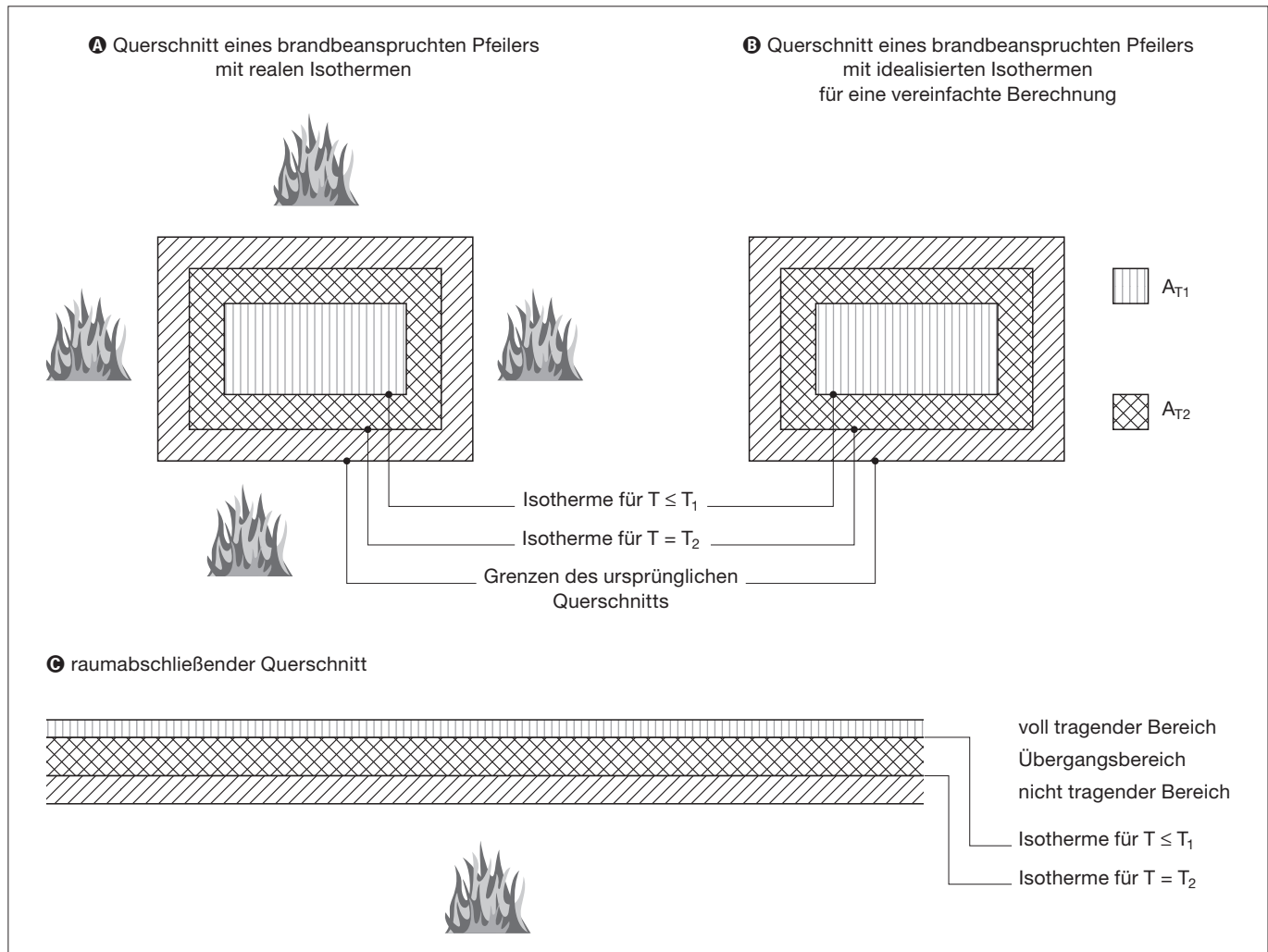


Abb. 4.9 Erläuterung zu den Porenbetonquerschnitten mit Temperaturen bis zur Grenze T_2 (nichttragender Bereich), zwischen T_2 und T_1 (tragender Bereich), sowie der volltragenden Bereiche $T < T_1$ nach EC 6

4.4.4 Rechnerische Nachweise nach Eurocode 6

4.4.4.1 Anwendungsbereich

Der Feuerwiderstand von Mauerwerkswänden kann rechnerisch nachgewiesen werden, wenn die relevanten Versagensfälle bei Brandbeanspruchung, die temperaturabhängigen Materialeigenschaften, die Schlankheit und die Effekte wie thermische Dehnungen und Verformungen berücksichtigt werden. Als Rechenverfahren dürfen verwendet werden:

- Modelle für bestimmte Bauteile

oder

- eine globale Tragwerksanalyse, die das Verhalten von Bauteilen, einem Teil des Tragwerks oder des gesamten Tragwerks simuliert.

Die Validierung von Rechenverfahren sollte über den Vergleich von Rechenergebnissen mit Prüfergebnissen erfolgen. Nach EC 6 stehen derzeit zwei Berechnungsverfahren für Wände zur Verfügung:

- Anhang C (derzeit noch informativ) enthält ein vereinfachtes Berechnungsverfahren für Wände.
- Anhang D (derzeit noch informativ) enthält ein genaueres Berechnungsverfahren für Wände.

4.4.4.2 Eurocode 6, Anhang C – Vereinfachtes Rechenverfahren

Im vereinfachten Rechenverfahren wird die Tragfähigkeit eines Restquerschnitts des Mauerwerks nach einer definierter Branddauer unter Verwendung der Lasten bei Raumtemperatur bestimmt. Dieses vereinfachte Verfahren darf für

Wände und Pfeiler aus den folgenden Gruppen von Porenbetonsteinen angewendet werden:

Porenbetonsteine:

Gruppe 1S und Gruppe 1, Stein-
druckfestigkeit $f_b = 2$ bis 6 N/mm^2 ,
Trockenrohdichte 400 bis 700 kg/m^3 ,
vermauert mit Normalmörtel oder
Dünnbettmörtel

Die oben angegebenen Baustoffgruppen beziehen sich auf die Prüfung, mit denen dieses vereinfachte Verfahren kalibriert wurde. Das Prinzip des Verfahrens kann auch auf andere Produkte angewendet werden, wenn hierfür Kalibrierungsversuche verfügbar sind.

Im vereinfachten Rechenverfahren werden die Bauteilquerschnitte in drei Bereiche unterteilt. Auf der Feuerseite gibt es einen zeitabhängigen nichttragenden

Bereich, dahinter gibt es einen tragenden Bereich mit temperaturabhängiger Festigkeit und danach folgt ein tragender Bereich mit unveränderter Festigkeit.

Die Bestimmung des Temperaturprofils des Querschnitts, des nichttragenden Bereichs und des Restquerschnitts und die Berechnung der Tragfähigkeit im Bruchzustand mit dem Restquerschnitt sind im EC 6 angegeben bzw. beschrieben (s. Abb. 4.9). Danach folgt ein Vergleich der berechneten Tragfähigkeit mit den Einwirkungen aus der relevanten Lastkombination.

Im Grenzzustand der Brandbeanspruchung muss der Bemessungswert der Vertikallast auf einer Wand bzw. einem Pfeiler kleiner oder gleich dem Bemessungswiderstand der Wand oder des Pfeilers sein, so dass die Gleichung

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,fi,T_i} \quad (C1)$$

eingehalten ist.

Der Bemessungswert der vertikalen Tragfähigkeit einer Wand (eines Pfeilers) wird aus der Gleichung

$$N_{Rd,fi,T_2} = \Phi \cdot (f_{dT1} A_{T1} + f_{dT2} A_{T2}) \quad (C2)$$

ermittelt, mit

A	Gesamtquerschnitt des Porenbeton-Mauerwerks
A_{T1}	Porenbetonquerschnitt bis zur Isotherme T_1
A_{T2}	Porenbetonquerschnitt zwischen den Isothermen T_1 und T_2
T_1	Temperatur, bis zu der die Festigkeitseigenschaften von Mauerwerk bei normalen Temperaturen angenommen werden dürfen
T_2	Temperatur, oberhalb derer keine Materialfestigkeit angesetzt werden darf
N_{Ed}	Bemessungswert der Vertikallast
N_{Rd,fi,T_2}	Bemessungswert des Widerstands im Brandfall
f_{dT1}	Bemessungs-Druckfestigkeit von Porenbetonmauerwerk bis zur Temperatur T_1
f_{dT2}	Bemessungs-Druckfestigkeit von Porenbetonmauerwerk zwischen T_1 und T_2 °C, dargestellt als $c f_{dT1}$
c	Konstante, die aus Spannungs-Dehnungslinien aus Druckver-

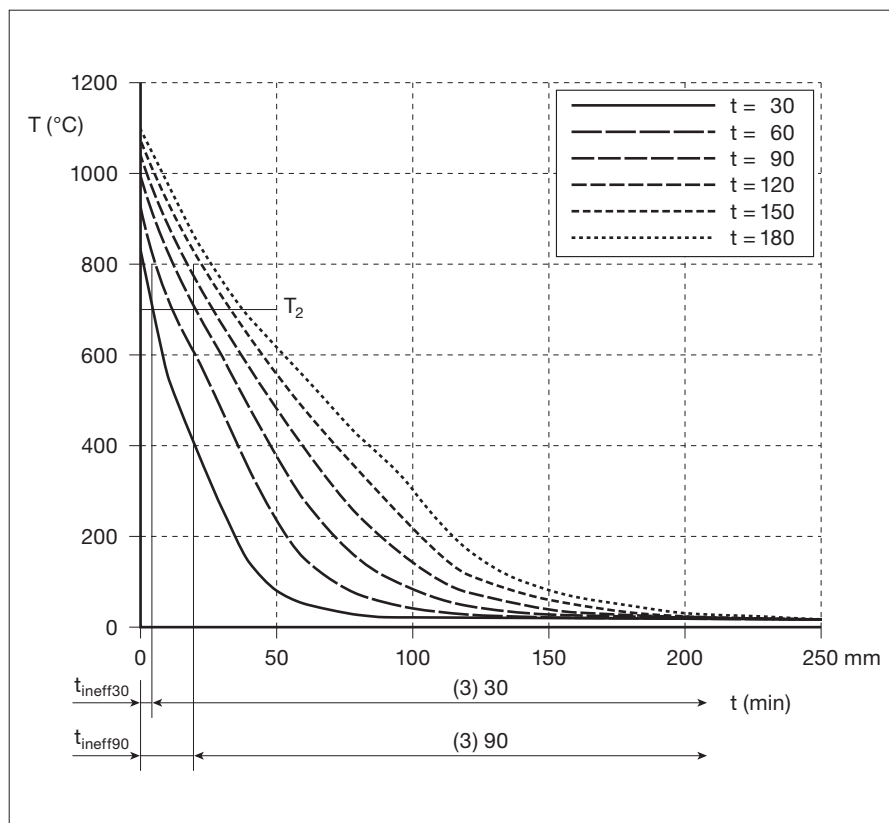


Abb. 4.10: Mauerwerk aus Porenbetonsteinen für die Trockenrohdichte 400 kg/m³ in Abhängigkeit von der Normbranddauer

suchen bei erhöhten Temperaturen ermittelt werden kann (mit Indizes)

Φ Abminderungsbeiwert zur Berücksichtigung der Schlankheit und Lastausmitte in Wandmitte nach EN 1996-1-1, Abschnitt 6.1.2.2., unter Berücksichtigung der zusätzlichen Exzentrizität $e_{\Delta T}$

$e_{\Delta T}$ Exzentrizität aus dem Temperaturprofil im Mauerwerk

Die Temperaturverteilung in einem Porenbetonquerschnitt und die Temperatur T_2 , oberhalb derer der Querschnitt keine rechnerische Tragfähigkeit mehr aufweist, ist in Abhängigkeit von der Dauer der Brandbeanspruchung zu berechnen oder sollte aus Prüfungen bzw. aus Datensammlungen ermittelt werden. Falls solche Ergebnisse nicht vorliegen, können die in den Abb. 4.10 bis 4.12 angegebenen Werte verwendet werden. Für Porenbeton-Mauerwerk können diese Daten auch der prEN 12602 für vorgefertigte bewehrte Porenbetonbauteile entnommen werden.

Erläuterungen zu den Abb. 4.10, 4.11 und 4.12:

$t_{ineff\ 30}$ zerstörte Schichtdicke, die nach 30 Minuten keine Tragfähigkeit mehr aufweist;

$t_{ineff\ 90}$ zerstörte Schichtdicke, die nach 90 Minuten keine Tragfähigkeit mehr aufweist;

T_2 Temperatur oberhalb der keine Tragfähigkeit des Porenbetonmauerwerks mehr angesetzt werden darf (Tiefe des zerstörten Querschnittes);

(3) Restquerschnitt mit Anzahl an Minuten; z. B: (3) 30 Restquerschnitt nach 30 Minuten

Sofern die Pfeiler oder das Mauerwerk bewehrt sind, sind bei der Ermittlung der „heißen“ Tragfähigkeit die Bewehrungsquerschnitte und -temperaturen bei der Tragfähigkeitsanalyse (mit temperaturabhängigen Materialkennwerten) entsprechend der Geometrie und dem statischen System zu berücksichtigen (s. prEN 12602:2007-02). Der EC 6 enthält diesbezüglich derzeit noch keine Regelungen.

Die Exzentrizität infolge Brandbeanspruchung $e_{\Delta T}$, zur Verwendung in diesem vereinfachten Rechenverfahren, kann aus Prüfungen oder aus

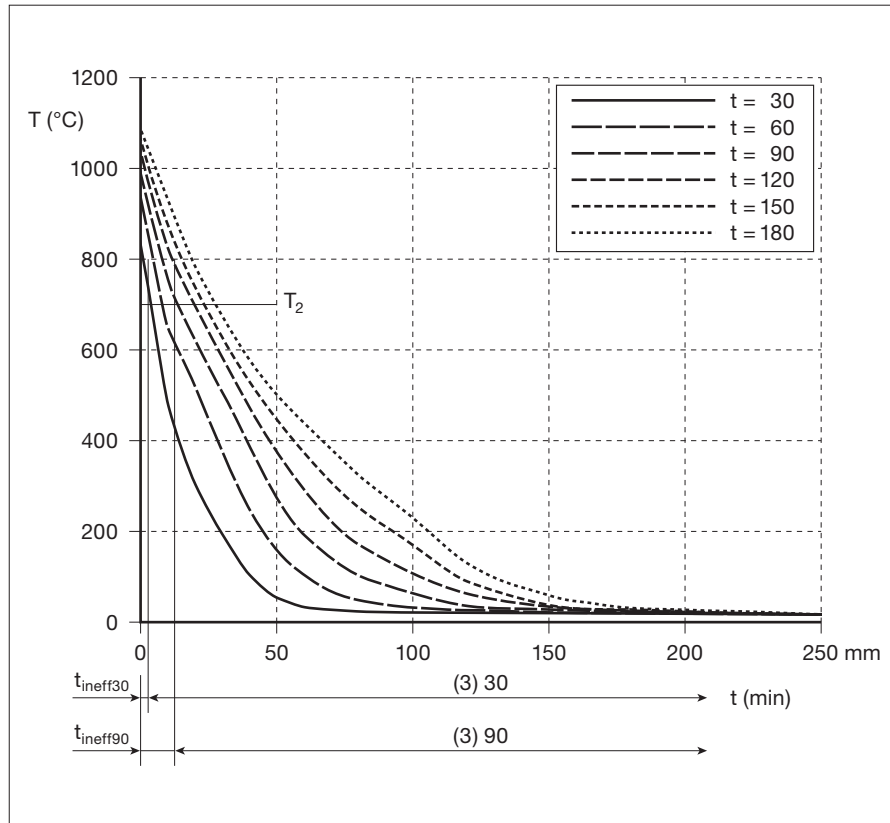


Abb. 4.11: Mauerwerk aus Porenbetonsteinen für die Trockenrohdichte 500 kg/m³ in Abhängigkeit von der Normbranddauer

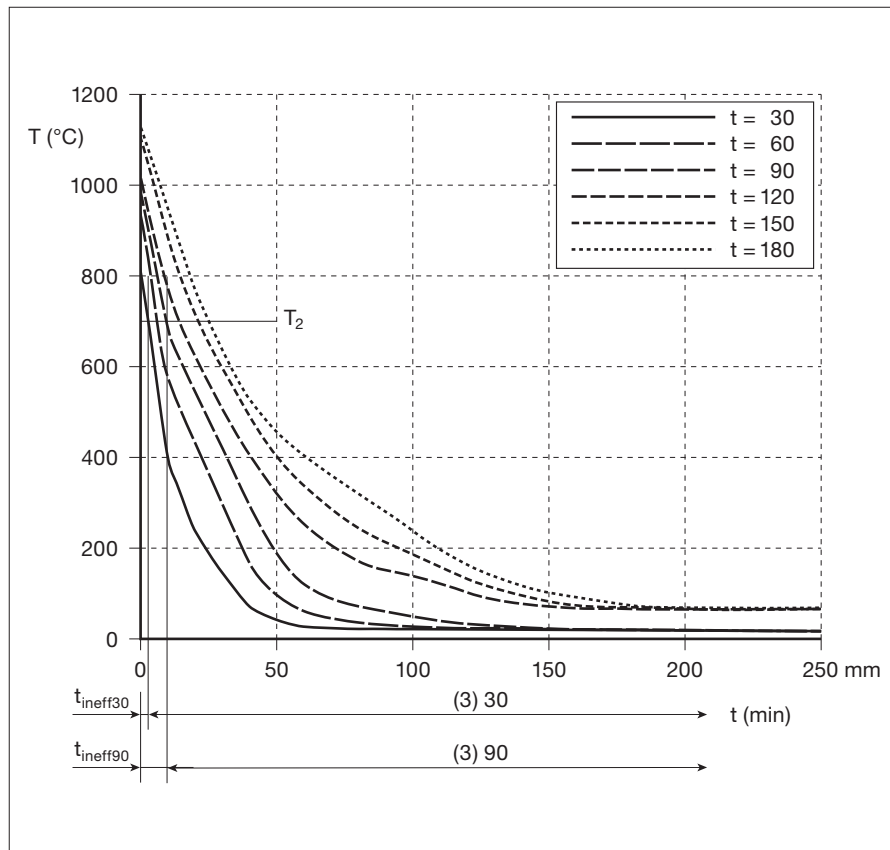


Abb. 4.12: Mauerwerk aus Porenbetonsteinen für die Trockenrohdichte 600 kg/m³ in Abhängigkeit von der Normbranddauer

Gleichung (C3a) oder (C3b) bestimmt werden.

$$e_{\Delta T} = \frac{1}{8} h_{\text{ef}}^2 \frac{\alpha_t (T_2 - 20)}{t_{\text{Fr}}} = h_{\text{ef}} / 20 \quad (\text{C3a})$$

$$e_{\Delta T} = 0 \quad \text{für allseitige Brandbeanspruchung} \quad (\text{C3b})$$

mit:

h_{ef} effektive Wandhöhe
 α_t Wärmedehnungskoeffizient von Porenbetonmauerwerk nach Abschnitt 3.7.4 in EN 1996-1-1
 20 °C angenommene Temperatur auf der feuerabgewandten Seite
 t_{Fr} Dicke des Querschnitts, dessen Temperatur T_2 nicht überschreitet (s. Abb. 4.13)

Die Abb. 4.13 zeigt die zugehörigen Parameter, welche gemäß Gleichung (C3a) benötigt werden. Der Faktor c , welcher die Dicke des zerstörten Bereichs mit einer rechnerischen Festigkeit $f_{\text{cd},T} = 0$ beschreibt und mit den Temperaturen T_2 und T_1 verknüpft ist, wurde für alle Steinarten gemäß EC 6 gemäß Tab. 4.13 angegeben. Die Tab. 4.19 zeigt, dass der Porenbeton von allen Steinarten am günstigsten bewertet ist, d. h. er hat im Normbrandversuch, z. B. nach EN 1364, das weitaus günstigste Verhalten. Tatsächlich zeigt Porenbeton bis 400 °C praktisch eine Festigkeitszunahme und bei 700 °C keine Festigkeitsverluste (vgl. Abschnitt 2.4), d. h. in der Praxis liegen die EC 6-Werte für Porenbeton sehr weit auf der sicheren Seite.

Die Isothermen c_{T1} geben die Grenzbereiche der Restquerschnittsflächen zwischen 20 °C und T_1 an, in denen die Festigkeiten jeweils den charakteristischen Festigkeiten der jeweiligen Steinarten bis 20 °C entsprechen. Aufgrund des besonders guten Temperaturverhaltens von Porenbeton wurde T_1 auf 200 °C festgelegt, wohingegen für alle anderen Steinarten $T_1 = 100$ °C gilt. Generell sind die Festlegungen von T_1 und T_2 im EC 6 als viel zu niedrig anzusehen.

4.4.4.3 Eurocode 6, Anhang D – Genaueres Berechnungsverfahren

Genauere Berechnungsverfahren müssen gemäß EC 6, basierend auf grundsätzlichen physikalisch-mechanischen Zusammenhängen, das Verhalten von

Bauteilen im Brandfall zuverlässig beschreiben. Genauere Berechnungsverfahren sollen Modelle für die Ermittlung

- der Temperaturentwicklung und -verteilung in einem Bauteil (thermisches Berechnungsmodell) sowie
- des mechanischen Verhaltens des Tragwerks oder seiner Bestandteile (mechanisches Berechnungsmodell)

enthalten. Sie sollten in Verbindung mit jeder Aufheizkurve verwendet werden können, wenn die Materialeigenschaften in dem entsprechenden Temperaturbereich und für die entsprechende Aufheizrate bekannt sind. Bei Berechnungen unter Einbeziehung der Abkühlung des Tragwerkes sind besondere (irreversible) Materialgesetze erforderlich, welche in allen Eurocodes nicht enthalten sind.

Genauere Berechnungsverfahren sollten auf den anerkannten Prinzipien und Annahmen der Theorie der Wärmeübertragung basieren. Das thermische Berechnungsmodell sollte

- die maßgebenden thermischen Einwirkungen nach 1991-1-2 und
- die temperaturabhängigen thermischen Materialeigenschaften

berücksichtigen. Für die Strahlungseigenschaften des Feuers wird konservativ $\varepsilon_{fi} = 1,0$ empfohlen (Anm.: Im EC 3 wird $\varepsilon_{fi} = 0,8$ gesetzt und $\varepsilon_{res} = \varepsilon_{fi} \cdot \varepsilon_m = 0,5$ empfohlen.), die Strahlung von Porenbetonoberflächen wird mit $\varepsilon_m = 0,7$ angegeben. Der Einfluss des Feuchtegehalts auf die Temperaturentwicklung im Porenbeton darf unter Berücksichtigung eines modifizierten c_p -Wertes berechnet

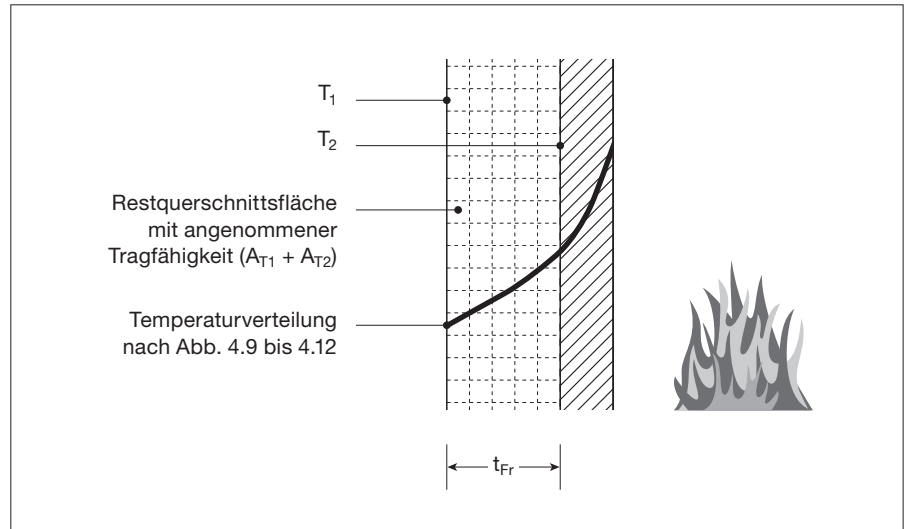


Abb. 4.13 Vertikaler Schnitt durch eine Porenbetonwand

werden. Die Effekte einer ungleichmäßigen Brandbeanspruchung und einer Wärmeableitung zu benachbarten Bauteilen dürfen berücksichtigt werden.

Die Berechnungsverfahren sollten auf den anerkannten Prinzipien und Annahmen der Baustatik unter Berücksichtigung der temperaturabhängigen Veränderung der Materialeigenschaften basieren. Die Effekte thermischer Dehnungen und Spannungen aus Temperaturanstieg und/oder Temperaturunterschieden sollten berücksichtigt werden. Für Porenbeton-Mauerwerk darf auf prEN 12 602 Bezug genommen werden (vgl. Abschnitt 2.4).

Die im Berechnungsverfahren implizierte Verformung im Grenzzustand der Tragfähigkeit sollte begrenzt werden, um die Verträglichkeit zwischen allen Tragwerksteilen sicher zu stellen. Falls erforder-

lich sollte das Modell geometrische nicht-lineare Effekte berücksichtigen. Beim Nachweis einzelner Bauteile oder Bauteilgruppen sollten die Lagerungsbedingungen geprüft und definiert werden, um eine ausreichende Aussteifung der Bauteile sicher zu stellen.

Es sollte nachgewiesen werden, dass

$$E_{fi,d}(t) \leq R_{fi,t,d} \quad (D1)$$

mit:

$E_{fi,d}$ Bemessungswert der Einwirkungen im Brandfall, ermittelt nach EN 1991-1-2, einschließlich der Effekte aus thermischer Dehnung und Verformung,
 $R_{fi,t,d}$ der zugehörige Bemessungswiderstand im Brandfall,
 t die für die Bemessung angenommene Branddauer in Minuten.

Tab. 4.19: Werte der Konstanten c , sowie der Temperaturen T_1 und T_2 für verschiedene Mauerwerksarten nach Eurocode 6

Mauersteine und Mörtel (unverputzte Wandoberfläche)	Werte der Konstanten c	Temperatur °C	
		T_2	T_1
Mauerziegel mit Normalmörtel	c_{cl}	600	100
Kalksandsteine mit Dünnbettmörtel	c_{cs}	500	100
Leichtbetonsteine (Bimszuschlag) mit Normalmörtel	c_{la}	400	100
Betonsteine mit Normalmörtel	c_{da}	500	100
Porenbetonsteine mit Dünnbettmörtel	c_{aac}	700	200

Bei der Tragwerksbemessung sollten die Versagensmechanismen im Brandfall, temperaturabhängige Materialeigenschaften einschließlich Steifigkeit sowie die Effekte aus thermischer Dehnung und Verformung (indirekte Brandwirkungen) berücksichtigt werden.

4.5 Brandschutznachweis für bewehrte Porenbetonbauteile (AAC) nach prEN 12602:2007-02

4.5.1 Allgemeines

In der prEN 12602:2007-02 ist die Herstellung und Bemessung vorgefertigter bewehrter Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton genormt (Hinweis: Im Folgenden werden diese bewehrten Bauteile mit dem englischsprachigen Fachbegriff „Autoclaved aerated concrete = AAC“ bezeichnet). Der normative Anhang C regelt speziell die Bemessung von AAC-Bauteilen und -Tragwerken für den Brandfall, wobei das Konzept des Eurocode 1992-1-2 mit Änderungen, vor allem bezüglich des Materialverhaltens bei Brandeinwirkungen, zur Anwendung kommt.

Der Anhang C legt das Verfahren für die Klassifizierung von AAC-Bauteilen und – Tragwerken für den Sonderlastfall Brandeinwirkung fest. Er behandelt nur die Unterschiede und Ergänzungen gegenüber der Bemessung bei Normaltemperatur. Er bezieht sich nur auf die passiven (baulichen) Methoden des Brandschutzes. Aktive Methoden werden nicht behandelt. Der Anhang C gilt für AAC-Tragwerke, die aus AAC-Bauteilen hergestellt werden, die bei Brandeinwirkung bestimmte Aufgaben übernehmen müssen. Diese sind:

- Vermeidung eines vorzeitigen Einsturzes des Tragwerks (tragende Funktion);
- Begrenzung der Brandausbreitung (Flammen, heiße Gase, übermäßige Hitze) über die ausgewiesenen Bereiche hinaus (raumabschließende Funktion).

Für die Anwendung des Anhangs gelten die folgenden Definitionen:

Kritische Temperatur der Bewehrung:

Die Temperatur, bei der ein Versagen der Bewehrung bei einer vorgegebenen Belastungshöhe zu erwarten ist.

Bemessungs-Brand:

Eine für Bemessungszwecke festgelegte Brandentwicklung.

Brandabschnitt:

Ein Raum (oder Raumbereich) innerhalb eines Gebäudes, der sich über ein oder mehrere Stockwerke erstreckt und durch trennende Bauglieder so abgeschlossen ist, dass die Brandausbreitung aus dem Abschnitt heraus während der betreffenden Brandeinwirkung unterbunden ist.

Feuerwiderstand:

Die Fähigkeit eines Tragwerks oder eines Teils eines Tragwerks oder eines Bauglieds, die geforderten Aufgaben (tragende Funktion und/oder raumabschließende Funktion) für eine vorgegebene Brandeinwirkung und eine vorgegebene Zeitdauer zu erfüllen.

Tragende Funktion (R):

Die Fähigkeit des Tragwerks oder eines Bauglieds, während des maßgebenden Brandes vorgegebene Einwirkungen entsprechend den festgelegten Kriterien zu ertragen.

Unversehrtheit (E):

Die Fähigkeit eines raumabschließenden Elementes der Baukonstruktion, bei Brandeinwirkung auf einer Seite den Durchtritt von Flammen und heißen Gasen zu verhindern und das Auftreten von Flammen auf der nicht beaufschlagten Seite zu unterbinden.

Wärmedämmung (I):

Die Fähigkeit eines raumabschließenden Elementes einer Baukonstruktion, bei Brandeinwirkung auf einer Seite den Temperaturanstieg auf der nicht beaufschlagten Seite auf Werte unterhalb vorgegebener Grenzen zu beschränken.

Mechanische Einwirkung (M):

Die Fähigkeit des Tragwerks oder eines Bauglieds, einer Stoßbeanspruchung zu widerstehen. Dies entspricht dem Fall, dass das Einstürzen eines anderen Bauteils bei einem Brand eine Stoßbeanspruchung auf das betrachtete Element ausübt. Das Tragwerk/Bauglied wird einem Stoß mit vorgegebener Stärke kurz nach Erreichen der gewünschten R, E und/oder I Klassifizierungsdauer ausgesetzt.

Brandwand:

Eine Wand, die zwei Räume (im Allgemeinen zwei Gebäude) gegeneinander abschließt. Bemessen ist sie hinsichtlich

ihres Feuerwiderstandes und der Stand-sicherheit, was auch eine Widerstandsfähigkeit gegen horizontale Belastung einschließen kann, so dass im Brandfall und bei Versagen des Tragwerks auf einer Seite der Wand die Ausbreitung des Brandes auf die andere Seite der Wand unterbunden ist.

Feuerwiderstandsdauer bei Normbrandbedingungen:

Die Fähigkeit eines Tragwerks oder eines Teils davon (üblicherweise nur Bauglieder), die geforderten Aufgaben (tragende Funktion und/oder raumabschließende Funktion) für eine angegebene Dauer zu erfüllen, wenn es der Aufheizung nach der Einheits-Temperaturzeitkurve ausgesetzt wird.

Temperaturberechnung:

Das Verfahren zur Bestimmung der Temperaturentwicklung in Baugliedern auf der Grundlage der thermischen Einwirkungen (Netto-Wärmefluss) und den thermischen Materialeigenschaften der Bauglieder und den ggf. vorhandenen schützenden Oberflächen.

Temperaturzeitkurven:

Gastemperatur in der Umgebung der Bauteiloberflächen als Funktion der Zeit. Sie können folgender Art sein:

- **nominell:** konventionelle Kurven, die zur Klassifikation und zum Nachweis des Feuerwiderstandes eingeführt wurden, z. B. die Einheits-Temperaturzeitkurve;
- **parametrisch:** abgeleitet unter Zugrundelegung von Brandmodellen und den spezifischen physikalischen Parametern, welche die Temperaturbedingungen im Brandabschnitt beschreiben.

Thermische Einwirkungen:

Einwirkungen auf das Tragwerk, die durch den Netto-Wärmefluss zu den Baugliedern beschrieben werden.

Einheits-Temperaturzeitkurve:

Für die Einheits-Temperaturzeitkurve wird folgende Beziehung angegeben, die ein Modell für ein voll entwickeltes Feuer in einem Abschnitt nach der Definition in EN 13501-2 beschreibt:

$$T = 345 \log (8t + 1) + 20$$

Dabei ist:

t die Zeit seit Beginn der Prüfung, in Minuten;

T die durchschnittliche Temperatur im Ofen, in °C.

Indirekte Brandeinwirkungen:

Innere Kräfte und Momente infolge der Wärmedehnung.

Bauteilberechnung (für den Brandfall):

Thermische und mechanische Berechnung eines einem Brand ausgesetzten Bauteils, bei der dieses als isoliertes Bauteil mit geeigneten Lagerungs- und Randbedingungen betrachtet wird. Indirekte Brandeinwirkungen, außer solchen die auf ein Temperaturgefälle zurückzuführen sind, werden nicht berücksichtigt.

Gesamttragwerksberechnung (für den Brandfall):

Eine Berechnung des gesamten Tragwerks, wenn entweder das gesamte Tragwerk oder nur Teile davon einer Brandeinwirkung ausgesetzt sind, indirekte Brandeinwirkungen werden im gesamten Tragwerk berücksichtigt.

Geschützte Bauglieder:

Bauglieder, für die Maßnahmen getroffen werden, um den Temperaturanstieg im Bauglied infolge Brandeinwirkung zu verringern.

Raumabschließende Funktion:

Die Fähigkeit eines raumabschließenden Elementes, eine Brandausbreitung (z. B. durch Hindurchschlagen von Flammen oder heißen Gasen – Unversehrtheit) oder eine Entzündung auf der anderen Seite der beaufschlagten Oberfläche während des betreffenden Brands zu vermeiden.

Raumabschließendes Element:

Tragendes oder nichttragendes Element (z. B. Wand oder Decke), das einen Teil der Umschließung eines Brandabschnittes o. ä. bildet.

4.5.2 Leistungsanforderungen und Bemessungswerte

Unter Normbrandbedingungen müssen die Bauglieder die Kriterien R, E und I wie folgt erfüllen:

- nur raumabschließend: Unversehrtheit (Kriterium E) und Wärmedämmung (Kriterium I);
- nur tragend: mechanischer Widerstand (Kriterium R);

- raumabschließend und tragend: R, E und I, (Kriterium REI);
- raumabschließend und mechanische Einwirkung: E und I ergänzt durch Kriterium M, (Kriterium EI-M);
- raumabschließend, tragend und mechanische Einwirkung: R, E und I ergänzt durch Kriterium M, (Kriterium REI-M).

- Kriterium R gilt als erfüllt, wenn die tragende Funktion während der geforderten Dauer der Brandeinwirkung erhalten bleibt.

- Die Beurteilung von Kriterium E erfolgt im Allgemeinen unter gleichzeitiger Berücksichtigung der folgenden drei Punkte:

- Risse oder Spalte, die vorgegebene Abmessungen überschreiten;
- Entzündung eines Wattebausches;
- anhaltende Flammenbildung auf der nicht beaufschlagten Seite.

- Kriterium I darf als erfüllt gelten, wenn die mittlere Temperaturerhöhung auf der nicht beaufschlagten Seite auf 140 K (über der durchschnittlichen Ausgangstemperatur) begrenzt ist und die maximale Temperaturerhöhung an keiner Stelle dieser Fläche 180 K übersteigt.

- Wenn ein vertikales raumabschließendes Element mit oder ohne tragende Funktion Anforderungen an den Widerstand gegen Stoßeinwirkungen erfüllen muss (Kriterium M), sollte das Element einer horizontalen Einzellast entsprechend den Festlegungen in EN 1363-2 (Stoßarbeit 3000 Nm) widerstehen können.

Es wird empfohlen, dass für die Bemessungswerte der Baustoffeigenschaften die charakteristischen Werte verwendet werden, d. h. der Teilsicherheitsbeiwert für Materialeigenschaften bei der Bemessung für den Brandfall ist $\gamma_{M,fi} = 1,0$.

4.5.3 Nachweisverfahren

Das angenommene Modell des Tragwerks für die Bemessung nach diesem Anhang muss das zu erwartende Verhalten des Tragwerks beim Brand zutreffend erfassen. Die Bemessung für den Brandfall darf unter Verwendung eines der folgenden Verfahren durchgeführt werden:

- Bauteilberechnung;
- Berechnung von Tragwerksteilen;
- Gesamttragwerksberechnung.

Zum Nachweis des Feuerwiderstandes bei Normbrandbedingungen genügt eine Bauteilberechnung. Den im Anhang C.4.2 der prEN 12602 angegebenen Tabellenwerten und dem vereinfachten Bemessungsverfahren im Anhang C.4.3 liegt jeweils die Einheits-Temperaturzeitkurve zugrunde. Alternativ zu der Benutzung von rechnerischen Verfahren oder von Tabellenwerten darf die Bemessung unter Zugrundelegung der Ergebnisse von Prüfungen oder mittels einer Kombination von Tabellenwerten, Berechnung und Prüfungsergebnissen durchgeführt werden.

Bei der Bauteilberechnung dürfen die zum Zeitpunkt $t = 0$ bei $T = 20^\circ\text{C}$ vorhandenen Einspannungsbedingungen an den Auflagern und den Bauteilenden im Allgemeinen über die gesamte Branddauer als unverändert angenommen werden. Es brauchen nur die Auswirkungen derjenigen Temperaturverformungen berücksichtigt zu werden, die aus einer ungleichmäßigen Temperaturverteilung über den Querschnitt herrühren. Die Auswirkungen der Wärmedehnung von Baugliedern darf vernachlässigt werden.

Bei der Berechnung von Tragwerksteilen sollten die zu untersuchenden Teile des Tragwerks unter Berücksichtigung der möglichen Wärmedehnungen und Verformungen so festgelegt werden, dass ihr Zusammenwirken mit anderen Tragwerksteilen näherungsweise mit Hilfe von zeitunabhängigen Lagerungs- und Randbedingungen während der Brandeinwirkung erfasst werden kann. Für den zu berechnenden Tragwerksteil sind die maßgebende Versagensart, die temperaturabhängigen Werkstoffeigenschaften und Bauteilsteifigkeiten, die Auswirkungen der Wärmedehnung und der Verformungen (indirekte Brandwirkungen) zu berücksichtigen. Die Randbedingungen an den Auflagern und die Kräfte und Biegemomente an den Grenzen des Tragwerkteils dürfen während der Brandeinwirkung als unveränderlich angenommen werden.

Wird eine Gesamttragwerksberechnung für den Brandfall durchgeführt, sind die maßgeblichen Versagensarten unter Brandeinwirkung, die temperaturabhängigen Baustoffeigenschaften und Steifigkeiten der Bauglieder, die Auswirkungen der Wärmedehnung und

der Verformungen (indirekte Brandeinwirkungen) zu berücksichtigen.

4.5.4 Baustoffeigenschaften

Im Brandfall sind stets temperaturabhängige Materialeigenschaften zu berücksichtigen. Weitere Informationen über die Baustoffeigenschaften von Porenbeton bei erhöhter Temperatur sind im Abschnitt 2.4 angegeben. Die Abnahme der charakteristischen Druckfestigkeit des AAC in Abhängigkeit von der Temperatur T wird nach Gleichung (C.1) berücksichtigt.

$$f_{ck}(T) = k_c(T) f_{ck}(20^\circ \text{C}) \quad (\text{C.1})$$

Wenn keine genaueren Angaben vorliegen, darf der Beiwert $k_c(T)$ aus Abb. 2.4 in Abschnitt 2 entnommen werden.

Die Abnahme der charakteristischen Streckgrenze des Bewehrungsstahls in Abhängigkeit von der Temperatur T wird nach Gleichung (C.3) berücksichtigt.

$$f_{yk}(T) = k_s(T) f_{yk}(20^\circ \text{C}) \quad (\text{C.2})$$

Wenn keine genaueren Angaben vorliegen, darf der Beiwert $k_s(T)$ aus Abb. 4.14 entnommen werden.

Die σ - ε -Beziehungen und E-Modul-Temperaturkennwerte für Porenbeton wurden bereits im Abschnitt 2.4 angegeben. Für Bewehrungsstahl in Porenbetonbauteilen gelten die auf der Abb. 4.15 und in der Tab. 4.20 angegebenen Werte.

Für den Bewehrungsstahl darf die Wärmedehnung $\varepsilon_s(T)$ bei erhöhter Temperatur im Vergleich zur Länge bei 20°C gemäß (C.3) wie folgt bestimmt werden (siehe grauer Rahmen ①):

4.5.5 Verfahren zur Tragwerksbemessung für den Brandfall

4.5.5.1 Allgemeine Vorgaben

Die folgenden Bemessungsverfahren dürfen verwendet werden für:

①		
$\varepsilon_s(T) = -2,416 \cdot 10^{-4} + 1,2 \cdot 10^{-5} T + 0,4 \cdot 10^{-8} T^2$	für $20^\circ \text{C} \leq T \leq 750^\circ \text{C}$	
$\varepsilon_s(T) = 11 \cdot 10^{-3}$	für $750^\circ \text{C} \leq T \leq 860^\circ \text{C}$	(C.2)
$\varepsilon_s(T) = -6,2 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 10^{-5} T$	für $860^\circ \text{C} \leq T \leq 1200^\circ \text{C}$	

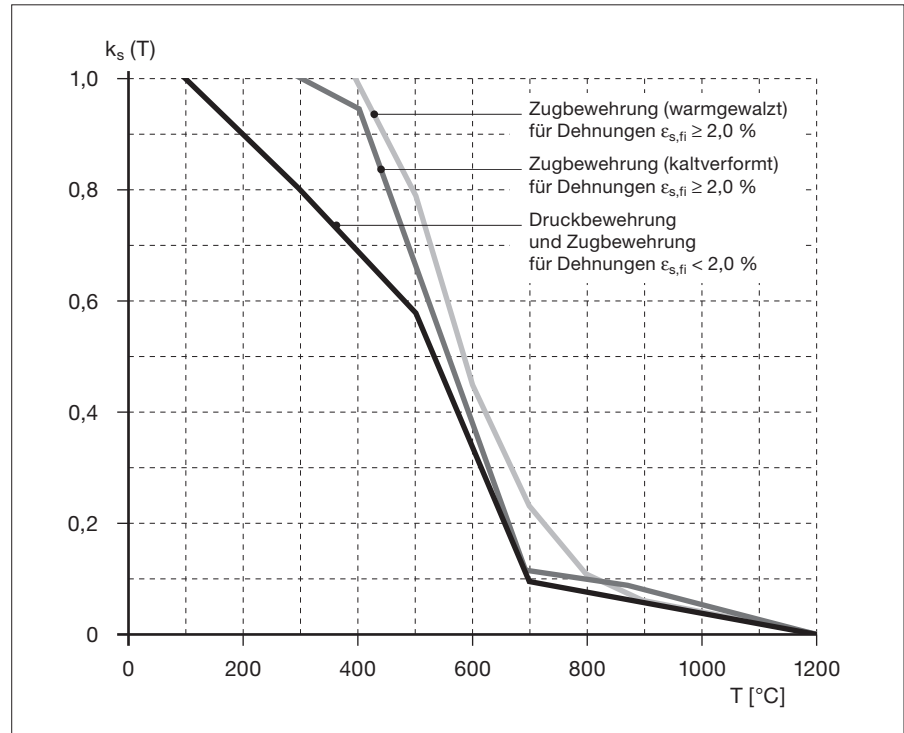


Abb. 4.14: Beiwert $k_s(T)$ zur Berücksichtigung der Abnahme der charakteristischen Streckgrenze f_{yk} der Zug- oder Druckbewehrung bei höheren Temperaturen

- die Ausbildung der Tragwerksteile bzw. Bauteile nach anerkannten Bemessungsergebnissen (tabellarische Angaben) gemäß prEN 12602 (siehe Abschnitt 4.5.5.2) und
- vereinfachte Rechenverfahren für bestimmte Bauteilarten gemäß prEN 12602 (siehe Abschnitt 4.5.6).

Schutzschichten (siehe prEN 12602, Abschnitt C.5) dürfen bei der Verwendung von tabellarischen Angaben oder rechnerischen Verfahren berücksichtigt werden.

Anstelle genauerer Verfahren zur Tragwerksbemessung für den Brandfall dürfen die o. g. tabellarischen Angaben verwendet werden. Die Tabellen gelten für die Norm-Brandbeanspruchung (Einheits-Temperaturzeitkurve). Die Tabellen sind auf empirischer Basis erarbeitet und durch Berechnungen, Erfahrungen und

theoretische Auswertung von Prüfungen bestätigt worden. Sofern nichts anderes gesagt wird, sind keine weiteren Nachweise bei erhöhter Temperatur gefordert, außer dem Nachweis der Verankerung der Bewehrung nach Abschnitt C.4.4 der prEN 12602.

Die Anforderungen an die Unversehrtheit E (Raumabschluss) und an die Wärmedämmung I dürfen als erfüllt gelten, wenn die Mindestdicke von Wänden oder Platten den Tab. 4.21, 4.22 oder 4.24 entspricht und wenn die Fugen nach dem informativen Anhang CB ausgeführt sind. Der Feuerwiderstand von Tragwerken mit Verbindungen oder Öffnungen, die durch die Wände oder Platten hindurchgehen, ist getrennt zu betrachten. Hinsichtlich des Tragwiderstands R sind die Mindestanforderungen bezüglich der Querschnittsabmessungen und des Schutzes gegen Erhitzung der Bewehrungsstäbe (Achsabstand a) in den Tabellen so festgelegt worden, dass Gleichung (C.3):

$$E_{d,fi}/R_{d,fi} \leq 1,0 \quad (\text{C.3})$$

erfüllt ist; dabei gilt:

$E_{d,fi}$ die Schnittgröße im Brandfall;
 $R_{d,fi}$ der Bemessungswert des Tragwiderstands im Brandfall.

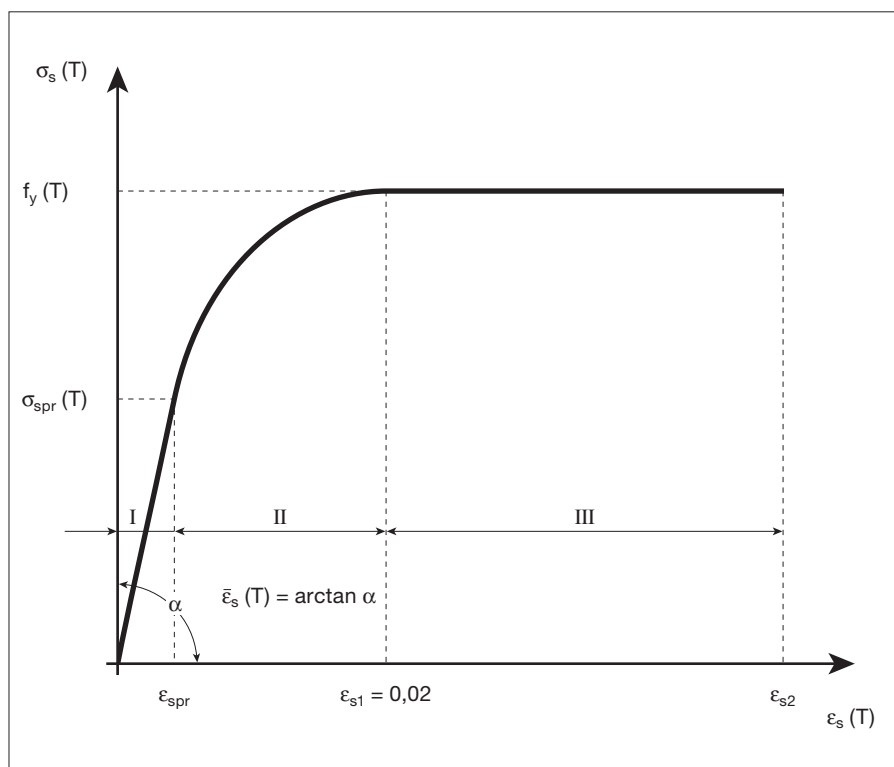


Abb. 4.15: Spannungs-Dehnungs-Beziehung für Bewehrungsstahl bei erhöhter Temperatur nach EN 1992-1-2

Den Tabellen liegt eine kritische Stahltemperatur von $T_{cr} = 500\text{ °C}$ zugrunde. Die in den Tabellen verwendeten Symbole sind in Abb. 4.16 erläutert.

4.5.5.2 Tabellenwerte für Wände, Balken und Decken

Bei nichttragenden Wänden sollten die Mindestwanddicken nicht kleiner sein als die in Tab. 4.21 für den Feuerwiderstand EI angegebenen Werte. Um übermäßige Temperaturverformungen und den anschließenden Verlust der raumabschließenden Funktion zwischen Wänden zu vermeiden, sollte das Verhältnis zwischen lichter Höhe der Wand und Wanddicke, (L/h) , bei stehenden Wandbauteilen einen Wert von 40 nicht überschreiten.

Bei tragenden Wänden sollten die Mindestabmessungen und die Mindestachsabstände nicht geringer sein als die in Tab. 4.22 für den Feuerwiderstand REI oder als die in Tab. 4.23 für den Feuerwiderstand R angegebenen Werte. Um übermäßige Temperaturverformungen

Tab. 4.20: Werte für die Parameter der Spannungs-Dehnungs-Beziehung von Bewehrungsstahl bei erhöhter Temperatur

Stahltemperatur °C	$E_s(T)/E_s(20\text{ °C})$	$\epsilon_{s2}(T) \%$
a) Warmgewalzter Bewehrungsstahl (z. B. Klasse B oder C nach EN 1992 1-2)		
20	1,00	1
100	1,00	15
200	0,90	15
300	0,80	15
400	0,70	15
500	0,60	15
600	0,31	15
700	0,13	15
b) Kaltverformter Bewehrungsstahl (z. B. Klasse A nach EN 1992-1-1)		
20	1,00	1
100	1,00	5
200	0,87	5
300	0,72	5
400	0,56	5
500	0,40	5
600	0,24	5
700	0,08	5

und anschließenden Verlust der raumabschließenden Funktion zwischen Wänden zu vermeiden, sollte das Verhältnis zwischen lichter Höhe der Wand und Wanddicke, (L/h), bei stehenden Wandbauteilen einen Wert von 30 nicht überschreiten.

Bei Brandwänden sollten die Mindestabmessungen und Mindestachsabstände nicht kleiner sein als die in Tab. 4.24 für den Feuerwiderstand REI-M und EI-M angegebenen Werte. Tab. 4.25 gilt unter der Voraussetzung, dass die genannten Anforderungen an den Mindestbewehrungsgehalt der AAC-Bauteile erfüllt sind. Um übermäßige Temperaturverformungen und den anschließenden Verlust der raumabschließenden Funktion zwischen Wänden zu vermeiden, sollte das Verhältnis zwischen lichter Höhe der Wand und Wanddicke, (L/h), einen Wert von 40 bei stehenden nichttragenden Wandbauteilen und einen Wert von 30 bei stehenden tragenden Wandbauteilen nicht überschreiten.

Bei Balken sollten die Mindestabmessungen und die Mindestachsabstände in Abhängigkeit von der größten Stützweite nicht kleiner sein als die in Tab. 4.26 für die Feuerwiderstandsklassen R angegebenen Werte, wenn die Balken als gelenkig auf zwei Stützen gelagerte Bauteile bemessen werden. Die Tabellenwerte gelten für Balken, die einer Brandeinwirkung auf 3 Seiten und nicht auf der Oberseite ausgesetzt sind.

Bei Decken- und Dachbauteilen sollten die Mindestabmessungen und die Mindestachsabstände in Abhängigkeit von der größten Stützweite nicht kleiner sein als die in Tab. 4.27 für die Feuerwiderstandsklassen REI angegebenen Werte, wenn die bewehrten Decken- und Dachbauteile als gelenkig auf zwei Stützen gelagerte einachsig gespannte Platten bemessen werden.

4.5.6 Vereinfachte Bemessungsverfahren

4.5.6.1 Berechnungsverfahren für den Feuerwiderstand R

Die nachfolgend beschriebenen Berechnungsverfahren bestimmen den Tragwiderstand eines Tragwerks bei erhöhten Temperaturen unter Zugrundelegung abgeminderter Materialeigenschaften, die in Abhängigkeit von der Tempera-

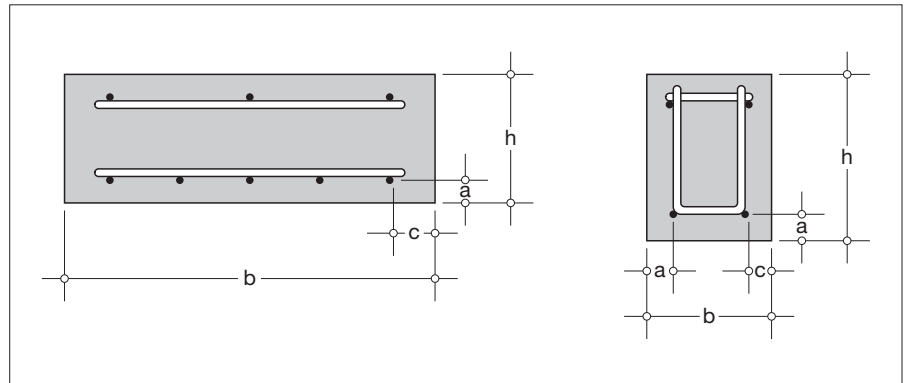


Abb. 4.16: Querschnitte von ACC-Bauteilen mit eingetragenen Nennwerten für den Achsabstand a und die Betondeckung c der Bewehrung

Tab. 4.21: Mindestwanddicke von nichttragenden AAC-Wänden nach prEN 12602: 2007-02; Trockenrohdichte des AAC 350 bis 700 kg/m³

Feuerwiderstandsklasse	Mindestwanddicke mm
EI 30	50
EI 60	65
EI 90	75
EI 120	100
EI 180	125
EI 240	150

Tab. 4.22: Mindestwanddicke und -achsabstand $a_{\min}$ von tragenden, raumabschließenden AAC-Wänden nach prEN 12602:2007-02; Trockenrohdichte des AAC 350 bis 700 kg/m³ und tragende oder nichttragende Bewehrung für die Klasse REI.

Feuerwiderstandsklasse	Mindestwanddicke/ Mindestachsabstand $a_{\min}$ mm/mm
REI 30	100/10
REI 60	100/15
REI 90	125/20
REI 120	150/25
REI 180	175/30
REI 240	200/35

turverteilung im Querschnitt definiert werden.

Dem Verfahren liegt die Annahme zugrunde, dass AAC, der einer Temperatur über 800 °C ausgesetzt wird, nichts zum Tragwiderstand beiträgt, während der AAC mit niedrigerer Temperatur seine bei Normaltemperatur vorhandene Festigkeit beibehält. Eine verminderte Stahlfestigkeit nach Gleichung (C.1) kann bei der Berechnung des Trag-

widerstandes nur angesetzt werden, wenn die Stahltemperatur ≤ 500 °C ist. Bei Stahl mit einer Temperatur > 500 °C wird die Restfestigkeit nicht berücksichtigt. Die Verfahren sind anwendbar für Tragwerke, die einer Norm-Brandbeanspruchung ausgesetzt werden, bis die höchste Gastemperatur erreicht ist. Zusätzlich sollte nachgewiesen werden, dass die aufnehmbare Verankerungskraft für die Bewehrung ausreichend groß ist.

Tab. 4.23 Mindestwanddicke und -achsabstand $a_{\min}$ von tragenden, nicht-raumabschließenden AAC-Wänden nach prEN 12602:2007-02, die an mindestens zwei gegenüberliegenden Rändern der Bauteile gehalten sind. Trockenrohdichte des AAC 350 bis 700 kg/m³ und tragende oder nichttragende Bewehrung für die Klasse R.

Feuerwiderstandsklasse	Mindestwanddicke/ Mindestachsabstand $a_{\min}$ mm/mm
R 30	100/10
R 60	125/15
R 90	150/20
R 120	175/25
R 180	200/30
R 240	250/35

Der Abminderungsbeiwert α für die Festigkeit zur Berücksichtigung von Langzeiteinflüssen auf die Druckfestigkeit des AAC kann bei der Tragwerksbemessung für den Brandfall zu 1,0 angenommen werden. Der Einfluss der Temperatur auf den Elastizitätsmodul darf nach Tabelle CA.1 im Anhang CA nach prEN 12602 abgeschätzt werden.

Für einem Brand ausgesetzte tragende AAC-Bauteile, bei denen sowohl die Festigkeit als auch die Verformungseigenschaften die Tragfähigkeit beeinflussen, ist der Einfluss von Verformungen nach Theorie II. Ordnung und anderer temperaturbedingter Dehnungen zu berücksichtigen. Die

Tab. 4.24: Mindestwanddicke und Mindestachsabstand $a_{\min}$ von AAC-Brandwänden nach prEN 12602:2007-02, Anhang CD, die an mindestens zwei gegenüberliegenden Rändern der Bauteile gehalten sind. Trockenrohdichte des AAC 450 bis 700 kg/m³ und mit tragender oder nichttragender Bewehrung für die Klassen REI-M und EI-M.

Feuerwiderstandsklasse	Mindestwanddicke/ Mindestachsabstand $a_{\min}$ mm/mm	
	AAC-Trockenrohdichte > 450 kg/m ³	AAC-Trockenrohdichte > 600 kg/m ³
REI-M 30	200/30	200/20
REI-M 60	200/30	200/20
REI-M 90	200/40	200/30
REI-M 120	250/40	250/30
REI-M 180	300/60	300/50
EI-M 30	200/30	175/20
EI-M 60	200/30	175/20
EI-M 90	200/30	175/20
EI-M 120	240/30	240/30
EI-M 180	240/30	240/30

Tab. 4.25: Mindestbewehrungsgehalt für in Brandwänden verwendete AAC-Bauteile

Mindestgehalt der Zugbewehrung ^{a)} in Abhängigkeit von der Dicke h und der Länge L von AAC-Bauteilen			
Länge L	$d \geq 175$ mm	$d \geq 200$ mm	$d \geq 225$ mm
mm	mm ² /m	mm ² /m	mm ² /m
4000	≥ 102	≥ 102	≥ 102
4000-5000	≥ 131	≥ 112	≥ 102
5000-6000	≥ 190	≥ 162	≥ 146
6000-7000	≥ 258	≥ 220	≥ 195
7000-7600	–	≥ 252	≥ 222
7600-8000	–	≥ 265	≥ 245

^{a)} Zugbewehrung für die mechanische Einwirkung (M)

Tab. 4.26: Mindestabmessungen (Höhe $h_{\min}$ und Breite $b_{\min}$) in mm und kleinster Achsabstand $a_{\min}$ in mm zur Unterseite und zu den vertikalen Flächen von AAC-Balken in Abhängigkeit von der größten Stützweite

Größte Trockenrohdichte in kg/m ³								450	550	650
Kleinste Abmessungen in mm		$h_{\min}$			$b_{\min}$			$a_{\min}$		
Größte Stützweite in m		2	4	6	2	4	6			
Feuerwiderstandsklasse	R 30	150	200	250	100	200	200	20	15	15
	R 60	175	200	300	100	200	250	30	25	20
	R 90	200	250	300	200	250	300	40	30	25

Tab. 4.27: Mindestdicke $h_{\min}$ in mm und Mindestachsabstand $a_{\min}$ in mm von AAC-Decken- und -Dachbauteilen in Abhängigkeit von der größten Stützweite

Kleinste Trockenrohdichte 350 kg/m ³								
Größte Stützweite	3 m		4,5 m		6 m		7,5 m	
Feuerwiderstandsklasse	$h_{\min}$	$a_{\min}$	$h_{\min}$	$a_{\min}$	$h_{\min}$	$a_{\min}$	$h_{\min}$	$a_{\min}$
REI 30	100	15	150	15	175	20	240	20
REI 60	100	30	150	25	200	25	240	35
REI 90	150	45	150	45	200	45	240	45
REI 120	175	50	175	55	200	55	240	55
Kleinste Trockenrohdichte 450 kg/m ³								
Größte Stützweite	3 m		4,5 m		6 m		7,5 m	
Feuerwiderstandsklasse	$h_{\min}$	$a_{\min}$	$h_{\min}$	$a_{\min}$	$h_{\min}$	$a_{\min}$	$h_{\min}$	$a_{\min}$
REI 30	100	15	150	15	175	15	240	20
REI 60	100	22	150	22	200	22	240	30
REI 90	150	35	150	35	200	35	240	35
REI 120	175	40	175	45	200	45	240	45
Kleinste Trockenrohdichte 550 kg/m ³								
Größte Stützweite	3 m		4,5 m		6 m		7,5 m	
Feuerwiderstandsklasse	$h_{\min}$	$a_{\min}$	$h_{\min}$	$a_{\min}$	$h_{\min}$	$a_{\min}$	$h_{\min}$	$a_{\min}$
REI 30	100	15	150	15	175	15	240	15
REI 60	100	20	150	20	200	20	240	20
REI 90	150	30	150	30	200	30	240	30
REI 120	175	35	175	35	200	35	240	35
Kleinste Trockenrohdichte 700 kg/m ³								
Größte Stützweite	3 m		4,5 m		6 m		7,5 m	
Feuerwiderstandsklasse	$h_{\min}$	$a_{\min}$	$h_{\min}$	$a_{\min}$	$h_{\min}$	$a_{\min}$	$h_{\min}$	$a_{\min}$
REI 30	100	15	150	15	175	15	240	15
REI 60	100	20	150	20	200	20	240	20
REI 90	150	25	150	25	200	25	240	25
REI 120	175	30	175	30	200	30	240	35

gesamte Dehnung darf angenommen werden zu:

$$\varepsilon = \varepsilon_{th} + \varepsilon_{\sigma} + \varepsilon_{cr} + \varepsilon_{sh} + \varepsilon_{tr} \quad (C.3)$$

Dabei ist

- ε_{th} die thermische Dehnung;
- ε_{σ} die sofortige spannungsbedingte Dehnung;
- ε_{cr} die Langzeit-Kriechdehnung;
- ε_{sh} die thermisch bedingte Schwinddehnung;
- ε_{tr} die Übergangskriechdehnung beim erstmaligen Aufheizen (transientes Kriechen).

Bei AAC-Bauteilen kann die Kriechdehnung ε_{cr} im Vergleich zu den anderen, thermischen Dehnungseffekten vernachlässigt werden. Bei der Bestimmung des Tragwiderstandes von brandbeanspruchten AAC-Bauteilen unter Berücksichtigung der Verformungen sind jedoch die Änderungen des Elastizitätsmoduls mit der Temperatur zu berücksichtigen (s. Abschnitt 2.4).

Die Übergangskriechdehnung beim Aufheizen (transientes Kriechen nach RILEM Komitee HTC 200) hängt von der Höhe der Temperatur und von der Druckspannung ab und darf als eine Funktion der thermischen Dehnung ausgedrückt werden, wobei zu beachten ist, dass sie in entgegen gesetzter Richtung wirkt. Die Richtigkeit der vorliegenden Funktion (C4) muss noch überprüft werden. Der Faktor 2.35 stammt aus einer Arbeit aus Schweden über Normalbeton mit Granitzuschlag.

$$\varepsilon_{tr} = -2,35 \frac{\sigma}{f_{cd20^\circ}} \varepsilon_{th} \quad (C.4)$$

Die thermisch bedingte Schwinddehnung des AAC darf als Funktion der thermischen Dehnung und der Temperatur ausgedrückt werden, wobei zu beachten ist, dass sie in entgegen gesetzter Richtung wirkt:

$$\varepsilon_{sh} = -0,5 \cdot \sqrt{\frac{T_M - T_o}{T_o}} \cdot \varepsilon_{th} \quad (C.5)$$

Dabei sind:

- T_M die Temperatur im Punkt M;
- T_o die Referenztemperatur, die zu 20° C angesetzt wird.

Das transiente Kriechen und die thermisch bedingte Schwinden kann im Regelfall vernachlässigt werden, insbesondere dann, wenn die Biegebeanspruchung überwiegt und eine nichtlineare σ - ε -Beziehung für den Porenbeton verwendet wird. Das Schwinden ist in der Regel bereits bei der Messung der thermischen Dehnung berücksichtigt, weil die Proben während der Messung ihre Feuchtigkeit abgeben.

4.5.6.2 Bestimmung des Tragwiderstandes von AAC-Bauteilen

Im Folgenden wird eine Methode zur Bestimmung des Tragwiderstandes von AAC-Bauteilen unter Berücksichtigung der Verformungen beschrieben, die als

die Zonenmethode bezeichnet wird. Die Methode ist nur für die Einheits-Temperaturzeitkurve nachgewiesen. Die dem Brand ausgesetzte Fläche wird in eine Anzahl ($n \geq 3$) paralleler Zonen gleicher Dicke (rechteckige Elemente) eingeteilt, wobei die mittlere Temperatur und die entsprechende mittlere Druckfestigkeit f_{cd} und der mittlere Elastizitätsmodul für jede Zone berechnet werden (siehe Abb. 4.15).

Der durch den Brand geschädigte Querschnitt wird durch einen verkleinerten Ersatzquerschnitt dargestellt, bei dem eine geschädigte Zone mit der Dicke a_z auf den dem Brand ausgesetzten Seiten unberücksichtigt bleibt, siehe Abb. 4.15. An seiner Stelle wird eine gleichwertige Ersatzwand betrachtet, siehe Abb. 4.16(a) bis 4.16(d).

Der Punkt M ist ein beliebiger Punkt auf der Mittellinie der Ersatzwand und wird zur Bestimmung der verminderten Druckfestigkeit für den gesamten verminderten Querschnitt verwendet. Werden zwei gegenüberliegende Seiten dem Brand ausgesetzt, wird die Breite zu $2w$ angenommen, siehe Abb. 4.17 (a). Für eine rechteckige Wand, die nur auf einer Seite dem Brand ausgesetzt ist, wird die Breite zu w angenommen, siehe Abb. 4.17 (c). Der Flansch in Abb. 4.17 (f) entspricht der Ersatzwand in Abb. 4.17 (d), und der Steg entspricht der Ersatzwand in Abb. 4.17 (c). Für die Unterseite und die Enden brandbeanspruchter rechteckiger Bauteile, deren Breite kleiner ist als ihre Höhe, wird angenommen, dass der Wert a_z derselbe ist wie die für die Seiten berechneten Werte, siehe Abb. 4.17 (b), (e), (f).

Der geschädigte Bereich a_z wird wie folgt für eine auf beiden Seiten beaufschlagte Ersatzwand abgeschätzt:

- a) Die halbe Dicke der Wand wird in n parallele Zonen gleicher Dicke unterteilt, mit $n \geq 3$, siehe Abb. 4.17
- b) Die Temperatur wird für die Mitte der einzelnen Zonen berechnet.
- c) Die dazugehörige Abnahme der Druckfestigkeit, $k_c(T_n)$, wird bestimmt.

Der mittlere Abminderungsbeiwert für eine bestimmte Zone, einschließlich eines Faktors $(1 - 0,2/n)$ zur Berücksichtigung der Temperaturverteilung innerhalb der betreffenden Zone, darf wie folgt berechnet werden:

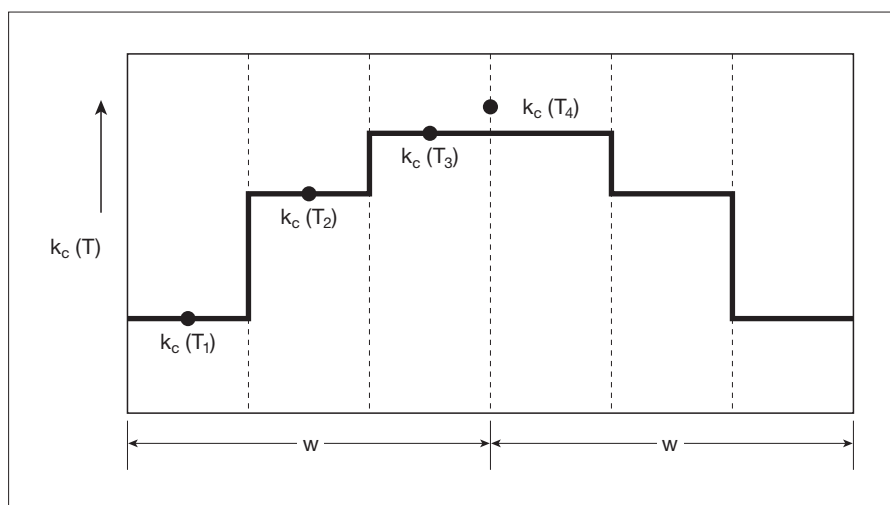


Abb. 4.17: Aufteilung einer auf beiden Seiten brandbeanspruchten Wand in Zonen zur Berechnung der Festigkeitsabnahme und der a_z -Werte nach prEN 12602:2007-02

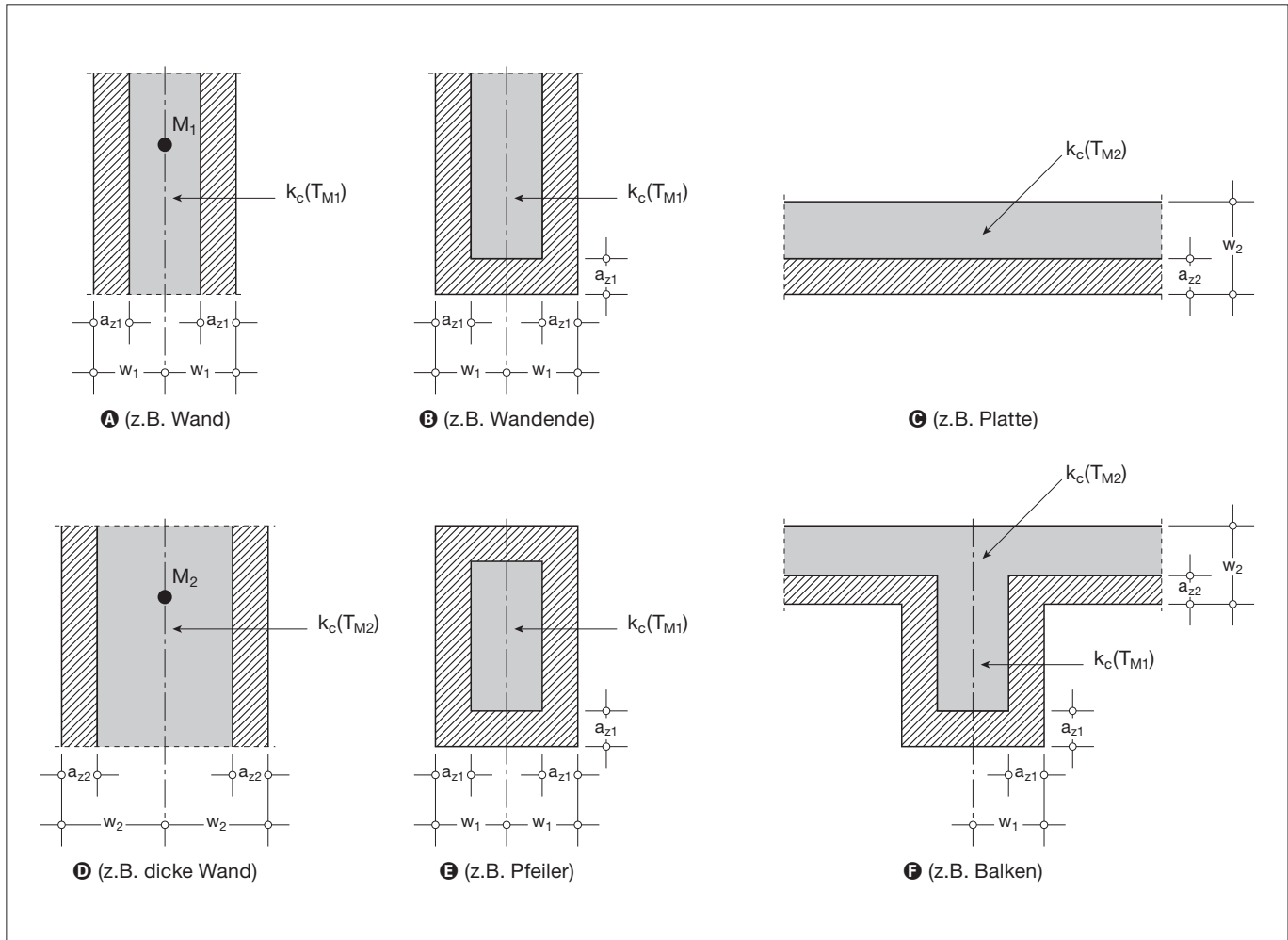


Abb. 4.18 Verminderung der Festigkeit und des Querschnitts bei brandbeanspruchten Querschnitten nach prEN 12602:2007-02

$$k_{c,m} = \frac{(1 - 0,2/n)}{n} \sum_i^n k_c(T_i) \quad (C.6)$$

Dabei ist $k_c(T_i)$ der Abminderungsbeiwert für die Festigkeit. Die Breite der geschädigten Zone bei Balken, Platten oder bei ausschließlich auf Schub beanspruchten Bauteilen darf wie folgt berechnet werden:

$$a_z = w \left[1 - \frac{k_{c,m}}{k_c(T_M)} \right] \quad (C.7)$$

Dabei ist $k_c(T_M)$ der Abminderungsbeiwert für AAC im Punkt M. Für Pfeiler, Wände und andere Tragwerksteile, bei denen Schnittkräfte nach Theorie II. Ordnung zu berücksichtigen sind, darf a_z wie folgt berechnet werden:

$$a_z = w \left[1 - \left(\frac{k_{c,m}}{k_c(T_M)} \right)^{1,3} \right] \quad (C.8)$$

Nachdem der verminderte Querschnitt gefunden ist, dürfen der Tragwiderstand und die Verformungen unter der Annahme ermittelt werden, dass die mittlere Festigkeit und der mittlere Elastizitätsmodul im gesamten Querschnitt der verminderten Festigkeit und dem verminderten Elastizitätsmodul im Punkt M entsprechen, siehe Gleichung (C.9). Die Tragwerksbemessung für den Brandfall wird dann nach dem Bemessungsverfahren für Normaltemperatur nach Anhang A durchgeführt.

$$\begin{aligned} f_{c,M} &= k_c(T_M) f_{c20} \\ E_{c,M} &= k_E(T_M) E_{c20} \end{aligned} \quad (C.9)$$

Dabei ist $k_E(T_M)$ der Abminderungsbeiwert für den Elastizitätsmodul im Punkt M und $k_c(T_M)$ der Abminderungsbeiwert für die Festigkeit im Punkt M.

In der in prEN 12602 angegebenen vereinfachten Zonenmethode, ohne Berücksichtigung der Verformungen, wird nur

die Verminderung der Festigkeit bei erhöhten Temperaturen berücksichtigt. Die Vorgehensweise besteht darin, zuerst die Festigkeit der Bewehrung bei erhöhter Temperatur zu bestimmen. Wenn der AAC-Querschnitt an den brandbeanspruchten Flächen nach Tab. 4.28 vermindert wird, können für die Bemessung die Festigkeitseigenschaften des AAC bei Normaltemperatur verwendet werden. Der Tragwiderstand des Tragwerks im Brandfall wird unter Zugrundelegung eines verminderten Querschnitts mit den Festigkeitseigenschaften der Bewehrung bei erhöhter Temperatur und den Festigkeitseigenschaften des AAC bei Normaltemperatur berechnet.

Die Festigkeit der Bewehrung bei erhöhter Temperatur wird nach Abb. 4.14 bestimmt, wenn die kritische Temperatur des Bewehrungsstahls bekannt ist. Die kritische Temperatur des Bewehrungsstahls kann unter Zugrundelegung der geforderten Feuerwiderstandsdauer und

Tab. 4.28: Verminderung der Abmessungen eines AAC-Querschnitts an brandbeanspruchten Oberflächen

Feuerwiderstandsklasse Min	Verminderung der Abmessungen des AAC-Querschnitts mm			
	Trockenrohdichte des AAC			
	$\geq 300 \text{ kg/m}^3$	$\geq 400 \text{ kg/m}^3$	$\geq 500 \text{ kg/m}^3$	$\geq 600 \text{ kg/m}^3$
R30	0	0	0	0
R60	10	10	5	5
R90	15	15	10	10
R120	25	20	15	10
R180	40	30	25	20

des nominellen Achsabstandes der Bewehrungsstäbe aus dem Temperaturprofil ermittelt werden.

4.5.6.3 Festlegung der Bauteiltemperaturen

Die Temperaturen in einem Porenbetontragwerk, das einem Brand ausgesetzt ist, dürfen mit Hilfe von Prüfungen oder auf rechnerischen Wegen nach Eurocode 6 oder prEN 12 602 auf rechnerischen Wege bestimmt werden. Die im Folgenden dargestellten Temperaturkurven für Wand-, Decken- und Dachbauteile dürfen für die Bemessung verwendet werden, wenn die angegebenen geometrischen Daten und zugehörigen Rohdichten übereinstimmen.

Die im Folgenden gezeigten Temperaturprofile wurden gemäß EC 6 rechnerisch ermittelt. Sie sind durch Brandprüfungen in verschiedenen Ländern als Mittelwerte bestätigt. Typische Temperaturprofile für AAC-Wand-, Decken- und Dachbauteile mit einem massebezogenen Feuchtegehalt von 2 % sind in den Abb. 4.19 bis 4.22 für verschiedene Trockenrohdichten des AAC gezeigt. Die Kurven gelten für Feuerwiderstandsdauern bis zu 120 min und einseitige Norm-Brandbeanspruchung. Die Temperaturprofile wurden für AAC-Bauteile mit einer Dicke von 250 mm berechnet, sie können für $t < 90$ min auch für andere Bauteildicken verwendet werden.

Den Berechnungen liegen folgende Annahmen zu Grunde:

- a) Wärmeübergangskoeffizient:
brandbeanspruchte Fläche
 $25 \text{ W/m}^2\text{K}$
nicht brandbeanspruchte Fläche

- 9 $\text{W/m}^2\text{K}$
- b) Emissionsvermögen:
des Feuers $\epsilon_1 = 1,0$
der Oberfläche $\epsilon_m = 0,7$
- c) Massebezogener Feuchtegehalt:
des Porenbetons 2 %

Die thermischen Materialkennwerte wurden gemäß Abschnitt 2.4 festgelegt. Ein Feuchtegehalt von 3 % gegenüber 2 % verändert die Temperaturkurven praktisch nicht.

Eigene Auswertungen von neueren Brandprüfungen an Porenbetonwänden, welche von der MPA Braunschweig durchgeführt wurden, haben ergeben, dass die Temperaturerhöhungen in den

Wänden in der Regel geringer sind als die nach EC 6 berechneten und in der prEN 12 602:2007-02 angegebenen Werte.

Man erkennt an den Temperaturverläufen, dass die Trockenrohdichte des Porenbetons einen Einfluss auf das Erwärmungsverhalten der Bauteile hat, welcher sich allerdings erst ab 90 min Branddauer deutlicher ausprägt. Ähnlich sieht es mit dem Einfluss der Porenbetonfeuchte aus (hier nicht gezeigt), welche im Bereich ≤ 2 % etwa zu gleichartigen Temperaturverläufen führt, bei 4 % oder 6 % Feuchte jedoch zu ausgeprägten Haltepunkten im Porenbeton bei 100°C führt, wodurch die Erwärmungs-

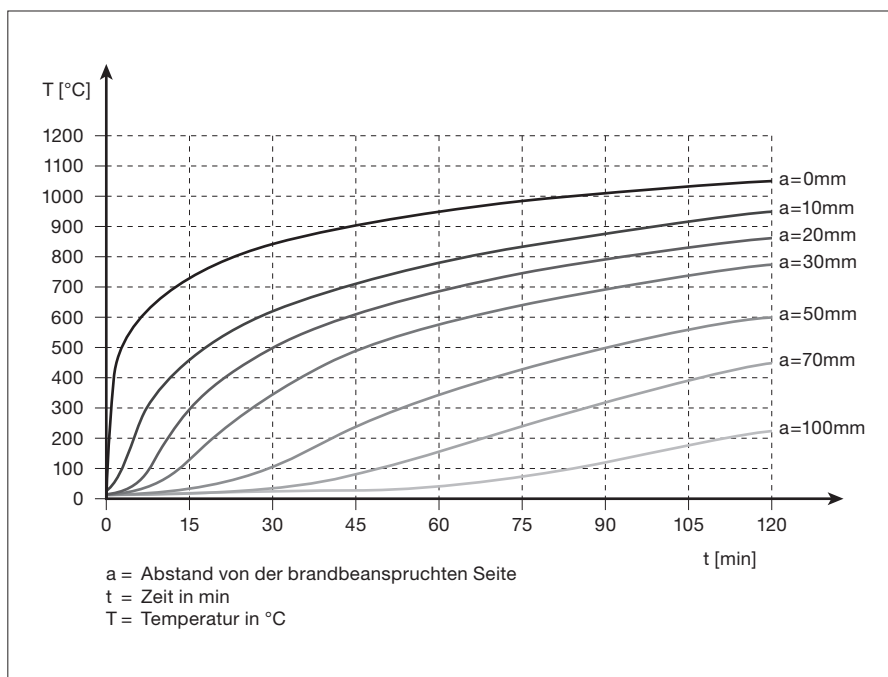


Abb. 4.19: Temperaturprofile für AAC-Wand-, Decken- und Dachbauteile mit einer Trockenrohdichte von 300 kg/m^3 nach prEN 12 602:2007-02

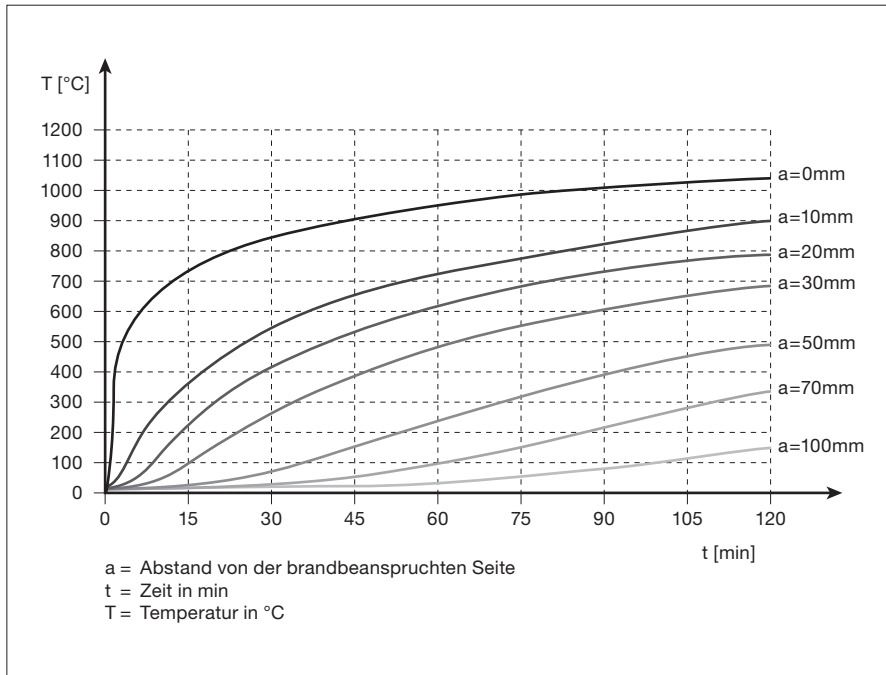


Abb. 4.20: Temperaturprofile für AAC-Wand-, Decken- und Dachbauteile mit einer Trockenrohdichte von 400 kg/m³ nach prEN 12602:2007-02

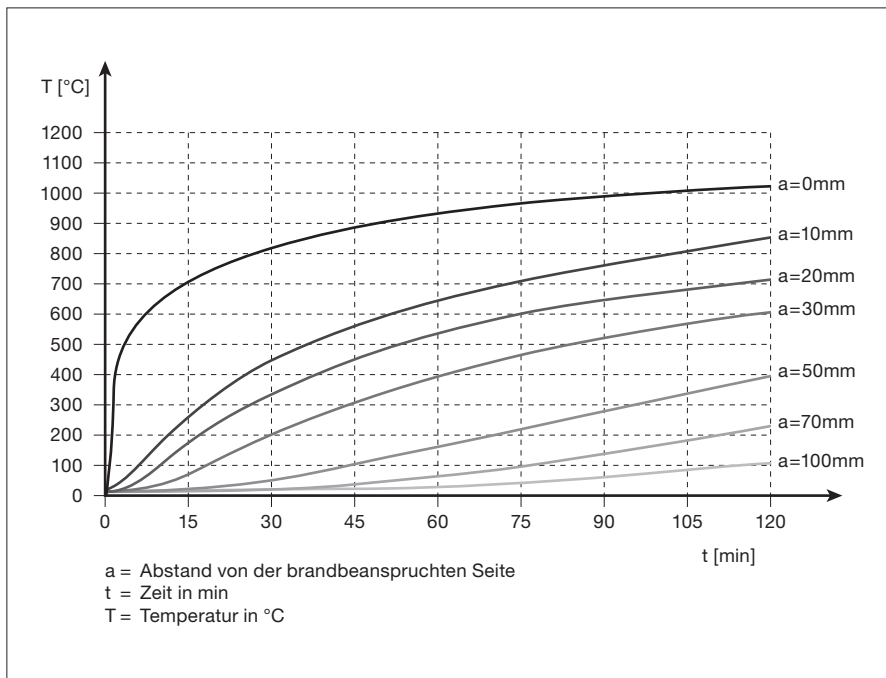


Abb. 4.21: Temperaturprofile für AAC-Wand-, Decken- und Dachbauteile mit einer Trockenrohdichte von 500 kg/m³ nach prEN 12602:2007-02

geschwindigkeit in tiefer gelegenen Bereichen deutlich verzögert wird (vergl. Abschnitt 2.4.2.1, Abb. 2.11).

Typische Temperaturprofile für AAC-Balken mit einem massebezogenen Feuchtegehalt 2 % sind in den Abb. 4.23

bis 4.27 für verschiedene Trockenrohdichten des AAC ebenfalls dargestellt. Die Kurven gelten für Feuerwiderstandsdauern von 30, 60 und 90 min und eine Einheits-Temperaturbeanspruchung auf 3 Seiten. Die Temperaturprofile wurden berechnet für Balken mit einer Breite von

150 mm, einer Höhe von 200 mm und für Balken mit einer Breite von 300 mm und einer Höhe von 400 mm. Lineare Interpolationen und auch Extrapolationen für andere Balkenabmessungen sind bedingt zulässig.

Im Hinblick auf die Genauigkeit der gezeigten Isothermen gilt das vordem Gesagte, d. h. im Zweifelsfall (z. B. bei höheren Feuchtegehalten) wird eine genauere Berechnung oder ein Brandversuch zu günstigeren Ergebnissen führen, weil sich die Stahlbewehrung langsamer erwärmt.

Anhand der angegebenen Isothermen in den Querschnitten lässt sich abschätzen, welche Temperaturen die Stahlbewehrung in den Balken in Abhängigkeit von der Bewehrungslage (Überdeckung) und der Branddauer (hier 30, 60 oder 90 min) erreichen wird. Die Temperatureindringung ist naturgemäß auch von Balkenprofil abhängig, so dass verschiedenartige Querschnitte stets separat zu berechnen sind.

4.5.7 Bestimmung des Raumabschlusses von AAC-Bauteilen

Die Berechnung des Feuerwiderstandes von Bauteilen ermöglicht zunächst nur die Bestimmung des Tragwiderstandes (Klassifizierung R) und die Berechnung des Wärmedurchgangs (Klassifizierung I). Für die Klassifizierung REI sind zusätzliche Überlegungen, Erfahrungen oder Prüfergebnisse erforderlich, um die raumabschließende Funktion E sicher beurteilen zu können. In der Regel sind dazu Prüfergebnisse im Bereich von Fugen oder Anschlüssen der Porenbetonbauteile erforderlich. Diesbezüglich liegen für Wand-, Decken- und Dachbauteile hinreichende Prüfergebnisse bis 120 Minuten Branddauer vor. Die nach Eurocode 6 oder prEN 12602 erzielten Rechenergebnisse zur Beurteilung der Klassifizierungen R und ggf. I lassen sich somit unmittelbar durch konstruktive Erfahrungen und entsprechende Normvorschläge in der Praxis für eine REI-Klassifizierung nach DIN EN 13501-2:2002 verwenden. Versuche sind in so einem Fall also nicht erforderlich, wenn eine zertifizierte Prüfstelle ein Klassifizierungszeugnis nach DIN EN 13501-2 ausstellt.

Somit ergeben sich die nachstehenden Folgerungen:

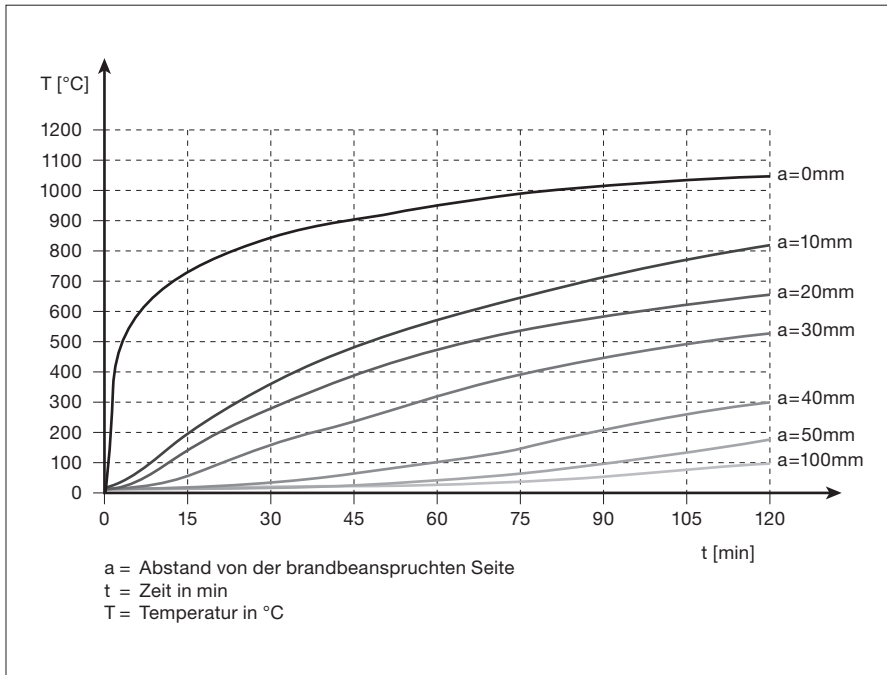


Abb. 4.22: Temperaturprofile für AAC-Wand-, Decken- und Dachbauteile mit einer Trockenrohdichte von 600 kg/m³ nach prEN 12602:2007-02

- Für eine geforderte Feuerwiderstandsklasse kann die raumabschließende Funktion E als ausreichend betrachtet werden, wenn die Fugenausbildung und die Mindestdicke von Wand-, Decken- oder Dachbauteilen den folgenden Abb. 4.28 bis 4.30 entsprechen (Beispiele für nachgewiesene E-Klassen).
- Für eine geforderte Feuerwiderstandsklasse kann die Wärmedämmung I als ausreichend betrachtet werden, wenn unter Zugrundelegung des Temperaturprofils nachgewiesen ist, dass der mittlere Temperaturanstieg auf der nicht durch den Brand beanspruchten Seite auf 140 K über der mittleren Ausgangstemperatur begrenzt ist und der größte Temperaturanstieg an jeder Stelle einen Wert von 180 K über der mittleren Ausgangstemperatur nicht überschreitet.

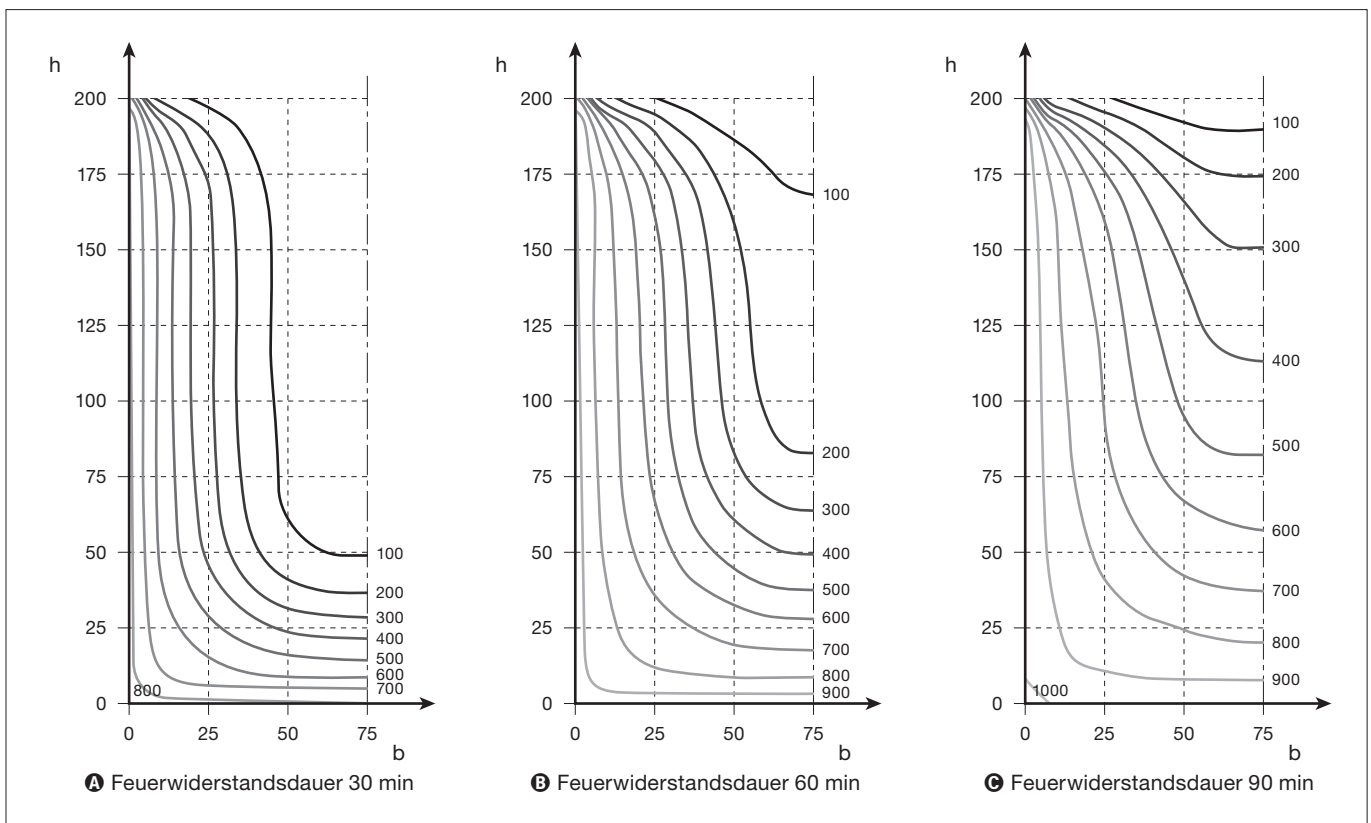


Abb. 4.23: Temperaturprofile in °C für AAC-Balken ($b \times h = 150 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$) mit einer Trockenrohdichte von 400 kg/m³ und Einheits-Brandbeanspruchung auf drei Seiten nach prEN 12602:2007-02

4 Nachweis des Brandschutzes in Europa

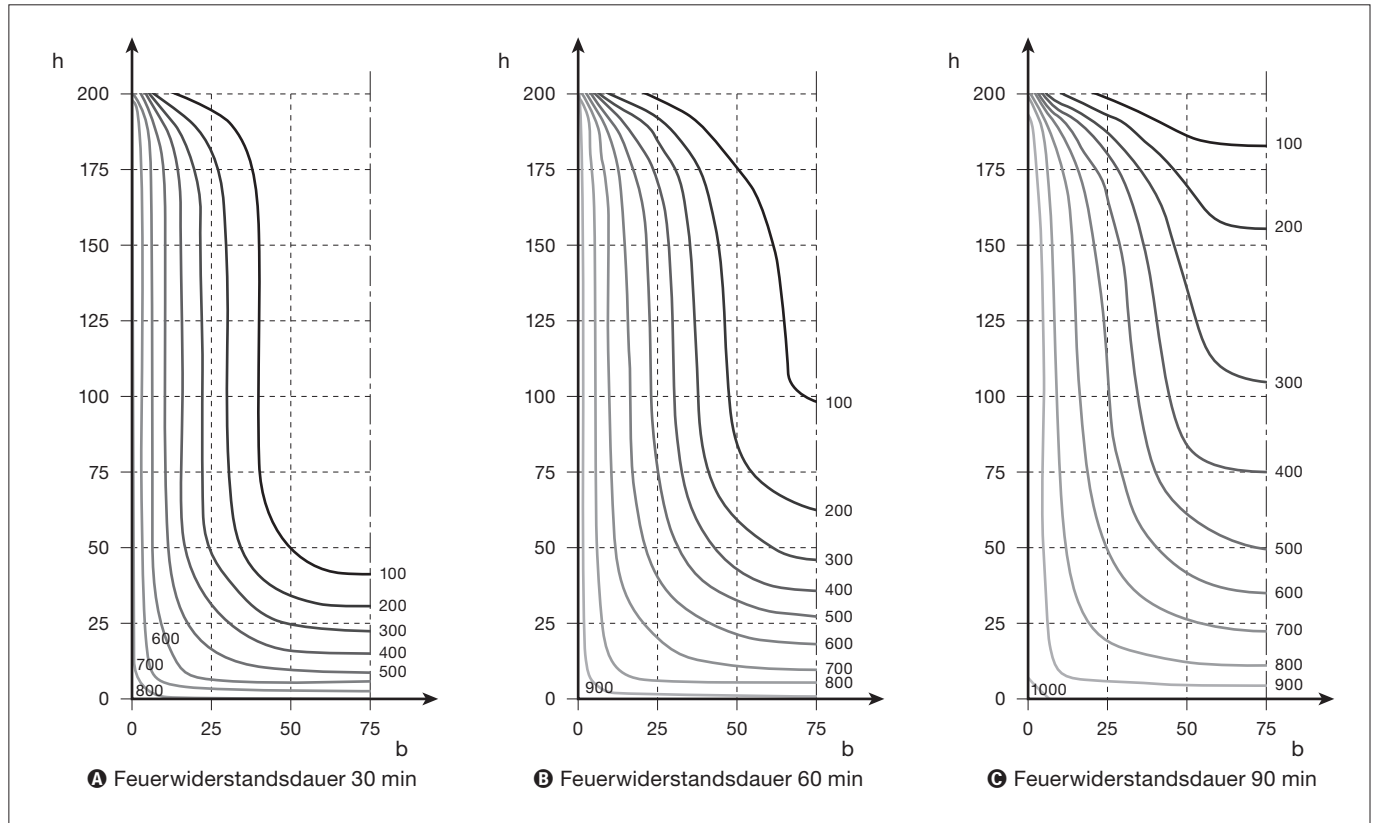


Abb. 4.24: Temperaturprofile in °C für AAC-Balken ($b \times h = 150 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$) mit einer Trockenrohdichte von 500 kg/m^3 und Einheits-Brandbeanspruchung auf drei Seiten nach prEN 12602:2007-02

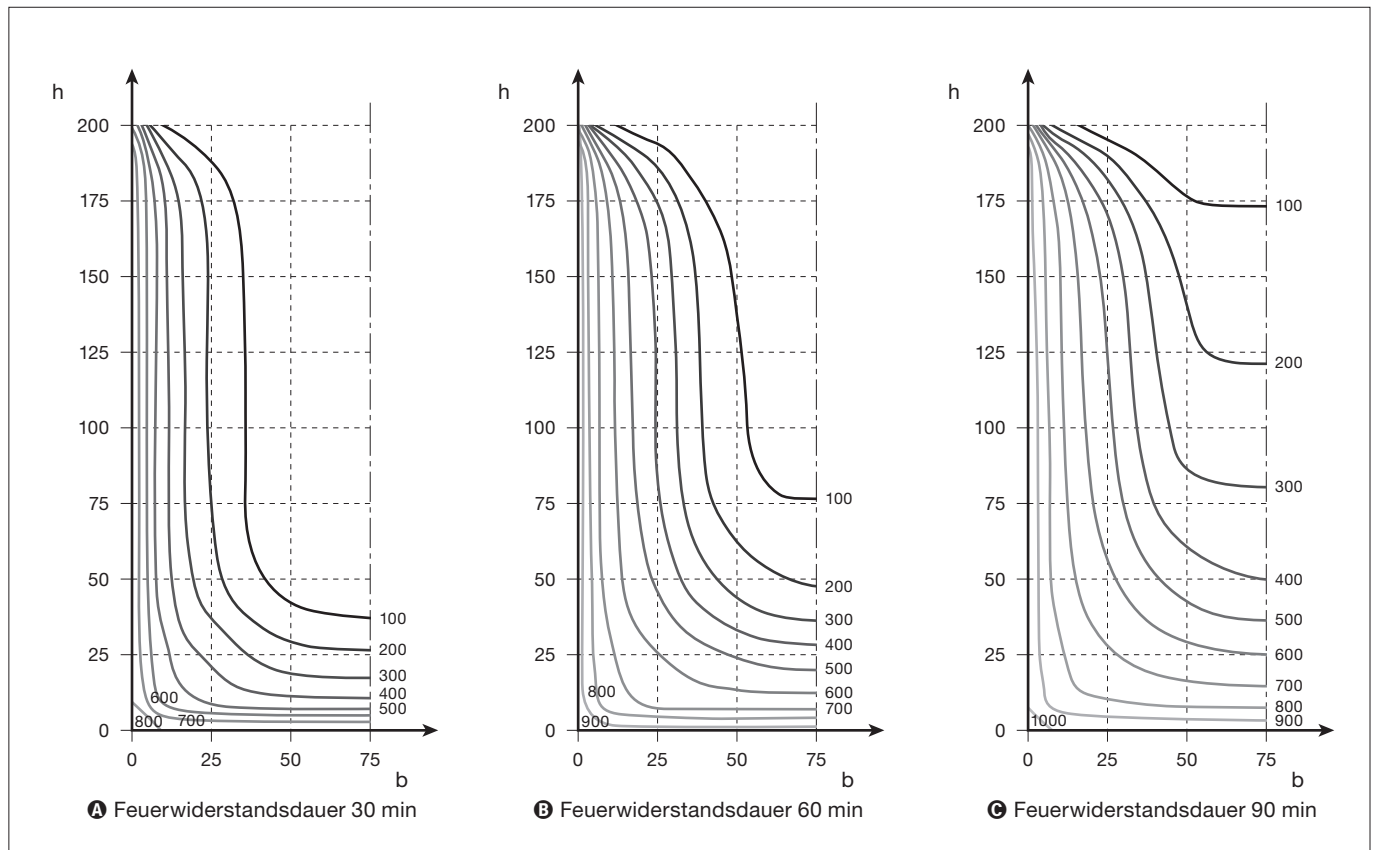


Abb. 4.25: Temperaturprofile in °C für AAC-Balken ($b \times h = 150 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$) mit einer Trockenrohdichte von 600 kg/m^3 und Einheits-Brandbeanspruchung auf drei Seiten nach prEN 12602:2007-02

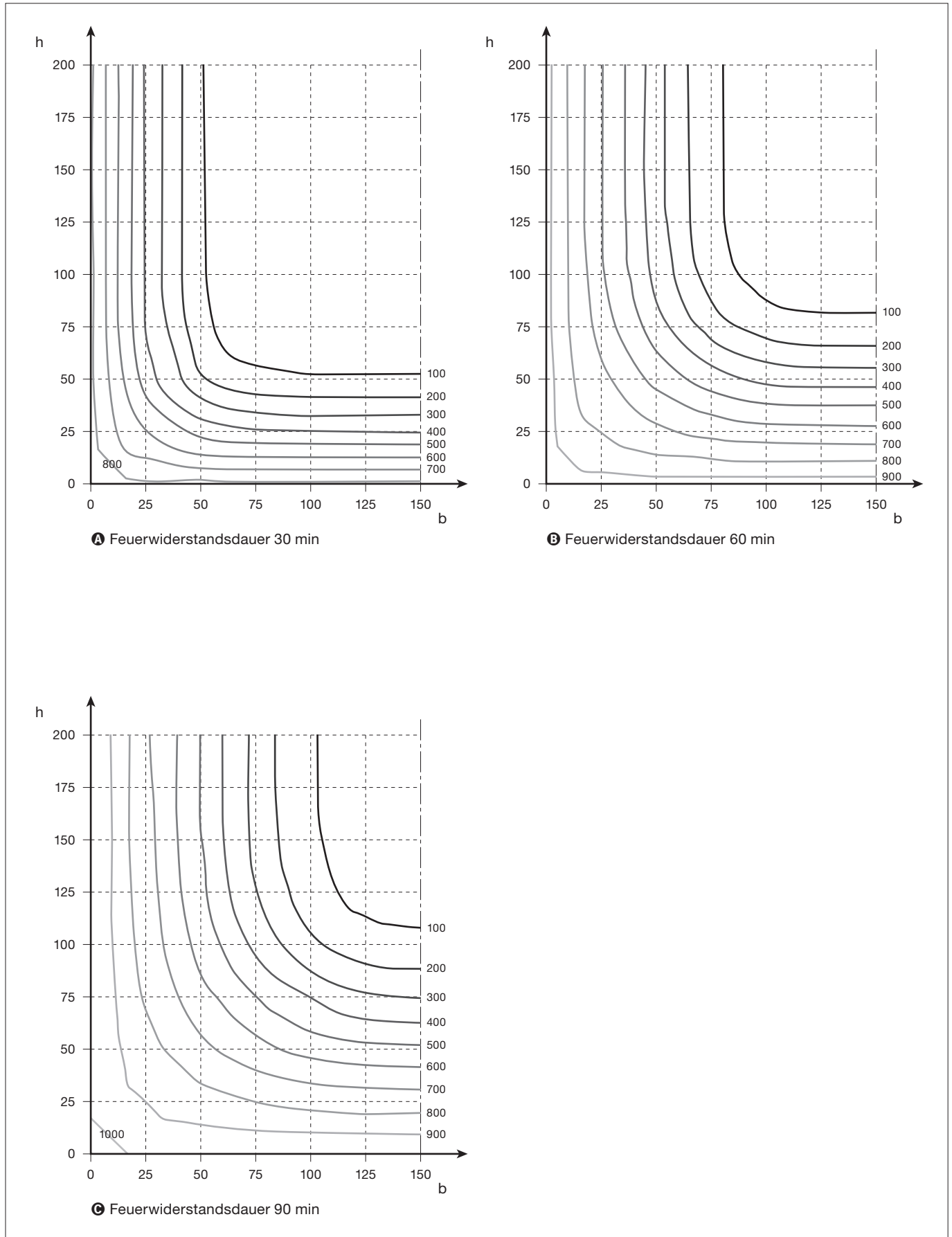


Abb. 4.26: Temperaturprofile in °C für AAC-Balken ($b \times h = 300 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$) mit einer Trockenrohdichte von 300 kg/m^3 und Einheits-Brandbeanspruchung auf drei Seiten nach prEN 12602:2007-02

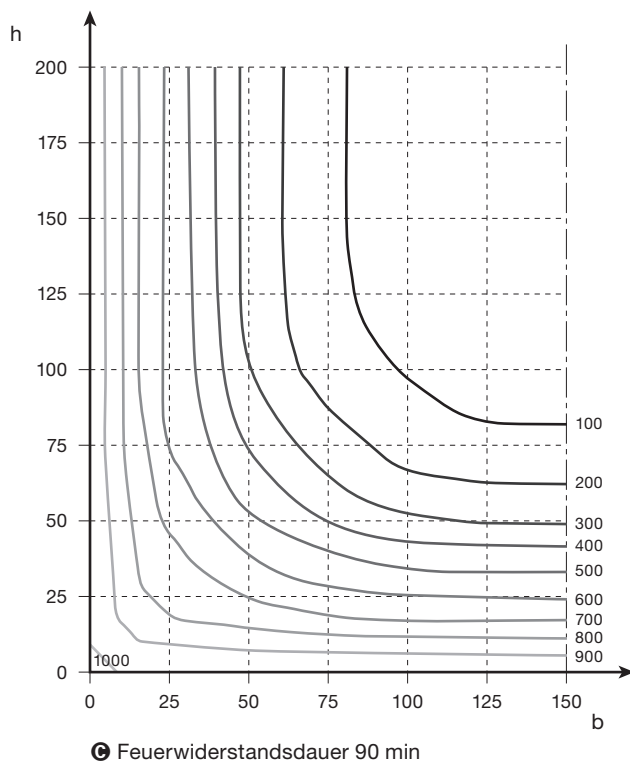
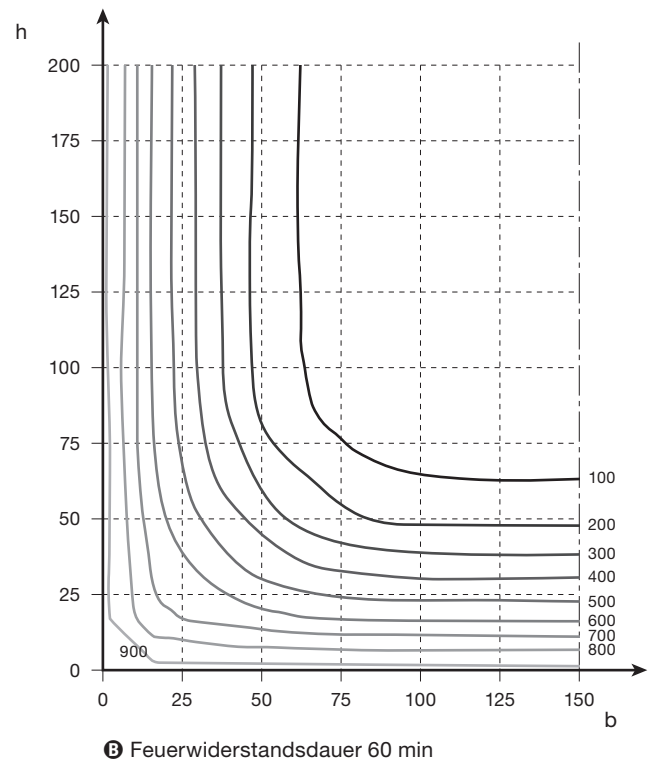
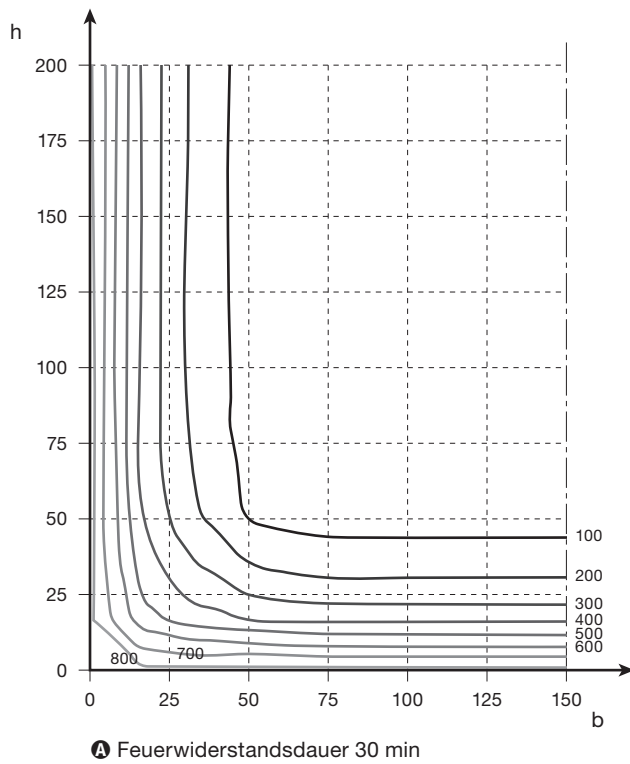


Abb. 4.27: Temperaturprofile in °C für AAC-Balken ($b \times h = 300 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$) mit einer Trockenrohdichte von 500 kg/m^3 und Einheits-Brandbeanspruchung auf drei Seiten nach prEN 12602:2007-02

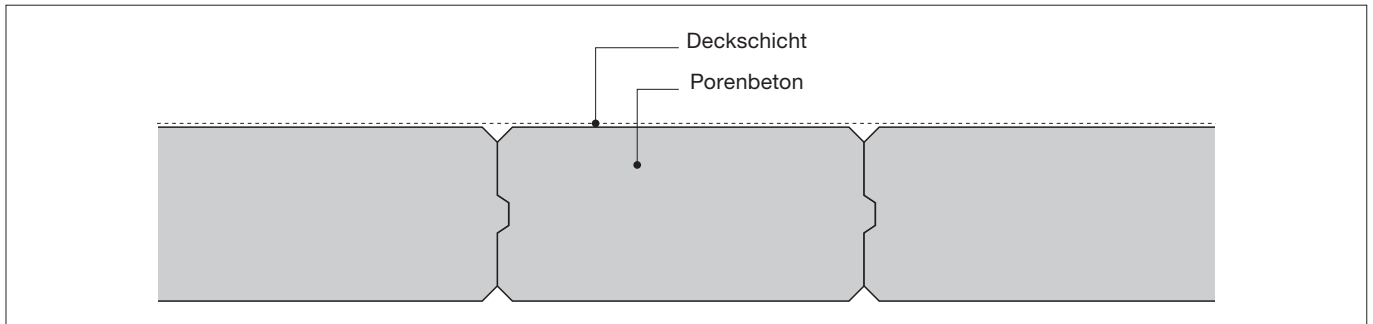


Abb. 4.28: Beispiel für eine unvermörtelte Fuge in Tragwerken aus Decken- oder Dachbauteilen mit einer Abdeckung (z. B. Mörtel-Deckschicht, welche die Luftbewegung durch die Fuge unterbindet), bis zur Klasse E 120 nach prEN 12602:2007-02

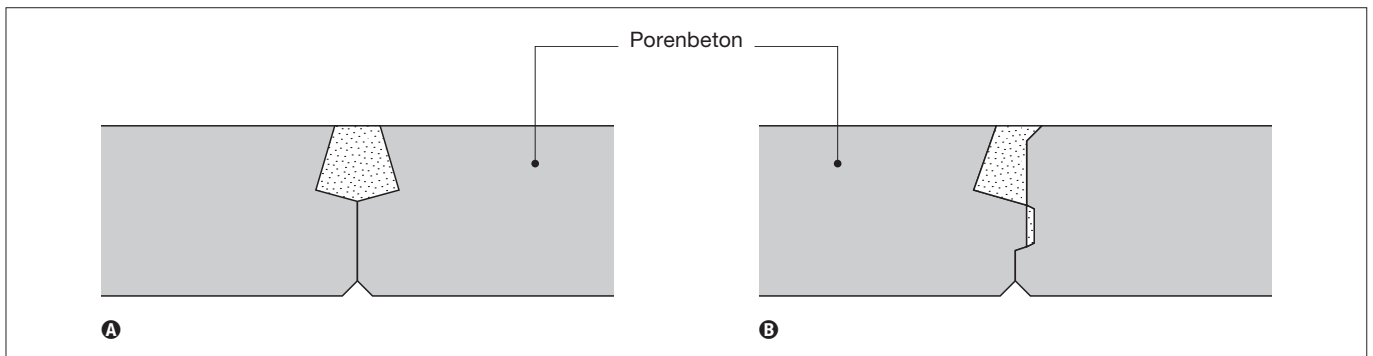


Abb. 4.29: Beispiele für Mörtelfugen in Tragwerken aus Decken- oder Dachbauteilen bis zur Klasse E 120 nach prEN 12602:2007-02

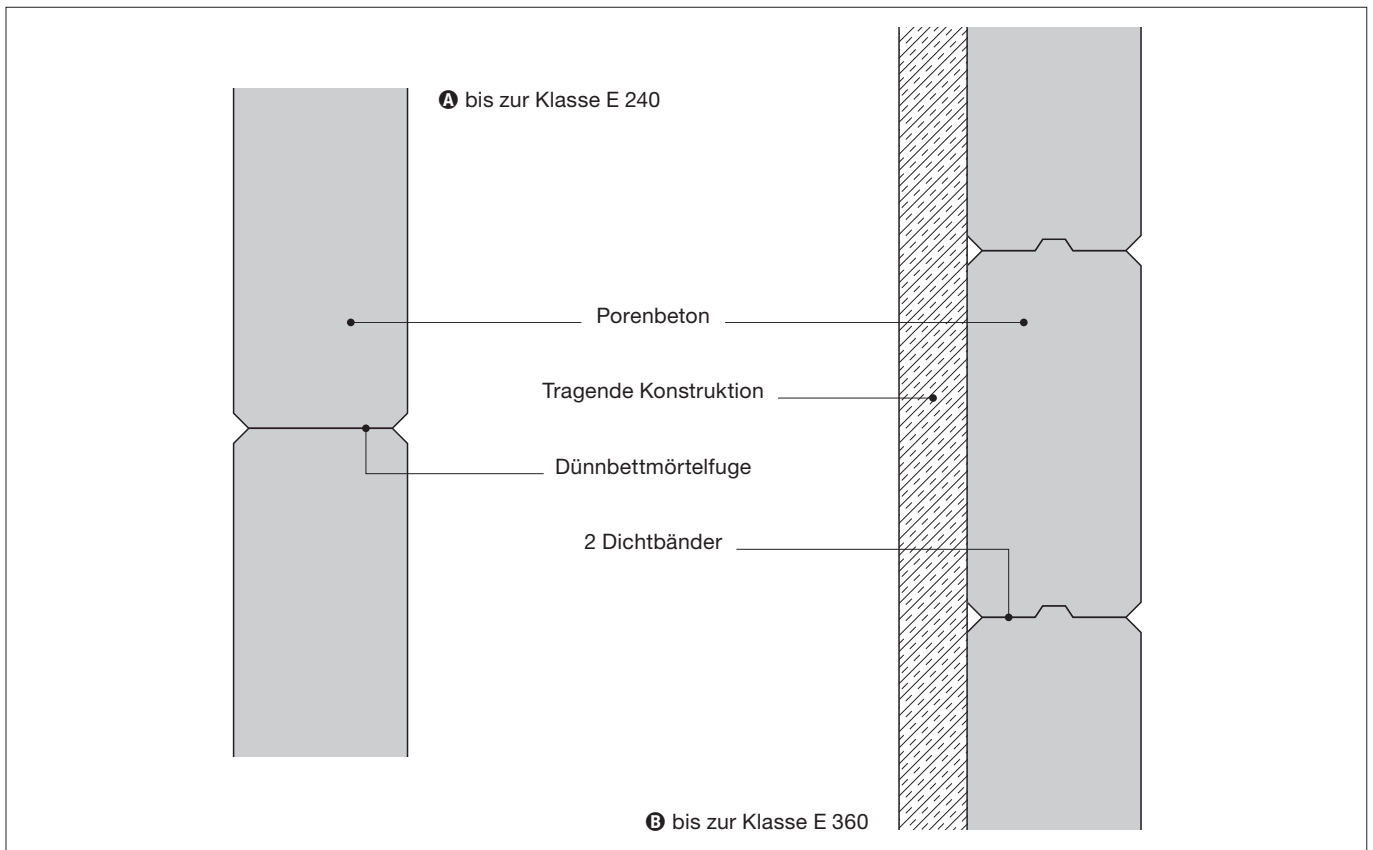


Abb. 4.30: Beispiele für Dünnbettmörtelfugen in Wänden aus stehenden oder liegenden Wandbauteilen nach prEN 12602:2007-02

5 Klassifizierte Wandbauteile aus Porenbeton nach DIN 4102-4:1994-03 + /A1:2004-11 oder allgemein bauaufsichtlicher Zulassung

5.1 Vorbemerkungen

In den vorhergehenden Abschnitten wurde Porenbeton als ein Baustoff vorgestellt, welcher gegenüber anderen massiven oder metallischen Werkstoffen erhebliche brandschutztechnische, aber auch konstruktive und bautechnische Vorteile aufweist. Die Porenbetonstruktur erfährt bei der Erwärmung bis 400 °C eine deutliche Festigkeitssteigerung und zeigt nur geringe thermische Ausdehnungen, so dass das Material bis ca. 700 °C, auch unter Druckbeanspruchung tragfähig bleibt und nur im oberflächennahen Bereich ganz geringe Schädigungen zeigt. Die niedrige Wärmeleitfähigkeit ermöglicht Anwendungen im Kamin- und Ofenbau. Gerne wird Porenbeton bei Brandversuchen für die Auskleidung des Ofeninnenraumes verwendet. Des Weiteren sind Feuerwiderstandsklassen von F 360-A (nichtbrennbar) für Wand- und Deckenbauteile problemlos erreichbar. Die Brandsicherheit im Dachbereich ist ebenfalls mit Porenbeton deutlich erhöht, weil die Bauteile auch einen Feuerangriff von zwei Seiten (innen und/oder außen) problemlos überstehen.

Im Gegensatz zu einigen Beton- und Steinsorten zeigt der Porenbeton bei intensiver Brandeinwirkung keinerlei Abplatzungen oder Rissbildungen mit Feuerausstritt, d. h. auch diesbezüglich ist das Material anderen mineralischen Baustoffen überlegen. Durch die hohe Maßgenauigkeit der Bauteile sind feuerbeständige Anschlüsse bzw. Fugenausbildungen leicht realisierbar. Die hohe Wärmedämmung bei Umgebungsklima trägt im Übrigen zu einem hervorragenden bauphysikalischen Verhalten des Porenbetons bei.

5.2 Klassifizierung nach DIN 4102-4 bzw. DIN 4102-22

Die DIN 4102-4 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile – wurde im März 1994 herausgegeben. Zwischenzeitlich ist die europäische Normung weit voran geschritten, so dass die Anwendbarkeit der Norm nicht mehr in allen Fällen gegeben ist. Dieses ergibt sich aus den zwischenzeitlichen

Änderungen in den nationalen Bauteilbemessungsnormen nach zulässigen Spannungen bzw. nach dem Traglastverfahren. Um die Anwendbarkeit der DIN 4102-4:1994-03 für die nächste Zeit sicherzustellen, wurde die Änderung DIN 4102-4/A1:2004-11 herausgegeben.

Diese gilt insbesondere für eine Bemessung bei Umgebungstemperatur auf der Basis der Produktbemessungsnormen nach zulässigen Spannungen bzw. nach dem Traglastverfahren. Die Norm gibt darüber hinaus weitere allgemeine Korrekturen und Berichtigungen zu DIN 4102-4:1994-03.

Für den brandschutztechnischen Nachweis nach einer Berechnung bei Umgebungstemperatur nach den nationalen Produktbemessungsnormen auf der Basis von Teilsicherheitsbeiwerten sind in DIN 4102-22:2004-11: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Anwendungsnorm zu DIN 4102-4 auf der Bemessungsbasis von Teilsicherheitsbeiwerten weitere Festlegungen angegeben. Diese gilt zusammen mit DIN 4102-4:1994-03 und DIN 4102-4/A1:2004-11. Als Anwendungsnorm enthält DIN 4102-22:2004-11 zusätzliche Festlegungen und Anpassungen zu DIN 4102-4:1994-03 + A1:2004-11, z. B. auch in Form von Tabellenwerten. Für den brandschutztechnischen Nachweis nach europäischen Bemessungsnormen (Eurocode) gilt diese Norm nicht, da dies eine Bemessung bei Umgebungstemperatur ebenfalls nach Eurocode voraussetzt.

Der Anwender von DIN 4102-4 wird zukünftig, zumindest während der Übergangsphase, drei mögliche Routen der Bemessung begehen können:

- Bemessung bei Umgebungstemperatur („Kaltbemessung“) mit Spannungsnachweis wie bisher (Vergleich mit zulässiger Spannung) und Benutzung von DIN 4102-4:1994-03 und DIN 4102-4/A1:2004-11 für eine Bemessung im Brandfall („Heißbemessung“);
- Bemessung bei Umgebungstemperatur mit überarbeiteter nationaler Bemessungsnorm auf der Basis von Teilsicherheitsbeiwerten und

für eine Heißbemessung mit DIN 4102-4:1994-03 und DIN 4102-4/A1:2004-11 zusammen mit DIN 4102-22:2004-11;

- Bemessung nach den europäischen Bemessungsnormen (Eurocode) sowohl bei Umgebungstemperatur als auch für den Brandfall.

5.3 Klassifizierte Baustoffe

Nach DIN 4102-4:1994-03 und DIN 4102-4/A1:2004-11 gehören

„Mörtel, Beton, Stahlbeton, Spannbeton, **Porenbeton**, Leichtbeton, Kalksandsteine, Steine und Bauplatten aus mineralischen Bestandteilen, auch mit üblichen Anteilen von Mörtel- oder Betonzusatzmitteln – siehe DIN 1053-1, DIN 1045 und DIN 18550-2“

zur Baustoffklasse A 1, d. h. alle in den nachfolgenden Abschnitten aufgeführten Porenbetonprodukte gehören dieser Baustoffklasse an.

5.4 Klassifizierte Wände – Grundlagen

Das bisherige deutsche Klassifizierungssystem basierend auf der Normenreihe DIN 4102, und das europäische Klassifizierungssystem, werden für eine Übergangszeit gleichwertig und alternativ anwendbar sein. Der Hersteller oder der Anwender haben während dieser Zeit die Möglichkeit, Nachweise zum Brandverhalten oder zum Feuerwiderstand entweder auf der Grundlage der DIN 4102 oder auf der Grundlage der DIN EN 13501-1 (Brandverhalten) bzw. der DIN EN 13501-2 und DIN EN 13501-3 (Feuerwiderstand) zu führen. Bei Bauprodukten nach einer europäisch harmonisierten Produktnorm oder nach einer europäischen technischen Zulassung, die in der Bauregelliste B aufgeführt sind, gelten die dafür festgelegten Übergangszeiten von 12 bzw. 24 Monaten, beginnend 9 Monate nach deren Veröffentlichung, sowie ggf. sonstigen Festlegungen. Während der Übergangszeiten können die Produkte entweder nach den bisherigen deutschen Regeln mit dem Ü-Zeichen oder alternativ nach den europäischen technischen Spezifikationen mit dem

CE-Zeichen verwendet werden. Nach Ablauf der Übergangszeit dürfen nur noch CE-gekennzeichnete Produkte verwendet werden. Mit Bezugnahme auf die europäische Spezifikation können nur die europäisch festgelegten Klassen für das Brandverhalten und den Feuerwiderstand deklariert werden.

Wie im Abschnitt 3 ausgeführt, sind einheitliche Prüf- und Einbaubedingungen für die Prüfung des Brandverhaltens in einigen europäischen Produktspezifikationen noch nicht verbindlich geregelt, so dass der Nachweis vorerst noch den nationalen Regeln, d. h. über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis zu führen wäre. Für europäisch nicht geregelte Produkte, die weiterhin für den deutschen Markt nach nationalen Regeln hergestellt werden, sind bisher keine Zeiten für den Übergang von der bisherigen Brandschutzklassifizierung nach DIN 4102 auf eine europäische Klassifizierung nach DIN EN 13501 festgelegt. Der Hersteller hat daher bis auf Weiteres die Option, das Brandverhalten oder den Feuerwiderstand nach europäischen Normen oder wie bisher nach der DIN 4102 zu klassifizieren, sofern die formalen Voraussetzungen dafür gegeben sind.

5.4.1 Wandarten, Wandfunktionen

Aus der Sicht des Brandschutzes wird zwischen nichttragenden und tragenden sowie raumabschließenden und nichtraumabschließenden Wänden unterschieden, vergleiche DIN 4102. Die angegebenen Brandschutzklassifizierungen gelten in der Regel nur dann, wenn auch die nichttragende Wände aussteifenden Bauteile in ihrer aussteifenden Wirkung ebenfalls mindestens der entsprechenden Feuerwiderstandsklasse angehören.

Nichttragende Wände sind scheibenartige Bauteile, die auch im Brandfall überwiegend nur durch ihre Eigenlast beansprucht werden und auch nicht der Knickaussteifung tragender Wände dienen; sie müssen aber auf ihre Fläche wirkende Windlasten auf tragende Bauteile, z. B. Wand- oder Deckenscheiben, abtragen.

Tragende Wände sind überwiegend auf Druck beanspruchte scheibenartige Bauteile zur Aufnahme vertikaler Lasten,

z. B. Deckenlasten, sowie horizontaler Lasten, z. B. Windlasten.

Aussteifende Wände sind scheibenartige Bauteile zur Aussteifung des Gebäudes oder zur Knickaussteifung tragender Wände, sie sind hinsichtlich des Brandschutzes wie tragende Wände zu bemessen.

Als **raumabschließende Wände** gelten insbesondere Wände in Rettungswegen, Treppenhäuswände, Wohnungstrennwände und Brandwände. Sie dienen zur Verhinderung der Brandübertragung von einem Raum zum anderen. Sie werden nur 1seitig vom Brand beansprucht. Als raumabschließende Wände gelten ferner Außenwandscheiben mit einer Breite $> 1,0$ m. Raumabschließende Wände können tragende oder nichttragende Wände sein.

Nichtraumabschließende, tragende Wände sind tragende Wände, die 2seitig – im Falle teilweiser oder ganz freistehender Wandscheiben – auch 3- oder 4seitig vom Brand beansprucht werden; siehe auch DIN 4102-2:1977-09, Abschnitt 5.2.5.

Als **Pfeiler und kurze Wände** aus Mauerwerk gelten Querschnitte, die aus einem oder mehreren ungetrennten Steinen oder aus getrennten Steinen mit einem Lochanteil < 35 % bestehen und nicht durch Schlitz- oder Aussparungen geschwächt sind oder deren Querschnittsfläche $< 0,10$ m² ist. Gemauerte Querschnitte, deren Flächen $< 0,04$ m² sind, sind als tragende Teile unzulässig – siehe auch DIN 1503-1:1996-11, Abschnitt 6.9.1.

Als **nichtraumabschließende Wandabschnitte** aus Mauerwerk gelten Querschnitte, deren Fläche $\geq 0,10$ m² und deren Breite $\leq 1,0$ m ist.

2schalige Außenwände mit oder ohne Dämmschicht oder Luftschicht aus Mauerwerk sind Wände, die durch Anker verbunden sind und deren innere Schale tragend und die äußere Schale nichttragend ist.

2schalige Haustrennwände bzw. Gebäudeabschlusswände mit oder ohne Dämmschicht bzw. Luftschicht aus Mauerwerk sind Wände, die nicht miteinander verbunden sind und daher keine Anker besitzen. Bei tragenden Wänden bildet jede Schale für sich je-

weils das Endauflager einer Decke bzw. eines Daches.

Stürze, Balken, Unterzüge usw. über Wandöffnungen sind für eine ≥ 3 seitige Brandbeanspruchung zu bemessen.

Die vorgenannten Wandarten entsprechend DIN 4102-4 sind in Abb. 5.1. zum besseren Verständnis in einem fiktiven Grundriss dargestellt. Wegen der brandschutztechnischen Bedeutung sei in diesem Zusammenhang lediglich auf folgendes hingewiesen.

Innenwände, deren Öffnungen nicht durch Feuerschutzabschlüsse (Feuerschutztüren, Abschottungen) abgeschlossen sind, sowie Pfeiler und kurze Wandabschnitte werden im Brandfall – dementsprechend auch bei Normprüfungen – mehrseitig (d. h. ≥ 2 seitig) beansprucht: Das Feuer – z. B. entsprechend der Einheits-Temperaturzeitkurve nach DIN 4102-2 – wirkt gleichzeitig auf die freiliegenden Wand- oder Pfeilerseiten ein. Außenwandbereiche zwischen zwei Fensteröffnungen mit einer Wandbreite $\leq 1,0$ m gelten definitionsgemäß auch als nichtraumabschließend: Das Feuer, aus zwei benachbarten Fenstern schlagend, umspült den „Wandpfeiler“. Das ist in der Praxis auch bei Außenwandbreiten $> 1,0$ noch der Fall (zumindest teilweise); derartige Außenwände gelten aber als raumabschließend (Abb. 5.1).

Die doppelt schraffierte Wand ohne Öffnungen zwischen den dargestellten Gebäudeteilen ist in jedem Fall eine Trennwand. Je nach den örtlichen Gegebenheiten muss sie z. B. als:

- Wohnungstrennwand,
- Brandwand oder als
- Gebäudeabschlusswand – ggf. zweischalig – ausgeführt werden.

Nichttragende Außenwände im Sinne von DIN 4102-3 sind raumhohe, raumabschließende Bauteile wie Außenwandelemente, Ausfachungen usw. – im Folgenden kurz Außenwände genannt, die auch im Brandfall nur durch ihr Eigengewicht beansprucht werden und nicht zur Aussteifung von Bauteilen dienen. Außenwände können aber dazu dienen, die auf ihre Fläche wirkenden Windlasten und andere horizontale Verkehrslasten auf tragende Bauteile, z. B. Wand- oder Deckenscheiben, abzutragen.

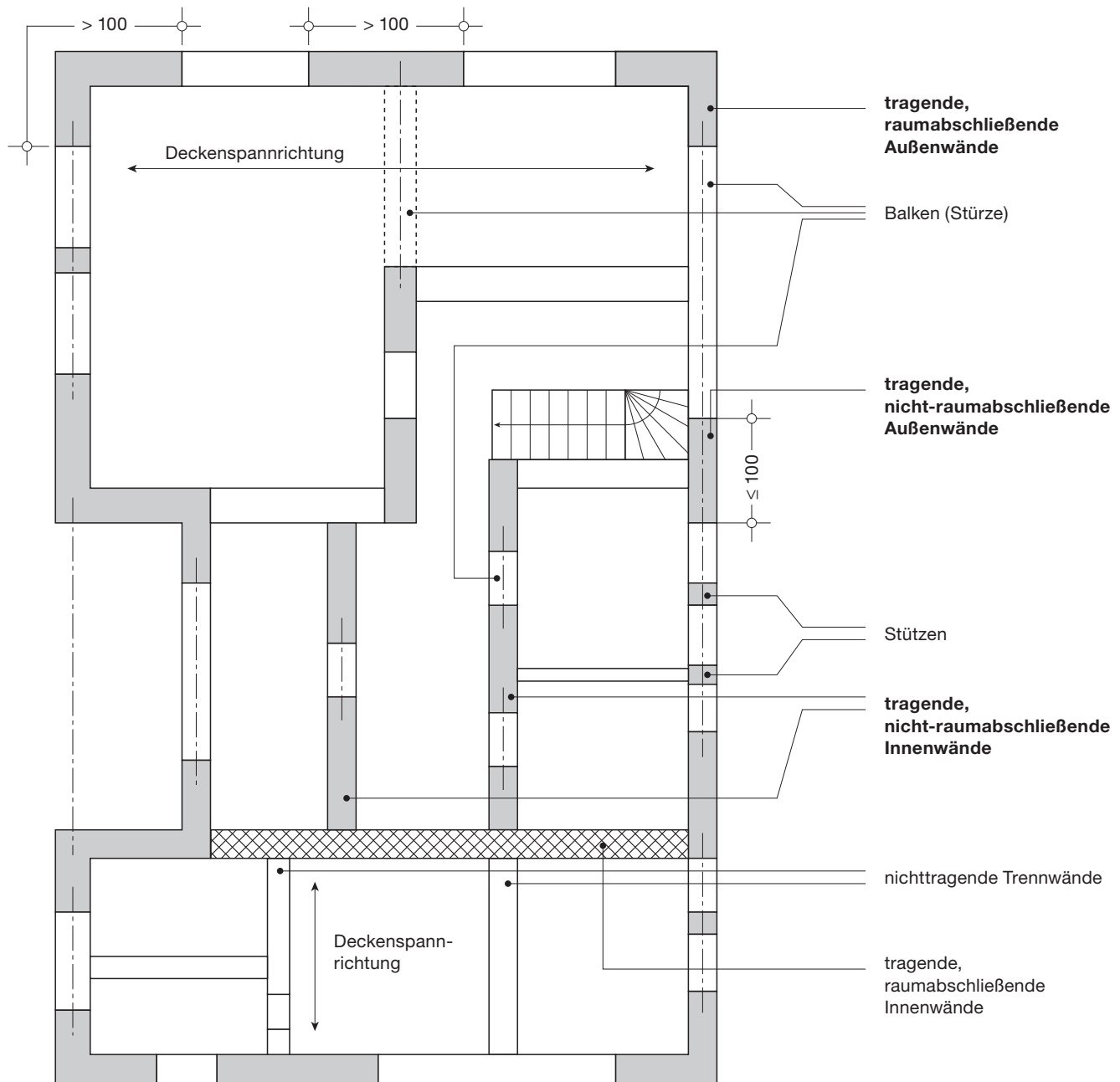


Abb. 5.1: Schematischer Gebäudegrundriss mit Beispielen für die entsprechend DIN 4102-4 genannten Wandarten

Zu den nichttragenden Außenwänden zählen auch

- brüstungshohe, nichtraumabschließende, nichttragende Außenwandelemente – im Folgenden kurz Brüstungen genannt – und
- schürzenartige, nichtraumabschließende, nichttragende Außenwandelemente – im Folgenden kurz Schürzen genannt,

die jeweils den Überschlagsweg des Feuers an der Außenseite von Gebäuden vergrößern.

Nichttragende Außenwände, Brüstungen und Schürzen werden entsprechend den Angaben von DIN 4102-3 in die Feuerwiderstandsklassen W 30 bis W 180 eingestuft. Die Benennungen lauten entsprechend der Baustoffklasse W...-A, W...-AB und W...-B.

Entsprechend dem Einbau und der Funktion in der Praxis werden – auch prüftechnisch – die auf Abb. 5.2 dargestellten Bauarten 1 bis 7 unterschieden.

Raumabschließende, nichttragende Außenwände, die entsprechend DIN 4102-3

in die Feuerwiderstandsklassen W 30 bis W 180 einzustufen sind, sind unabhängig von ihrer Breite wie nichttragende Wände der Feuerwiderstandsklassen F 30 bis F 180 zu bemessen.

Brüstungen, die auf einer Stahlbetonkonstruktion ganz aufgesetzt und entsprechend DIN 4102-3 in die Feuerwiderstandsklassen W 30 bis W 180 einzustufen sind, sind unabhängig von ihrer Höhe wie nichttragende Wände der Feuerwiderstandsklassen F 30 bis F 180. Brüstungen müssen die bauaufsichtlich vorgeschriebene Mindesthöhen besitzen.

Brüstungen, die nicht den vorstehenden Angaben entsprechen – z. B. teilweise oder ganz vorgesetzte Brüstungen (Abb. 5.2, Detail 3 und 4) – sowie Schürzen (Abb. 5.2, Detail 5 und 6) und Brüstungen in Kombination mit Schürzen (Abb. 5.2, Detail 7) sind zum Nachweis der Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102-3 zu prüfen.

5.4.2 Wanddicken, Wandhöhen

Die in den Abschnitten 5.5 und 5.6 angegebenen Mindestdicken d beziehen sich, so weit nicht anders angegeben ist, immer auf die unbedeckte Wand oder auf eine unbedeckte Wandschale. Die maximalen Wandhöhen ergeben sich aus den Normen DIN 1055, DIN 1053-1 bis -4, DIN 4103-1, -2 und -4 und DIN 4166.

Der Hinweis „im Folgenden“ bezieht sich auf alle Mindestdicken d des Normabschnittes 4 „klassifizierte Wände“, wobei immer die unbedeckte (ungeputzte) Wand gemeint ist. Sofern Putz als Brandschutzmaßnahme berücksichtigt werden soll, werden in der Norm ()-Werte als Mindestdicke der unverputzten Wand angegeben; der Putz muss dann eine bestimmte Qualität aufweisen, worauf noch eingegangen wird.

5.4.3 Bekleidungen, Dampfsperren

Bei den in DIN 4102-4 klassifizierten Wänden ist die Anordnung von zusätzlichen Bekleidungen – Bekleidungen aus Stahlblech ausgenommen – z. B. Putz oder Verblendung, erlaubt; gegebenenfalls sind bei Verwendung von Baustoffen der Klasse B jedoch bauaufsichtliche Anforderungen zu beachten.

Dampfsperren beeinflussen die angegebenen Feuerwiderstandsklassen nicht.

Zusätzliche Bekleidungen – z. B. aus optischen Gründen sind bei den in dieser Veröffentlichung behandelten Wänden erlaubt. Bekleidungen aus Stahlblech, die bei Erwärmung große Verformungen erfahren und damit negativ wirkende Zwängungskräfte hervorrufen können, sind jedoch ausgeschlossen. Andere zusätzliche Bekleidungen verlängern die Feuerwiderstandsdauer einer Wand.

5.4.4 Zweischalige Wände

Die Angaben nach DIN 4102-4:1994-03, Tabelle 45, für 2schalige Brandwände beziehen sich nicht auf den Feuerwiderstand einer einzelnen Wandschale, sondern stets auf den Feuerwiderstand der gesamten 2schaligen Wand. Stützen, Riegel, Verbände usw., die zwischen den Schalen 2schaliger Wände angeordnet werden, sind brandschutztechnisch für sich allein zu bemessen.

Die vorstehenden abgedruckten Anmerkungen betreffen 2schalige Wände bzw. Brandwände, die zwischen den Schalen z. B. Stahlbauteile wie Stützen o. ä. aufweisen können. Bei 2schaligen Wänden oder Brandwänden handelt es sich um Sonderfälle, auf die in Abschnitten 5.7. noch eingegangen wird.

5.4.5 Einbauten und Installationen

Abgesehen von den Ausnahmen nach den Abschnitten 4.1.6.2 bis 4.1.6.4 der DIN 4102-4 beziehen sich die Feuerwiderstandsklassen der klassifizierten Wände stets auf Wände ohne Einbauten. Zu den Einbauten gehören u. a. Nischen, z. B. Zählernischen und Schlitze, z. B. für Rohre. Sind derartige Einbauten gegeben, muss der Brandschutz gesondert nachgewiesen werden. Bei Verminderung der Wandquerschnitte muss entweder der Restquerschnitt der Wand die nach Norm für nichttragende Wände geforderte Mindestdicke aufweisen, oder der Brandschutz ist durch eine Bekleidung – z. B. durch eine eingebaute Dämmplatte – zu gewährleisten.

Steckdosen, Schalterdosen, Verteilerdosen usw. dürfen bei raumabschließenden Wänden nicht unmittelbar gegenüberliegend eingebaut werden; diese Einschränkung gilt nicht für Wände aus Beton, Porenbeton oder Mauerwerk mit einer Gesamtdicke = Mindestdicke + Bekleidungsstärke ≥ 140 mm. Im Übrigen dürfen derartige Dosen an jeder beliebigen Stelle angeordnet werden; bei Wänden mit einer Gesamtdicke < 60 mm dürfen nur Aufputzdosen verwendet werden.

Durch die klassifizierten raumabschließenden Wände dürfen vereinzelt elektrische Leitungen durchgeführt werden, wenn der verbleibende Lochquerschnitt mit Mörtel nach DIN 18 550-2 oder Beton

nach DIN 1045 vollständig verschlossen wird.

Für die Durchführung von gebündelten elektrischen Leitungen sind Abschottungen erforderlich, deren Feuerwiderstandsklasse im Rahmen der Erteilung einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nachzuweisen ist.

Einseitig beanspruchte Wände behalten ihre raumabschließende Wirkung nur dann, wenn alle für Leitungen hergestellten Aussparungen wirkungsvoll verschlossen werden. Unter Leitungen sind dabei sowohl elektrische Leitungen als auch Rohre zu verstehen.

Sofern es sich um einzelne elektrische Leitungen handelt, ist es ausreichend, wenn der verbleibende Lochquerschnitt durch Mörtel oder Beton verschlossen wird. Bei gebündelten elektrischen Leitungen sind Abschottungen erforderlich. Es gibt eine Vielzahl verschiedener, zugelassener Abschottungssysteme mit einer Feuerwiderstandsdauer zwischen 90 und 180 Minuten. Sie bestehen z. B. aus speziellen Mörteln oder Spachtelmassen, Mineralfaserplatten in Verbindung mit Kitt, Anstrichen oder Dämmschichtbildnern, Formsteinen oder Neoprene-Formstücken in Stahlrahmen. Wandschotten dürfen je nach Bauart nur in bestimmten Größen bei Einhaltung bestimmter Mindestdicken ausgeführt werden. Die Wandstärke muss i. a. ≥ 20 oder ≥ 24 cm betragen! Bei dünneren Wänden – es werden auch 11,5 cm dicke Wände zugelassen – sind Sondermaßnahmen – z. B. die Anordnung von sog. „Vorschotten“ – einzuhalten. Einzelheiten sind den jeweils gültigen Zulassungsbescheiden zu entnehmen. Eine Übersicht über alle zugelassenen Abschottungssysteme zeigt eine jährlich erscheinende Liste des DIBt.

Bei Rohren aus nichtbrennbaren Baustoffen mit Rohrdurchmessern $d_n \leq 50$ reicht ein Schließen der verbleibenden Lochquerschnitte mit Mörtel oder Beton im Allgemeinen aus. Bei größeren Durchmessern ist der Brandschutz gesondert nachzuweisen.

Sofern Rohre aus brennbaren Baustoffen eingebaut werden sollen, sind die Richtlinien für die Verwendung brennbare Baustoffe im Hochbau zu beachten bzw. Rohrabschottungen einzubauen, gemäß der Zulassungsbescheide des DIBt über Rohrabschottungen.

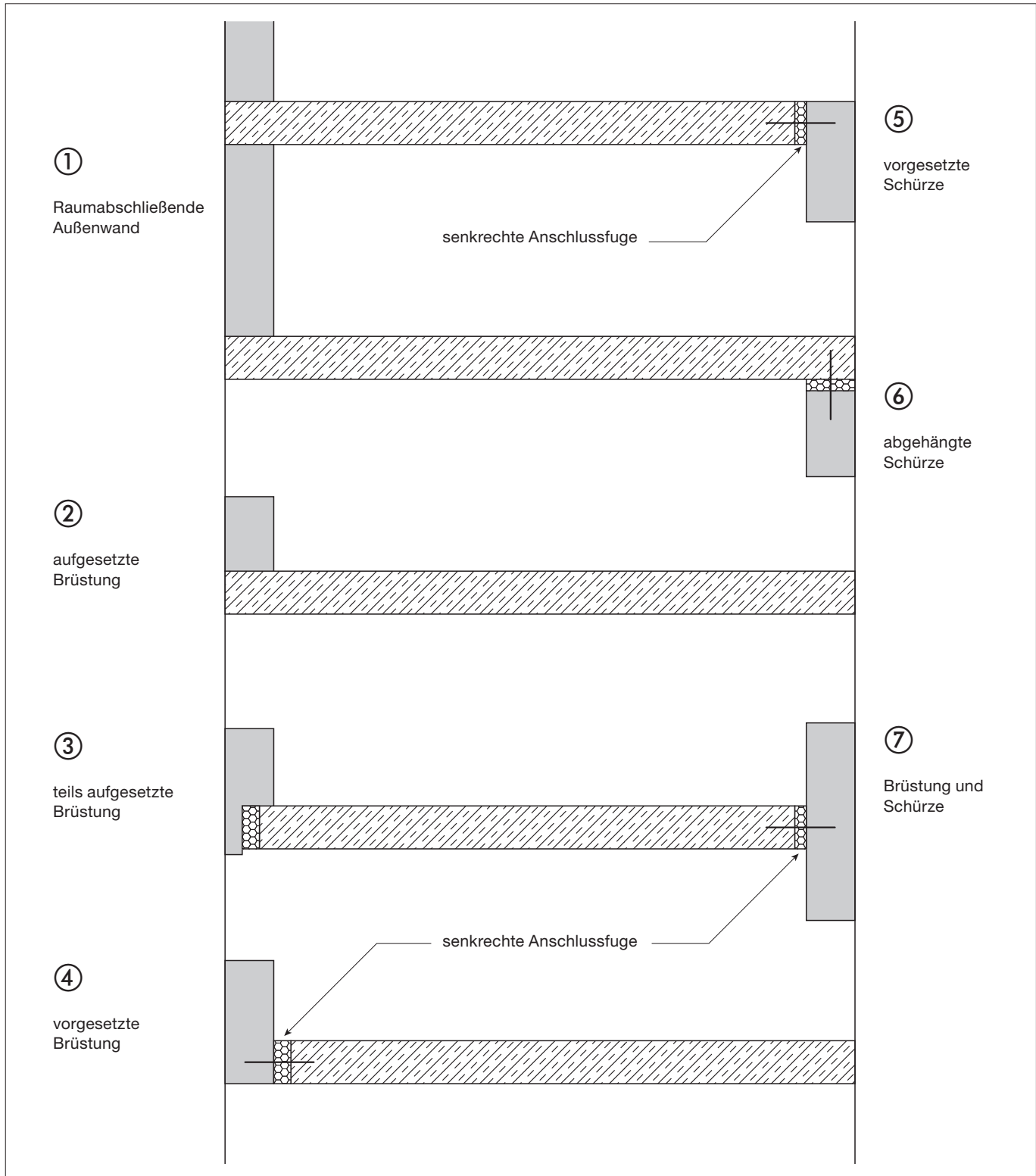


Abb. 5.2: Schematische Darstellung von nichttragenden Außenwänden, Brüstungen und Schürzen im Sinne von DIN 4102-3

Wenn in raumabschließende Wände mit bestimmter Feuerwiderstandsklasse Verglasungen der Feuerwiderstandsklassen F oder G eingebaut werden sollen, dürfen nach den Angaben von Abschnitt 4.1.6.4 und Abschnitt 8.4 von DIN

4102-4:1994-03 nur Wände bestimmter Bauarten mit bestimmten Mindestdicken verwendet werden. Außerdem sind bestimmte konstruktive Details – z. B. hinsichtlich der Rahmen aus Holz, Alu, Stahl oder Beton und der Befestigungen

– sowie maximal zulässige Scheibengrößen zu beachten. Wände aus Porenbeton müssen $\geq 11,5$ cm, in bestimmten Fällen auch ≥ 24 cm dick sein! Einzelheiten sind den jeweils gültigen Zulassungsbescheiden zu entnehmen. Eine Übersicht

Tab. 5.1: Mindestdicke d nichttragender, raumabschließender Wände aus Porenbeton – Mauerwerk oder Porenbeton - Wandbauplatten (1seitige Brandbeanspruchung)

Die ()-Werte gelten für Wände mit beidseitigem Putz nach DIN 4102-4:1994-03 und DIN 4102-4/A1:2004-11 Abschnitt 4.5.2.10

Zeile	Konstruktionsmerkmale  Wände mit Mörtel ^{1) 2) 3)}	Mindestdicke d in mm für die Feuerwiderstandsklasse-Benennung				
		F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 120-A	F 180-A
1	Porenbetonsteine nach DIN V 4165-100; Porenbetonsteine nach DIN EN 771-4 in Verbindung mit DIN V 20000-404; Nach bauaufsichtlicher Zulassung: Planelemente, Mauertafeln und unbewehrte Wandtafeln Porenbeton-Planbauplatten nach DIN 4166	75 ⁴⁾ (50)	75 (75)	100 ⁵⁾ (75)	115 (75)	150 (115)

¹⁾ Normalmörtel
²⁾ Dünnbettmörtel
³⁾ Leichtmörtel
⁴⁾ Bei Verwendung von Dünnbettmörtel $d \geq \text{mm } 50$
⁵⁾ Bei Verwendung von Dünnbettmörtel $d \geq \text{mm } 75$

über alle zugelassenen F- und G-Verglasungen zeigt eine jährlich erscheinende Liste des DIBt.

Wenn in raumabschließenden Wänden mit bestimmter Feuerwiderstandsklasse Feuerschutzabschlüsse (z. B. Türen) eingebaut werden sollen, dürfen nach den Angaben von DIN 4102-4, Abschn. 8.2, nur Wände bestimmter Bauarten mit bestimmten Mindestdicken sowie bestimmten Mindestfestigkeiten verwendet werden; hinsichtlich konstruktiver Details – z. B. über Verankerungen und Befestigungen – sind ebenfalls besondere Bestimmungen zu beachten, siehe u. a. die Zulassungsbescheide des DIBt. Dies gilt ebenfalls für Abschlüsse in Fahr-schachtwänden der Feuerwiderstandsklasse F 90. Beispielhafte Angaben zu den erforderlichen Mindestwanddicken und Befestigungen in Porenbetonbauteilen sind in den Abschnitten 5.5 und 5.6 enthalten. Darüber hinaus befinden sich weitere Hinweise im Porenbeton-Bericht 17 „Einbau von Feuerschutz-türen und -tore“, herausgegeben vom Bundesverband Porenbeton.

Die Bestimmungen für Feuerschutz-abschlüsse und Abschlüsse in Fahr-schachtwänden, die zusätzlich zu den Angaben von DIN 4102 beachtet werden müssen, gehen aus den einschlägigen

Normen – z. B. aus DIN 18082-1 und -3 – sowie aus Zulassungsbescheiden hervor. Sie geben die Bestimmungen über Abschlüsse aus Holz, Stahl und Verbundkonstruktionen wieder, die als Flügel-, Hub-, Schiebe-, Falt- und ähnliche Türen bzw. Tore mit Größen von 800 mm x 800 mm (z. B. Öllagerklappen) bis Breite x Höhe = 10 m x 4,10 m (z. B. Schiebetore, Rolltore) verwendet werden. Die Feuerwiderstandsklassen reichen von T 30 bis T 120.

5.5 Feuerwiderstandsklassen von Wänden aus Porenbetonmauerwerk

5.5.1 Anwendungsbereich

Die DIN 4102-4:1994-03 beschreibt den Anwendungsbereich für Wände und Pfeiler aus Mauerwerk und Wandbauplatten nach verschiedenen Normen. Bezüglich der Porenbetonprodukte werden genannt:

- DIN 1053-1: Mauerwerk; Rezeptmauerwerk,
- DIN 1053-2: Mauerwerk; Mauerwerk nach Eignungsprüfung Abschnitte 6 bis 8 sowie
- DIN 4103-1: Nichttragende, innere Trennwände; Anforderungen, Nachweise.

5.5.2 Randbedingungen

Wände und Pfeiler aus Mauerwerk und Wandbauplatten müssen unter Beachtung der folgenden Abschnitte die in den Tab. 5.1 bis 5.4 angegebenen Mindestdicken besitzen.

Der Ausnutzungsfaktor α_2 ist beim vereinfachten Verfahren das Verhältnis der vorhandenen Beanspruchung zu der zulässigen Beanspruchung nach DIN 1053-1 (vorh. σ / zul. σ). Bei Bemessung nach dem genauen Berechnungsverfahren ist bei planmäßig ausmittig gedrückten Pfeilern bzw. nichtraumabschließenden Wandabschnitten für die Ermittlung von α_2 von einer über die Wandhöhe konstanten Ausmitte nach DIN 1053-1 auszugehen. Für die Ermittlung der Druckspannungen σ gilt DIN 1053-1 bzw. -2.

Die Angaben der Normtabellen decken Exzentrizitäten nach DIN 1053-1 bis $e \leq d/6$ ab. Bei Exzentrizitäten $d/6 \leq e \leq d/3$ ist die Lastenteilung konstruktiv zu zentrieren.

Erfolgt die Bemessung des Mauerwerks nach DIN 1053-100 sind die gemäß Anlage 3.1/10 der Musterliste der Technischen Baubestimmung Februar 2007

Tab. 5.2: Mindestdicke d tragender, raumabschließender Wände aus Porenbetonmauerwerk (1seitige Brandbeanspruchung)

Die ()-Werte gelten für Wände mit beidseitigem Putz nach DIN 4102-4:1994-03 und DIN 4102-4/A1:2004-11 Abschnitt 4.5.2.10

Zeile	Konstruktionsmerkmale  Wände	Mindestdicke d in mm für die Feuerwiderstandsklasse-Benennung				
		F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 120-A	F 180-A
1	Porenbetonsteine nach DIN V 4165-100; Porenbetonsteine nach DIN EN 771-4 in Verbindung mit DIN V 20000-404; Nach bauaufsichtlicher Zulassung ²⁾ : Planelemente, Mauertafeln und unbewehrte Wandtafeln Rohdichteklasse $\geq 0,4$ unter Verwendung von ¹⁾					
1.1	Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 = 0,2$	115 (115)	115 (115)	115 (115)	115 (115)	150 (175)
1.2	Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 = 0,6$	115 (115)	115 (115)	150 (115)	150 (150)	175 (175)
1.3	Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 = 1,0$	115 (115)	150 (115)	175 (150)	175 ³⁾ (175)	200 (200)
¹⁾ Dünnbettmörtel ²⁾ Bemessung nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung ³⁾ Rohdichteklasse $\geq 0,35$ gemäß Prüfbericht 3872/1162 des IBMB der TU Braunschweig						

folgenden Regelungen für den Ausnutzungsfaktor α_2 zu beachten:

Bei einer Bemessung von Mauerwerk nach dem semiprobabilistischen Sicherheitskonzept entsprechend DIN 1053-100 kann die Klassifizierung der Feuerwiderstandsdauer tragender Wände nach DIN 4102-4:1994-03 bzw. DIN 4102-4/A1:2004-11 erfolgen, wenn der Ausnutzungsfaktor α_2 wie folgt bestimmt wird und $\alpha_2 \leq 1,0$ ist:

$$\text{für } 10 \leq \frac{h_k}{d} < 25 : \alpha_2 = 3,14 \frac{15}{25 - \frac{h_k}{d}} \frac{N_{Ek}}{bd \frac{f_k}{k_0}} \quad (1)$$

$$\text{für } \frac{h_k}{d} < 10 : \alpha_2 = 3,14 \frac{N_{Ek}}{bd \frac{f_k}{k_0}} \quad (2)$$

$$\text{mit } N_{Ek} = N_{Gk} + N_{Qk} \quad (3)$$

Darin ist

α_2 der Ausnutzungsfaktor zur Einstufung der Feuerwiderstandsklasse

von tragenden Wänden aus Mauerwerk
 h_k die Knicklänge der Wand nach DIN 1053-100
 d die Wanddicke
 b die Wandbreite
 N_{Ek} der charakteristische Wert der einwirkenden Normalkraft nach Gleichung (3)
 N_{Gk} der charakteristische Wert der Normalkraft infolge ständiger Einwirkungen
 N_{Qk} der charakteristische Wert der Normalkraft infolge veränderlicher Einwirkungen
 f_k die charakteristische Druckfestigkeit des Mauerwerks nach DIN 1053-100
 k_0 ein Faktor zur Berücksichtigung unterschiedlicher Teilsicherheitsbeiwerte γ_M bei Wänden und „kurzen Wänden“ nach DIN 1053-100

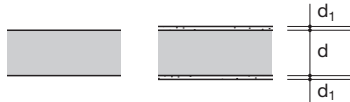
Für Werte $\alpha_2 > 1,0$ ist eine Einstufung tragender Wände in eine Feuerwiderstandsklasse mit den Tabellen nach DIN 4102-4:1994-03 bzw. DIN 4102-4/A1:2004-11 nicht möglich.

Nach DIN 4102-4 sind bei Wänden u. a. folgende Regeln zu beachten:

- Sperrschichten gegen aufsteigende Feuchtigkeit beeinflussen die Feuerwiderstandsklasse und Benennung nicht.
- Dämmschichten in Anschlussfugen müssen aus mineralischen Fasern mit einem Schmelzpunkt ≥ 1000 °C nach DIN 4102-17 besitzen und eine Rohdichte ≥ 30 kg/m³ aufweisen.
- Aussteifende Riegel und Stützen müssen mindestens derselben Feuerwiderstandsklasse wie die Wände angehören; ihre Feuerwiderstandsklasse ist nach den Abschnitten 3, 6 und 7 der DIN 4102-4 nachzuweisen.
- Als Putze zur Verbesserung der Feuerwiderstandsdauer können Putze der Mörtelgruppe IV nach DIN 18550-2, Wärmedämmputzsysteme nach DIN 18550-3 oder Leichtputze nach DIN 18550-4 verwendet werden. Voraussetzung für die brandschutztechnische Wirksamkeit ist eine ausreichende Haftung am Putzgrund. Sie wird

Tab. 5.3: Mindestdicke d tragender, nichttraumabschließender Wände aus Porenbeton – Mauerwerk (1seitige Brandbeanspruchung)

Die ()-Werte gelten für Wände mit beidseitigem Putz nach DIN 4102-4:1994-03 und DIN 4102-4/A1:2004-11 Abschnitt 4.5.2.10

Zeile	Konstruktionsmerkmale  Wände	Mindestdicke d in mm für die Feuerwiderstandsklasse-Benennung				
		F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 120-A	F 180-A
1	Porenbetonsteine nach DIN V 4165-100; Porenbetonsteine nach DIN EN 771-4 in Verbindung mit DIN V 20000-404; Nach bauaufsichtlicher Zulassung ²⁾ : Planelemente, Mauertafeln und unbewehrte Wandtafeln Rohdichteklasse $\geq 0,4$ unter Verwendung von ¹⁾					
1.1	Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 = 0,2$	115 (115)	150 (115)	150 (115)	150 (115)	175 (115)
1.2	Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 = 0,6$	150 (115)	175 (150)	175 (150)	175 (150)	240 (175)
1.3	Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 = 1,0$	175 (150)	175 (150)	240 (175)	300 (240)	300 (240)
¹⁾ Dünnbettmörtel ²⁾ Bemessung nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung						

sichergestellt, wenn der Putzgrund die Anforderungen nach DIN 18 550-2 erfüllt.

- Der Putz kann durch eine zusätzliche Mauerwerksschale oder eine Verblendung aus Mauerwerk ersetzt werden. Bei 2schaligen Trennwänden ist Putz jeweils nur auf den Außenseiten der Schalen – nicht zwischen den Schalen – erforderlich.
- Wenn ein Wärmedämmverbundsystem bei Außenwänden aufgebracht wird, darf bei Verwendung
 - einer Dämmschicht aus Baustoffen der Baustoffklasse B der Aufbau nicht als Putz angesetzt werden,
 - einer Dämmschicht aus Baustoffen der Baustoffklasse A (z. B. Mineralfaserplatten oder Foamglas) der Aufbau als Putz angesetzt werden.

5.5.3 Mindestwanddicken für Wände aus Porenbeton-mauerwerk

Wie aus DIN 4102-4:1994-03 und DIN 4102-4/A1:2004-11 hervorgeht, müssen

Porenbetonwände und Pfeiler aus Mauerwerk die in den Normtabellen 38 bis 41 angegebenen Mindestdicken besitzen, um eine bestimmte Feuerwiderstandsklasse zu erreichen. Entsprechend DIN V 20000-404:2006-01, Abschnitt 5.6 gelten diese Werte sinngemäß auch für Porenbetonsteine nach DIN EN 771-4. Ebenso ist seit dem Erscheinen der DIN 4102-4/A1:2004-11 die DIN V 4165:2003-06 durch die DIN V 4165-100:2005-10 ersetzt worden. Zusätzlich sind Angaben in allgemein bauaufsichtlichen Zulassungen zu beachten, sofern diese Bauteile nicht durch DIN 4102-4 abgedeckt sind. Diese Regelungen sind – nur Porenbetonprodukte betreffend – im Folgenden als Tab. 5.1 bis 5.4 zusammengefasst. Die Werte in diesen Tabellen gelten für alle Stoßfugenausbildungen nach DIN 1053-1. Zum Einbau und zur Bearbeitbarkeit von Wänden aus Porenbetonprodukten zeigt die Abb. 5.3 demonstrativ zwei Beispiele.

Wesentlich für die Erzielung der in den Tab. 5.1 bis 5.4 angegebenen Feuerwiderstandsklassen ist nicht nur die sorgfältige Ausführung der Fugen (vgl. Abb. 5.1), sondern auch die sorgfältige Ausbildung der Anschlüsse an angren-

zende Bauteile – z. B. Decken und Stützen (siehe auch Abschnitt 5.5.4).

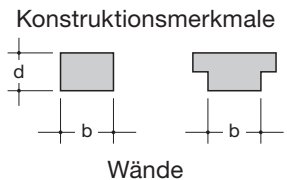
Wie aus den Tabellen 5.1 bis 5.4 ersichtlich ist, kann ein Putz die Feuerwiderstandsdauer verbessern. Wird der Putz nach den Angaben von Abschnitt 4.5.2.10 von DIN 4102-4 ausgeführt, kann die geforderte Mindestdicke ggf. reduziert werden (siehe () – Werte in den Tabellen 5.1 bis 5.4). Natürlich darf jede Wand beliebig geputzt werden. Auch das führt meistens zu einer Verbesserung der Feuerwiderstandsdauer. Bei einem beliebigen Putz darf jedoch keine Waddickenreduzierung vorgenommen werden, nur bei einem Putz nach Abschnitt 4.5.2.10 von DIN 4102-4.

Obwohl Wände aus Porenbetonprodukten ohne weitere Maßnahmen bereits eine hohe Wärmedämmung ergeben, darf ein Wärmedämm-Verbundsystem zur weiteren Verbesserung des Wärmeschutzes aufgebracht werden; welche Schichten hier „als Putz“ angesetzt werden dürfen, geht aus Abschnitt 4.5.2.10 der DIN 4102-4 hervor.

Wenn anstelle eines Wärmedämm-Verbundsystems eine Vormauerschale

Tab. 5.4: Mindestdicke d und Mindestbreite b tragender Pfeiler bzw. raumabschließender Wandabschnitte aus Porenbeton – Mauerwerk (mehrseitige Brandbeanspruchung)

Die ()-Werte gelten für Pfeiler mit allseitigem Putz nach DIN 4102-4:1994-03 und DIN 4102-4/A1:2004-11 Abschnitt 4.5.2.10. Der Putz kann ein- oder mehrseitig durch eine Verblendung ersetzt werden.

Zeile	Konstruktionsmerkmale  Wände	Mindestdicke d mm	Mindestdicke b in mm für die Feuerwiderstandsklasse-Benennung				
			F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 120-A	F 180-A
1	Porenbetonsteine nach DIN V 4165-100; Porenbetonsteine nach DIN EN 771-4 in Verbindung mit DIN V 20 000-404; Nach bauaufsichtlicher Zulassung ²⁾ : Planelemente, Mauertafeln und unbewehrte Wandtafeln Rohdichteklasse $\geq 0,4$ unter Verwendung von ¹⁾						
1.1.5	Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 = 0,6$	175 200 240 300 365	365 240 240 240 175	365 365 240 240 175	490 365 300 240 240	490 490 365 300 240	615 615 615 490 365
1.2.3	Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 = 1,0$	175 200 240 300 365	490 365 300 240 240	490 490 365 300 240	³⁾ ³⁾ 615 490 365	³⁾ ³⁾ 730 490 490	³⁾ ³⁾ 730 615 615

¹⁾ Dünnbettmörtel
²⁾ Bemessung nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung
³⁾ Die Mindestbreite ist $b > 1,0$ m; Bemessung bei Außenwänden als raumabschließende Wand nach Tab. 5.2 – sonst als nichtraumabschließende Wand nach Tab. 5.3

angeordnet wird, so wird diese brandschutztechnisch „als Putz“ gewertet.

Bei

- innenseitigem Putz nach Abschnitt 4.5.2.10 der DIN 4102-4 und,
- einer außenseitigen Vormauerschale

dürfen die kleineren ()-Werte der Normtabellen verwendet werden.

Abschließend sei entsprechend Abschnitt 4.5.2.9 der DIN 4102-4 noch darauf hingewiesen, dass aussteifende Riegel und Stützen mindestens derselben Feuerwiderstandsklasse wie die zu beurteilenden Wände (mit geforderter Feuerwiderstandsklasse) angehören müssen.

Stürze im Bereich von Mauerwerkswänden sind entweder vorgefertigte Stürze, z. B. bewehrte Normal-, Leichtbeton-

oder Porenbetonstürze, Stahlstürze, die als Einfeldträger angeordnet werden, Ort betonstürze im Bereich von Ringbalken oder Unterzügen, z. B. Stahlbetonstürze mit und ohne U-Schalen, oder Flachstürze.

Die Breite von Stürzen aus bewehrtem Porenbeton muss der geforderten Mindestwanddicke entsprechen; anstelle eines Sturzes dürfen auch nebeneinander verlegte Stürze verwendet werden. Stürze und Flachstürze aus bewehrtem Porenbeton bedürfen zur Zeit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung; die dort angegebenen Bedingungen sind zu beachten.

Porenbeton-Flachstürze sind in der Zulassung Z-17.1-634 geregelt. Er besteht aus einem bewehrten Porenbetonsturz P 4.4 (Zuggurt) mit einer Übermauerung ü aus Porenbeton-Plansteinen ($\geq$ PP 2)

$L \leq 3000$, $115 \text{ mm} \leq b \leq 365 \text{ mm}$,
 $h = 125 + \ddot{u}$, $125 \text{ mm} \leq \ddot{u} \leq 750 \text{ mm}$.

Die brandschutztechnische Bemessung von Flachstürzen, Stürzen aus ausbetonierten U-Schalen und Stürzen aus Porenbeton erfolgt nach den Angaben von Tab. 5.5. Zur Überschrift der Tabelle 5.5 ist Folgendes anzumerken:

Die in der Tab. 5.5, Zeile 3 angegebenen Randbedingungen wurden u. a. aus Isothermenbildern abgeleitet (siehe Abb. 5.4). Porenbetonstürze nach Zulassung Z-2.1-15 mit bestimmter (vereinbarter) Feuerwiderstandsklasse lassen sich auf Grund ihres geringen Gewichtes leicht einbauen (siehe Abb. 5.5).

Bei geputzten Stürzen mit brandschutztechnisch gefordertem Putz kann bei Anordnung von Stahl- und Holz-Umfassungszargen auf den Putz an der



Abb. 5.3: Wände aus Porenbetonprodukten: Schneller und einfacher Einbau von Porenbeton-Plansteinen und -Planelementen im Dünnbettverfahren

Sturzunterseite verzichtet werden. Ein Ausschäumen hat keinen negativen Einfluss.

5.5.4 Anschlüsse von Wänden aus Porenbetonmauerwerk

Die Angaben von DIN 4102-4 gelten für Wände, die sich von Rohdecke bis Rohdecke spannen. Werden raumabschließende Wände z. B. an Unterdecken befestigt oder auf Doppelböden gestellt, so ist die Feuerwiderstandsklasse durch Prüfungen nachzuweisen.

Nach DIN 4102-4 müssen Anschlüsse nichttragender Porenbetonwände nach DIN 1045, DIN 1053-1 und DIN 4103-1 (z. B. als Verbandsmauerwerk oder als Stumpfstoß mit Mörtelfuge ohne Anker) oder nach den Angaben von Abb. 5.6 bis 5.8 ausgeführt werden. Es wird unterschieden zwischen Anschlüssen für nichttragende Wände (Abb. 5.8) und Anschlüssen für tragende oder nichttragende Wände (Abb. 5.7 und 5.8).

Nach DIN 4102-4 müssen Anschlüsse tragender Porenbetonwände nach DIN 1045 oder DIN 1053-1 (z. B. als Verbandsmauerwerk) oder nach den Angaben von Abb. 5.7 bis 5.9 ausgeführt werden. Die Abb. 5.9 zeigt die Ausbildung eines statisch erforderlichen Anschlusses als gleitenden Stoß.

Der vorstehenden Ausführungen über Anschlüsse und Fugen stellt den Kenntnisstand dar, wie er teilweise schon nach der Normausgabe 1981-03 veröffentlicht wurde. Die bekannten Anschlüsse wurden in der Normausgabe DIN 4102-4:1994-03 übernommen und durch einige Details ergänzt.

Inzwischen wurden weitere Anschlüsse/Fugen sowohl für Wände mit F-Klassifizierung als auch für Brandwände (siehe auch Abschnitt 5.7) untersucht. Sie wurden bereits im Porenbetonhandbuch, im Mauerwerkskalender oder anderen Literaturstellen veröffentlicht und sind in den Abb. 5.10 bis 5.16 dargestellt.

Darunter sind u. a. weitere seitliche Ausschlüsse von Mauerwerkswänden. Wobei die Ausschlüsse in der Regel alternativ als tragende oder nichttragende Wandausschlüsse ausgeführt werden. Bei Vermörtelungen kommt stets eine vollfugige Vermörtelung nach DIN 1053-1 zur Anwendung. Bei verschieblichen An-

Tab. 5.5: Mindestbreite b und Mindesthöhe h von vorgefertigten Flachstürzen, ausbetonierten U-Schalen und Stürzen aus Porenbeton nach Abschnitt 4.5.3.5 von DIN 4102-4:1994-03

Die ()-Werte gelten für Stürze mit dreiseitigem Putz nach DIN 4102-4:1994-03+/A1:2004-11 Abschnitt 4.5.2.10

Zeile	Konstruktionsmerkmale	Mindest-		Mindestbreite b in mm Feuerwiderstandsklasse-Benennung				
		Beton- deckung mm	Höhe h mm	F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 120-A	F 180-A
1	Flachstürze und Kombistürze aus Porenbeton	–	124	175 (115)	175 (115)	240 (175)	–	–
2	Ausbetonierte U-Schalen aus Porenbeton	–	199	175	175	175	–	–
3	① ②	10	240	175 (175)	240 (200)	–	–	–
3.1		20	240	175 (175)	240 (200)	300 ¹⁾ (240)	–	–
3.2		30	240	175 (175)	175 (175)	200 (175)	–	–
3.3	Mindeststabzahl n = 3 Porenbetonstürze							

¹⁾ Mindeststabzahl n = 4

schlüssen kommen senkrecht verschiebbare Anschlussanker und zugelassene Halfenschienen zum Einsatz.

Die Abb. 5.17 bis 5.19 zeigen Anschlüsse von Mauerwerkswänden an Stahlprofilen. Zur Anwendung kommen unbeladete, nichttragende Stahlprofile, welche in der Regel etwa F 30 erreichen. Der Feuerwiderstand der Wandkonstruktion wird in diesem Fall, im Wesentlichen durch die Stahlprofile bestimmt, weil in der Wand eine Wärmebrücke entsteht. Soweit die Stahlprofile brandschutztechnisch bekleidet werden, erreicht die Konstruktion je nach Bekleidungsart und -dicke F 30 bis F 90 oder darüber. Diese Konstruktionen werden vielfach bei nichttragendem Porenbetonmauerwerk ausgeführt.

Weitere Arten der Ausbildung von Fugen in Wänden mit F-Klassifizierungen sind in den folgenden Abb. 5.20 und 5.21 angegeben. Als Fugenmaterialien kommen Dämmschichten aus nichtbrennbaren mineralischen Fasern (Schutzpunkt > 1000 °C), angeschraubte Gipskartonplatten und zur Aussteifung Stahlprofile gemäß DIN 4102-4, Abschnitt 4.5.2.6 zur Anwendung.

Dämmschichten in Anschlussfugen, die aus schalltechnischen oder anderen Gründen angeordnet werden, müs-

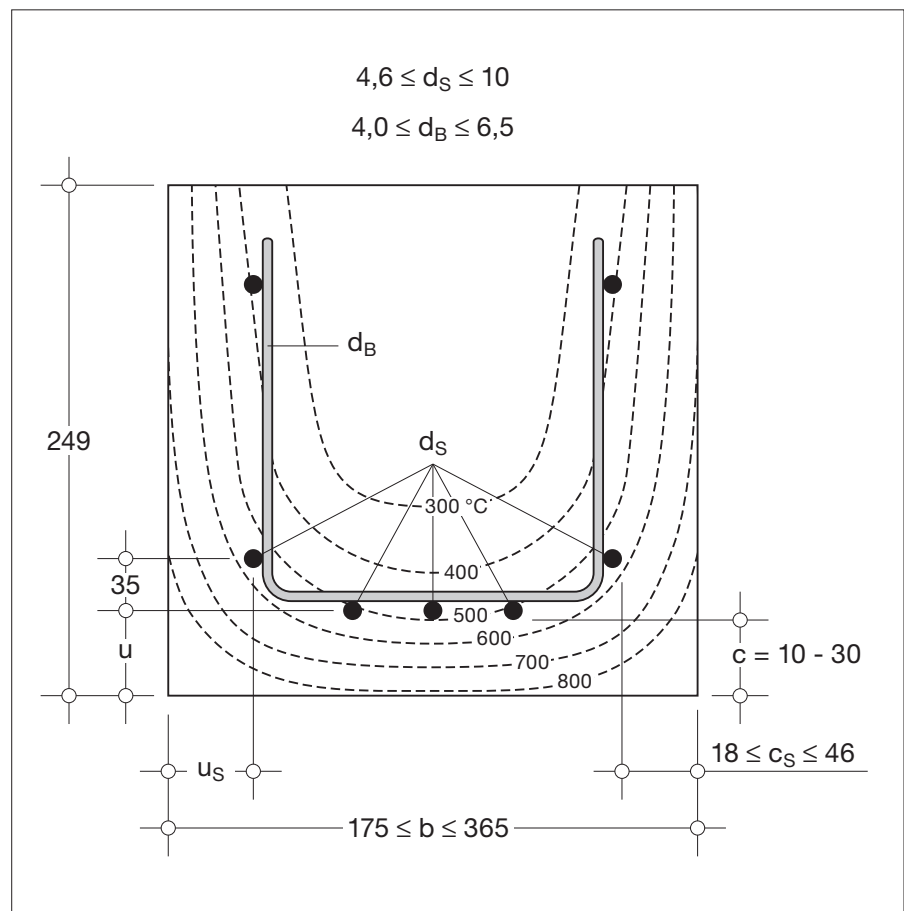


Abb. 5.4: Porenbetonsturz mit innenliegendem Bewehrungskorb mit schematisch dargestellten Isothermenverlauf zum Zeitpunkt t = 90 min



Abb. 5.5: Einbau von Porenbetonstürzen der Feuerwiderstandsklasse F 90 – Benennung: F 90-A

sen aus mineralischen Fasern nach DIN 18 165-2:1991-07, Abschnitt 2.2 bestehen, der Baustoffklasse A angehören, einen Schmelzpunkt $\geq 1000^\circ\text{C}$ nach DIN 4102-17 besitzen und eine Rohdichte $\geq 30\text{ kg/m}^3$ aufweisen; gegebenenfalls vorhandene Hohlräume müssen dicht verstopft werden. Fugendichtstoffe von DIN EN 26927 auf der Außenseite der Dämmschichten beeinflussen die Feuerwiderstandsklasse und Benennung nicht.

Die Abb. 5.22 zeigt beispielhaft die Dübelmontage zur Befestigung von Zargen in Porenbetonwänden für ein- und zweiflügelige T30- und T90-Türen sowie Klappen. Die Zargenausbildung kann je nach Zulassungsbescheid variieren.

Die wichtigsten Bestimmungen, die beim Einbau von Feuerschutzabschlüssen schon im Planungsstadium beachtet werden müssen, sind die Forderungen nach bestimmten Wanddicken und -festigkeiten. Im Allgemeinen sind die in Tabelle 5.6 zusammengestellten Mindestwerte einzuhalten. Diese Tabelle gibt jedoch nur einen Überblick; Einzelheiten sind den Norm- bzw. Zulassungsbescheiden

des DIBt zu entnehmen. Bei größeren Abschlüssen – z. B. bei bestimmten Schiebe-, Roll-Hub- und Falldüren –, bei denen in die angrenzenden Wände schon im Gebrauchszustand beachtliche Kräfte eingeleitet werden, ist für den „kalten“ Zustand ein Standsicherheitsnachweis zu führen. Weitere Hinweise befinden sich ebenfalls im Porenbeton-Bericht 17 „Einbau von Feuerschutztüren und -türe“, herausgegeben vom Bundesverband Porenbeton.

In der Abb. 5.23 ist der Einbau von Feuerschutztüren in Porenbetonwänden beispielhaft gezeigt. Wichtig ist hierbei vor allem die Befestigung nach DIN 18 093 bzw. nach Zulassung (z. B. Zarge, Dübel, Dübelabstände etc).

5.6 Feuerwiderstandsklassen von Wänden aus bewehrtem Porenbeton

5.6.1 Anwendungsbereich

Die Angaben nach DIN 4102-4:1994-03+/A1:2004-11, Abschnitt 4.7, gelten für Wände aus bewehrtem Porenbeton. Die Bemessung von Brandwänden ist

in Abschnitt 4.8 der DIN 4102-4 geregelt.

In DIN 4102-4 ist der Hinweis enthalten, dass Wände aus Porenbeton-Wandplatten zur Zeit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung bedürfen; die dort angegebenen Bedingungen sind zu beachten. Darüber hinaus existiert parallel die neue DIN 4223-1 bis 5 als Ausgabe Dezember 2003. Nichttragende Wände aus bewehrtem Porenbeton nach DIN 4223 sind brandschutztechnisch genauso zu behandeln wie gleichartige Bauteile nach Zulassung. Tragende bewehrte Bauteile aus Porenbeton nach DIN 4223 überschreiten ggfs. die max. ansetzbaren zulässigen Belastungen gemäß Zulassung, die auch Grundlage sind für die Definition des α_4 -Wertes nach Tabelle 5.7. Dies wird derzeit durch Parameterstudien überprüft und nach Abschluss wird eine entsprechende Festlegung in DIN 4102-22 Eingang finden. Nach Laufzeitende der derzeit noch gültigen Zulassungen wird nur noch eine Bemessung nach DIN 4223 möglich sein.

5.6.2 Randbedingungen

Wände aus bewehrtem Porenbeton müssen unter Beachtung von Abschnitt 4.7.2 der DIN 4102-4 die in Tab. 5.8 angegebenen Bedingungen erfüllen.

Darüber hinaus ist in dem bauaufsichtlichen Prüfzeugnis P-3689/6296-MPA-BS vom 30.06.2006 (Antragsteller: Xella Aircrete Systems) dokumentiert, dass 17,5 cm dicke, liegend oder stehend angeordnete Wandplatten der Festigkeits-/ Rohdichtelasse P 3,3-0,50, vor oder zwischen den Stützen verankert 360 Minuten dem Feuer standhalten (F 360).

Für die Bemessung von Wänden aus bewehrten Porenbeton-Wandplatten gelten die Bedingungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen. Hinsichtlich des Ausnutzungsfaktors α_4 gilt Abschnitt 4.5.2.2 der DIN 4102-4 sinngemäß. Kunstharzmörtel (Dispersions-Klebmörtel), die zur Verbindung von Fertigteilen im Lagerfugenbereich in einer Dicke $\leq 3\text{ mm}$ verwendet werden, beeinflussen die Feuerwiderstandsklasse und Benennung nicht.

Als Putz zur Verbesserung der Feuerwiderstandsdauer können Putze der Mörtelgruppe P IV nach DIN 18 550-2 oder Putze aus Leichtmörtel nach DIN 18 550-4

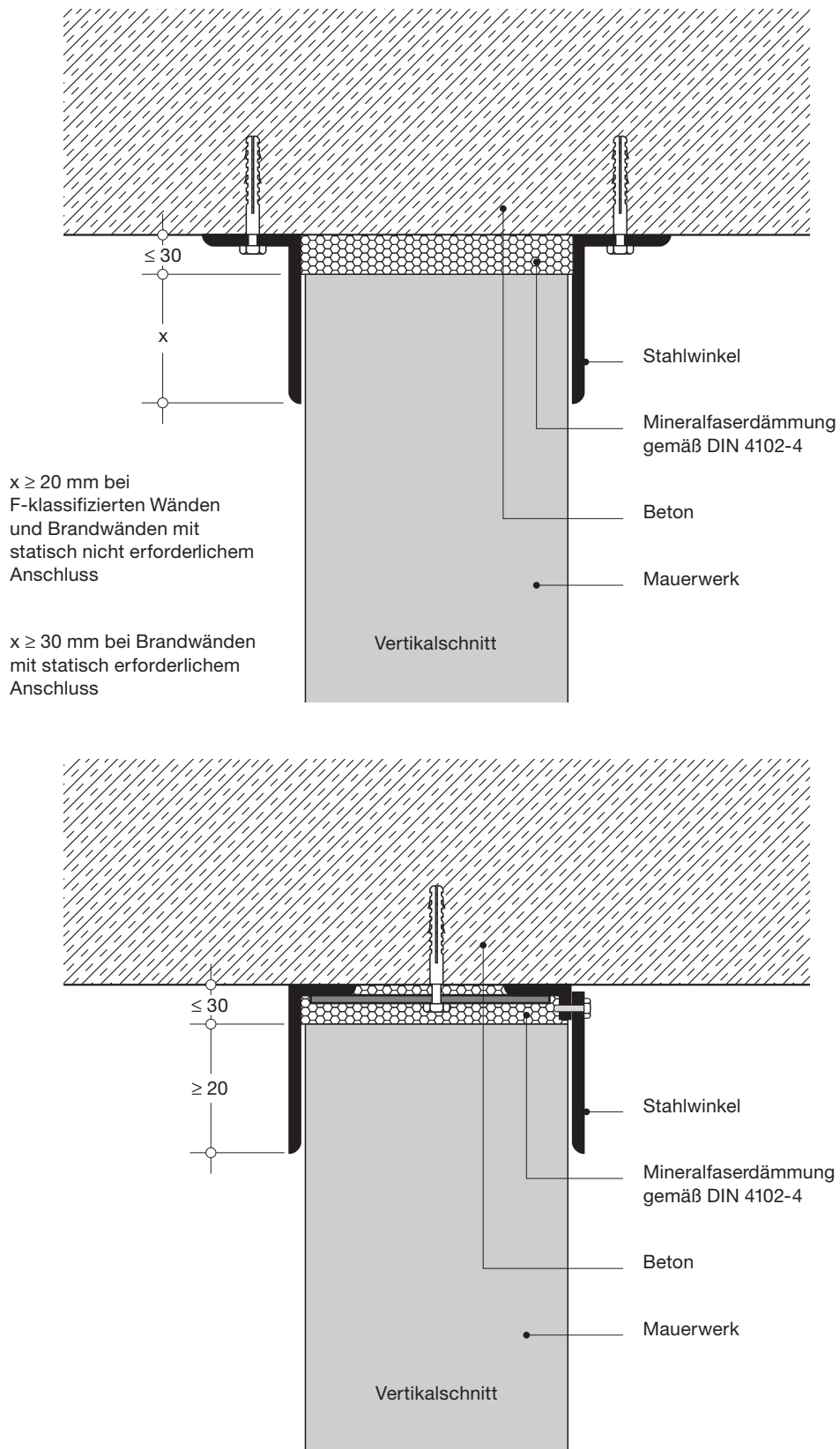


Abb. 5.6: Anschlüsse Wand-Decke von nichttragenden Wänden aus Porenbetonmauerwerk, Ausführungsmöglichkeiten 1 und 2

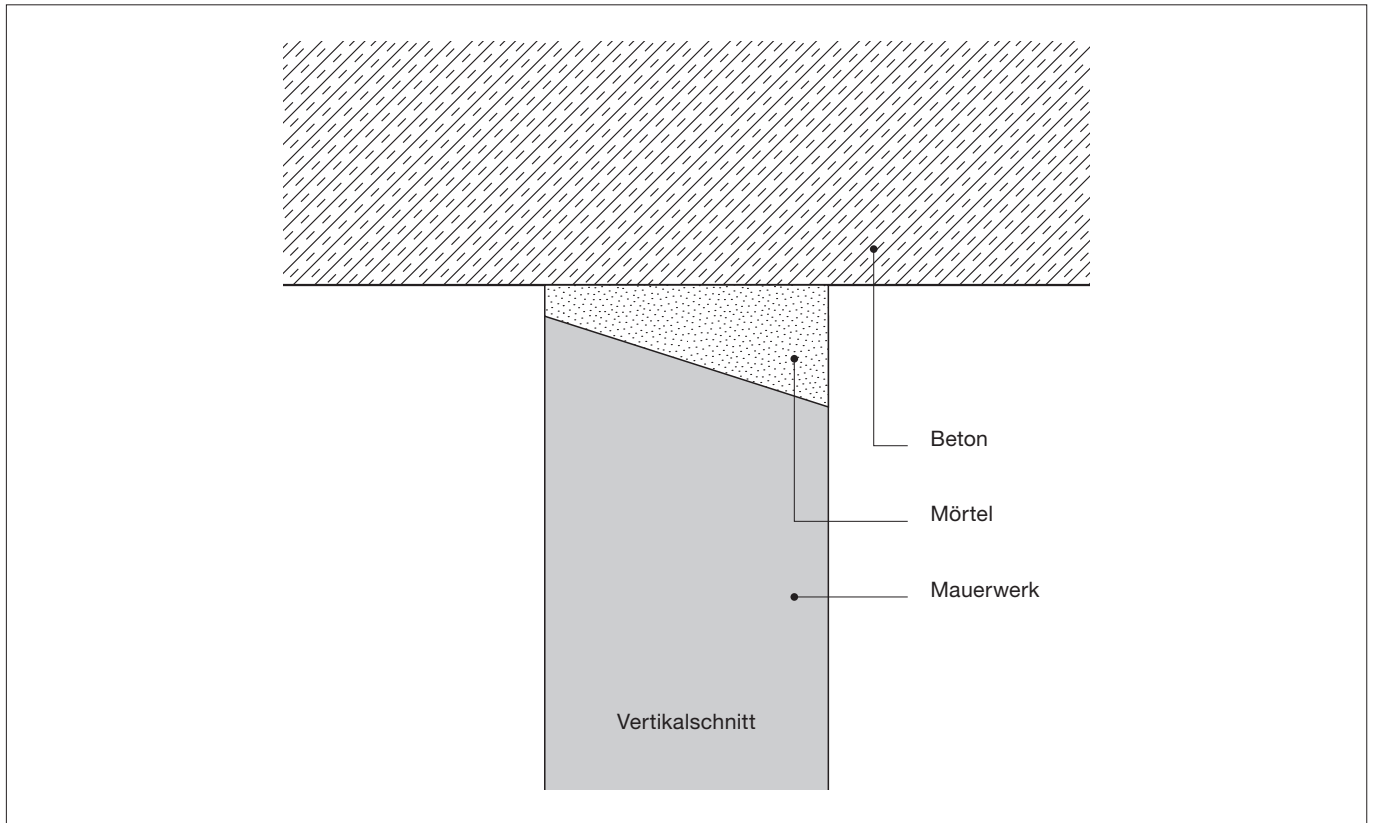


Abb. 5.7: Anschlüsse Wand-Decke tragender oder nichttragender Massivwände aus Porenbetonmauerwerk

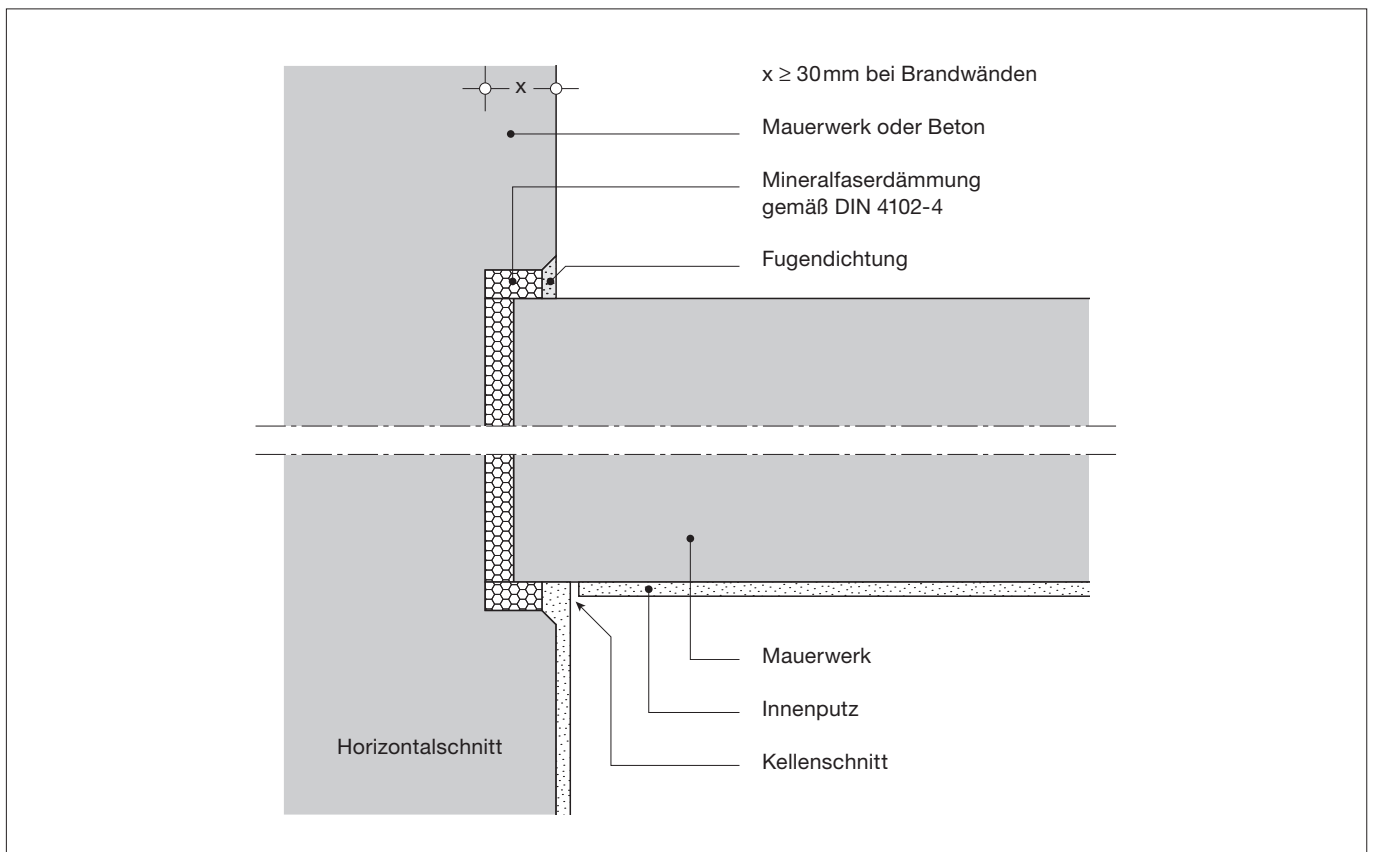


Abb. 5.8: Stumpfstoß Wand-Wand tragender, oder nichttragender Wände, Beispiel für Porenbeton-Mauerwerk

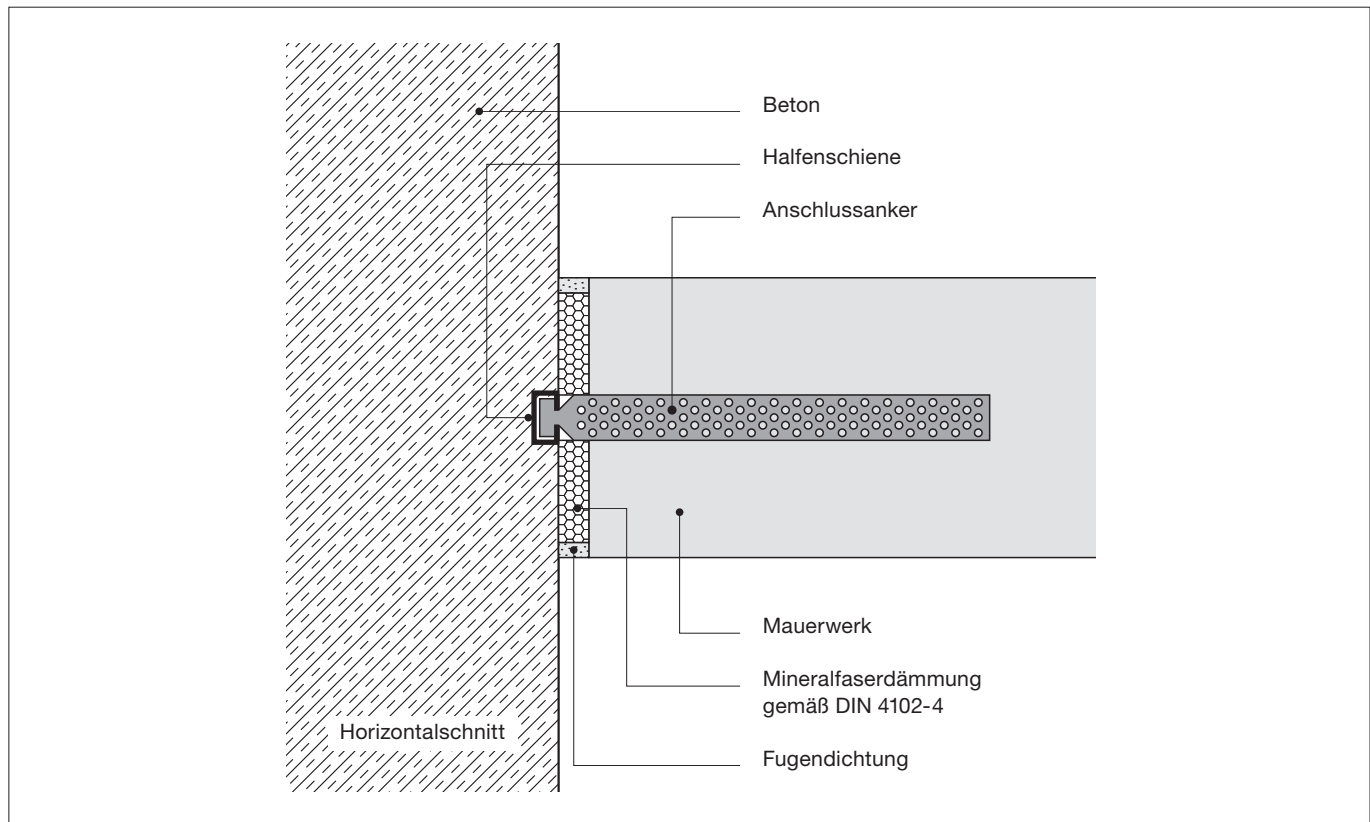


Abb. 5.9: Gleitender Stoß Wand (Stütze)-Wand tragender Wände, Ausführung mit statisch erforderlichem Anschluss; zulässig auch für Brandwände

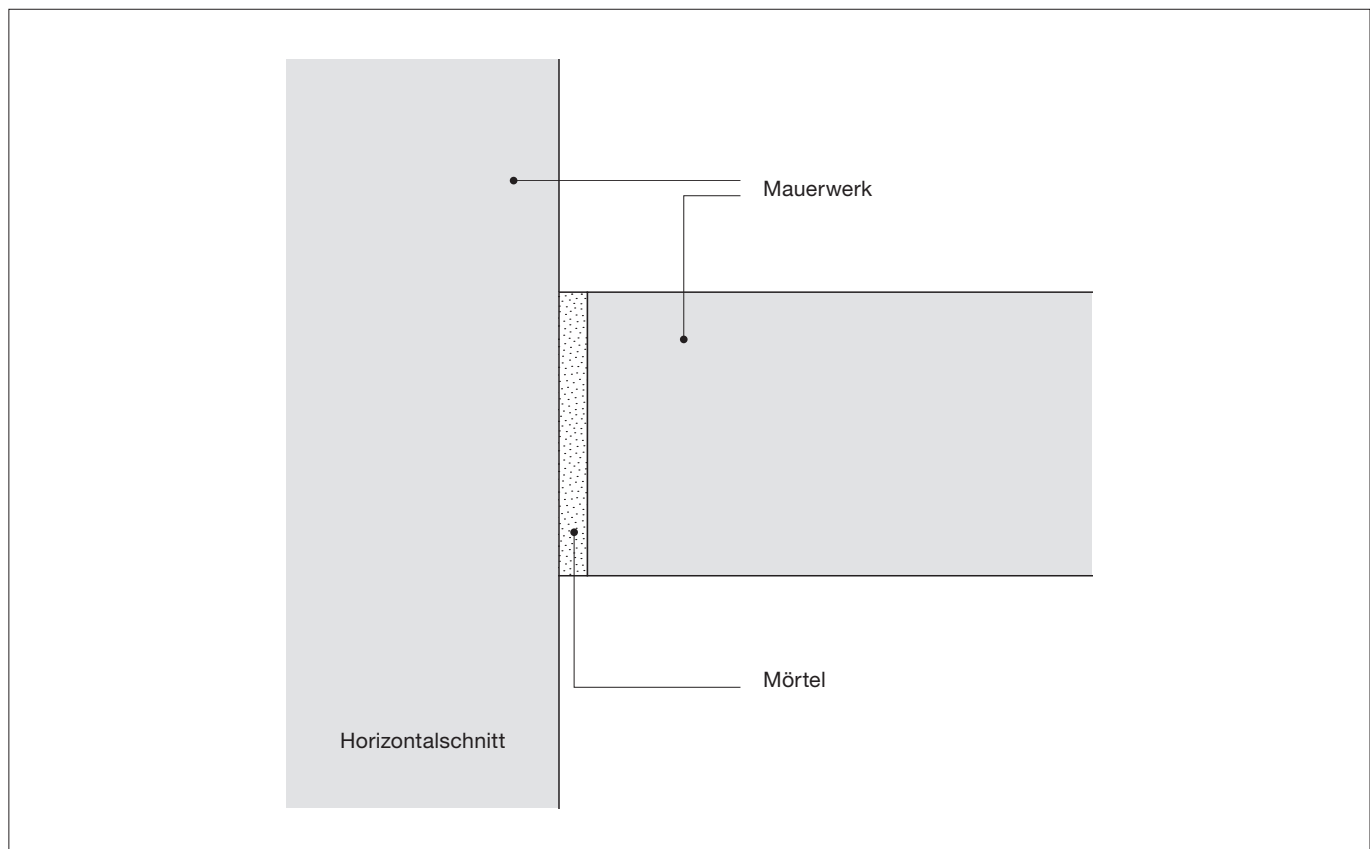


Abb. 5.10: Stumpfstoßanschluss mit vollfugiger Vermörtelung, tragende oder nichttragende Porenbeton-Mauerwerkswände, zulässig auch für Brandwände

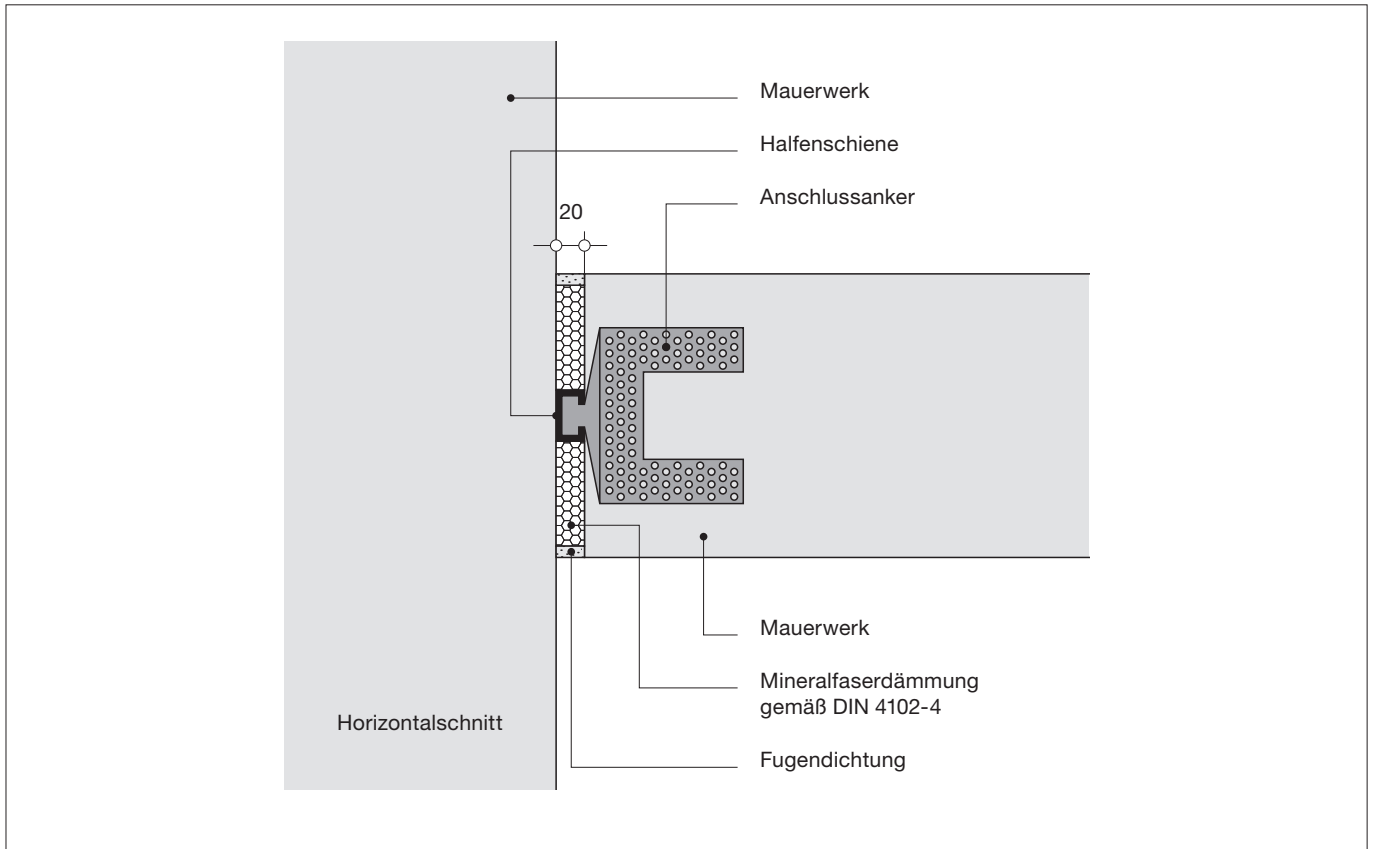


Abb. 5.11: Gleitender Anschluss von nichttragenden und tragenden Porenbeton-Mauerwerkswänden, zulässig auch für Brandwände

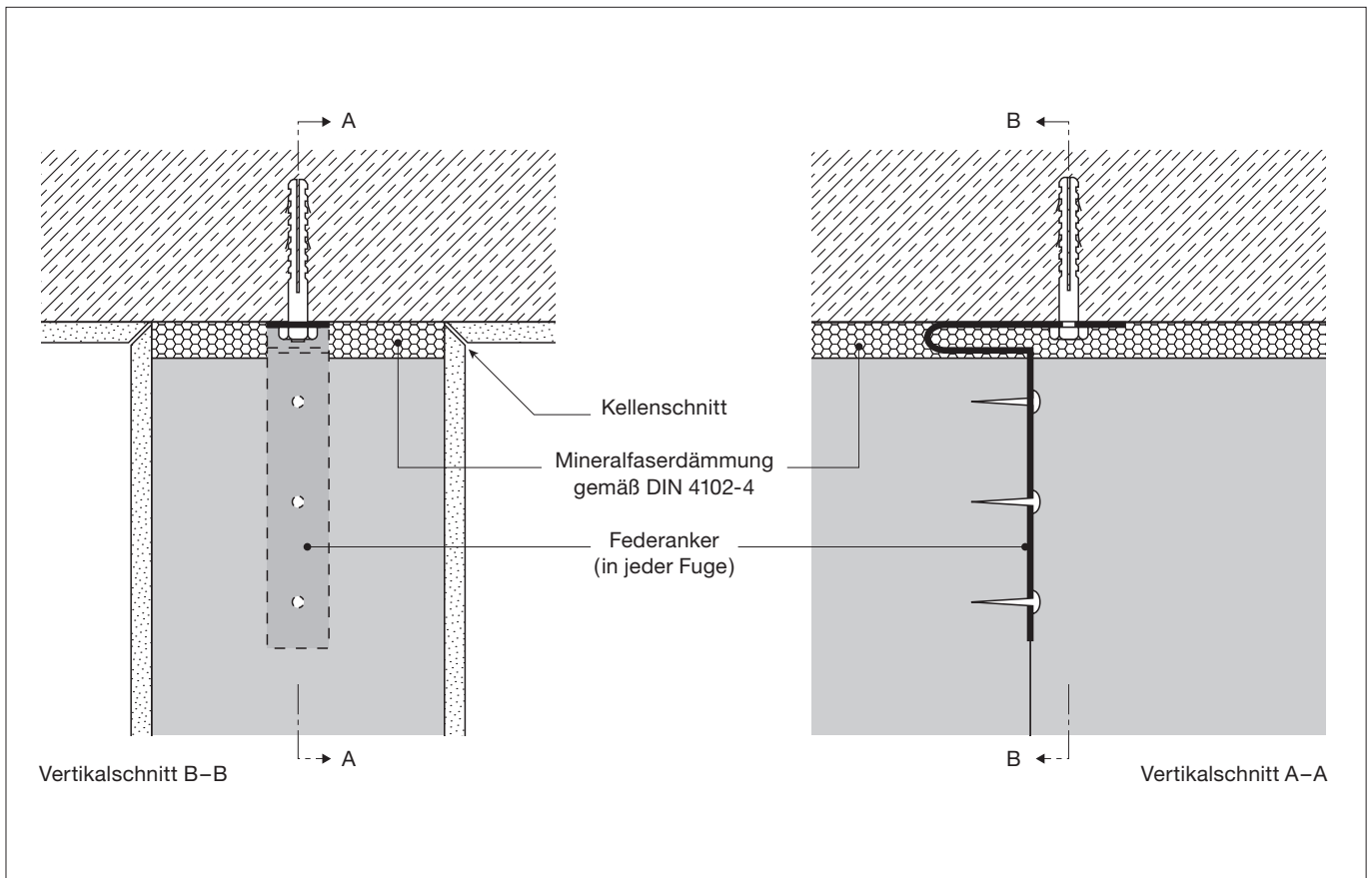


Abb. 5.12: Oberer Anschluss von nichttragenden Mauerwerkswänden aus Porenbeton

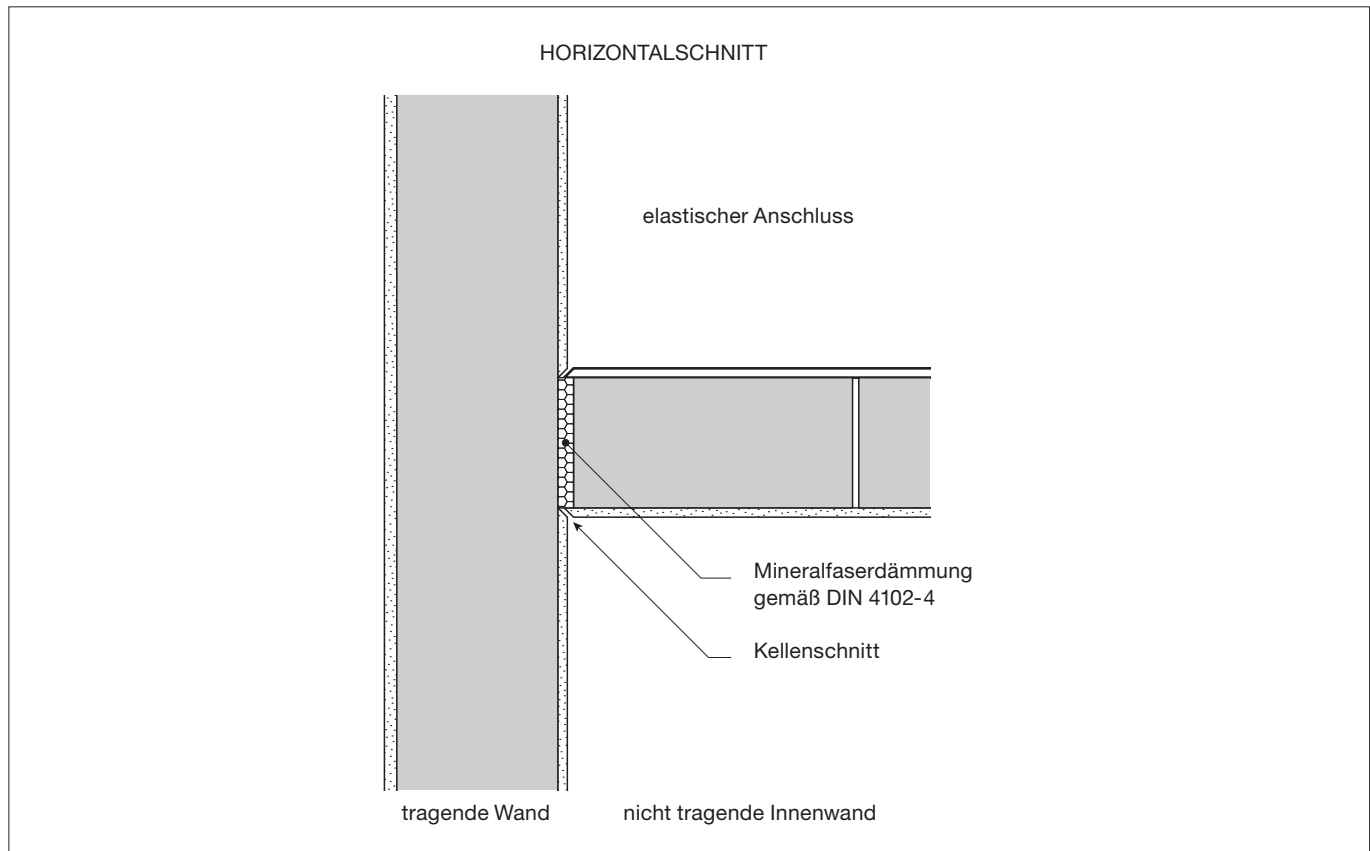


Abb. 5.13: Seitlicher Anschluss von nichttragenden Mauerwerkswänden aus Porenbeton

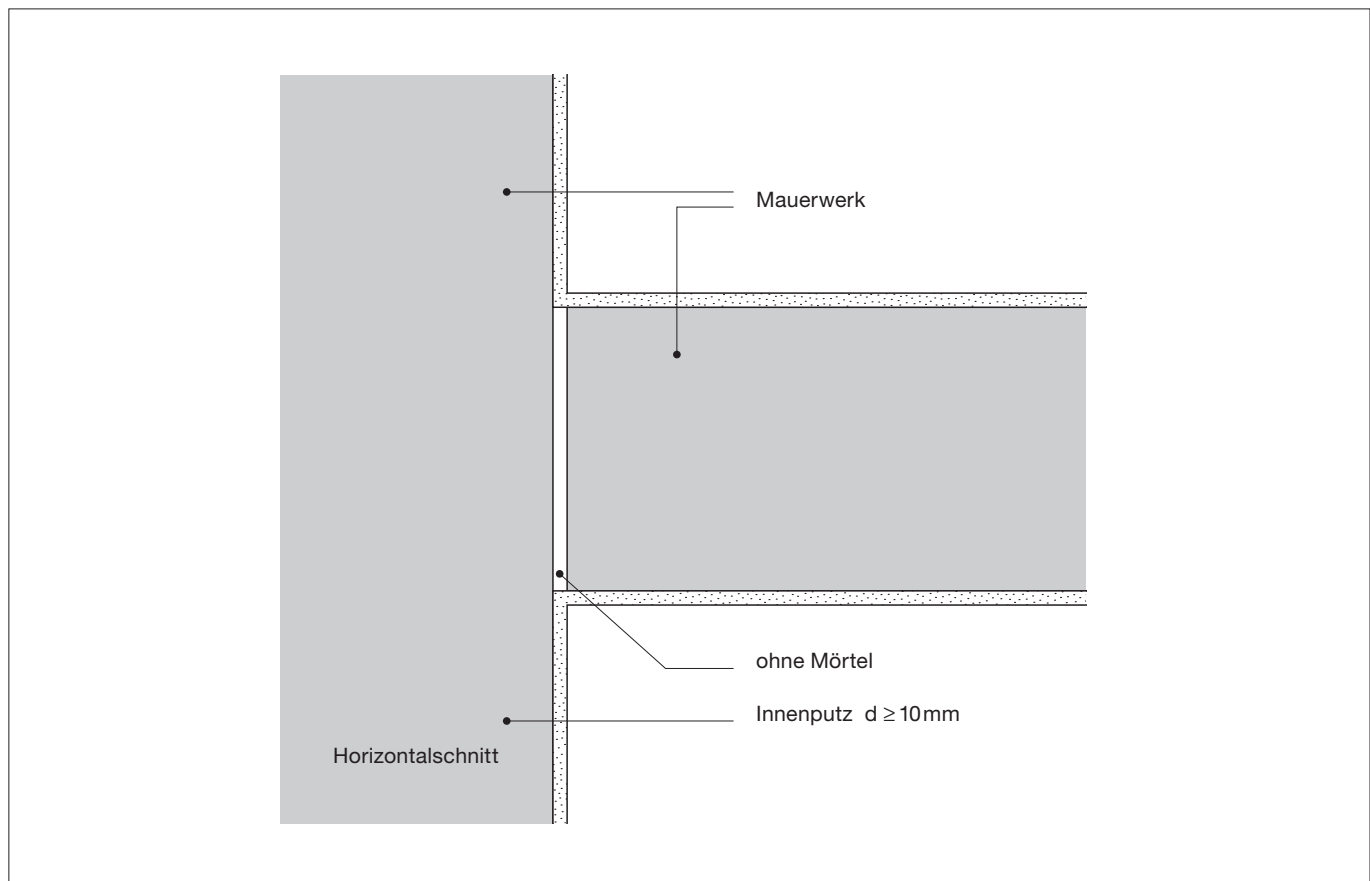


Abb. 5.14: Seitlicher Anschluss von nichttragenden Mauerwerkswänden aus Porenbeton

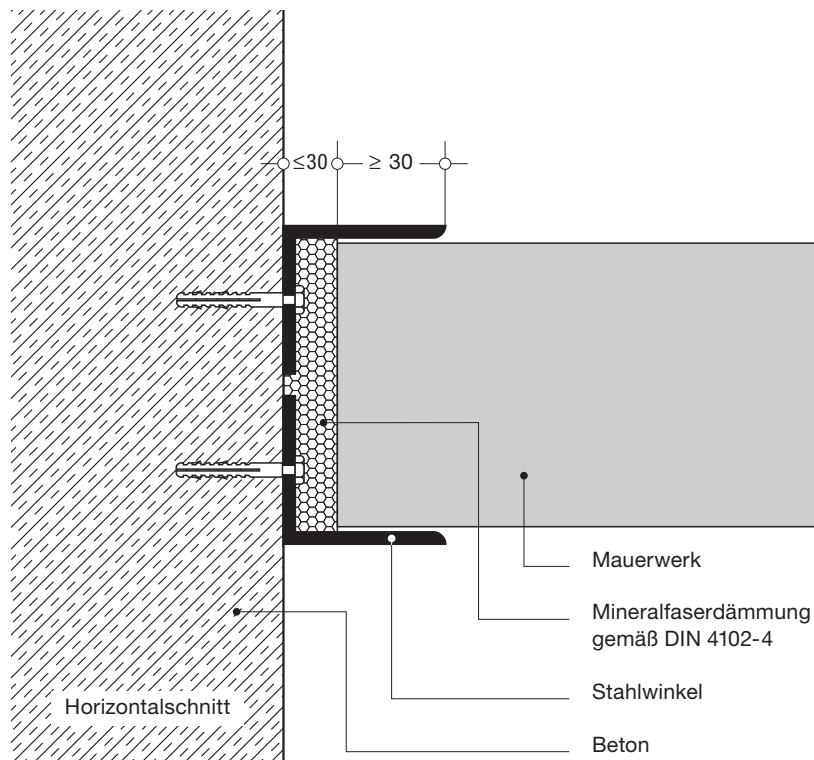


Abb. 5.15: Seitlicher Anschluss von nichttragenden und tragenden Mauerwerkswänden aus Porenbeton

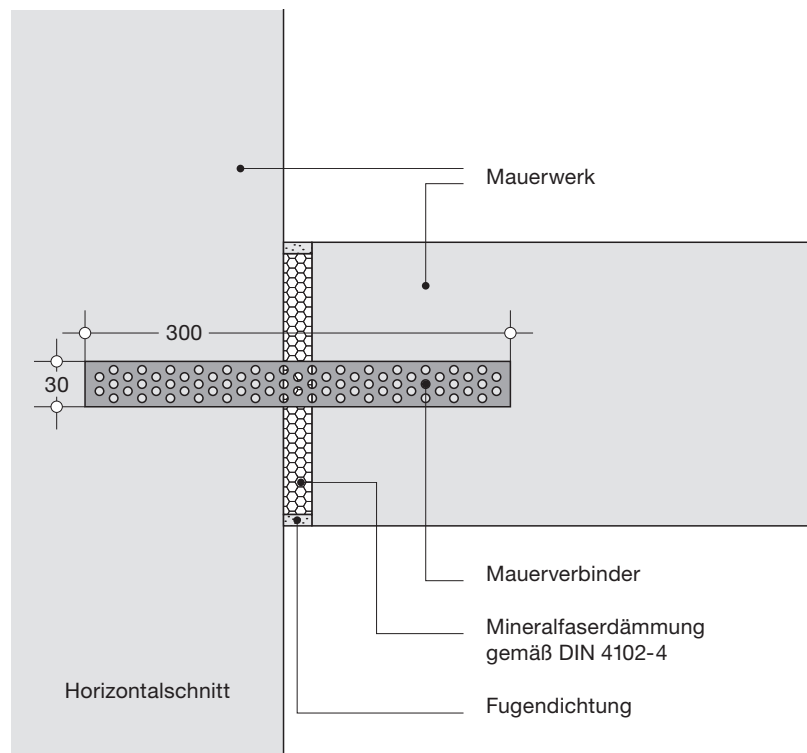


Abb. 5.16: Seitlicher Anschluss von nichttragenden und tragenden Mauerwerkswänden aus Porenbeton

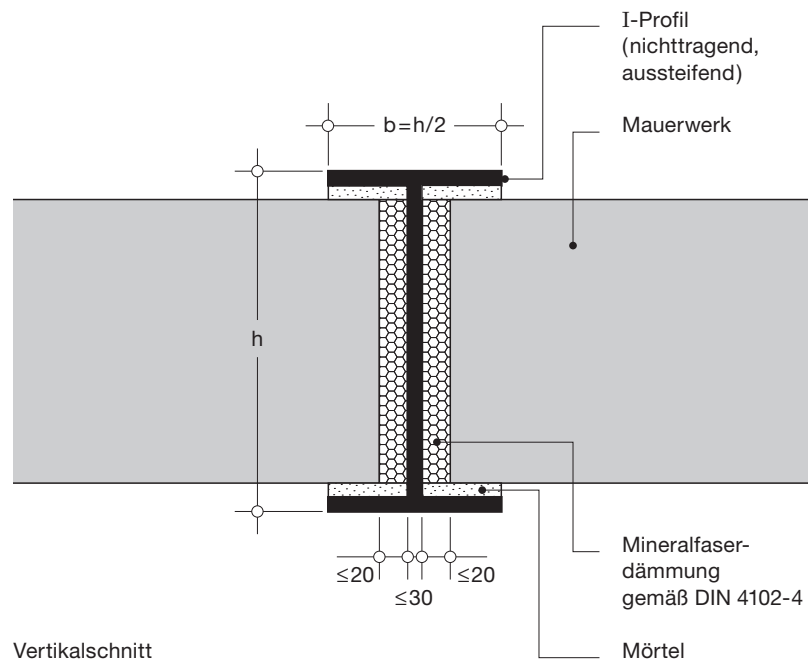


Abb. 5.17: Porenbeton-Mauerwerkswand mit unbekleidetem Stahlprofil, F 30-A

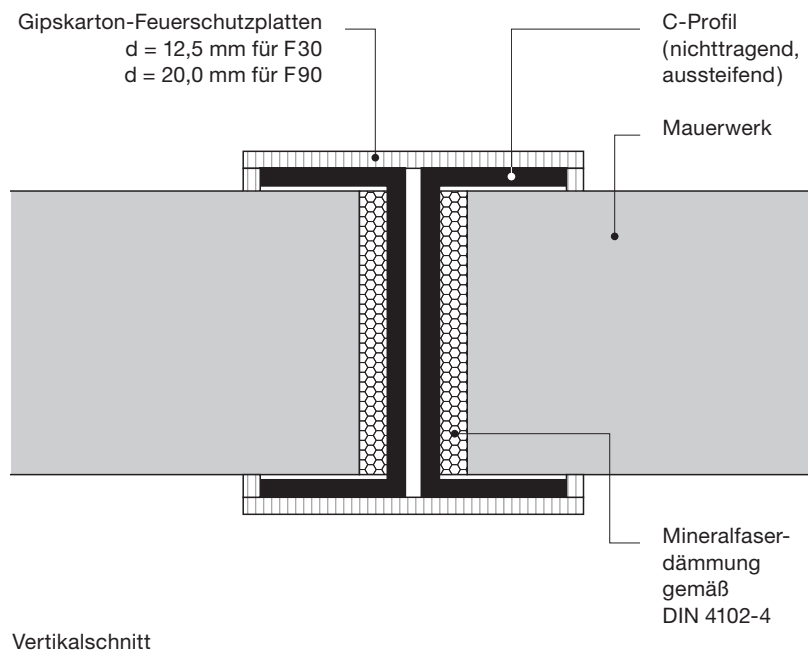


Abb. 5.18: Porenbeton-Mauerwerkswand mit einem brandschutztechnisch bekleideten Stahlprofil, F 30-A bis F 90-A

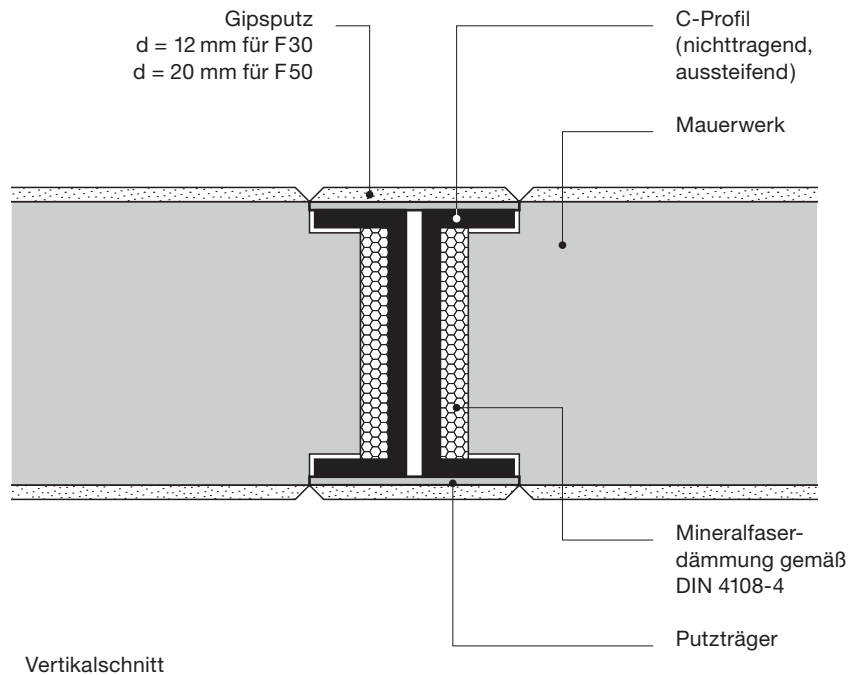


Abb. 5.19: Geputzte Porenbeton-Mauerwerkswand mit aussteifendem Stahlprofil mit Putzträger, F 30-A bis F 60-A

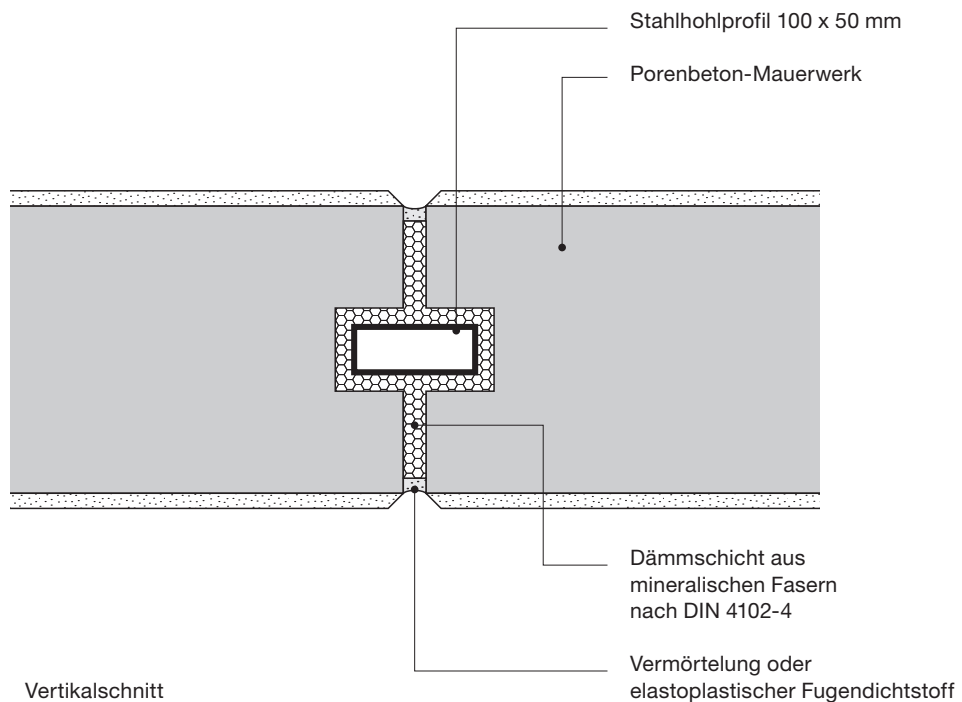


Abb. 5.20: Fugenausbildung mit Aussteifung für Porenbetonmauerwerk mit F-Klassifizierung

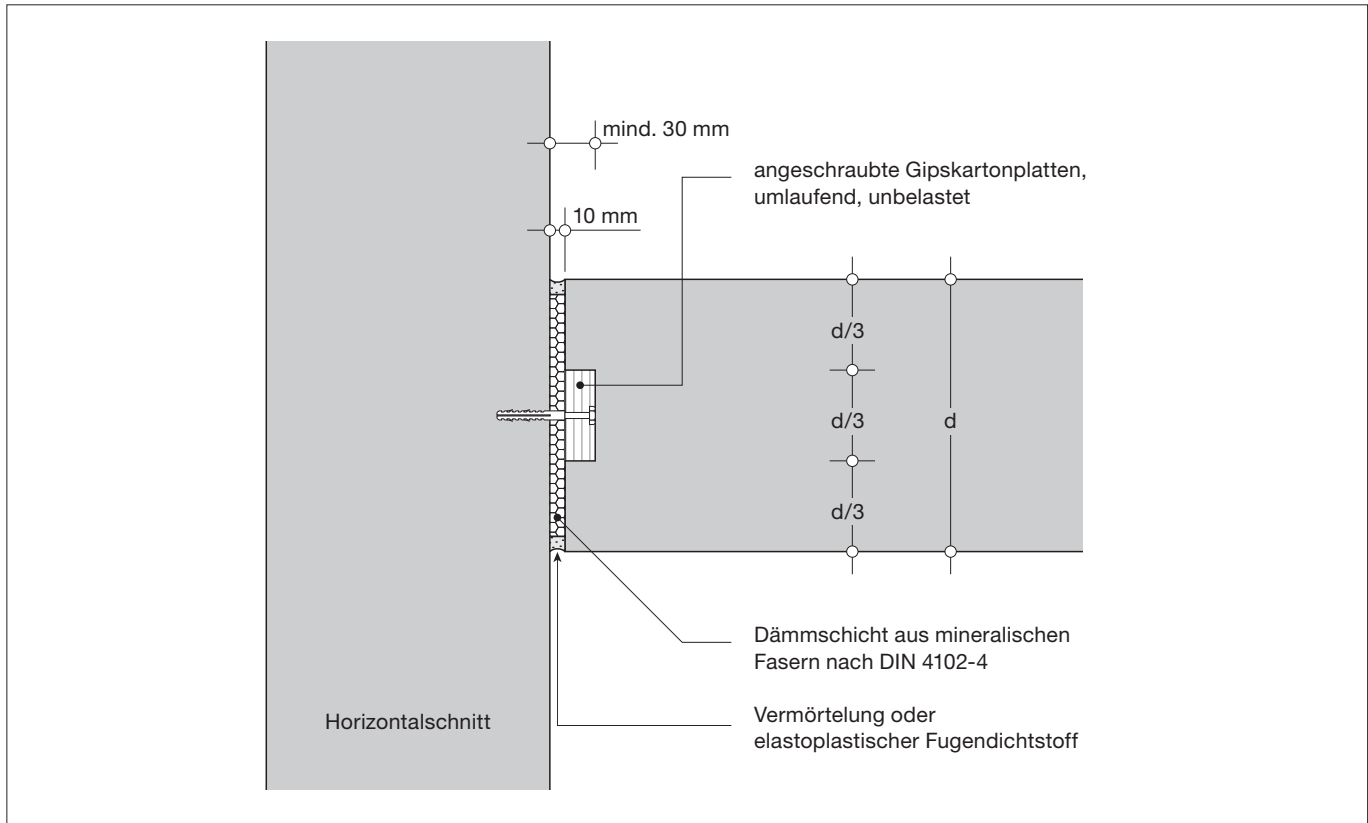


Abb. 5.21: Fugenausbildung Wand-Wand oder Wand-Stütze mit angeschraubter Gipskartonplatte für Porenbetonmauerwerk mit F-Klassifizierung

verwendet werden. Voraussetzung für die brandschutztechnische Wirksamkeit ist eine ausreichende Haftung am Putzgrund. Sie wird sichergestellt, wenn der Putzgrund die Anforderungen nach DIN 18550-2 erfüllt. Wandbereiche über Öffnungen bzw. Stürze müssen dieselbe Breite wie die Wände besitzen. Wegen der Betondeckung c der Stürzbewehrung gelten die Randbedingungen der im vorhergehenden Abschnitt angegebenen Tab. 5.5.

Nach DIN 4102-4/A1:2004-11 entfällt die Fußnote ²⁾ in Tab. 5.7, weil tragende, unbewehrte Porenbeton-Wandtafeln, die derzeit noch einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung bedürfen und wie Mauerwerk aus Porenbeton-Plansteinen nach DIN V 4165 behandelt werden (siehe Zulassungsbescheid).

5.6.3 Zulassungsbestimmungen für Wände aus bewehrtem Porenbeton

Bewehrte Wandplatten aus dampfgehärtetem Porenbeton bedürfen nach Abschnitt 4.7.1.1 von DIN 4102-4:1994-03 z. Z. einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung. Über bewehrte Poren-

beton-Wandplatten W der Festigkeitsklassen 2,2, 3,3 und 4,4 und bewehrte geschosshohe tragende Wandtafeln W aus dampfgehärtetem Porenbeton der Festigkeitsklassen 3,3 und 4,4 gibt es z. B. Zulassungsbescheide der Firma Xella GmbH und des Bundesverbandes Porenbeton (s. Tab. 5.8). In diesen Zulassungsbescheiden werden Wandplatten und Wandtafeln und deren Verwendung zur Wandausführung beschrieben. Darüber hinaus sind die Festlegungen in dem Zulassungsbescheid für Verankerungsmittel zu beachten. Einzelheiten sind den Zulassungsbescheiden zu entnehmen. Hinsichtlich des Brandschutzes wird u. a. auf DIN 4102-4 verwiesen und es werden ergänzende Hinweise gegeben.

Der Brandschutz für bewehrte Porenbeton-Wandplatten ist in den DIBt-Zulassungsbescheiden u. a. wie folgt geregelt:

Soweit in diesen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen nichts anderes bestimmt wird, gilt für die brandschutztechnischen Bemessungen die DIN 4102-4:1994-03, insbesondere die Abschnitte 4.1, 4.7 und 4.8. Für Dämm-

schichten in Anschlussfugen gilt DIN 4102-4:1994-03, Abschnitt 4.5.2.6.

Für die Einstufung von nichttragenden Wänden in die Feuerwiderstandsklassen F 30 bis F 180 gilt DIN 4102-4:1994-03 (siehe Tab. 5.7, Zeile 1.2). Die Einstufung in Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102-4:1994-03 setzt voraus, dass die tragende, haltende und aussteifende Konstruktion jeweils mindestens der gleichen Feuerwiderstandsklasse angehört.

Es dürfen nur Dünnbettmörtel der Baustoffklasse A nach DIN 4102 oder Dispersionsklebemörtel der Baustoffklasse B nach DIN 4102-4, Abschnitt 4.5.2.7 mit einer Klebefugendicke ≤ 3 mm zum Einsatz kommen.

Die Restdicken der Wandplatten nach einer möglichen Ausnehmung müssen wenigstens der Mindestwanddicke der erforderlichen Feuerwiderstandsklassen entsprechen. Die Wandplatten dürfen entsprechend den Festlegungen der Zulassungsbescheide gekürzt werden.

Für die Festigkeitsklassen P 3,3 und P 4,4 dürfen die Verankerungstypen 4

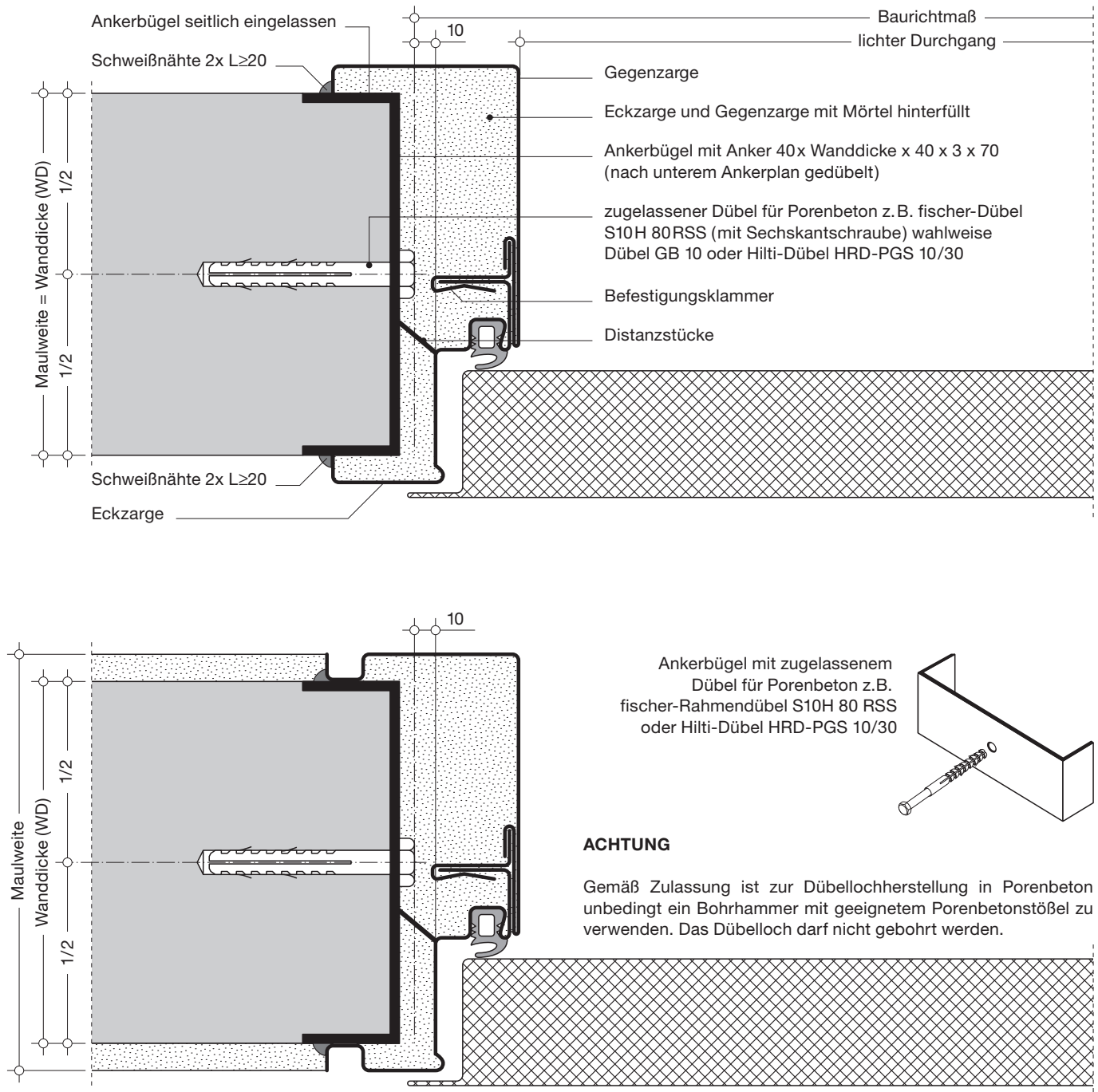


Abb. 5.22: Beispielhafte Dübelmontage zur Befestigung der Zargen und Einbau einer T 90-Tür in eine Wand aus Porenbetonmauerwerk

und 6 bis 11 aus nichtrostendem Stahl unter Beachtung der Wandplattendicke verwendet werden. Für die Festigkeitsklasse P 2,2 sind dies die Verankerungstypen 4 und 7. Darüber hinaus genügen gemäß der Zulassung für Verankerungsmittel die Verankerungstypen 1, 1.1, 12, 13.1 bis 13.6, 14.1 bis 14.8 und 15 in Abhängigkeit von der Plattendicke den Anforderungen von DIN 4102-4:1994-03.

Bewehrte tragende, geschosshohe Wandtafeln W sind bauaufsichtlich zugelassen (Z-2.1-36). Dabei müssen u. a. besondere Bestimmungen zu den

- Wanddicken (Belastung, Standsicherheit)
- Wandhöhen und -breiten sowie
- Wandtafelkopf- und Wandtafellängsseiten (Fugen) beachtet werden.

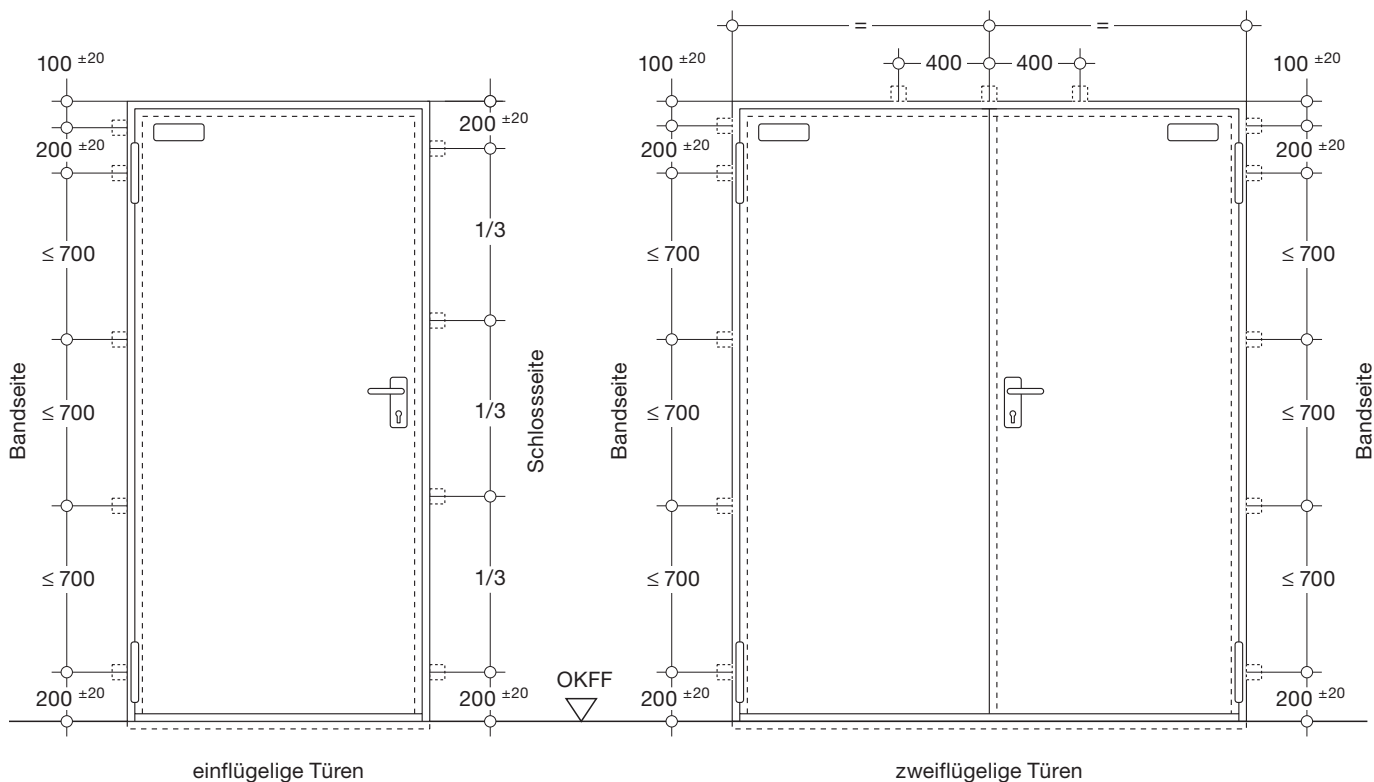
Der Brandschutz ist wie folgt geregelt:

Für die Einreihung der Wände in Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102-2 gelten die Bestimmungen von DIN 4102-4 (siehe Tab. 5.8, Zeile 2 bis 2.3.2). Dabei wird brandschutztechnisch nach zwei Ausnutzungsfaktoren $\alpha_4 = 0,5$ und $\alpha_4 = 1,0$ unterschieden (siehe Zeile 2.2.1 und 2.2.2); sofern im Zulassungsbescheid aus Gründen der Standsicherheit (Be-

Tab. 5.6: Beispiele für die Mindestwanddicken und Mindestwerte der Festigkeitsklassen von Porenbeton-Mauerwerkswänden mit Feuerschutzabschlüssen

Bauart der Abschlüsse	Porenbetonprodukt	Mindestwert der Festigkeitsklassen	Mindestdicke d [mm] der Porenbetonwand bei einer Türöffnung bis 3000 mm x 3000 mm (B x H)	Mindestdicke d [mm] der Porenbetonwand bei einer Türöffnung bis max. 8500 mm x 6000 mm ¹⁾ (B x H)
T 30-1 (einflügelig)	Porenbetonsteine nach DIN 4165	4	150	240
T 30-2 (zweiflügelig)	Porenbetonsteine nach DIN 4165	4	175	240
T 90-1 (einflügelig)	Porenbetonsteine nach DIN 4165	4	200	240
T 90-2 (zweiflügelig)	Porenbetonsteine nach DIN 4165	4	240	240

¹⁾ Zulassungsbescheid und ggfs. Standsicherheitsnachweis beachten

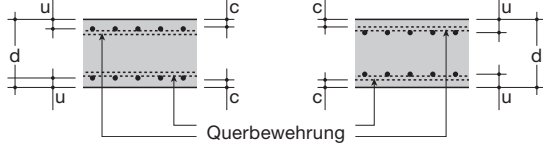


Befestigung nach jeweiliger Zulassung oder nach DIN 18 093

Abb. 5.23: Beispiel für Dübelabstände zur Befestigung der Zargen in Porenbetonwänden, Befestigung nach Zulassungsbescheid

Tab. 5.7: Tragende ¹⁾ und nichttragende Wände aus bewehrtem Porenbeton

Die ()-Werte gelten für Wände mit beidseitigem Putz nach DIN 4102-4:1994-03, Abschnitt 4.7.2.3

Zeile	Konstruktionsmerkmale 	Feuerwiderstandsklasse-Benennung				
		F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 120-A	F 180-A
1	Wände aus nichttragenden Wandplatten	nach Zulassungsbescheid				
1.1	Zulässige Schlankheit = Geschosshöhe/Wanddecke = h_s/d					
1.2	Mindestwanddicke d in mm	75 (75)	75 (75)	100 (100)	125 (100)	150 (125)
2	Wände aus tragenden ¹⁾ Wandtafeln ²⁾	nach Zulassungsbescheid				
2.1	Zulässige Schlankheit = Geschosshöhe/Wanddecke = h_s/d					
2.2	Mindestwanddicke d in mm bei einem					
2.2.1	Ausnutzungsfaktor $\alpha_4 = 0,5$ ^{*)}	150 (125)	175 (150)	200 (175)	225 (200)	240 (225)
2.2.2	Ausnutzungsfaktor $\alpha_4 = 1,0$ ^{*)}	175 (150)	200 (175)	225 (200)	250 (225)	300 (250)
2.3	Mindestachsabstand u in m der Längsbewehrung bei einem					
2.3.1	Ausnutzungsfaktor $\alpha_4 = 0,5$ ^{*)}	10	10	20	30	50
2.3.2	Ausnutzungsfaktor $\alpha_4 = 1,0$ ^{*)}	10	20	30	40	60

¹⁾ Die Angaben gelten sowohl für tragende, raumabschließende als auch für tragende, nichtraumabschließende Wände.
²⁾ Die Mindestwanddicken gelten auch für unbewehrte Wandtafeln.
^{*)} Hinsichtlich des Ausnutzungsfaktors α_4 gilt der Abschnitt 4.5.2.2 von DIN 4102-4 sinngemäß. α_4 wird derzeit auf der Grundlage von DIN 4223 überprüft.

lastung) keine größeren Dicken gefordert werden, gelten die Mindestdicken. Eine Einreihung in Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102 setzt voraus, dass die tragende oder aussteifende Konstruktion jeweils mindestens der gleichen Feuerwiderstandsklasse angehört.

Sofern aus konstruktiven Gründen im Zulassungsbescheid keine höheren Porenbetondeckungen gefordert werden, dürfen die in Zeile 2.3 der Normtabelle 44 angegebenen Mindestachsabstände u der Bewehrung verwendet werden. Die Mindestbetondeckung der äußeren Bewehrungsstäbe aus Gründen des Brandschutzes ergibt sich aus der Gleichung $c = u - 1/2 \varnothing$.

Die Benennungen nach DIN 4102-2 lauten:

- a) Bei Verwendung von Stahlbeton- und / oder bekleideten Stahl-Ringankern sowie bei vertieften Kopfnuten mit ringankerartiger Ausbildung: **F...-A**.

- b) Bei Verwendung von Holz-Ringankern: **F...-B**.

Es ist zu beachten, dass die Ringanker und sonstigen aussteifenden Bauteile jeweils mindestens derselben Feuerwiderstandsklasse angehören müssen wie die in Frage stehenden Wände.

Die wichtigsten Bestimmungen, die beim Einbau von Feuerschutzabschlüssen schon im Planungsstadium beachtet werden müssen, sind wie bei Porenbetonmauerwerk die Forderungen nach bestimmten Wanddicken und -festigkeiten. Im Allgemeinen sind die in Tabelle 5.9 zusammengestellten Mindestwerte einzuhalten. Diese Tabelle gibt jedoch nur einen Überblick; Einzelheiten sind den Norm- bzw. Zulassungsbescheiden des DIBt zu entnehmen. Bei größeren Abschlüssen – z. B. bei bestimmten Schiebe-, Roll-Hub- und Faltdüren –, bei denen in die angrenzenden Wände schon im Gebrauchszustand beachtliche Kräfte

eingeleitet werden, ist für den „kalten“ Zustand ein Standsicherheitsnachweis zu führen. Weitere Hinweise befinden sich ebenfalls im Porenbeton-Bericht 17 „Einbau von Feuerschutztüren und -tore“, herausgegeben vom Bundesverband Porenbeton.

Der Einbau in bewehrte Porenbetonwände kann analog zu den Abb. 5.22 und 5.23 in Abschnitt 5.5.4 erfolgen. Einzelheiten sind dem jeweiligen Zulassungsbescheid zu entnehmen.

5.7 Brandwände – Grundlagen

5.7.1 Grundlagen

Brandwände sind nach den Bauordnungen der Bundesländer Wände zur Trennung oder Abgrenzung von Brandabschnitten. Sie sind dazu bestimmt, die Ausbreitung von Feuer und Rauch auf andere Gebäude oder Gebäudeabschnitte zu verhindern.

Tab. 5.8: Beispiele für Zulassungsbescheide des DIBt für bewehrte Porenbeton-Wandbauplatten W und bewehrte geschosshohe tragende Wandtafeln W

Spalte	1	2	3	4
Zeile	Zulassung Nr.	Gültigkeit	Zulassungsgegenstand	Antragsteller
1	Z-2.1-10.3	31.08.2009	Bewehrte Wandplatten der Festigkeitsklassen P 3,3 und P 4,4	Xella Porenbeton GmbH
2	Z-2.1-34	31.07.2010	Bewehrte Wandplatten der Festigkeitsklassen P 2,2	Xella Technologie und Forschungs- GmbH
2	Z-2.1-36	30.10.2008	Bewehrte, geschosshohe tragende Wandtafeln der Festigkeitsklassen P 3,3 und P 4,4	Bundesverband Porenbeton
3	Z-2.1-38	30.09.2009	Verankerungsmittel für Montagebauteile	Bundesverband Porenbeton

Tab. 5.9: Beispiele für die Mindestwanddicken und Mindestwerte der Festigkeitsklassen von bewehrten Porenbetonwänden mit Feuerschutzabschlüssen

Bauart der Abschlüsse	Porenbetonprodukt	Mindestwert der Festigkeitsklassen	Mindestdicke d [mm] der Porenbetonwand bei einer Türöffnung bis 3000 mm x 3000 mm (B x H)	Mindestdicke d [mm] der Porenbetonwand bei einer Türöffnung bis max. 8500 mm x 6000 mm ¹⁾ (B x H)
T 30-1 (einflügelig)	Nichttragende bewehrte, liegend oder stehend angeordnete Wandplatten	4,4	150	175
T 30-2 (zweiflügelig)	Nichttragende bewehrte, liegend oder stehend angeordnete Wandplatten	4,4	150	175
T 90-1 (einflügelig)	Nichttragende bewehrte, liegend oder stehend angeordnete Wandplatten	4,4	175	175
T 90-2 (zweiflügelig)	Nichttragende bewehrte, liegend oder stehend angeordnete Wandplatten	4,4	175	175

¹⁾ Zulassungsbescheid und ggfs. Standsicherheitsnachweis beachten

Brandwände müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- Brandwände müssen aus Baustoffen der Baustoffklasse A bestehen.
- Sie müssen bei mittiger und ausmittiger Belastung die Anforderungen mindestens der Feuerwiderstandsklasse F 90 (feuerbeständig) erfüllen.
- Brandwände müssen unter einer dreimaligen Stoßbeanspruchung – Pendelstöße mit je 3000 Nm Stoßarbeit standsicher und raumabschließend bleiben.
- Brandwände müssen die vorstehend genannten Anforderungen auch ohne Bekleidungen erfüllen. Putzbeklei-

dungen sind in begrenztem Umfang – d. h. bei allen Mauerwerkswänden, die z. B. aus physikalischen Gründen immer geputzt werden müssen – gestattet.

Die besonderen Beanspruchungen bei Brandwänden (Stoßbeanspruchungen mit 3000 Nm Stoßarbeit) in DIN EN 1363-1 entsprechen dem Wert nach DIN 4102-3.

Wie aus Abschnitt 3 hervorgeht, lautet die europäische Klassifizierung statt Brandwand F 90 nunmehr „REI-M 90“ (tragende Brandwand) bzw. „EI-M 90“ (nichttragende Brandwand).

5.7.2 Anwendungsbereich

Die Angaben von Abschnitt 4.8 in DIN 4102-4:1994-03 gelten für Wände aus

- Normalbeton nach DIN 1045,
- Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge nach DIN 4232,
- bewehrtem Porenbeton und
- Mauerwerk nach DIN 1053-1 sowie Teil 2/07.84, Abschnitte 6 bis 8, und Teil 4.

Brandwände aus geschosshohen Wandtafeln W oder aus Porenbeton-Wandplatten W bedürfen einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung; die dort

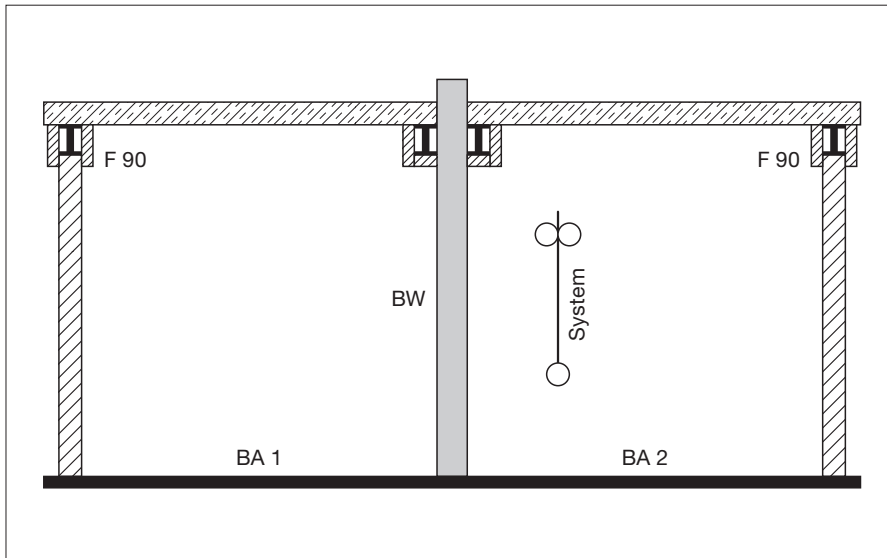


Abb. 5.24: Brandschutztechnisch beidseitig ausgesteifte Brandwand

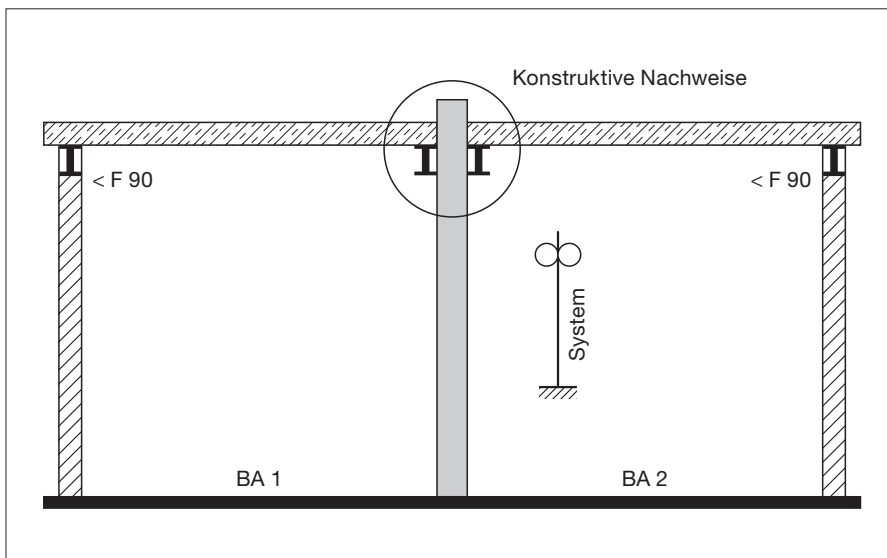


Abb. 5.25: Eingespannte Brandwand

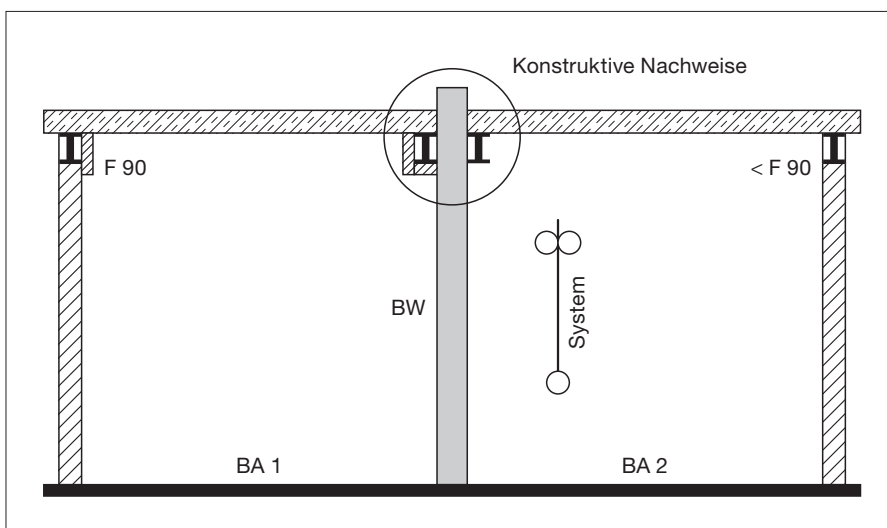


Abb. 5.26: Brandschutztechnisch einseitig ausgesteifte Brandwand

angegebenen Bedingungen sind zu beachten.

5.7.3 Randbedingungen

Aussteifungen von Brandwänden – z. B. aussteifende Querwände, Decken, Riegel, Stützen oder Rahmen – müssen mindestens der Feuerwiderstandsklasse F 90 bzw. R 90 oder REI entsprechen; Stützen und Riegel aus Stahl, die unmittelbar vor einer Brandwand angeordnet werden, müssen darüber hinaus die in den Bildern 27 bis 29 der DIN 4102-4 angegebenen Randbedingungen erfüllen.

Brandwände müssen weiterhin, allgemeine Anforderungen erfüllen, die sich aus den bauaufsichtlichen Bestimmungen der Länder ergeben.

Brandwände müssen standsicher sein. Wie diese ausgesteift 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. 5.24).
- Eingespannte Brandwand:**
Bei im Fußpunkt eingespannten Brandwänden sind Anschlüsse von Tragkonstruktionen mit einer Feuerwiderstandsdauer von weniger als 90 min so auszubilden, dass einstürzende Hallenteile nicht zu Zwangskräften auf die Brandwand führen, die deren vorzeitigen Einsturz bewirken können (Abb. 5.25).
- Brandschutztechnisch einseitig ausgesteifte Brandwand:**
Es ist ausreichend, eine Brandwand nur auf einer Seite feuerbeständig auszusteiern, wenn gewährleistet ist, dass bei einem Versagen der Konstruktion mit geringerem Feuerwiderstand die Standsicherheit der Wand nicht durch einstürzende Bauteile gefährdet wird (Abb. 5.26).
- Doppelbrandwände:**
Doppelbrandwände haben zwar zwei Schalen (bestehend aus je einer Brandwand), sind aber keine

zweischaligen Brandwände nach der Normtabelle 45. Doppelbrandwände sind je Schale ebenso wie zweischalige Brandwände (als Einheit) feuerbeständig auszusteißen, sonst sind es keine Brandwände (Normabschnitt 4.8.2.1). Die „Aussteifung“ kann z. B. entsprechend Abb. 5.26 erfolgen. Auch eine Aussteifung nach (Abb. 5.26) ist bei einem konstruktiven Nachweis, dass die nicht feuerbeständige Seite im Brandfall abreißt, möglich. Bei Doppelbrandwänden ist auch eine beidseitig nicht feuerbeständige Aussteifung möglich: Bei Einsturz eines Hallenteils einschließlich der zugehörigen Brandwand bleibt der zweite Hallenteil ohne weiteren Nachweis stehen, da die zweite Brandwand durch den nicht brandbeanspruchten Bereich ausgesteift wird (Abb. 5.27).

Bei zweischaligen Brandwänden nach der Normtabelle 45 (als Einheit) gelten somit die Beispiele a) bis c) nach Abb. 5.24 bis 5.26.

Brandwände müssen entsprechend Abschnitt 4.2.4 der DIN 4102-3 stand- und stoßsicher sein. Eine Wand besteht z. B. aus Porenbetonplatten und Stahl- oder Stahlbetonstützen. Die ausreichende Stand- und Stoßsicherheit der Platten mit ihren Fugen und Anschlüssen wird in Prüfungen nach DIN 4102-3 bzw. DIN EN 1365-1:1999-10, Deutsche Fassung EN 1365-1:1999, ermittelt. Da die Prüfungen nach Teil 3 nur mit prüftechnisch

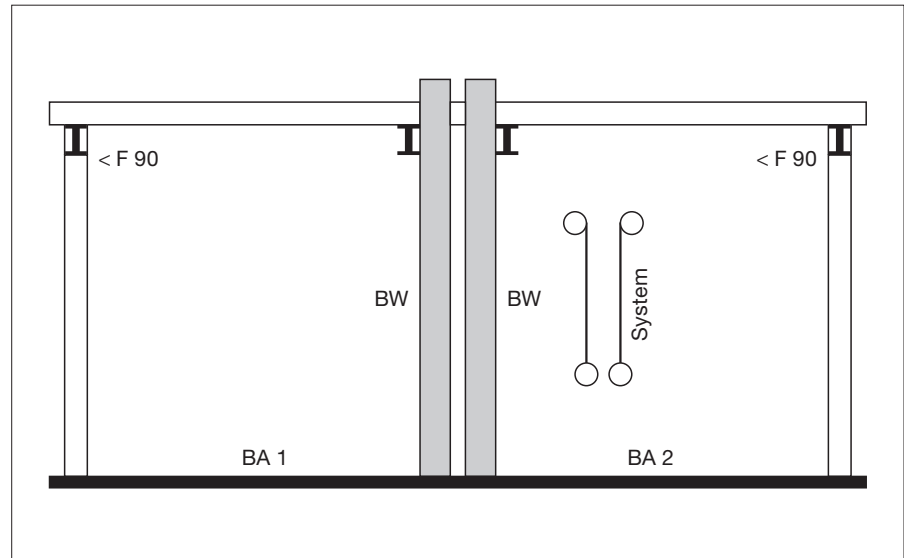


Abb. 5.27: Doppelbrandwände

gehaltenen Stahlbetonstützen erfolgt, enthält Abschnitt 4.8.2.1 der DIN 4102-4 allgemeine Angaben zu Aussteifungen. Werden keine eingespannten, sondern Pendelstützen verwendet, müssen alle Aussteifungsverbände und ggf. auch die Dachbinder in F 90 bzw. R 90/REI 90 ausgeführt werden.

Die aussteifenden Stützen und Riegel, wie sie auf den Normbildern 25 bis 30 in DIN 4102-4:1994-03, Abschnitt 4.8.5, dargestellt sind, sind bereits ausreichend stoßsicher im Sinne von DIN 4102 Teil 3; ein besonderer Nachweis der hier in Frage stehenden Sicherheit gegen Stöße von 3000 Nm ist nicht erforderlich.

Nach den Bauordnungen der Bundesländer (ggf. nach den Durchführungs- oder Ausführungsverordnungen) sind für Brandwände weitere Randbedingungen zu beachten. Erforderlich ist in der Regel eine Überdachführung von 30 cm nach MBO und 50 cm nach M-IndBauRL und ein ausreichender Abstand brennbarer Dachkonstruktionen. Die Abb. 5.28 macht diesbezüglich die wichtigsten Konstruktionsgrundsätze deutlich.

Die Abb. 5.29 zeigt einen ungenügend ausgeführten Dachanschluss. Bei richtiger Ausführung hätte die Brandausbreitung zu den benachbarten Brandabschnitten verhindert werden können.

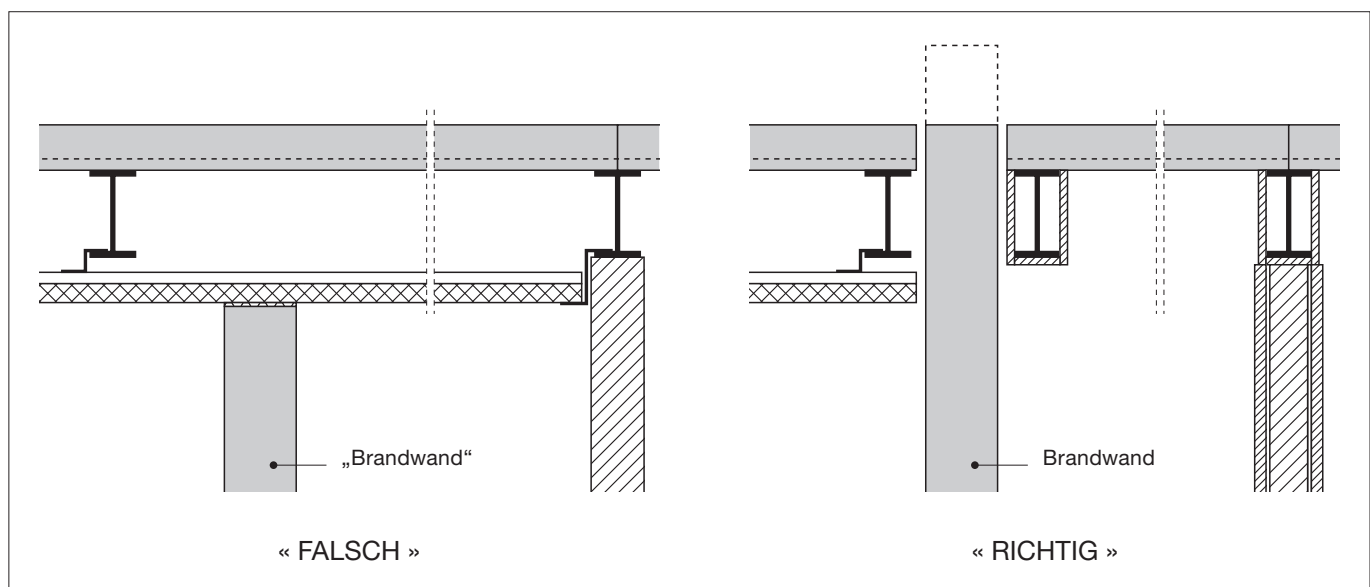


Abb. 5.28: Führung von Brandwänden im Dachbereich, Beispiel für falsche (links) und richtige (rechts) Ausführung



Abb. 5.29: Außenwände und Innenwand mit Dachüberstand aus Wandplatten aus Porenbeton mit Stahlbetonstützen als Brandwände

Alternativ zur Überdachführung 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 Konstruktionen herüber 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 der 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 Wände.

5.7.4 Mindestwanddicken von Brandwänden aus Porenbeton

Brandwände müssen hinsichtlich Schlankheit, Wanddicke und Achsabstände der Längsbewehrung, die in Tabelle 45 unter den Punkten 3 u. 5.3 in DIN 4102-4/A1:2004-11 angeführten Bedingungen erfüllen. Diese sind in Tabelle 5.10 dargestellt. Bekleidungen dürfen nicht zur Verminderung der angegebenen Mindestwanddicken in Ansatz gebracht werden.

Erläuterungen zu Tab. 5.10:

Brandwände aus bewehrtem Porenbeton müssen eine bauaufsichtliche Zulassung haben und die Anforderungen von Tab. 5.11 Punkte 3.1 bis 3.3 je nach Ausführungsart erfüllen. Darüber hinaus ist in dem bauaufsichtlichen Prüfzeugnis P-3480/2866-MPA-BS vom 15.02.2007 (Antragsteller: Xella Aircrete Systems) dokumentiert, dass 17,5 cm dicke, liegend oder stehend angeordnete Wandplatten der Festigkeits-/Rohdichteklasse P 4,4-0,55, vor oder zwischen den Stützen verankert (gemäß den Verankerungsdetails im allgemeinen bauaufsichtlichen

Prüfzeugnis) den Anforderungen an eine Brandwand F 90 sowie bei einer Wanddicke von $d = 20$ cm an eine Brandwand F 120 mit erhöhter Feuerwiderstandsdauer genügen.

Auch sind die zusätzlichen Festlegungen in den Zulassungsbescheiden für bewehrte Wandplatten und DIN 4102-4 zu beachten:

Für die Verankerung sind die in DIN 4102-4, Abschnitt 4.8, dargestellten und die in dem bauaufsichtlichen Prüfzeugnis P-3480/2866-MPA-BS geprüften Verankerungsmittel sowie die Verankerungstypen 6 und 8 bis 10 gemäß Zulassungsbescheid zulässig (siehe auch Abschnitt 5.7.5.2). Beim Verankerungstyp 8 müssen die Stahlteile so tief versenkt werden, dass die Putzdeckung aller Stahlteile mindestens 15 mm beträgt.

Kürzungen der Wandplatten sind unzulässig.

Horizontalfugen zwischen liegend angeordneten Wandplatten aus bewehrtem Porenbeton sind nach den Angaben von DIN 4102-4/A1:2004-11 mit Nut und Feder auszubilden. Die Nuttiefe muss dabei ≥ 10 mm und die Federhöhe ≥ 8 mm betragen. Die Fugen sind beidseitig – außerhalb des Nut und Federbereiches – mit Zementmörtel oder Dispersionsklebemörtel zu verschließen.

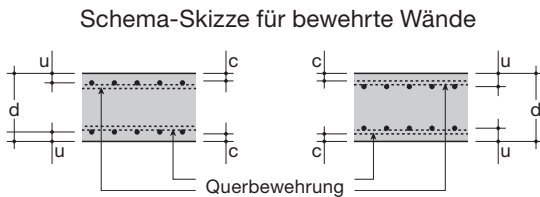
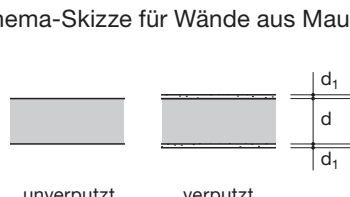
Vertikalfugen zwischen stehend angeordneten Wandplatten aus bewehrtem Porenbeton können nach den Angaben von Bild 30 (isometrische Darstellung) der DIN 4102-4 ausgeführt werden (siehe auch Abschnitt 5.7.5.2).

Bei Horizontal- und Vertikalfugen kann statt Mörtel auch Kunstharzmörtel (Dispersions-Klebemörtel) zur Verbindung im Fugenbereich in einer Dicke ≤ 3 mm verwendet werden.

Die Mindestbewehrung der Platten muss Tabelle 5.11 entsprechen.

Der seitliche Achsabstand der Bewehrung muss $u \geq 30$ mm und an der Ober- bzw. Unterseite der Wandplatte $u \geq 35$ mm betragen. Gemäß gutachterlicher Stellungnahme 16418/2004 der MPA Braunschweig vom 16.12.2004 darf Abstand des äußeren Längsstabes der Bewehrung vom Plattenlängsrand von 35 mm auf 40 mm vergrößert werden.

Tab. 5.10: Zulässige Schlankheit, Mindestwanddicke und Mindestachsabstand von 1- und 2-schaligen Brandwänden (1-seitige Brandbeanspruchung) nach DIN 4102-4/A1:2004/11
Die ()-Werte gelten für Wände mit beidseitigem Putz.

Zeile	Schema-Skizze für bewehrte Wände		Schema-Skizze für Wände aus Mauerwerk		
					
	Wandart	Zulässige Schlankheit h_s/d	Mindestdicke d in mm bei		Mindestachsabstand u mm
			1-schaliger	2-schaliger ⁵⁾	
Ausführung					
3 3.1	Wände aus bewehrtem Porenbeton Nichttragende Wandplatten der Festigkeitsklasse 4,4, Rohdichteklasse $\geq 0,55$	nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung	175	2 x 175	20
3.2	Nichttragende Wandplatten der Festigkeitsklasse 3,3, Rohdichteklasse $\geq 0,55$		200	2 x 200	30
3.3	Tragende, stehend angeordnete, bewehrte Wandtafeln der Festigkeitsklasse 4,4, Rohdichteklasse $\geq 0,65$		200 ¹⁾	2 x 200 ¹⁾	20 ¹⁾
5.3 5.3.1	Porenbetonsteine nach DIN V 4165 ³⁾ der Rohdichteklasse Plansteine der Rohdichteklasse	Bemessung nach DIN 1053-1 ²⁾			entfällt
5.3.1.1	$\geq 0,55$		300	2 x 240	
5.3.1.2	$\geq 0,55$ ⁴⁾		240	2 x 175	
5.3.1.3	$\geq 0,40$ ⁶⁾		300	2 x 240	
5.3.1.4	$\geq 0,40$ ^{7) 8)}		240	2 x 175	
5.3.2	Planelemente der Rohdichteklasse	nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung			entfällt
5.3.2.1	$\geq 0,55$		240 ^{7) 9)}	2 x 175 ^{7) 9)}	
5.3.2.2	$\geq 0,40$		300	2 x 240	
ANMERKUNG: Weitere Angaben siehe auch in DIN 4102-4.					
1) Sofern infolge hohen Ausnutzungsfaktors nach Tabelle 5.7 keine größeren Werte gefordert werden. 2) Exzentrizität $e \leq d/3$. 3) Bei Verwendung von Dünnbettmörtel und Plansteinen. 4) Bei Verwendung von Dünnbettmörtel und Plansteinen mit Vermörtelung der Stoß- und Lagerfugen. 5) Hinsichtlich des Abstandes der beiden Schalen bestehen keine Anforderungen. 6) Bei Verwendung von Dünnbettmörtel und Plansteinen ohne Stoßfugenvermörtelung. 7) Mit aufliegender Geschossdecke mit mindestens F 90 als konstruktive obere Halterung. 8) Bei Verwendung von Dünnbettmörtel und Plansteinen mit glatter, vermörtelter Stoßfuge. 9) Bei Verwendung von Dünnbettmörtel und Planelementen mit Vermörtelung der Stoß- und Lagerfugen.					

Für den Stabdurchmesser d_s gilt grundsätzlich $d_s \geq 4,6$ mm.

Brandwände aus Porenbetonsteinen oder Planelementen nach DIN V 4165 müssen die Anforderungen von Tab. 5.10 gemäß Punkt 5.3 erfüllen. Entsprechend DIN V 20 000-404:2006-01, Abschnitt 5.6 gelten diese Werte sinngemäß auch für Porenbetonsteine nach DIN EN 771-4. Ebenso ist

seit dem Erscheinen der DIN 4102-4/A1:2004-11 die DIN V 4165:2003-06 durch die DIN V 4165-100:2005-10 ersetzt worden. Zusätzlich sind Angaben in allgemein bauaufsichtlichen Zulassungen zu beachten, sofern diese Bauteile nicht durch DIN 4102-4 abgedeckt sind.

Die Angaben von Zeile 5.3.2 in Tab. 5.10 gelten auch für Wände aus geschossho-

hen, tragenden, unbewehrten Wandtafeln und Mauertafeln nach Zulassungsbescheid.

Die Rohdichtenbegrenzungen sind einzuhalten – andernfalls wird nicht die Eigenschaft „Brandwand“ erzielt. Bei falscher Dickenwahl (z. B. 240 mm) genügt es nicht, durch eine zweite angesetzte Wand die geforderten 300 mm zu erreichen. Es ist entweder

Tab. 5.11: Mindestbewehrung je Seite von Wandplatten aus Porenbeton für Brandwände

Bewehrungsgehalt in Abhängigkeit von der Plattendicke/Plattenlänge für Brandwände F 90			
Plattenlänge L mm	Plattendicke d		
	175 mm ¹⁾	200 mm ²⁾	225 mm ²⁾
	Fe = Fe (mm ² /m)	Fe = Fe (mm ² /m)	Fe = Fe (mm ² /m)
≤ 4000	≥ 102	≥ 102	≥ 102
> 4000 – 5000	≥ 131	≥ 112	≥ 102
> 5000 – 6000	≥ 190	≥ 162	≥ 146
> 6000 – 7000	≥ 258	≥ 220	≥ 195
> 7000 – 7600	–	≥ 252	≥ 222
> 7600 – 8000	–	≥ 265 ³⁾	≥ 245

1) Bei d = 175 mm: L/d ≤ 40
2) Bei d ≥ 200 mm: L/d ≤ 38
3) Gemäß gutachterlicher Stellungnahme 17715/2005 der MPA Braunschweig vom 08.11.2005

- eine zweischalige Ausführung mit den Mindestdicken der vorletzten Spalte hochzuziehen oder
- die schon gemauerte (zu dünne) Wand ist mit bewehrtem Spritzbeton aufzurüsten.

5.7.5 Anschlüsse

5.7.5.1 Anschlüsse von Brandwänden aus Porenbeton-mauerwerk

Nach DIN 4102-4 müssen statisch erforderliche Anschlüsse (Anschlüsse, die die Stoßbeanspruchung nach DIN 4102 Teil 3 aufzunehmen haben) an angrenzende Massivbauteile bei Wänden aus Stahlbeton oder Mauerwerk vollfugig mit Mörtel nach DIN 1053 Teil 1 oder Beton nach DIN 1045 bzw. DIN 4232 oder nach den Angaben der Normbilder 19, 20 und 24 ausgeführt werden. Statisch nicht erforderliche Anschlüsse können nach den Normbildern 17 und 18 ausgeführt werden. Darüber hinaus sind weitere Anschlussmöglichkeiten geprüft und in der einschlägigen Fachliteratur dokumentiert worden.

Für die Anschlüsse von Brandwänden aus Porenbetonmauerwerk bedeutet dies, dass diese für den oberen Anschluss entsprechend den Abb. 5.6 (nur nichttragend) und 5.7 (siehe Abschnitt 5.5.4) ausgeführt werden können. Der seitliche Anschluss kann entsprechend den Abb. 5.8, 5.9, 5.10, 5.11, 5.15 und 5.16 (siehe Abschnitt 5.5.4) ausgeführt werden.

5.7.5.2 Anschlüsse von Brandwänden aus bewehrtem Porenbeton

5.7.5.2.1 Verankerung von liegend angeordneten Wandplatten an Stahlbetonstützen

Nach DIN 4102-4 können Anschlüsse von nichttragenden, liegend angeordneten Wandplatten aus bewehrtem Porenbeton an angrenzenden Stahlbetonstützen oder -wandscheiben z. B. nach den Angaben von Abb. 5.30, Ausführungsmöglichkeiten 1 bis 4 ausgeführt werden. Bei Anschlüssen an Eckstützen gelten die Angaben von Abb. 5.31

Die Stahlbetonstützen müssen eine Mindestdicke von d = 240 mm besitzen; Wandscheiben (Breite der Wandscheibe b > 5 d nach DIN 1045) müssen eine Mindestdicke d = 170 mm aufweisen. Die Stützen bzw. Wandscheiben sind im Übrigen nach den Abschnitten 3.13 bzw. 4.2 der Norm DIN 4102-4 für ≥ F 90 zu bemessen.

Darüber hinaus sind ergänzend zu DIN 4102-4 weitere Anschlussdetails möglich, die im Rahmen von allgemein bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen oder Fachveröffentlichungen wie z. B. dem Mauerwerkskalender dokumentiert sind. Dies sind z. B. die in den Abb. 5.32 bis 5.36 dargestellten Verankerungsmöglichkeiten für den Anschluss zwischen den Stützen.

5.7.5.2.2 Verankerung von liegend angeordneten Wandplatten an Stahlstützen

Nach DIN 4102-4 können Anschlüsse von nichttragenden, liegend angeordneten Wandplatten aus bewehrtem Porenbeton an angrenzende Stahl- oder Verbundstützen z. B. nach den Angaben von Abb. 5.37, Ausführungsmöglichkeiten 1 bis 4, konstruiert werden. Bei Anschlüssen an Eckstützen gelten die Angaben von Abb. 5.38. Natürlich können auch Anschlussmöglichkeiten für die Montage vor den Stützen gemäß Abschnitt 5.7.5.2.1 sinngemäß ausgeführt werden. Die Ankerlaschen oder Ankerschienen sind dabei an den Stahlbauteilen anzuschließen. Vor eine Montage der Wandplatten zwischen den Stahlstützen bietet sich die Ausführung gemäß Abb. 5.40 an.

Stahlstützen sind nach den Angaben der Abschnitte 6.3.3 oder 6.3.4 der DIN 4102-4 3seitig – bei Eckstützen 2seitig – für ≥ F 90 zu ummanteln. Darüber hinaus sind die raumseitigen Flächen zwischen den Flanschen auszumauern oder auszubetonieren. Die Bekleidungen sind durch Bügel, Durchmesser ≥ 5 mm, in Abständen a ≤ 250 mm nach den Angaben der Abb. 5.37, Ausführungsmöglichkeiten 1 und 2, sowie der Abb. 5.38, Ausführungsmöglichkeit 1, zu sichern; dabei sind die Bügelenden am wandseitigen Stützenflansch anzuschweißen oder durch Umbiegen zwischen den Flanschen zu verankern.

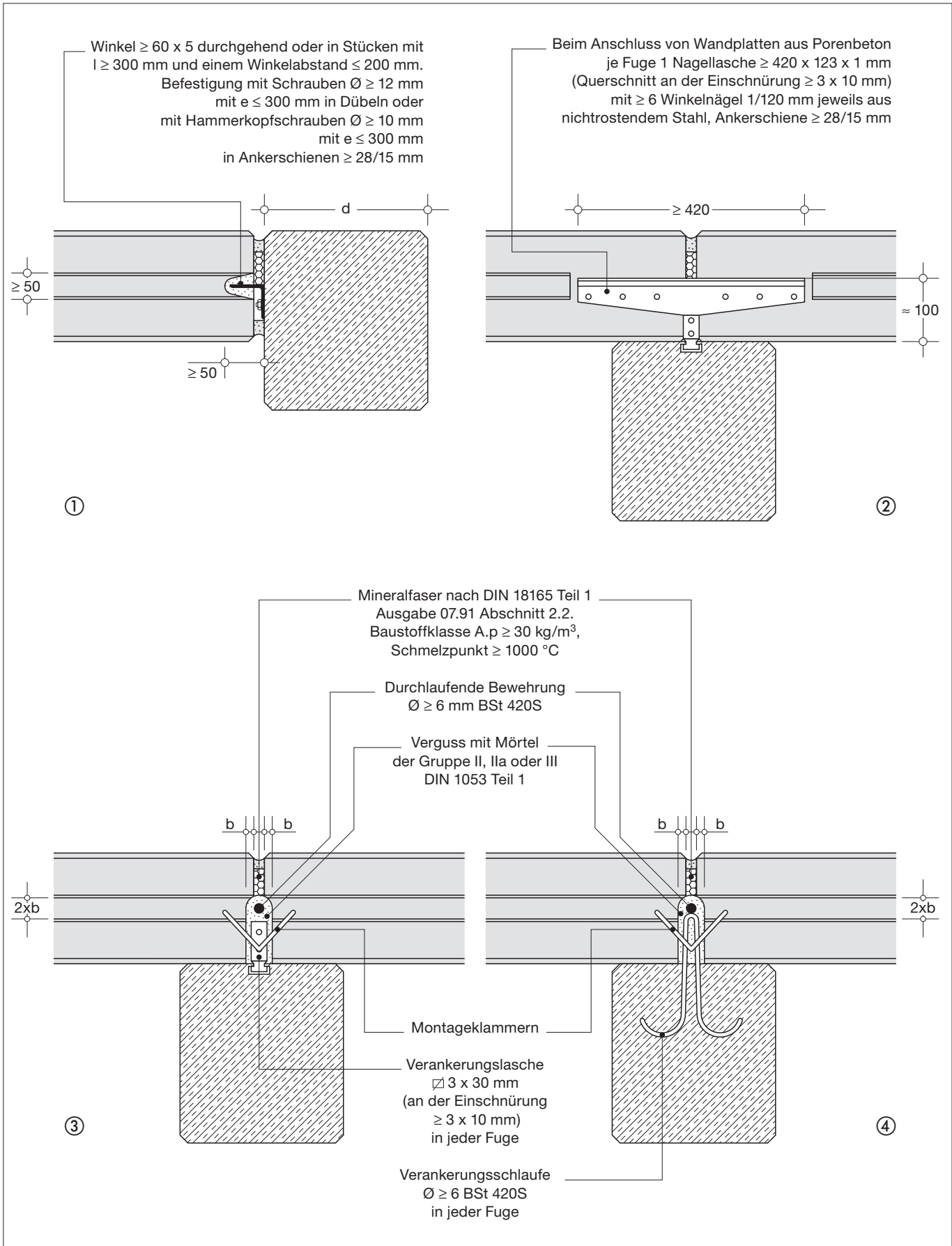


Abb. 5.30: Ausführungsmöglichkeiten 1 bis 4 von Anschlüssen von nichttragenden, liegend angeordneten Wandplatten aus Porenbeton an Stahlbetonstützen bzw. -wandscheiben (nach DIN 4102-4)

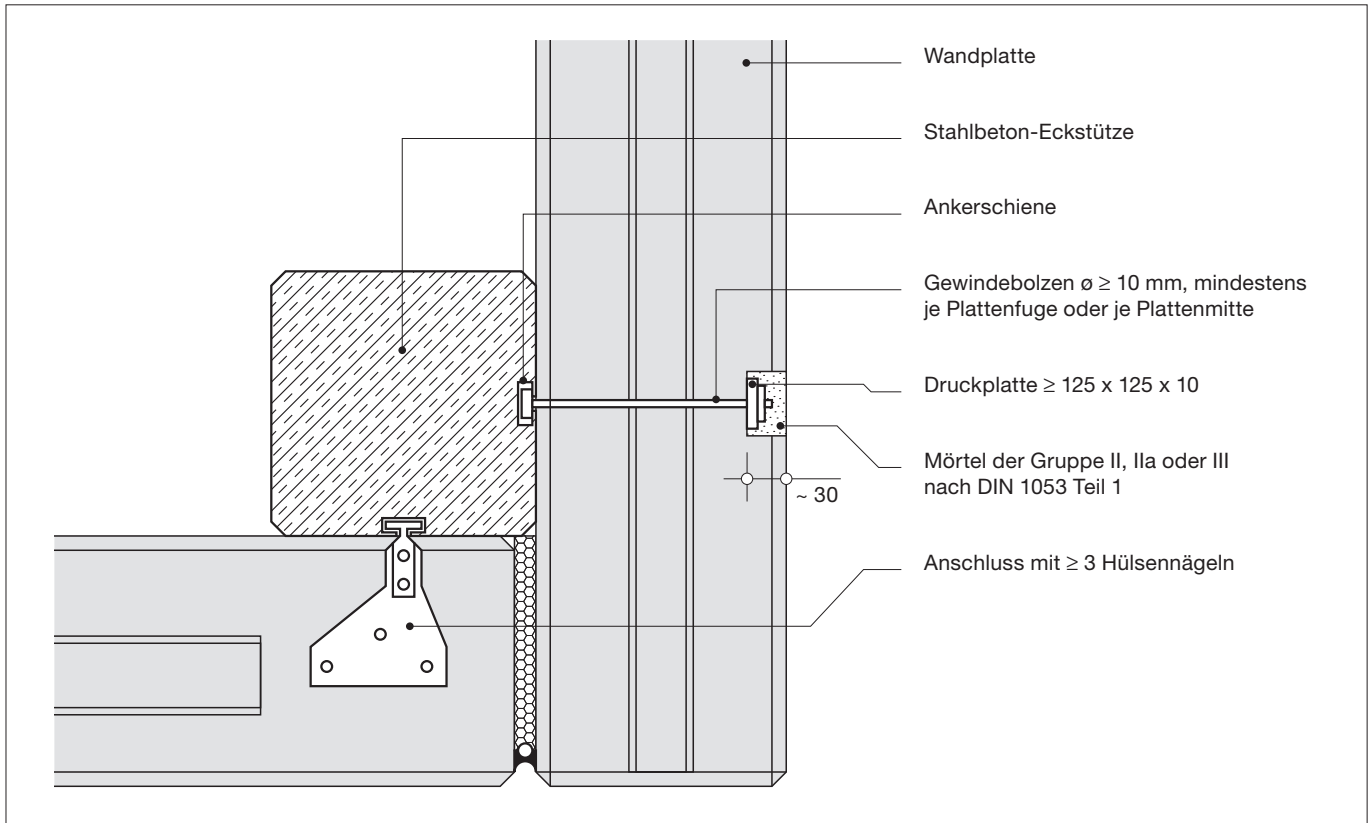


Abb. 5.31: Ausführungsmöglichkeiten eines Anschlusses von nichttragenden, liegend angeordneten Wandplatten an Stahlbeton-Eckstützen (nach DIN 4102-4)

Stahlstützen mit Bekleidungen aus Gipskartonplatten nach Abschnitt 6.3.5 der DIN 4102-4 müssen eine Ummantelungsdicke für $\geq F 90$ aufweisen und darüber hinaus die Randbedingungen von Abb. 5.39, Ausführungsmöglichkeiten 1, 2 oder 3, erfüllen.

5.7.5.2.3 Verankerung von stehend angeordneten Wandplatten an Stahlbeton- und Stahlbauteile

Brandwände aus stehenden, nichttragenden Porenbeton-Wandplatten werden in der Regel an Stahlbeton-Fertigteilsockeln (s. Abb. 5.41) und Stahlbetonriegeln (s. Abb. 5.42) verankert. Die Riegelverbindungen der Wandplatten erfolgen grundsätzlich über Ankerschienen im Stahlbeton und entsprechende Nagellaschen bzw. Gewindebolzen (s. Abb. 5.41 bzw. 5.42). Ein Kopfanschluss von Brandwänden mit stehend angeordneten Wandplatten ist auf der Abb. 5.43 dargestellt.

Grundsätzlich ist bei den oben gezeigten Konstruktionen zu beachten, dass eine Pfette nur dann den erforderlichen Feuerwiderstand aufweist, wenn auch

die unterstützenden Binder und Wände mit allen dazugehörigen Anschlüssen und Aussteifungen $\geq F 90$ sind. Soweit die Anschlüsse und Aussteifungen $F 120$ oder darüber erreichen, können durch Wahl dickerer Wandplatten Feuerwiderstandsklassen bis $F 180$ bzw. $EI-M 180$ ohne weiteres erreicht werden.

Stahlriegel sind nach den Angaben von Abschnitt 6.2 der DIN 4102-4 3seitig für $\geq F 90$ zu ummanteln. Darüber hinaus sind die in Abb. 5.39 (Ausführungen 5 bis 7) gekennzeichneten Flächen zwischen den Flanschen entweder mit Porenbeton auszumauern oder auszubetonieren; alternativ darf sinngemäß an Stelle der Ausmauerung bzw. Ausbetonierung auch eine Blechbekleidung nach Abb. 5.39, Ausführung 3, verwendet werden.

Anschlüsse entsprechender Wandplatten an angrenzende Stahl-Riegel-Träger oder -Deckenträger sind sinngemäß auszuführen; die Ankerlaschen oder Ankerschienen sind dabei an den Stahlbauteilen anzuschweißen.

Stahlbeton-Riegel müssen eine Mindestbreite von $b = 240$ mm besitzen. Die

Achsabstände der Riegelbewehrung sind nach DIN 4102-4, Tabelle 6, für $\geq F 90$ zu bemessen.

Stahlbeton-Stützen und -Wandscheiben sind nach DIN 4102-4, Abschnitt 4.8.5.3, Stahlstützen nach Abschnitt 4.8.6.3 auszuführen.

Aufgrund von Brand- und Stoßprüfungen nach DIN 4102-2 wurden die in den Abb. 5.44 bis 5.46 dargestellten Anschlüsse für die Verbindung von Porenbetonwandplatten mit Stahlbetonbauteilen entwickelt, d. h. sie können für Brandwände $F 90-A$ verwendet werden. Alle „Brandwand-Anschlüsse“ können auch zum Anschluss von Wänden mit F-Klassifizierung eingesetzt werden.

Der rechte Anschluss auf Abb. 5.46 zeigt getrennte, ungeschützte Stahlwinkel: die Winkel sind getrennt, damit keine Wärmebrücke entsteht; ungeschützt, weil ausreichend – im Brandfall kommt (im Gegensatz zu den Normstößen) die Stoßbeanspruchung nur aus dem Brandraum, so dass der unbeanspruchte Winkel auf der feuerabgekehrten Seite den Stoß aufnimmt.

5 Klassifizierte Wandbauteile aus Porenbeton nach DIN 4102-4 oder Zulassung

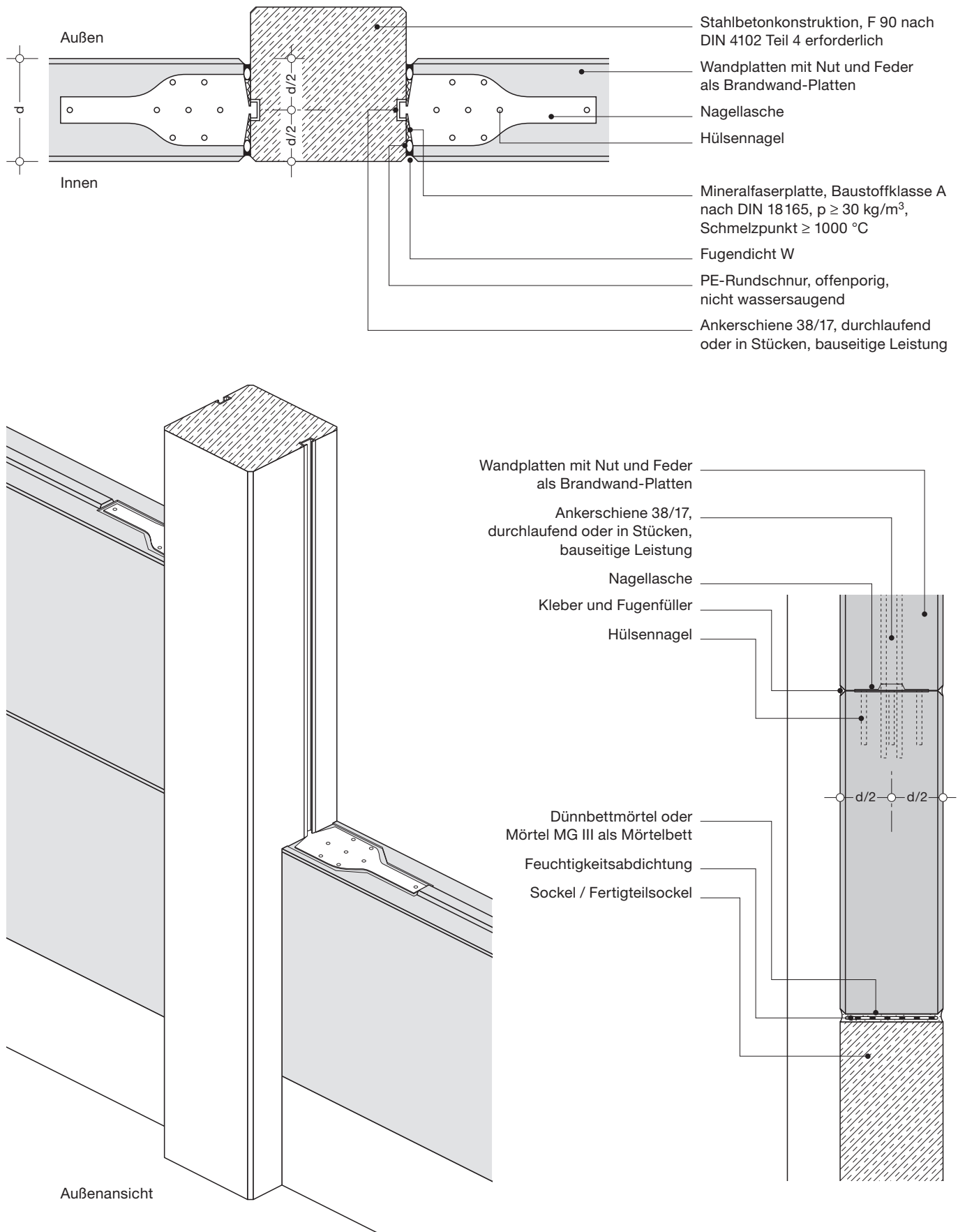


Abb. 5.32 Ausführungsmöglichkeit eines Anschlusses von nichttragenden, liegend angeordneten Wandplatten zwischen Stahlbetonstützen

5 Klassifizierte Wandbauteile aus Porenbeton nach DIN 4102-4 oder Zulassung

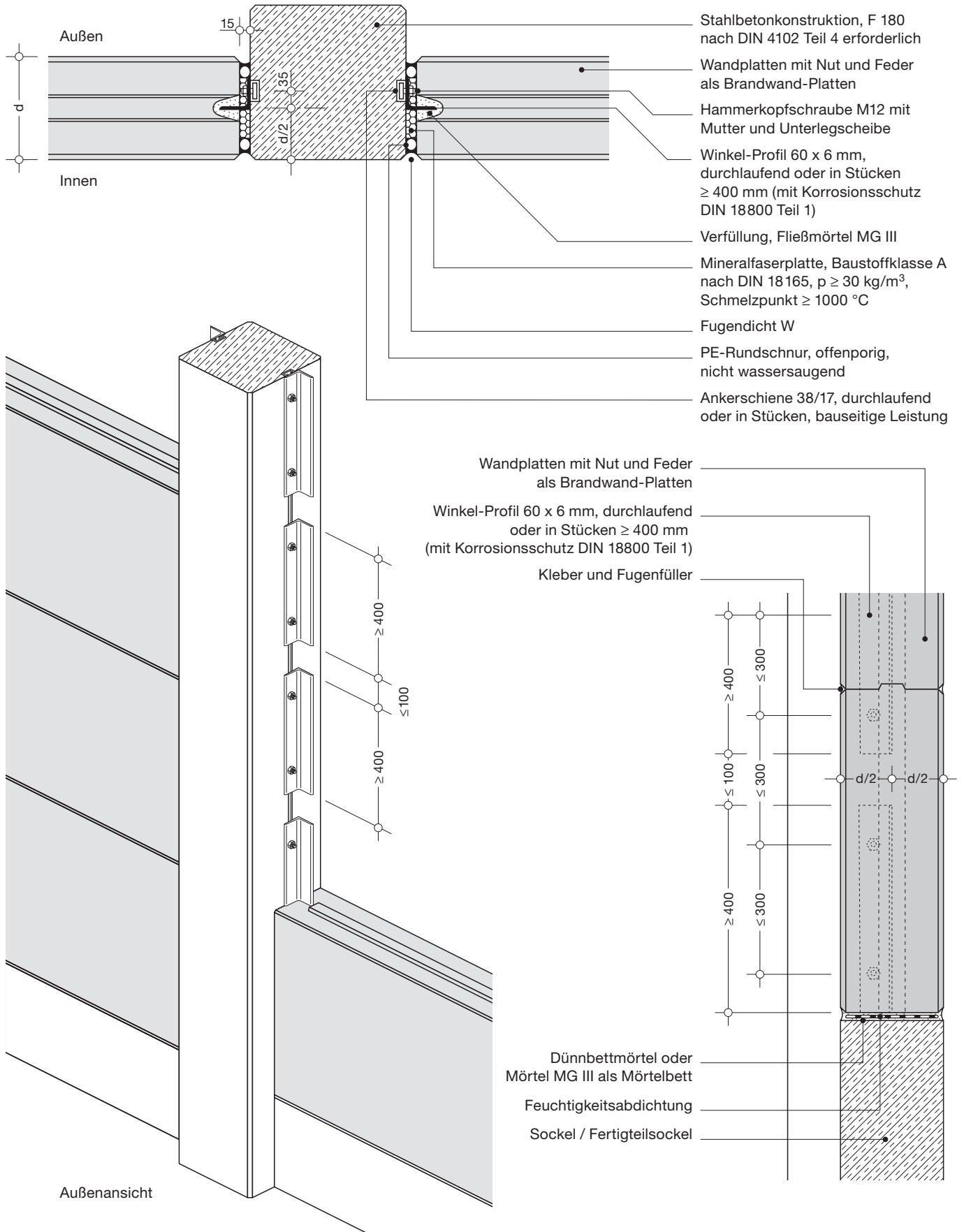


Abb. 5.33 Ausführungsmöglichkeit eines Anschlusses von nichttragenden, liegend angeordneten Wandplatten zwischen Stahlbetonstützen

5 Klassifizierte Wandbauteile aus Porenbeton nach DIN 4102-4 oder Zulassung

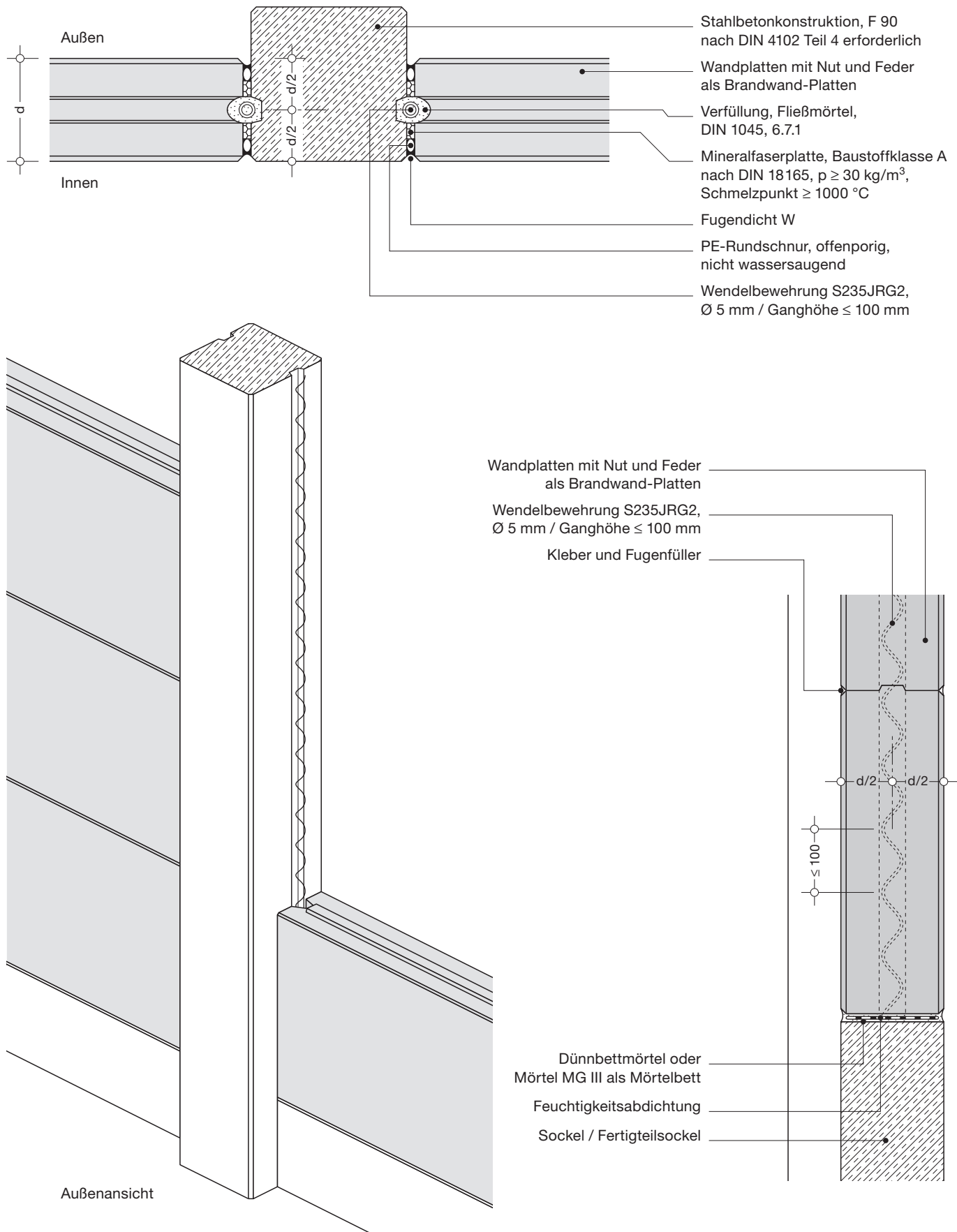


Abb. 5.34 Ausführungsmöglichkeit eines Anschlusses von nichttragenden, liegend angeordneten Wandplatten zwischen Stahlbetonstützen

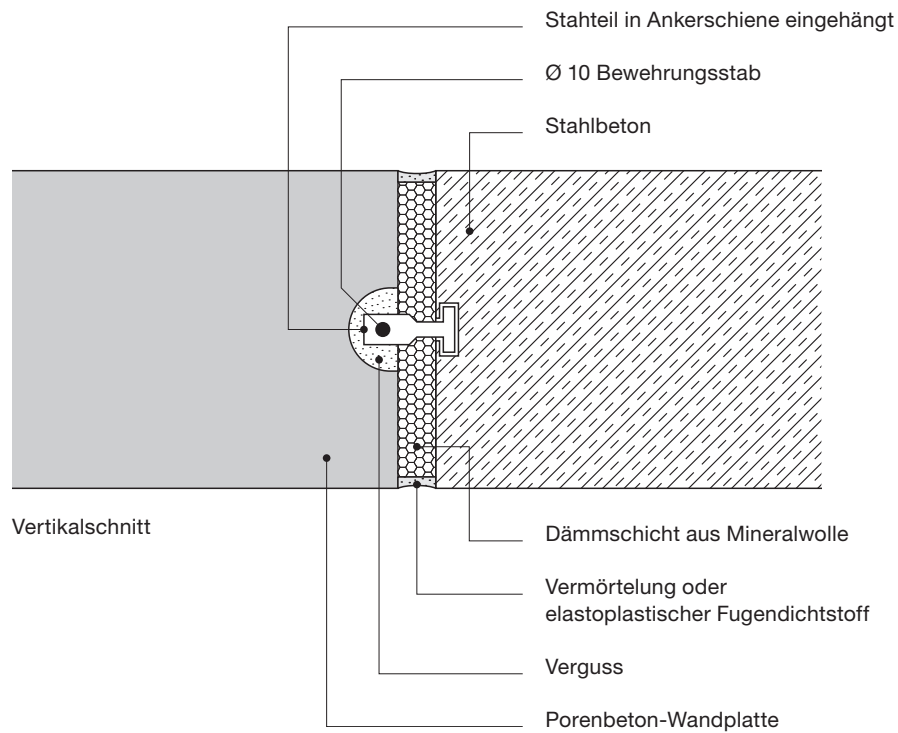


Abb. 5.35 Ausführungsmöglichkeit eines Anschlusses von nichttragenden, liegend angeordneten Wandplatten zwischen Stahlbetonstützen

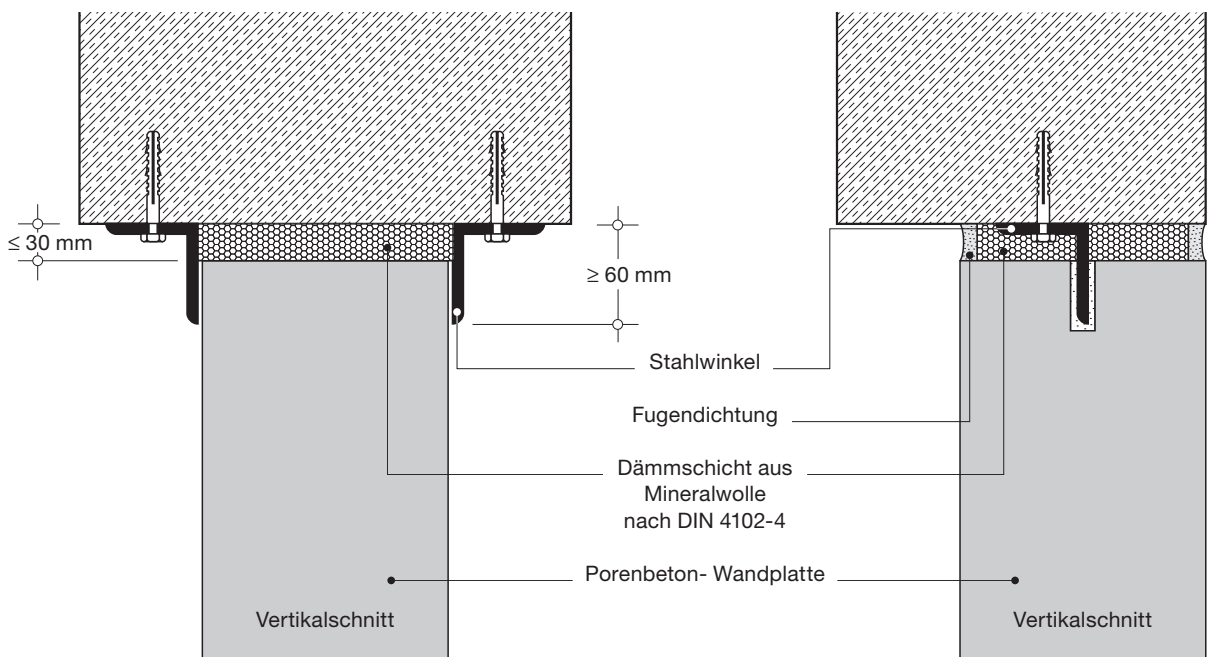


Abb. 5.36 Ausführungsmöglichkeit eines Anschlusses von nichttragenden, liegend angeordneten Wandplatten zwischen Stahlbetonstützen

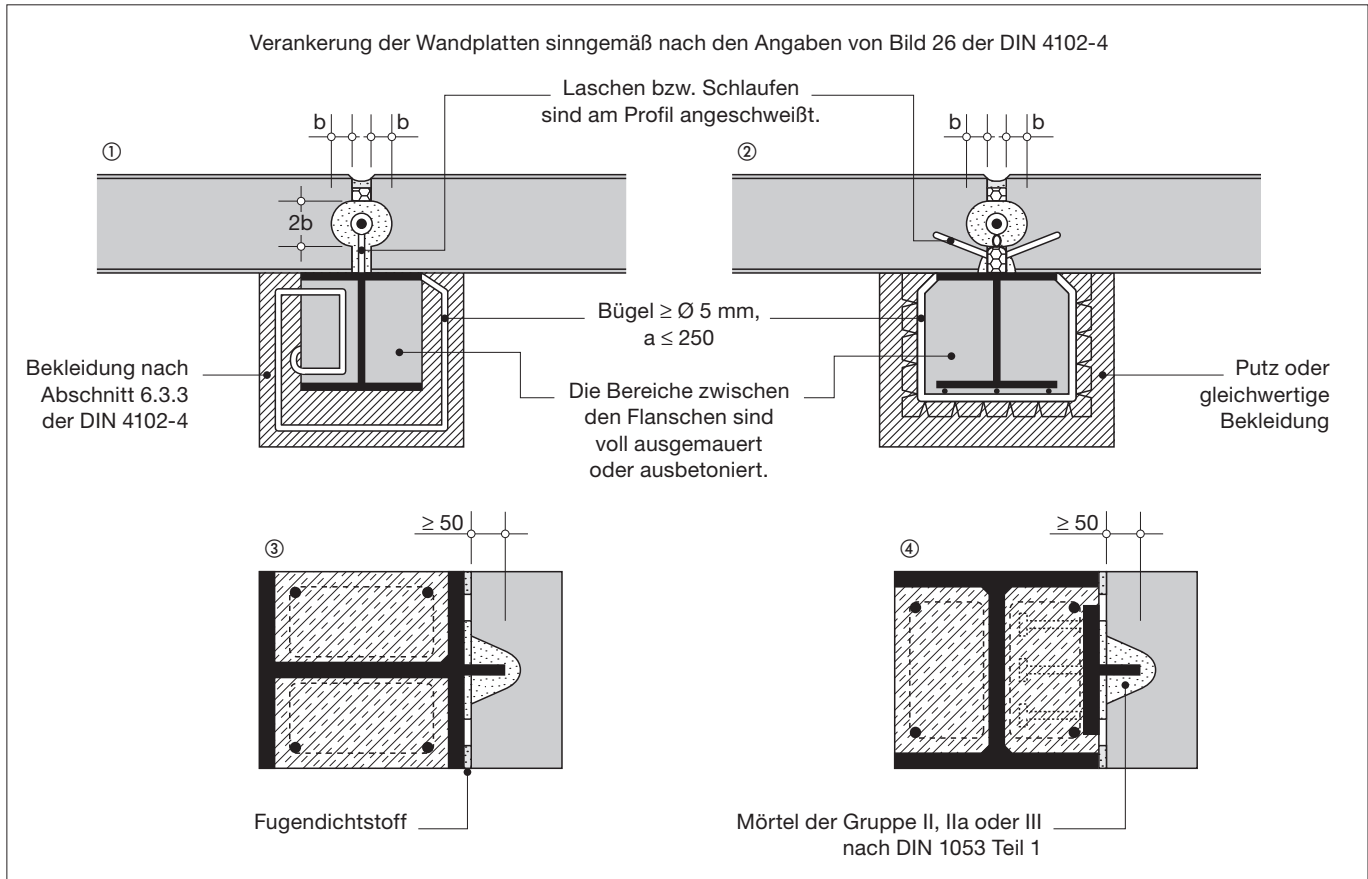


Abb. 5.37: Ausführungsmöglichkeiten 1 bis 4 von Anschlüssen von nichttragenden, liegend angeordneten Wandplatten an Stahl- und Verbundstützen nach DIN 4102-4

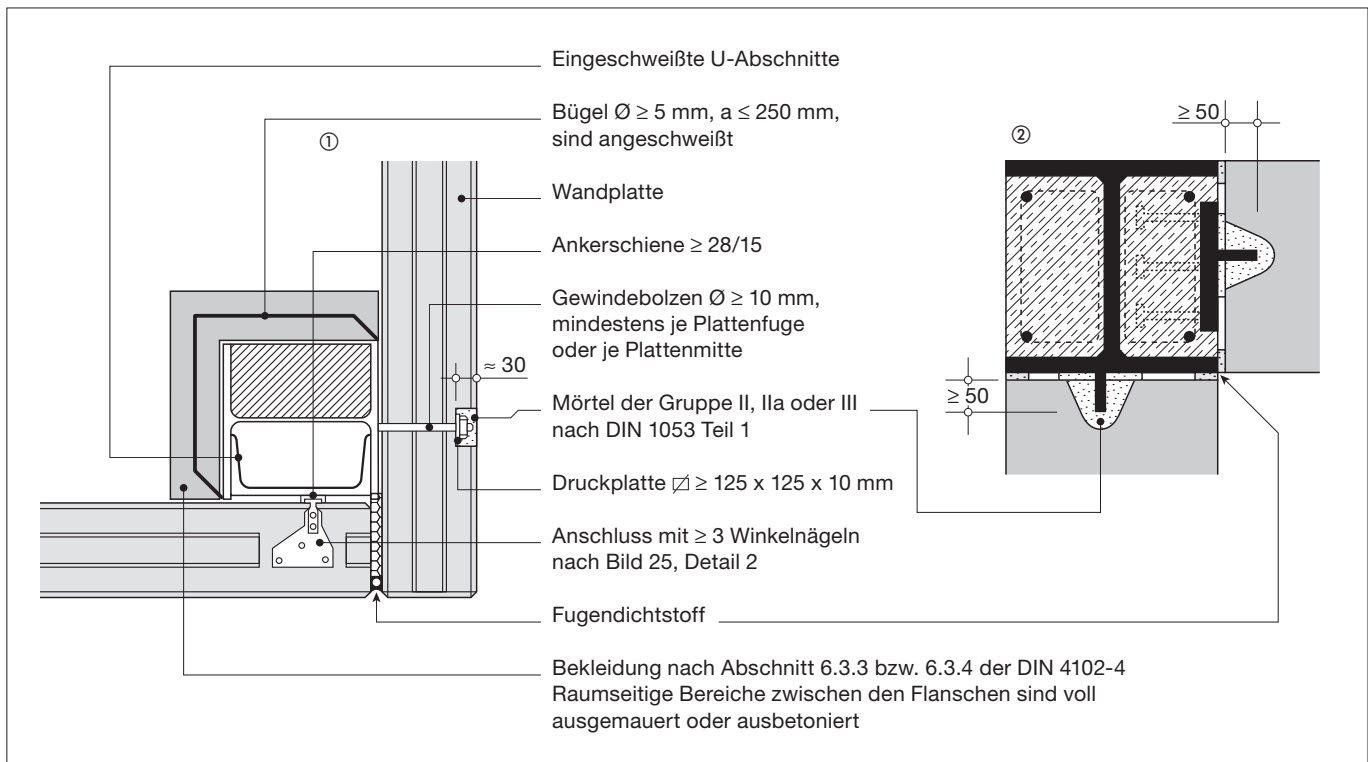


Abb. 5.38: Ausführungsmöglichkeiten 1 und 2 von Anschlüssen von nichttragenden, liegend angeordneten Wandplatten an Stahl- und Verbund-Eckstützen; der Ausführungsausschnitt 1 ist mit Wandplatten aus Porenbeton nach DIN 4102-4 dargestellt

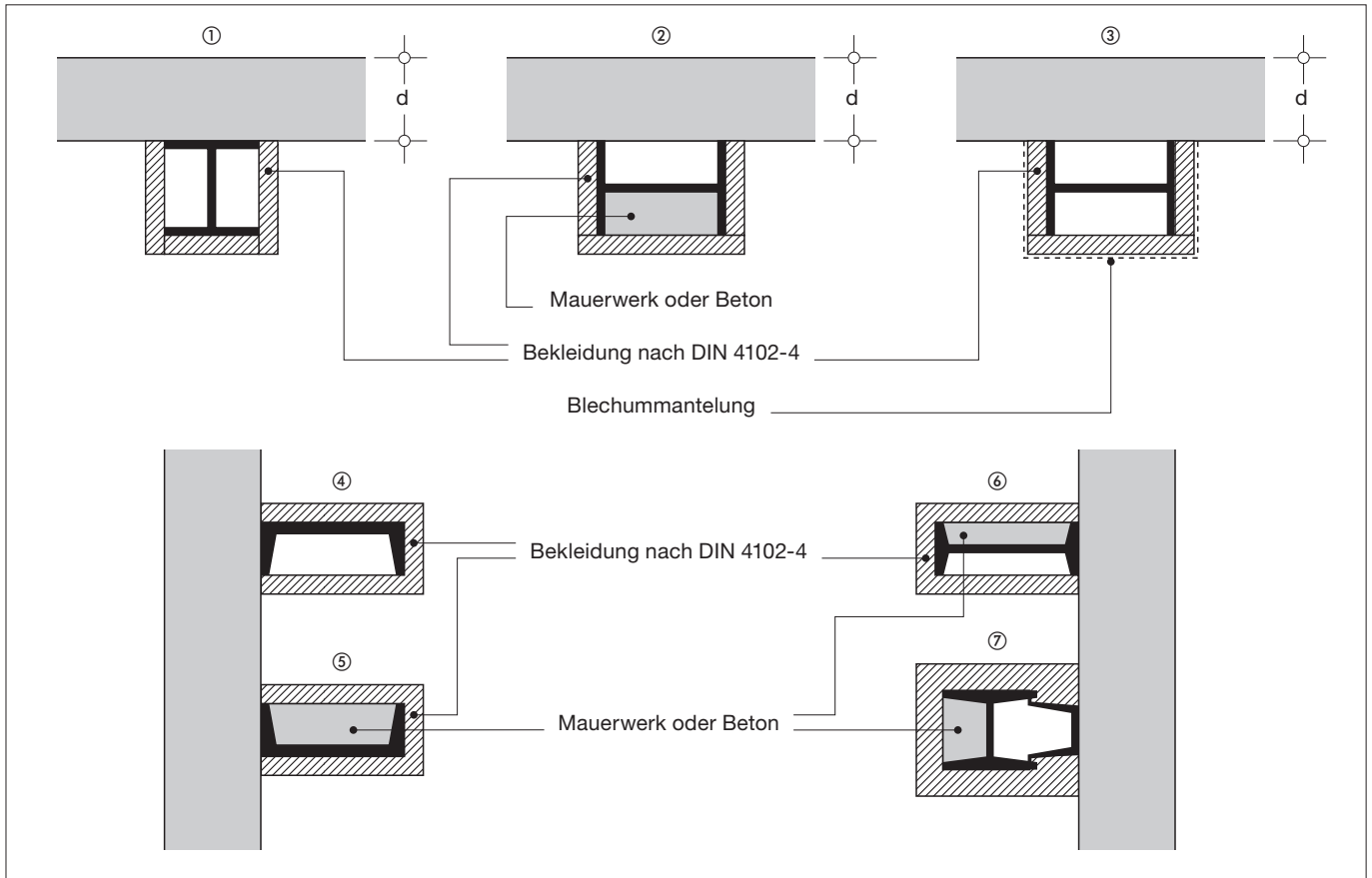


Abb. 5.39: Bekleidung (Schema) von Stahlstützen (Ausführungen 1 bis 3) und Stahlriegeln (Ausführungen 4 bis 7) nach DIN 4102-4; als Bekleidung nach Abschnitt 6.2 und 6.3 der DIN 4102-4 kommen u. a. Porenbetonsteine nach DIN V 4165 und Porenbetonbauplatten nach DIN 4166 zur Anwendung

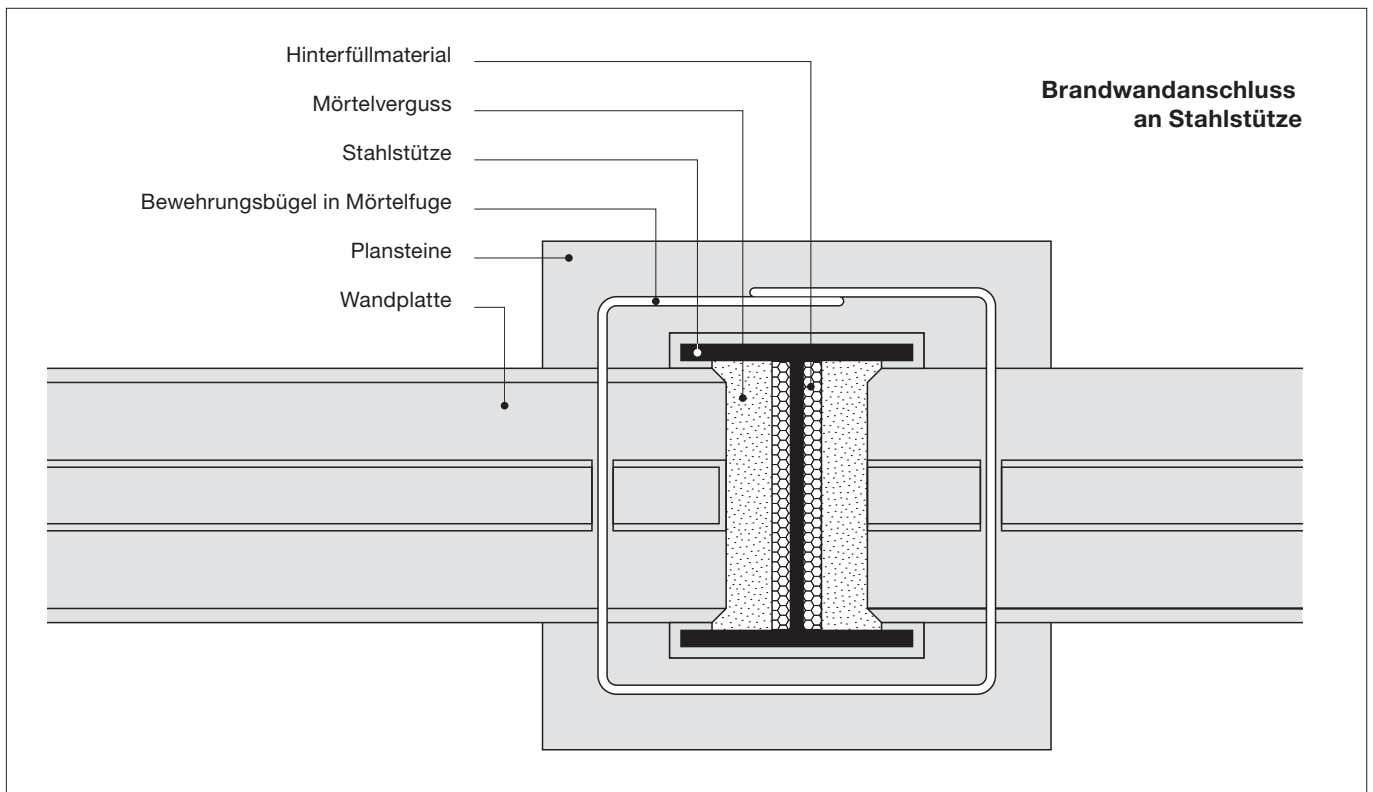


Abb. 5.40: Anschluss liegend angeordneter Wandplatten zwischen Stahlstützen

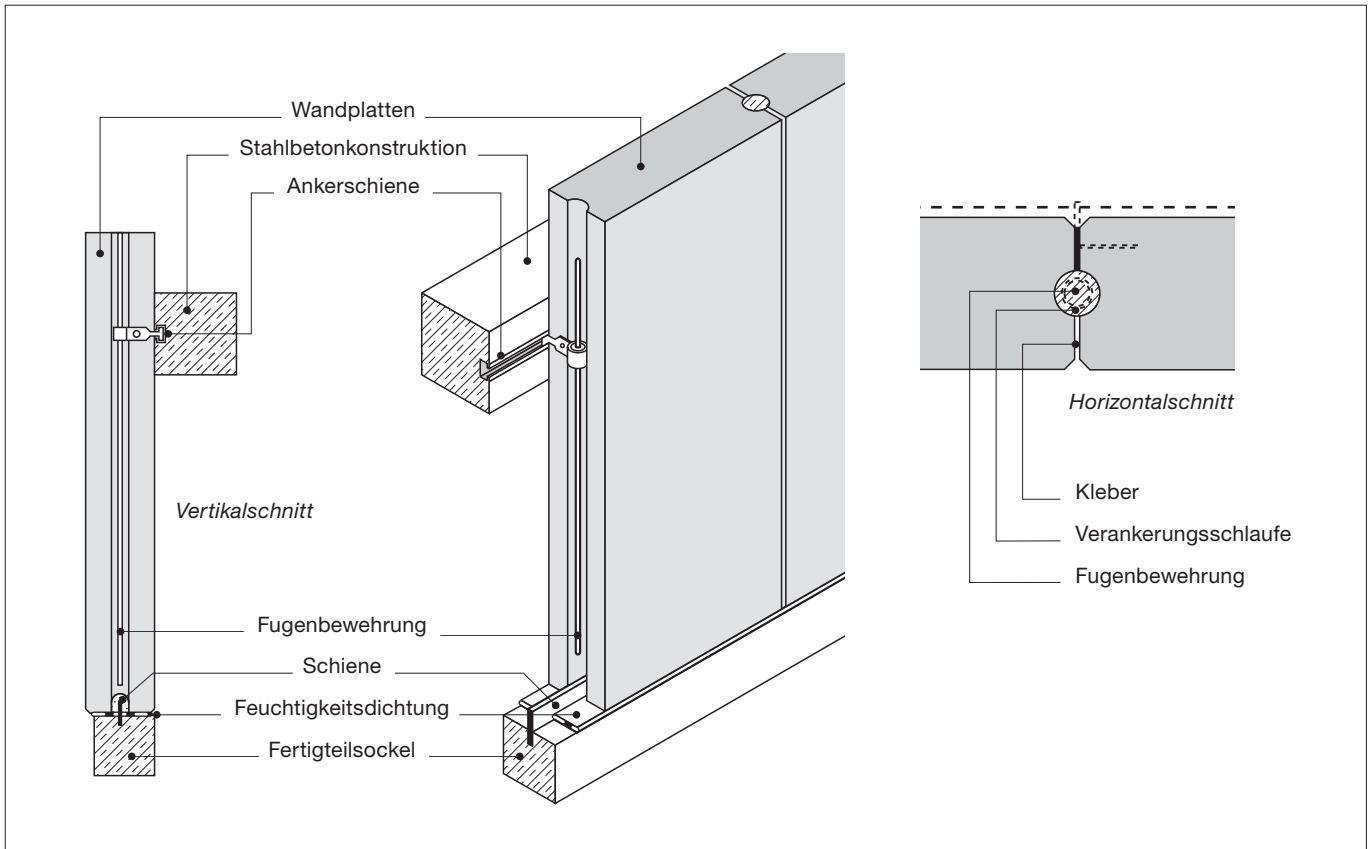


Abb. 5.41: Brandwand aus nichttragenden, stehenden Wandplatten mit tragenden Stahlbetonkonstruktionen, neue Feuerwiderstandsklasse EI-M 90

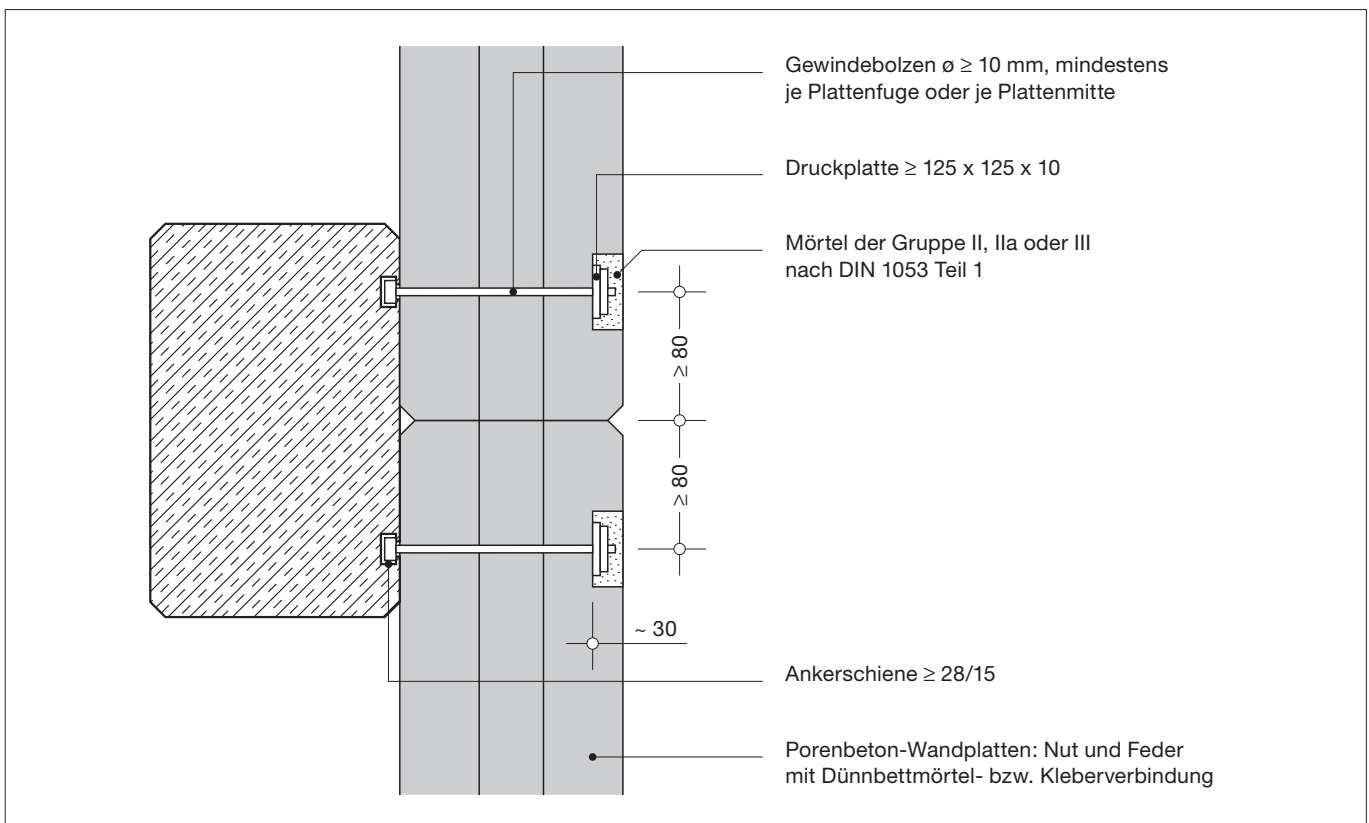


Abb. 5.42: Brandwand aus nichttragenden, stehenden Wandplatten mit Stahlbetonriegel als Aussteifung, Feuerwiderstandsklasse EI-M 90

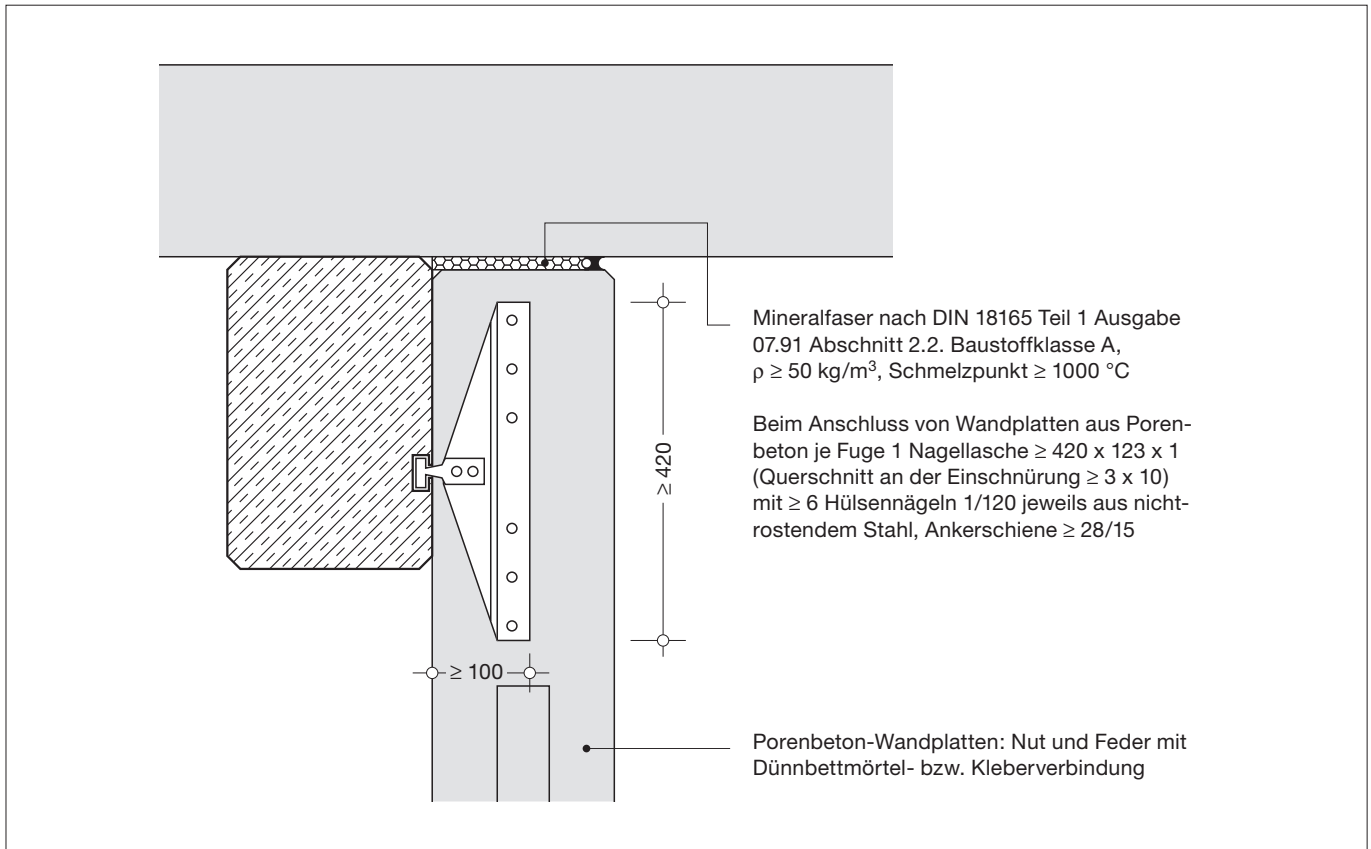


Abb. 5.43: Kopfanschluss einer Brandwand gebildet aus nichttragenden stehend angeordneten Wandplatten mit Stahlbetonbinder, Feuerwiderstandsklasse EI-M 90

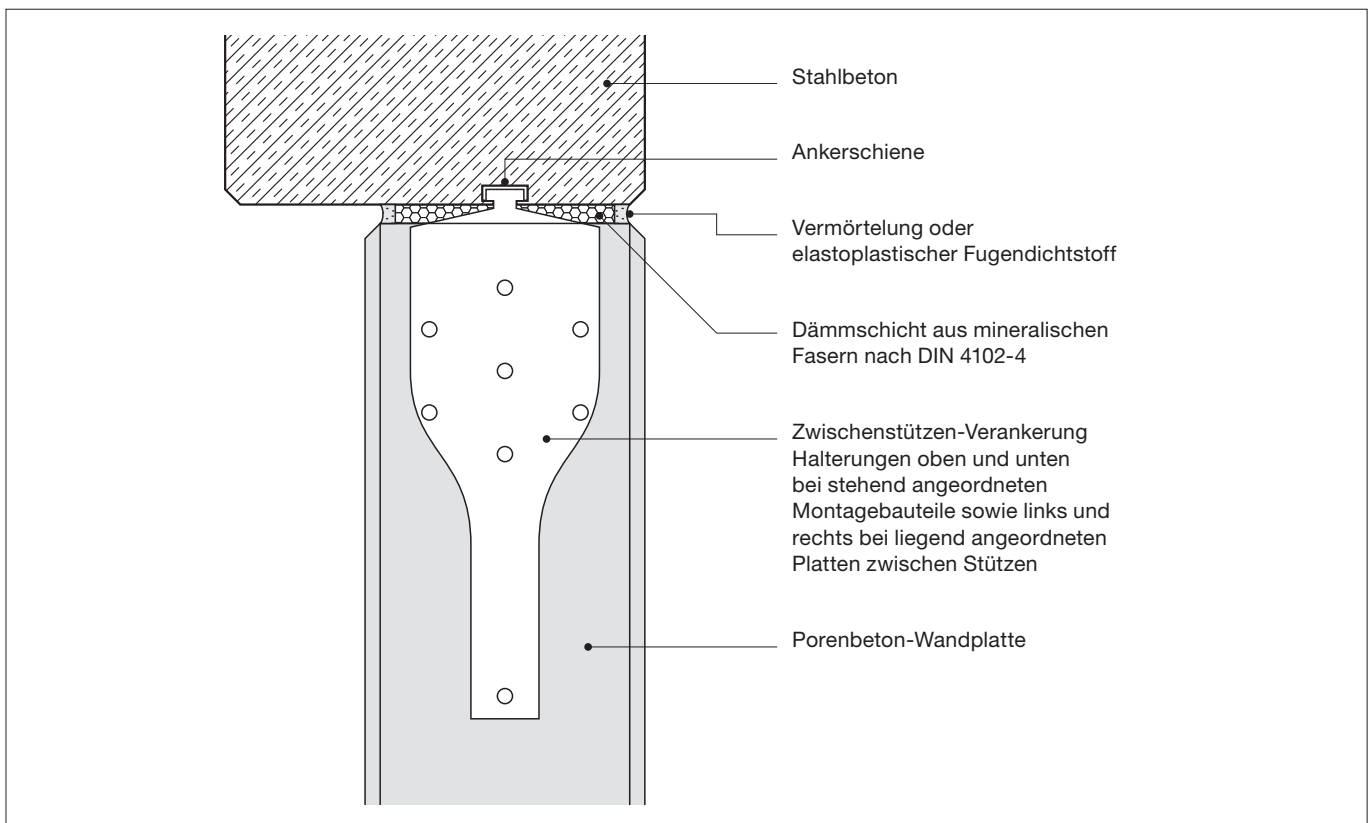


Abb. 5.44: Nachgewiesener, standsicherer Plattenanschluss bei Brandwänden (Anschluss Wand-Wand, Wand-Stütze oder Wand-Decke) bis zur Klasse F 90-A

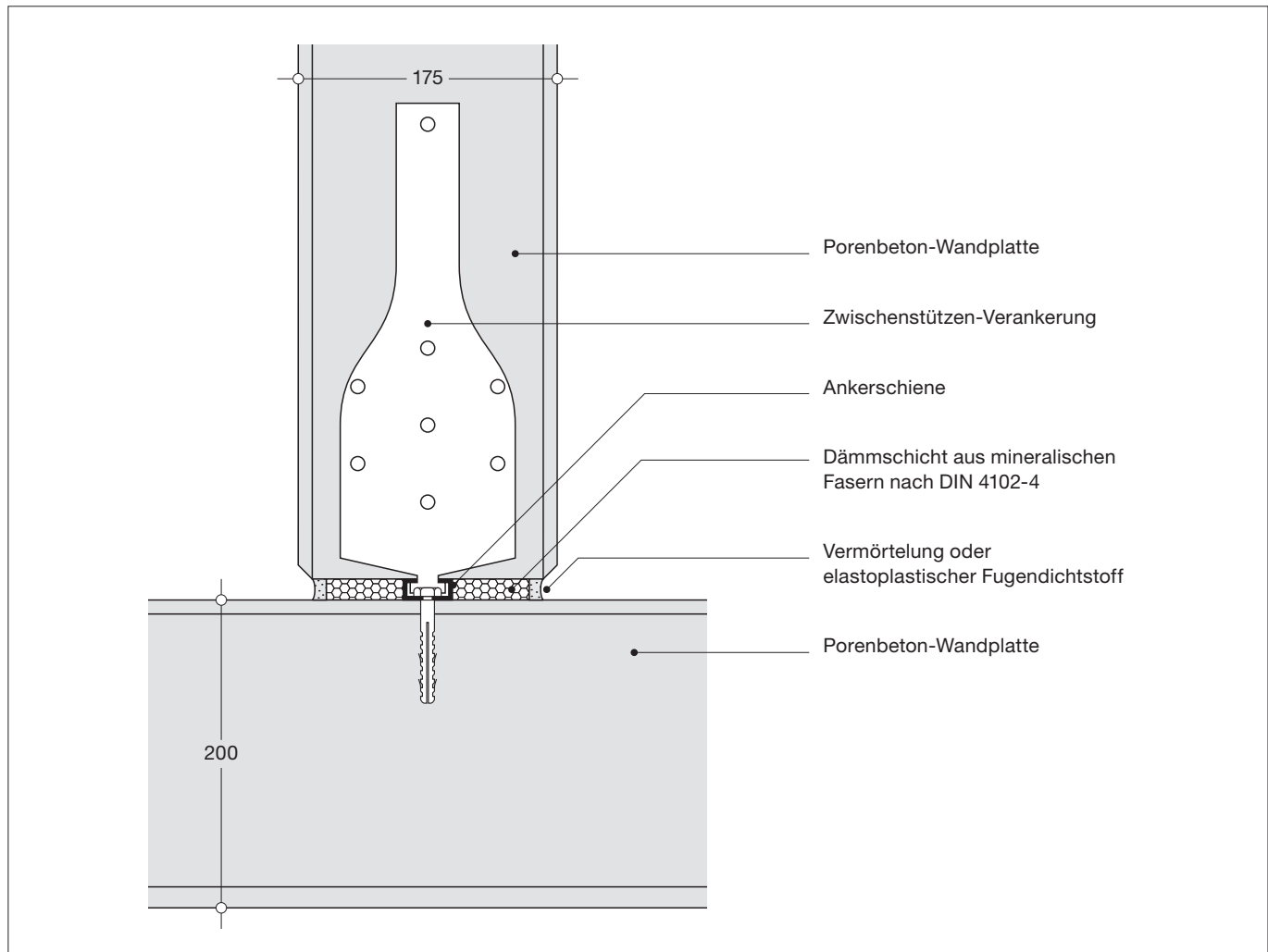


Abb. 5.45: Nachgewiesener, standsicherer Plattenanschluss bei Brandwänden (Anschluss Wand-Wand) bis zu Klasse F 90-A

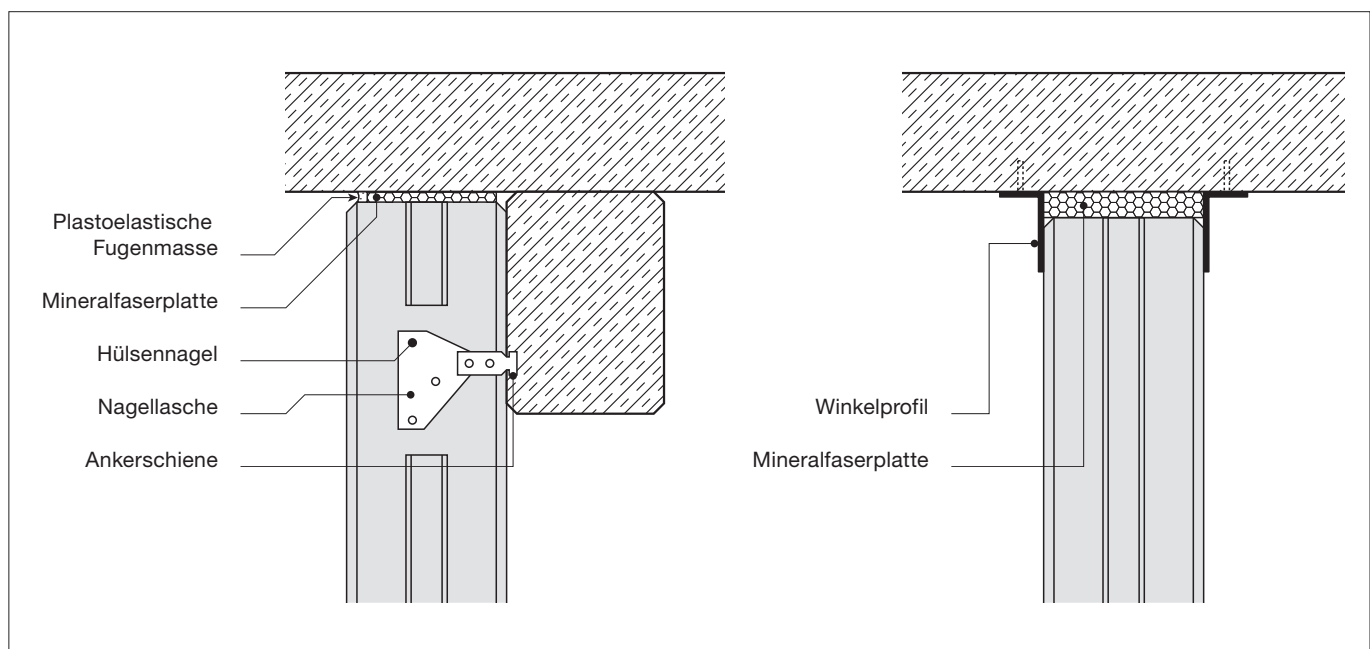


Abb. 5.46: Nachgewiesene, standsichere Kopfanschlüsse bei Brandwänden (Anschluss Wand-Stahlbetonbinder bzw. Stahlbetondecke) bis zu Klasse F 90-A

6 Klassifizierte Deckenbauteile nach DIN 4223 bzw. bauaufsichtlicher Zulassung und nach DIN 4102-4:1994-03 - Anwendungsbereich, Brandbeanspruchung

Die folgenden Angaben gelten für von unten oder oben beanspruchte Decken aus Porenbetonplatten nach DIN 4223 bzw. bauaufsichtlicher Zulassung. Die Angaben nach DIN 4102-4:1994-03, Abschnitt 3.5 basieren auf Untersuchungen an Deckenplatten gemäß allgemein bauaufsichtlicher Zulassung (z. B. Z-2.1-4.1). Darüber hinaus existiert parallel die neue DIN 4223-1 bis 5 als Ausgabe Dezember 2003. Tragende bewehrte Deckenbauteile aus Porenbeton nach DIN 4223 überschreiten ggfs. die max. ansetzbaren zulässigen Belastungen gemäß Zulassung, die Grundlage für die Festlegungen der Mindestdicken in DIN 4102-4:1994-03 waren. Dies wird derzeit durch Parameterstudien überprüft und nach Abschluss wird eine – soweit erforderlich – entsprechende Festlegungen in DIN 4102-22 Eingang finden. Nach Laufzeitende der derzeit noch gültigen Zulassungen wird nur noch eine Bemessung nach DIN 4223 möglich sein.

Die allgemein bauaufsichtlichen Zulassungen für werkmäßig hergestellte, frei aufliegende, bewehrte Porenbeton-Deckenplatten W gelten für die Festigkeitsklasse 3,3 in den Rohdichteklassen 0,45 bis 0,6, die Festigkeitsklasse 4,4 in den Rohdichteklassen 0,55 bis 0,80 und die Festigkeitsklasse 6,6 in den Rohdichteklassen 0,70 bis 0,80 mit den Plattenrandprofilen gemäß Anlage der jeweiligen Zulassung. Die Länge der Deckenplatten darf nicht mehr als 8,00 m, die Stützweite jedoch nicht mehr als 7,50 m betragen. Die Mindestplattendicke beträgt 100 mm.

Die Deckenplatten dürfen nur in Decken bei vorwiegend ruhenden Verkehrslasten verwendet werden. Deckenplatten aus Porenbeton der Festigkeitsklasse 3,3 dürfen nur in Decken verwendet werden, die zwar begehrbar sind, jedoch für eine Verkehrslast bis zu $1,0 \text{ kN/m}^2$ gemäß DIN 1055-3:1971-06, Tabelle 1, Zeile 1a, zu bemessen sind. Mit Trennwänden oder entsprechenden Lasten dürfen diese Deckenplatten nicht belastet werden.

Deckenplatten aus Porenbeton der Festigkeitsklassen 4,4 und 6,6 dürfen in Geschossdecken einschließlich solchen mit Kragarmen, z. B. Balkonen, verwendet

werden, die für lotrechte Verkehrslasten nach DIN 1055-3:1971-06, Tabelle 1 einschließlich Zuschlag für unbelastete leichte Trennwände nach Abschnitt 4 bis zu $3,5 \text{ kN/m}^2$ zu bemessen sind. Bei Decken unter Wohnräumen ist mindestens mit einer Verkehrslast $p = 1,5 \text{ kN/m}^2$ nach DIN 1055-3:1971-06, Tabelle 1, Zeile 2a zu rechnen.

Die Stützweite der Deckenplatten darf nicht größer sein als das 35fache der statischen Nutzhöhe und bei Deckenplatten, die auch mit unbelasteten leichten Trennwänden nach DIN 1055-3:1971-06, Abschnitt 4, belastet werden, nicht größer als das 27fache der statischen Nutzhöhe. Decken aus Deckenplatten mit einer Dicke $d < 225 \text{ mm}$ und einer Stützweite $L_F > 5,0 \text{ m}$ dürfen nicht mit unbelasteten leichten Trennwänden belastet werden.

Ausragende Deckenbereiche aus Deckenplatten dürfen nur mit Linienlasten belastet werden, wenn deren Größe 10 kN/m^2 und deren Summe $10 \cdot b \text{ kN/m}^2$ (b = Fertigteilbreite in m) nicht übersteigen. Die Lasten dürfen nur Eigengewichte enthalten (z. B. aus unbelasteten leichten Trennwänden entsprechend DIN 1055-3:1971-06, Abschnitt 4, oder aus gemauerten Balkonbrüstungen).

Für die Ausführung von Decken gelten folgende Bestimmungen:

Bei Auflagerung der Deckenplatten auf Wände aus Mauerwerk oder gleichzustellenden Wandbauarten sind Auflagertiefen kleiner als 70 mm unzulässig. Die Deckenplatten sind im Mörtelbett aus Mörtel der Mörtelgruppe III nach DIN 1053-1:1996-11, Tabelle A.1, Zeile 11, zu verlegen. Anstelle von Mörtel dürfen andere ausgleichende Zwischenlagen verwendet werden, wenn nachteilige Folgen für die Standsicherheit (z. B. Aufnahme von Querkzugspannungen), die Verformung sowie den Schall- und Brandschutz ausgeschlossen sind. Bei Auflagerung auf Mauerwerk aus Plansteinen darf das Mörtelbett entfallen.

Werden die Deckenplatten auf gemauerte Wände aufgelegt, ist die Verbindung mit den Wänden entsprechend DIN 1053-1:1996-11, Abschnitt 8.1.4, auszuführen. Bei anderen Wandbau-

arten sind für den Anschluss der Deckenplatten an die Wände sinngemäß mindestens die gleichen Maßnahmen durchzuführen, sofern für diese Bauarten der Anschluss nicht auf eine andere Art gefordert wird. Bei vollflächiger Auflagerung der Deckenplatten auf Stahlträgern, ebenen Stahlbetonfertigteilen oder Brettschichtholzkonstruktionen darf auf eine Verlegung im Mörtelbett verzichtet werden. Die Tiefe des Auflager muss in diesem Fall mindestens 50 mm oder $1/80$ der Plattenstützweite betragen, wobei der größere Wert maßgebend ist. Die Auflagerpressung ist nachzuweisen (s. Abb. 6.1).

Bei Verlegen von Deckenplatten auf Brettschichtholzkonstruktionen ist die Holzkonstruktion durch Dichtungstreifen so abzudichten, dass bis zum Erhärten des Betons der Fugen, Ringanker und Scheibenauflegerbereiche keine Feuchtigkeit an die Holzfläche gelangt (s. Abb. 6.2).

Die Deckenplatten dürfen nur in den vom Herstellwerk ausgelieferten Abmessungen eingebaut werden. In Ausnahmefällen dürfen die Deckenplatten nachträglich durch Beauftragte des Herstellers gekürzt werden, wenn dadurch die Standsicherheit, insbesondere die Verankerung der Zugkraft in der Bewehrung nicht beeinträchtigt wird.

Alle Längs- und Quertiefen der Deckenplatten sind voll zu vermörteln. Für die Verfüllung ist ein Mörtel der Mörtelgruppe III nach DIN 1053-1:1996-11, Tabelle A1, Zeile 11, oder Beton der Festigkeitsklasse $\geq B 15$ bzw. C 12/15 zu verwenden.

Bei den Decken, auf die ein bewehrter Aufbeton aufzubringen ist, darf das Verfüllen der Deckenplattenfugen und das Herstellen des Aufbetons in einem Arbeitsgang vorgenommen werden. In diesem Fall ist ein Beton zu verwenden, dessen Konsistenz und Kornzusammensetzung des Zuschlags auf die Querschnitte der Verfüllnut abgestimmt ist. Der Durchmesser des Größtkorns des Zuschlags für den Beton darf in diesem Fall 8 mm nicht überschreiten. Die für die Bewehrung des Aufbetons erforderliche Deckung nach DIN 1045:1988-07,

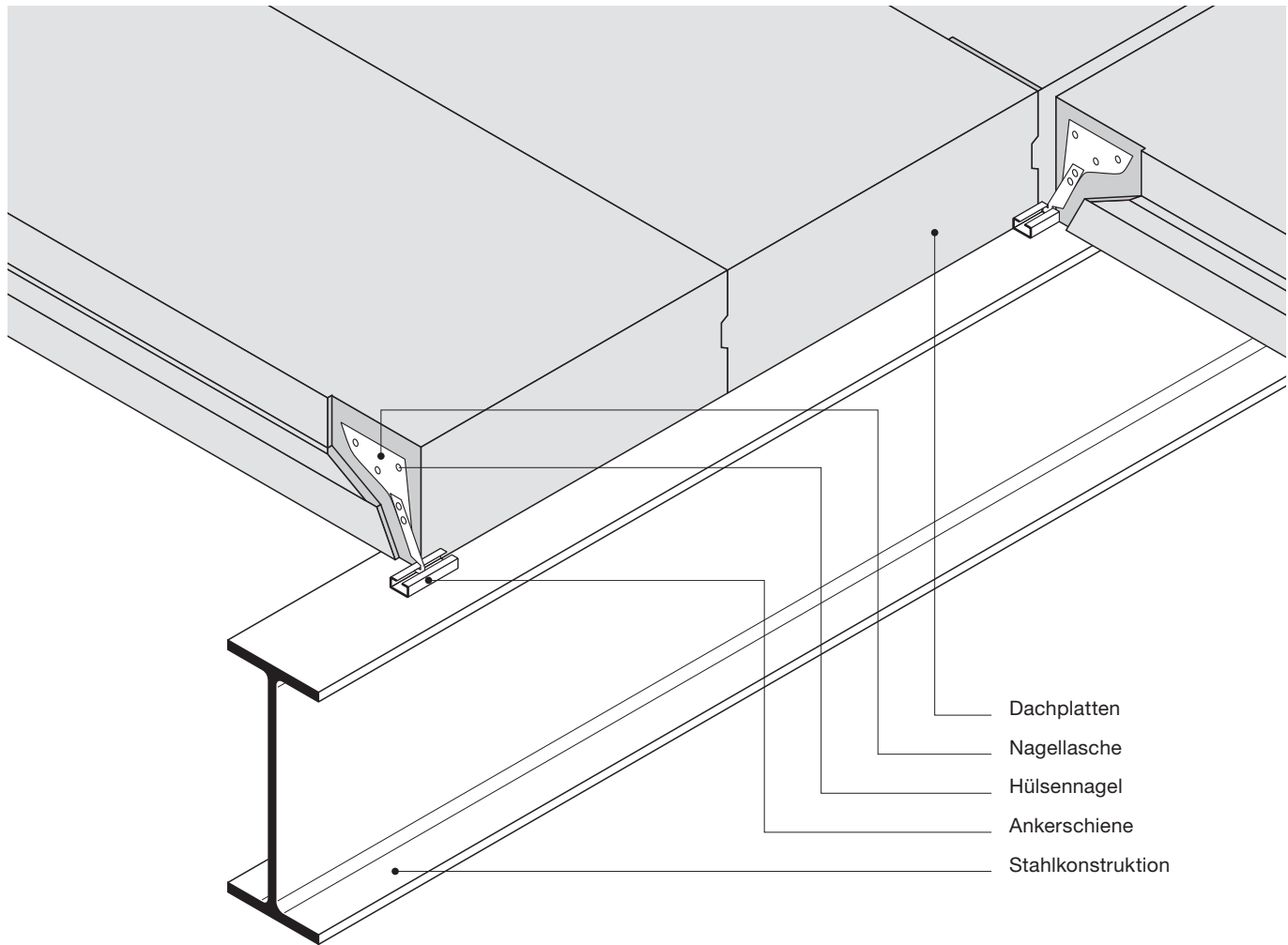


Abb. 6.1: Beispiel für eine Auflagerung von Deckenplatten aus bewehrtem Porenbeton: Verankerung auf einem Stahlträger mit Ankerschienen und Nagellaschen

Tabelle 10 bzw. DIN 1045-1:2001-07, Abschnitt 6.3, ist einzuhalten.

Der Abstand von Bewehrungsstäben der senkrecht zu den Plattenfugen anzuordnenden konstruktiven Bewehrung des Aufbetons bei Deckenplatten mit Kragarm darf im Bereich der Auskragung nicht größer sein als 200 mm. Am Kragarmende sind im Bereich $0,25 \cdot L_K$ zusätzlich zur konstruktiven Bewehrung des Aufbetons von Auskragungen mindestens 2 Bewehrungsstäbe BSt 500 S, Durchmesser 6 mm, anzuordnen. Bei Kragarmlängen $L_K > 1,0$ m sind mindestens 3 Bewehrungsstäbe anzuordnen.

Die Feuerwiderstandsdauern von nach DIN 4102-4:1994-03 klassifizierten bewehrten Deckenplatten sind in der Tab. 6.1 angegeben. Porenbetonplatten für Decken müssen unabhängig von der Anordnung eines Estrichs die in Tab. 6.1

(Auszug aus den Normentabellen 13 und 14 von DIN 4102-4) angegebenen Mindeststärken und Mindestabstände der Bewehrung besitzen.

Bekleidungen an der Deckenunterseite – z. B. Holzschalungen – und die Anordnung von Fußbodenbelägen oder Bedachungen auf der Deckenoberseite sind bei den klassifizierten Decken ohne weitere Nachweise erlaubt; gegebenenfalls sind bei Verwendung von Baustoffen der Baustoffklasse B zusätzliche bauaufsichtliche Anforderungen zu beachten, z. B. im Verlauf von Flucht- und Rettungswegen.

Durch die klassifizierten Decken dürfen einzelne elektrische Leitungen durchgeführt werden, wenn der verbleibende Lochquerschnitt mit Mörtel nach DIN 18550-2 oder Beton nach DIN 1045 vollständig verschlossen wird. Anmerkung:

Für die Durchführung von gebündelten elektrischen Leitungen sind Abschottungen erforderlich, deren Brauchbarkeit bei den Feuerwiderstandsklassen $\geq F 30$ besonders nachzuweisen ist – z. B. im Rahmen der Erteilung einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.

Wie den Zulassungsbescheiden und DIN 4102-4 zu entnehmen ist, gelten die angegebenen Feuerwiderstandsklassen für Porenbetonplatten von Decken nur dann, wenn die die Deckenplatten tragenden Bauteile – d. h. die unterstützenden und aussteifenden Bauteile wie z. B. Wände, Binder, Pfetten, Träger usw. – mindestens derselben Feuerwiderstandsklasse angehören (s. Abb. 6.3).

Die Mindestdicke wird jeweils von der Art der Längsfugen und deren Vergussmörtel beeinflusst; die Fugenausbildung e) erhält keinen Fugenverguss.

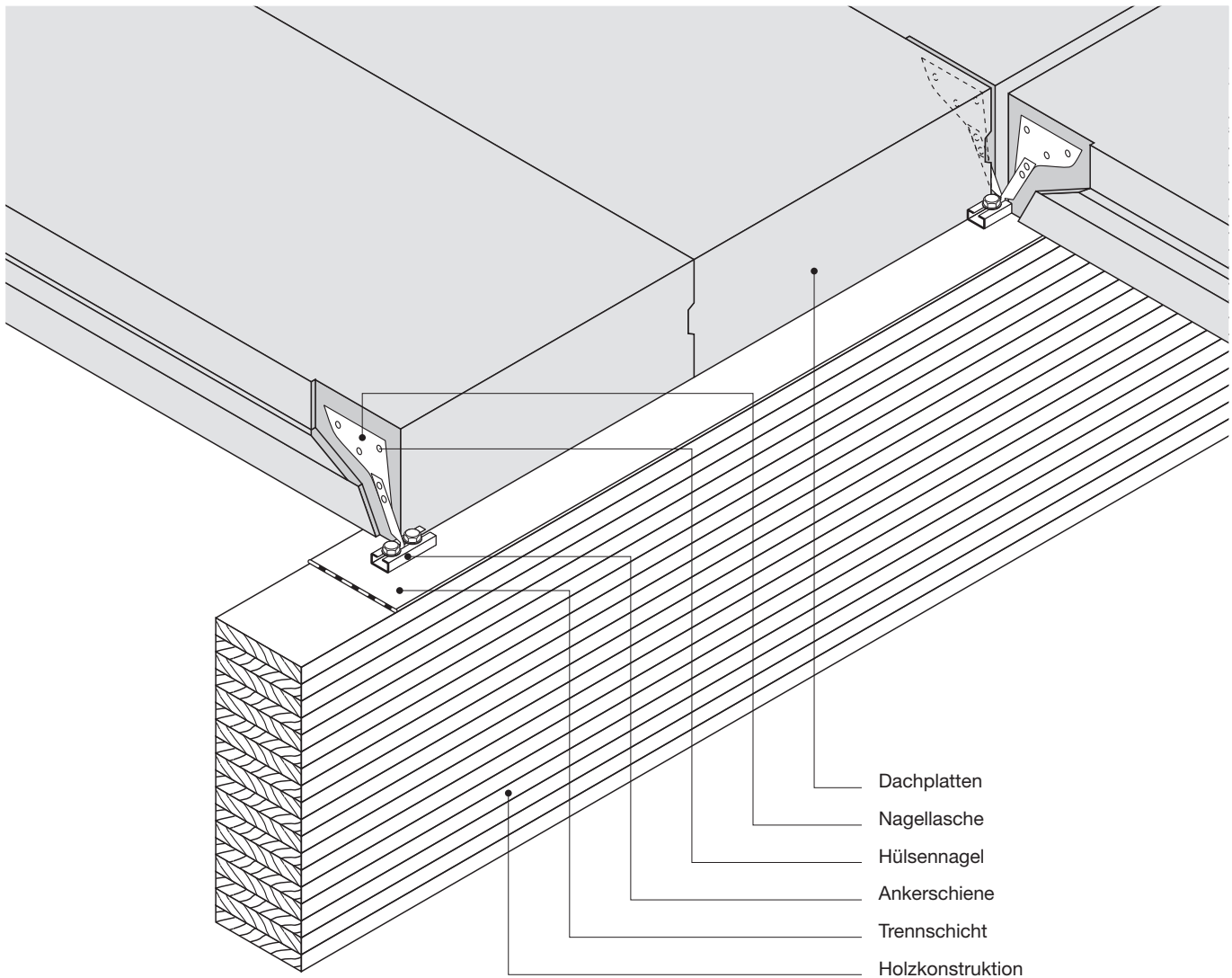


Abb. 6.2: Beispiel für eine Auflagerung von Deckenplatten aus bewehrtem Porenbeton: Verankerung auf einem Binder aus Brettschichtholz (BSH) mit Ankerschienen und Nagellaschen

Die Zeile 1 der Tab. 6.1 mit den Unterteilungen in die Zeilen 1.1 und 1.2 ist identisch mit den Zeilen 5 bzw. 5.1 und 5.2 von DIN 4102-4:1994-03 Tabelle 13. Die Zeile 2 entspricht der Zeile 2 der Normtabelle 14; lediglich bei F 180 mit $u = 55$ wurde eine Fußnote weggelassen, die auf eine Schutzbewehrung bei Betondeckungen $c > 50$ mm hinweist. Diese Fußnote gilt für Stahlbetonplatten aus Normalbeton nach DIN 1045, um ein Abfallen der Betondeckung bei sehr langer Brandbeanspruchung zu vermeiden. Die Maßnahme einer Schutzbewehrung ist bei Porenbetonplatten nicht erforderlich, weil

- die Stababstände der mattenbewehrten (Fertigteil-) Porenbetonplatten im Gegensatz zu Stahlbetonplatten

(allgemein) relativ groß sind, so dass eine Rissbildung infolge eng liegender Bewehrungsstäbe ausgeschlossen ist und

- Porenbeton im Gegensatz zu Normalbeton keine Betonabplatzungen aufweist.

In der Normtabelle 14 der DIN 4102-4 werden weitere Angaben zu kleineren Achsabständen u gemacht, wenn als „Schutzschicht“

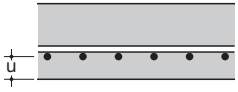
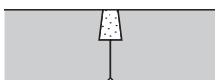
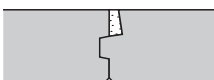
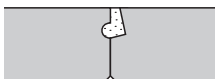
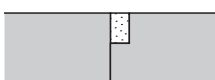
- ein brandschutztechnisch wirksamer Putz oder
- eine Brandschutz-Unterdecke vorhanden ist.

Da beide Schutzmaßnahmen bei Porenbetonplatten in der Regel nicht

notwendig sind, wird hierauf nicht weiter eingegangen werden. In diesem Zusammenhang soll lediglich die oft zitierte Weisheit niedergeschrieben werden, nach der es einfacher ist, Porenbetonplatten z. B. mit $u = 30$ mm für F 90 herzustellen als kostspielige Zusatzmaßnahmen in Form von Brandschutz-Putzen oder – Unterdecken zu ergreifen – Maßnahmen, die ggf. wieder besondere Probleme in sich bergen. Da die maximale bauaufsichtliche Brandschutzforderung in Deutschland bei Decken feuerbeständig = F 90 lautet, sind Überlegungen hinsichtlich F 120 ($u \geq 40$ mm) oder F 180 ($u \geq 55$ mm) in der Regel nicht erforderlich.

Der Mindestachsabstand u der Bewehrung ist jeweils notwendig, um die

Tab. 6.1: Mindestdicke d und Mindestachsabstand u der Bewehrung von Porenbetonplatten für Decken nach DIN 4102-4:1994-03

Zeile	Konstruktionsmerkmale		Feuerwiderstandsklasse-Benennung				
			F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 120-A	F 180-A
1	Mindestdicke d in mm unbekleideter Porenbetonplatten unabhängig von der Anordnung eines Estrichs bei Fugen						
1.1	a)  b) 		75	75	75	100	125
	c) 						
1.2	d)  e) 		75	75	100	125	150
2	Mindestachsabstand u in mm unbekleideter Porenbetonplatten		10	20	30	40	55

Erwärmung der Bewehrung bei Brandbeanspruchung so zu verlangsamen, dass die kritische Temperatur der hier zur Verwendung kommenden Bewehrungsstähle von $500\text{ °C} \leq \text{crit } T \leq 570\text{ °C}$ in Verbindung mit den hier in der Regel vorliegenden Stahlspannungen im Beurteilungszeitraum von 30, 60, 90, 120 und 180 min nicht überschritten wird, siehe Abb. 6.4 und 6.5. Die Abb. 6.4 bezieht sich auf einen Porenbeton mit einer Rohdichte von 340 kg/m^3 und einer Feuchte von 4 Gew.-%.

Die in Abb. 6.4 wiedergegebenen Temperaturverteilungen bei Porenbetonelementen bei einseitiger Brandbeanspruchung nach DIN 4102 Teil 2 (ETK) in 100 und 175 mm dicken Platten bzw. Scheiben entsprechen etwa denen, wie sie

bei Normbrandversuchen von der MPA Braunschweig gemessen wurden. Der Knick in den Kurven bei 100 °C entsteht jeweils durch den Haltepunkt in Folge der Verdampfung des Porenwassers. Im vorliegenden Fall betrug der Feuchtegehalt $f = 4\text{ \%}$.

Die Abb. 6.5 zeigt einen Vergleich des Temperaturanstiegs zwischen gleichartigen Messstellen in Porenbetonplatten von 175 mm Dicke und mit Rohdichten von 340 und 500 kg/m^3 sowie 4 % Feuchtegehalt. Es wird deutlich, dass sich die Platten mit der größeren Dichte etwas langsamer erwärmen als die leichteren Platten. Deutlich erkennbar sind auch die Haltepunkte bei 100 °C . In 50 mm Bauteiltiefe beträgt die Verzögerung bei der Erwärmung ungefähr

10 Minuten. Dieser Wert ist vom Feuchtegehalt abhängig.

Die Auflagertiefe ist nach den Zulassungsbescheiden entsprechend DIN 4223 zu bemessen. Dabei sind mindestens die Auflagertiefen nach Tab. 6.2 einzuhalten. Die Platten sind auf Zementmörtel der Gruppe III nach DIN 1053 Teil 1 zu verlegen. Hierauf darf verzichtet werden, wenn die Auflagerung vollflächig auf Stahlträgern oder ebenen Auflagerflächen von Stahlbetonfertigteilen oder Holzkonstruktionen erfolgt.

Die Anwendung der Tabellenwerte für die Auflagerung auf Stahlträgern setzt voraus, dass diese von beiden Seiten etwa gleich belastet werden oder derart gestützt bzw. verankert sind, dass sie

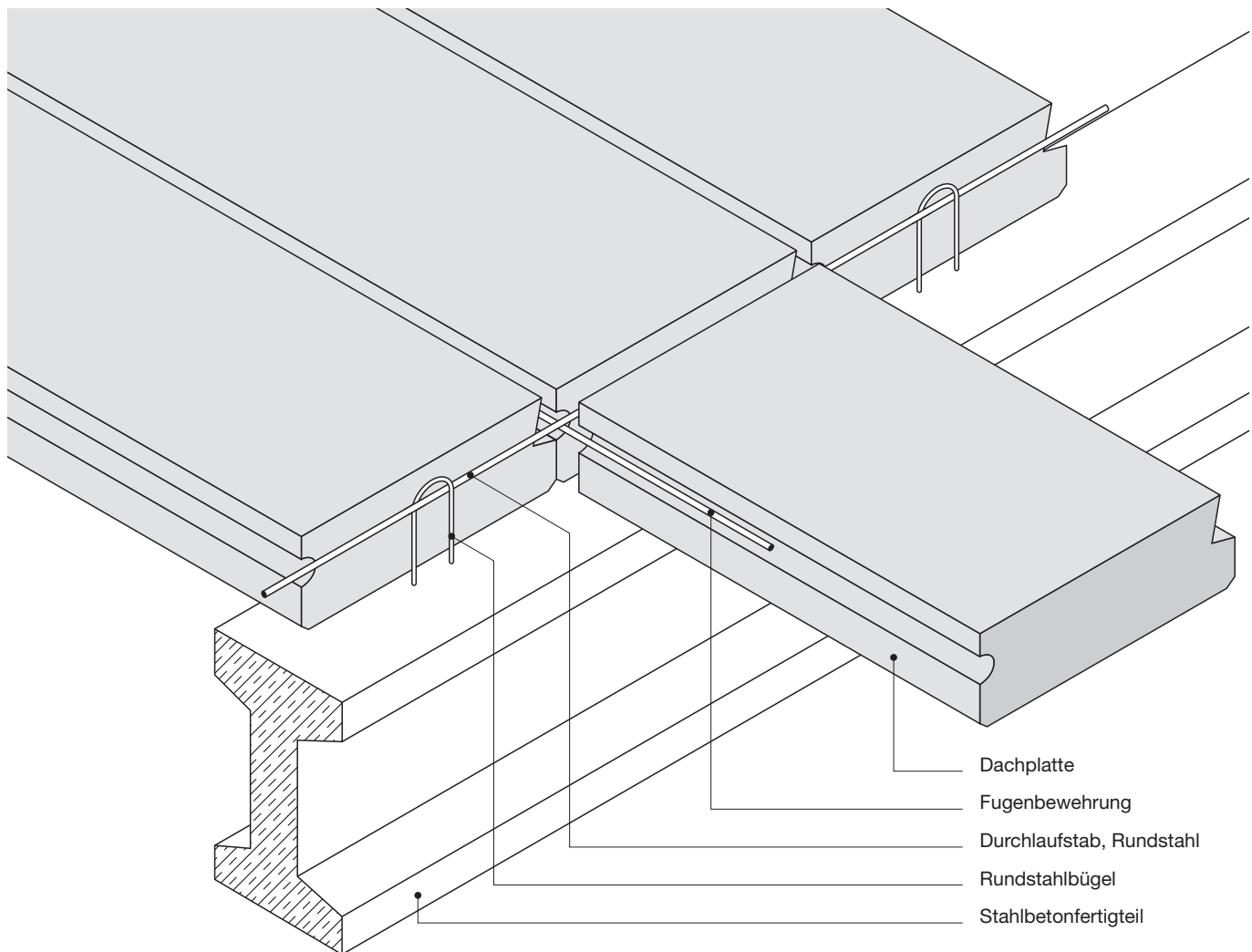


Abb. 6.3: Beispiel für eine Auflagerung von Deckenplatten aus bewehrtem Porenbeton: Verankerung auf einem F 90 bzw. R 90 Stahlbetonträger mit Rundstahlschlaufen

weder seitlich ausweichen noch sich verdrehen können. Bei einem Plattenstoß über einem Stahlprofil muss die Flanschbreite mindestens 70 mm betragen. Die für Mauerwerk angegebene Mindestauflagertiefe darf durch Unregelmäßigkeiten im Mauerwerk an Einzelstellen um höchstens 20 mm unterschritten werden.

Die Mindestauflagertiefen sind nicht nur aus statischen, sondern auch aus brandschutztechnischen Gründen erforderlich, was besonders bei unterstützenden Holzbalken zu beachten ist (s. Abb. 6.2). Anstelle von Mörtel dürfen andere geeignete ausgleichende Zwischenlagen verwendet werden, z. B. Dünnbettmörtel.

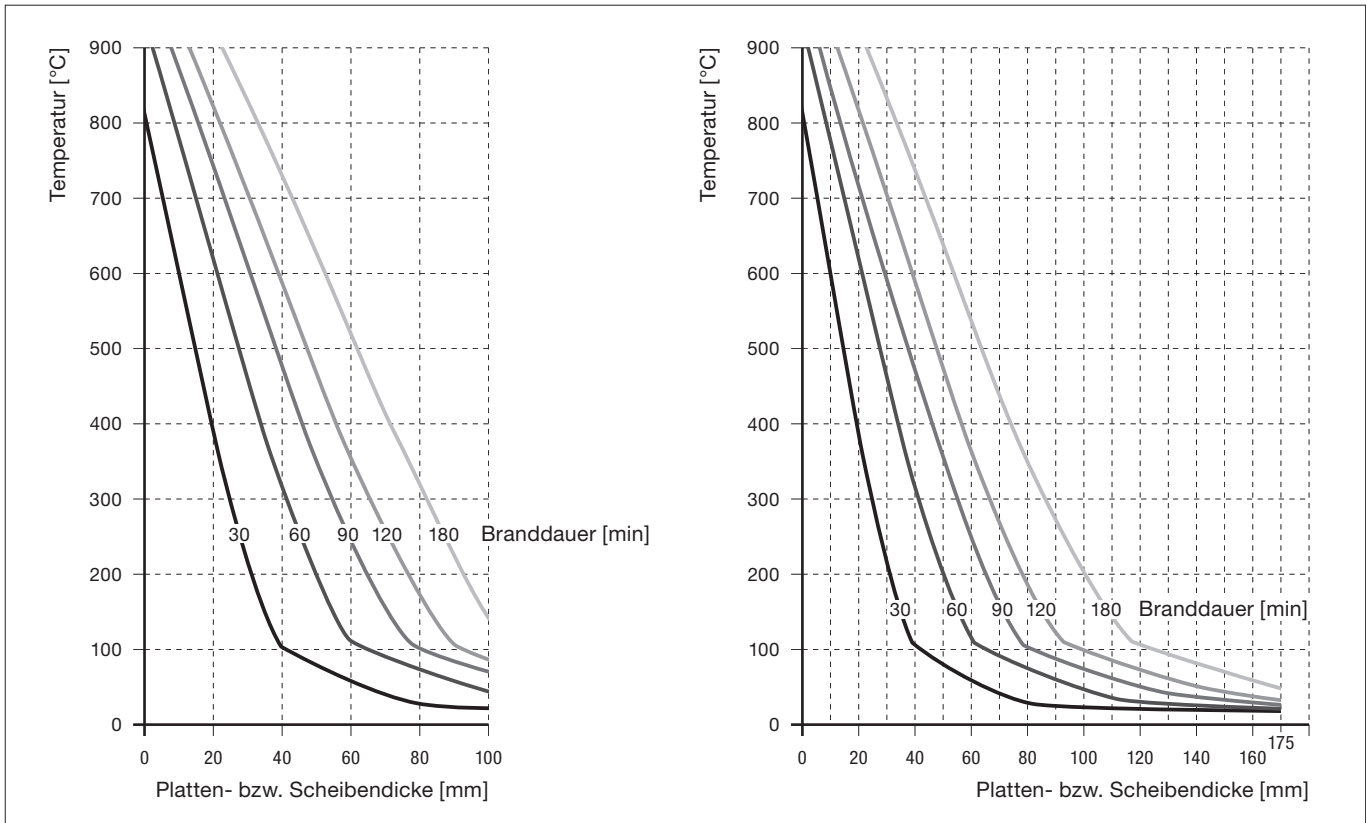


Abb. 6.4: Temperaturverteilung in 100 und 175 mm dicken Porenbetonplatten bzw. -scheiben bei einseitiger Brandbeanspruchung nach DIN 4102 Teil 2 (ETK)

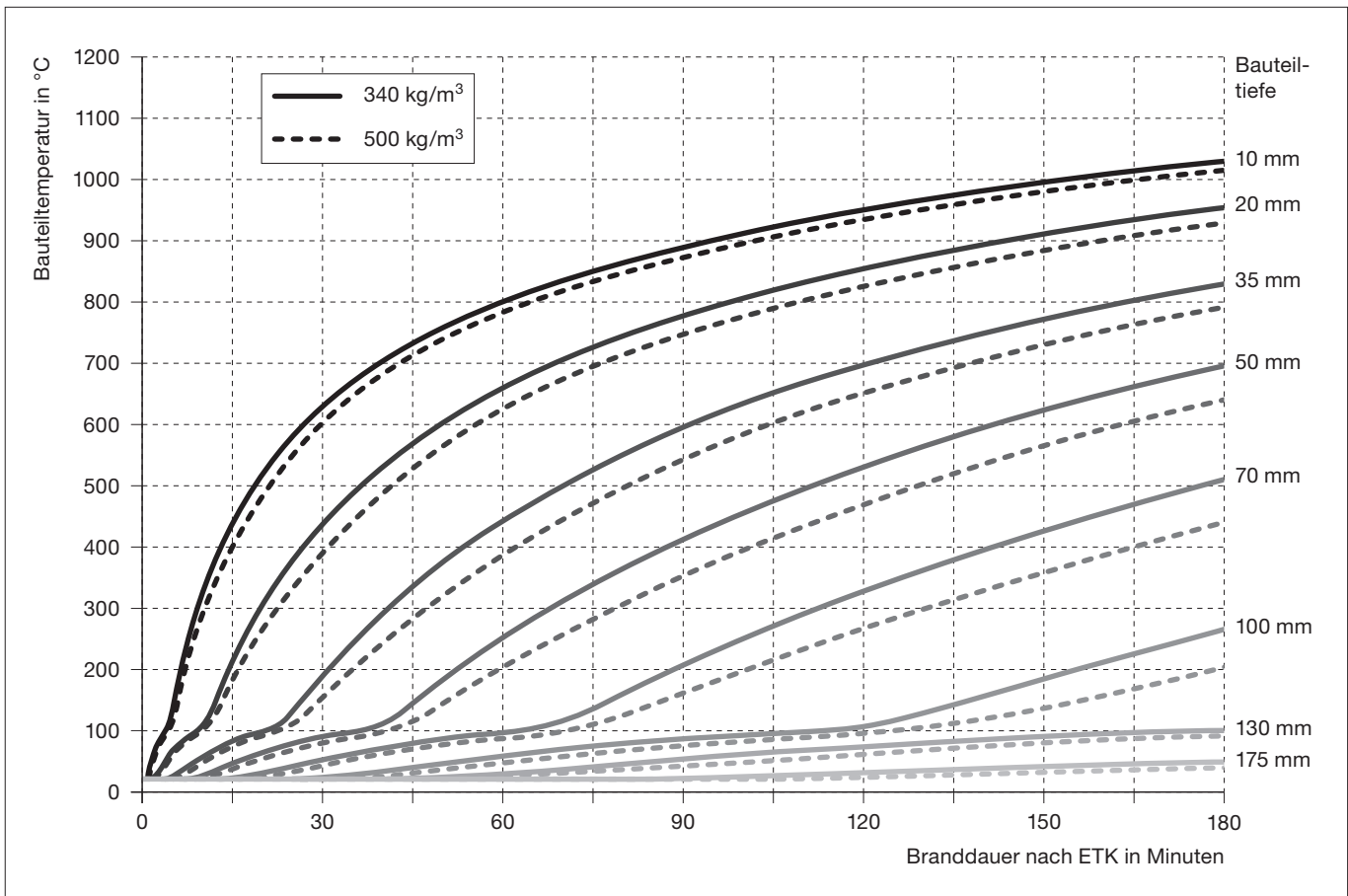


Abb. 6.5: Temperaturverlauf in einem 175 mm dicken Wandbauteil ($\rho = 340 \text{ kg/m}^3$ und $\rho = 500 \text{ kg/m}^3$, $f = 4 \%$) bei einseitiger ETK Beanspruchung

Tab. 6.2: Mindestauflagertiefen von Deckenplatten aus Porenbeton aus brandschutztechnischer Sicht ¹⁾

Zeile	Auflagerung auf	Mindestauflagertiefe in mm				
		F 30	F 60	F 90	F 120	F 180
1	Holzbalken	50	80	110	– 2)	– 2)
2	Stahlträgern, Stahlbeton- oder Spannbetonbauteilen	50				
3	Mauerwerk	70				
1) Für die Auflagertiefe und die Ausbildung der Bewehrung im Auflagerbereich sind im übrigen DIN 4223 und die Bestimmungen der jeweils gültigen Zulassungsbescheide zu beachten. 2) Für F 120- und F 180-Balken gibt es keine Klassifizierungen.						

7 Klassifizierte Dächer

7.1 Allgemeines

Wie aus der MBO bzw. den LBOs ersichtlich ist, werden an Dächer im Allgemeinen keine Brandschutzforderungen bezüglich einer Feuerwiderstandsklasse gestellt. Fragen nach „harter Bedachung“ oder nach Öffnungen (Fenster, Lichtkuppeln, Abstände) haben primäre Bedeutung. Im Regelfall wird lediglich auf aneinander gesetzte giebelständige Gebäude hingewiesen, bei denen das Dach „von innen F 30“ sein muss. Es ist bei großflächigen Dachausbauten, welche z. B. als Atelier genutzt werden, im Geschossbau durchaus richtig einen erhöhten Brandschutz zu realisieren, wobei die hohe Wärmedämmung des Porenbetons gleichzeitig einen sehr guten Wärmeschutz ergibt. Für Dächer aus Porenbetonplatten auf Bindern, Pfetten o. ä. ist auch noch § 32 Absatz 7 der Musterbauordnung von Bedeutung, nach dem Dächer von Anbauten, die an Wände mit Fenstern anschließen, in einem Abstand von 5 m von diesen Wänden so widerstandsfähig gegen Feuer herzustellen sind wie die Decken des anschließenden Gebäudes gemäß Abb. 7.1.

Bei einer möglichen Forderung F 90 im 5-m-Bereich dürfen Porenbetonplatten der Klassifizierung F 90 nach Zulassung auf F 90-dimensionierten Stahl-

beton- bzw. Spannbetonbalken oder auf F 90-Stahl- bzw. Verbundträgern montiert werden. In allen Fällen müssen alle anderen, diesen 5-m-Bereich tragende oder aussteifende Bauteile (Stützen, Verbände o. ä.) der entsprechenden Feuerwiderstandsklasse angehören.

7.2 Bemessung von Dächern

Dächer ohne Öffnungen mit Brandschutzanforderungen können aus zugelassenen Porenbeton-Dachplatten W, z. B. nach Zulassung Z-2.1-4.2 oder Z-2.1.4.2.1 errichtet werden. Liegt eine F-Klassen-Forderung entsprechend Abschnitt 7.1 vor, sind die Dachplatten aus Porenbeton wie Deckenplatten für F 30 oder F 90 zu dimensionieren (siehe auch Abschnitt 6). Für die Einstufung der Dächer in Feuerwiderstandsklassen gelten die Bestimmung von DIN 4102-4:1994-03, Abschnitt 3.5. Eine Einstufung in Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102-2:1977-09 ist nur dann zulässig, wenn auch die tragenden Konstruktionen der Dachplatten hinsichtlich ihrer Feuerwiderstandsfähigkeit mindestens in die gleiche Feuerwiderstandsklasse eingeordnet werden können.

Die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen gelten für werkmäßig hergestellte, frei aufliegende, bewehrte

Dachplatten W aus dampfgehärtetem Porenbeton der Festigkeitsklasse 2,2 in den Rohdichteklassen 0,40 bis 0,45, der Festigkeitsklasse 3,3 in den Rohdichteklassen 0,45 bis 0,60 und der Festigkeitsklasse 4,4 in den Rohdichteklassen 0,55 bis 0,7. Die Dachplatten haben an den Längsseiten Plattenrandprofile zur Vermörtelung. Die Länge der Dachplatten darf 8,0 m und die Stützweite 7,50 m nicht überschreiten. Die freie Kragarmlänge (gemessen vom Kragarmrand bis zum Unterstützungsrand) darf 1,5 m nicht überschreiten. Die Dachplattendicke beträgt 100 mm bis 300 mm und die Regelbreite 500 mm bis 1250 mm.

Anwendungsbereich: Dachplatten aus dampfgehärtetem Porenbeton der Festigkeitsklasse 2,2 oder 3,3 dürfen zur Ausführung von Dächern nur dann verwendet werden, wenn die mit diesen Dachplatten herzustellenden Dächer außer Windlasten gemäß DIN 1055-4:1986-08 und Schneelasten gemäß DIN 1055-5:1975-06 sowie Einzelverkehrslasten für Reinigungs- und Wiederherstellungsarbeiten gemäß DIN 1055-3:1971-06, Abschnitt 6.2, keine weiteren Verkehrslasten aufzunehmen haben.

Dachplatten aus dampfgehärtetem Porenbeton der Festigkeitsklasse 4,4 dürfen

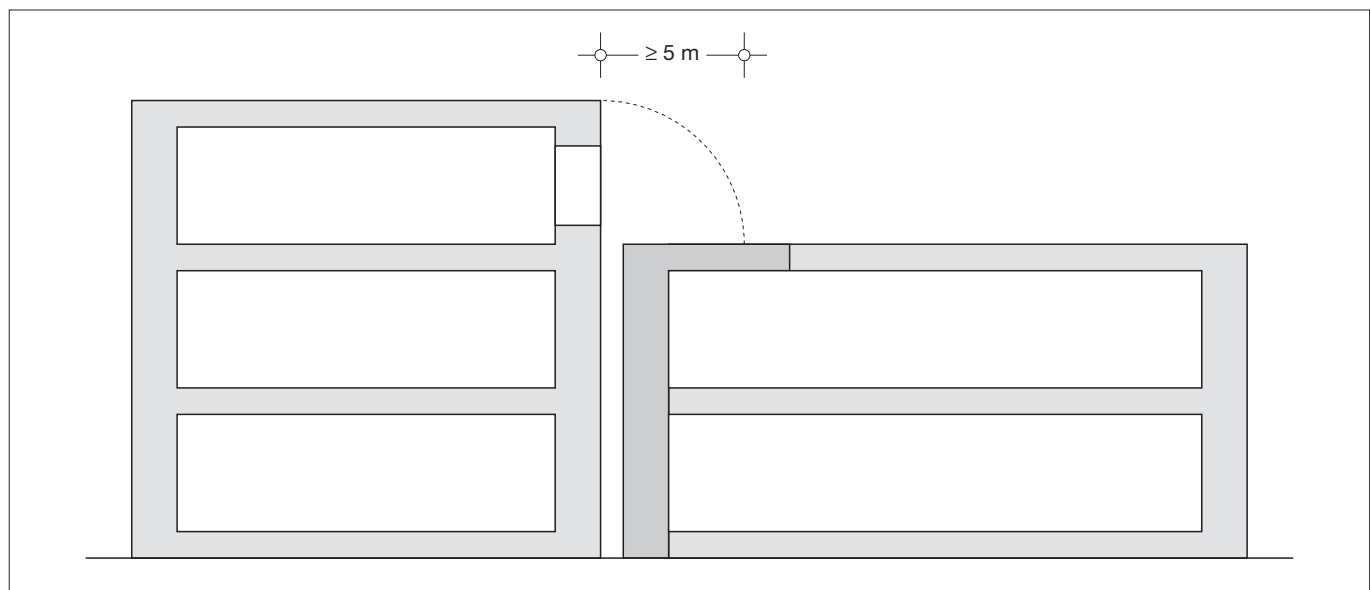


Abb. 7.1: Brandwand und 5-m-Bereich eines 2-geschossigen Anbaus an einem Gebäude mit Fenstern in der Außenwand

zur Ausführung von Dächern verwendet werden, die außer den Windlasten gemäß DIN 1055-4:1986-08 und Schneelasten gemäß DIN 1055-5:1975-06 auch Verkehrslasten gemäß DIN 1055-3:1971-06, Tabelle 1, Spalten 1 und 4, aufzunehmen haben. Dabei darf die Summe aller Verkehrslasten gemäß DIN 1055-3:1971-06, Tabelle 1, Spalten 1 und 4, den Wert von $3,5 \text{ kN/m}^2$ nicht überschreiten. Bei diesen Dachplatten erhöht sich die zulässige Verkehrslast nach DIN 1055-3:1971-06, Tabelle 1, auf $5,0 \text{ kN/m}^2$, wenn die Dächer mit einem über die Plattenfugen hinweggehenden, mindestens 40 mm dicken Aufbeton der Festigkeitsklasse $\geq \text{B15}$ bzw. C 12/15, der nach DIN 1045:1988-07, 20.1.6.3, bewehrt ist, ausgeführt werden. Diese Dächer dürfen jedoch nicht als Hubschrauberlandeplätze verwendet werden.

Die Stützweite der Dachplatten darf nicht größer sein als das 40fache der statischen Nutzhöhe. Der Aufbeton darf bei der Ermittlung der Tragfähigkeit der Dachplatten nicht berücksichtigt werden.

Dachplatten mit den Plattenrandprofilen DD oder DE gemäß Zulassung dürfen auch zur Ausbildung von Dachscheiben verwendet werden. Die auf Unterkonstruktionen aus Stahl, Stahlbeton oder Brettschichtholz verlegten Dachplatten dürfen als aussteifende Dachscheiben bis 35 m Scheibenstützweite für in Scheibenebene wirkende Lasten bis 5 kN/m senkrecht (Scheibentyp I) und parallel (Scheibentyp II) zur Spannrichtung der Dachplatten eingesetzt werden.

Ausführung von Dächern: Bei Auflagerung der Dachplatten auf Wände aus Mauerwerk oder gleichzustellenden Wandbauarten sind Auflagertiefen kleiner als 70 mm unzulässig. Die Dachplatten sind im Mörtelbett aus Mörtel der Mörtelgruppe III nach DIN 1053-1:1996-11, Tabelle A.1, Zeile 11, zu verlegen. Anstelle von Mörtel dürfen andere geeignete ausgleichende Zwischenlagen verwendet werden, wenn nachteilige Folgen für die Standsicherheit (z. B. Aufnahme von Quersugspannungen), die Verformung sowie den Schall- und Brandschutz ausgeschlossen sind. Bei Auflagerung auf Mauerwerk aus Plansteinen darf das Mörtelbett entfallen.

Bei vollflächiger Auflagerung der Dachplatten auf Stahlträgern, ebenen Stahl-

betonfertigteilen oder Brettschichtholzkonstruktionen darf auf eine Verlegung im Mörtelbett verzichtet werden. Die Tiefe des Auflagers muss in diesem Fall mindestens 50 mm oder $1/80$ der Plattenstützweite betragen, wobei der größere Wert maßgebend ist. Die Auflagerpressung ist nachzuweisen. Bei Verlegen von Dachplatten auf Brettschichtholzkonstruktionen ist die Holzkonstruktion durch Dichtungstreifen so abzudichten, dass bis zum Erhärten des Betons der Fugen und ggf. der Scheibenauflagerbereiche keine Feuchtigkeit an die Holzfläche gelangt.

Dachplatten dürfen über die Auflagerkonstruktion in einer Länge der zweifachen Plattendicke ohne rechnerischen Nachweis der Tragfähigkeit überstehen. Die Dachplatten dürfen nur in den vom Herstellwerk ausgelieferten Abmessungen eingebaut werden. In Ausnahmefällen dürfen die Dachplatten nachträglich durch Beauftragte des Herstellwerks gekürzt werden, wenn dadurch die Standsicherheit, insbesondere die Verankerung der Zugkraft in der Bewehrung nicht beeinträchtigt wird.

Alle Längs- und Quertugen der Dachplatten sind voll zu vermörteln. Für die Verfüllung ist ein Mörtel der Mörtelgruppe III nach DIN 1053-1:1996-11, Tabelle A1, Zeile 11, oder Beton der Festigkeitsklasse $\geq \text{B15}$ bzw. C 12/15 zu verwenden.

Bei Dächern, auf die nach Abschnitt 1.2 (3) der Zulassung ein bewehrter Aufbeton aufzubringen ist, darf das Verfüllen der Dachplattenfugen und das Herstellen des Aufbetons in einem Arbeitsgang vorgenommen werden. In diesem Fall ist ein Beton zu verwenden, dessen Konsistenz und Kornzusammensetzung des Zuschlags auf die Querschnitte der Verfüllnuten abgestimmt ist. Der Durchmesser des Größtkorns des Zuschlags für den Aufbeton darf in diesem Fall 8 mm nicht überschreiten.

Ausführung von Dachscheiben: Die Dachplatten müssen untereinander und mit der Unterkonstruktion gemäß der Zulassung verbunden werden. Die Längsseiten benachbarter Dachplatten im Bereich der Dachscheibe sind mit mindestens zwei zylindrischen Betondübeln $\varnothing 100 \text{ mm}$ zu verbinden. Die Dübeltiefe muss mindestens $0,6 \times d$ betragen, wobei d die Dachplattendicke ist. Die Dübel müssen von den Stirnseiten der Dachplatten und untereinander ei-

nen Abstand von mindestens 0,75 m bis höchstens 1,50 m haben.

Die Längs- und Quertugen zwischen den Dachplatten, die Ringanker, Ringbalken und Scheibenauflagerbereiche sowie die Aussparungen für die Dübel sind mit Beton mindestens der Festigkeitsklasse B 15 bzw. C 12/15 auszufüllen. Vor dem Verfüllen sind diese Bereiche und die Dübelbohrungen sorgfältig zu säubern und ausreichend anzunässen.

Jede Fuge ist mit Betonstahl BSt 500 S nach DIN 488-1:1984-09 von mindestens 8 mm und höchstens 12 mm Durchmesser bzw. mit Fugenankern aus Betonstahl BSt 500 S nach DIN 488-1:1984-09 von mindestens 6 mm Durchmesser zu bewehren. Die Fugenbewehrung ist an den Scheibenrändern jeweils zu verankern. Die Betondeckung der Fugenbewehrung zum oberen und unteren Rand der Fuge muss mindestens 20 mm, zu den seitlichen Fugenrändern 15 mm betragen.

7.3 Dächer mit Auswechselungen

In Dächern werden in besonderen Fällen Auswechselungen verlangt – z. B. für Durchbrüche. Dabei kommen u. a. Stahlrahmen zur Anwendung (s. Abb. 7.2). Soll der Dachbereich außerhalb des Durchbruches in F 30 oder F 90 erhalten bleiben, sind folgende Brandschutzmaßnahmen denkbar:

- F 30: Dämmschichtbildende Beschichtung (DSB) nach Zulassungsbescheid.
- F 90: Ummantelungen z. B. aus Platten. Bei großer Überdimensionierung (kleiner U/A Wert), geringer Spannweite und geringer Spannungsausnutzung reicht ggf. ebenfalls ein DSB-Anstrich: Entweder für F 60 zugelassen (z. Z. nur für Innenanwendung erlaubt) oder ggf. nur für F 30; die Entscheidung, was verwendet werden könnte, muss durch eine Begutachtung im Einzelfall festgelegt werden.

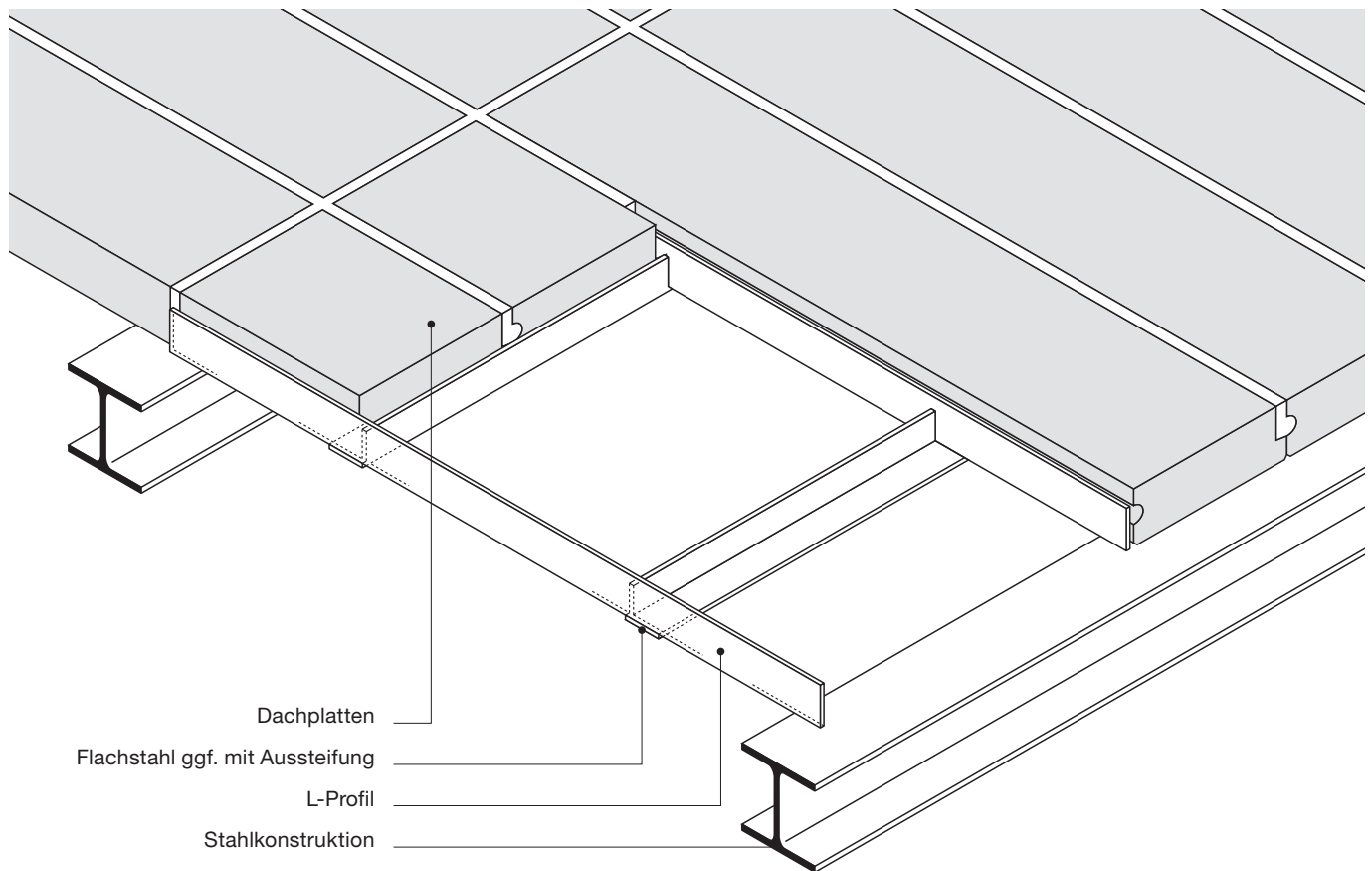


Abb. 7.2: Dach mit Auswechslung durch einen Stahlrahmen

8 Brandschutz durch Bekleidungen

8.1 Allgemeines

Fachgerecht ausgeführte Bekleidungen können bei ausreichender Befestigung und unter Berücksichtigung spezieller brandschutztechnischer Gesichtspunkte die Feuerwiderstandsdauer eines Bauteils erheblich verbessern. Die Verlängerung der Feuerwiderstandsdauer hängt dabei von vielen Einflüssen ab. Die wichtigsten Einflüsse sind: Bekleidungs-Baustoff, -Dicke und -Befestigung, wobei u. a. Anschlüsse, Auflager, Halterungen, Fugen, Verbindungsmittel und Spannweiten sowie bei Putzbekleidungen das Haftvermögen wichtige Detaileinflüsse darstellen. Es können im Wesentlichen folgende Bekleidungsarten unterschieden werden:

- Putzbekleidungen: Es gelten die Bestimmungen von DIN 4102-4. Sie wurden bezüglich der hier in Frage stehenden Porenbetonbauteile in den Abschnitten 5 (Wände), 6 (Decken), 7 (Dächer) bereits behandelt.
- Vorsatzschalen: Vorsatzschalen, soweit sie aus Porenbeton bestehen, werden zusammen mit Stützenbekleidungen aus Porenbeton im Abschnitt 8.3 behandelt.
- Unterdecken: Unterdecken sind gemäß DIN 18 168-1 leichte Deckenbekleidungen mit einem Eigengewicht bis zu $0,5 \text{ kN/m}^2$, die keine wesentliche Tragfähigkeit besitzen und daher auch nicht betreten werden dürfen. Sie werden im Abschnitt 8.5 kurz beschrieben.

Wie aus den Abschnitten 5 bis 7 hervorgeht, erreichen die wirtschaftlich hergestellten Porenbetonbauteile alle in DIN 4102-2 und DIN EN 13501-1 definierten Feuerwiderstandsklassen auch ohne Bekleidungen. In brandschutztechnischer Sicht sollten Bekleidungen daher nur dort, wo wesentliche Vorteile erzielt werden bzw. in Sonderfällen zum Brandschutz mit Porenbetonbauteilen Bemessung herangezogen werden.

8.2 Bemessung von Stahlträgerdecken mit Träger-Bekleidungen

Stahlträgerdecken bzw. -dächer besitzen i. a. freiliegende Stahlträger mit einer oberseitigen „Abdeckung“ aus Stahl-

beton- oder Porenbetonbauteilen. Die Porenbetonbauteile sind nach den Abschnitten 6 und 7 zu bemessen.

Die Stahlträger sind mit einer kastenförmigen oder profilfolgenden Bekleidung zu versehen. Die erforderliche Bekleidungsstärke ist für genormte Bekleidungen der DIN 4102-4 und für firmengebundene Bekleidungen den jeweils gültigen Prüfzeugnissen zu entnehmen. Spritzputze, die ohne Putzträger wie z. B. Rippenstreckmetall, Drahtgewebe o. ä. aufgebracht werden, sind zulassungspflichtig.

Die Mindestputzstärken solcher Putze sind den jeweils gültigen Zulassungsbescheiden zu entnehmen.

8.3 Bemessung von Stahlstützen mit Porenbeton-Bekleidungen

8.3.1 Mauerwerk- und Plattenbekleidungen

Bekleidungen aus Porenbeton-Mauerwerk müssen im Verband errichtet werden und gemäß DIN 4102-4 die in Tab. 8.1 angegebenen Mindeststärken besitzen. Die Bekleidung darf unmittelbar am Stahl anliegen.

Die Bekleidungen sind durch eingelegte Stahlbügel mit einem Durchmesser $\geq 5 \text{ mm}$ mindestens in Abständen von 250 mm in der Bekleidungsmitte zu bewehren. Die Bewehrung ist nicht notwendig, wenn die Stützen in ganzer Höhe in Wände nach Abschnitt 5 eingebaut werden und die an den Stützen vorbeigeführten Wandteile mit der in den Normtabellen 38 bzw. 93 der DIN 4102-4 (s. Tab. 8.1) angegebenen Mindeststärken durch den Verband mit den angrenzenden Wandteilen verbunden sind.

Alle Bekleidungen müssen von der Oberkante Fußboden auf ganzer Stützenlänge bis zur Unterkante Rohdecke angeordnet werden. Bei ausbetonierten Hohlprofilstützen müssen in Abständen von maximal 5 m jeweils zwei Löcher mit je 3 cm^2 Querschnittsfläche ($1,2 \text{ cm}^2/\text{Ild. m}$) angeordnet werden, damit der sich bei der Erhitzung bildende Wasserdampf entweichen kann. Einzelheiten hierzu

siehe DIN 4102-4:1994-03, Abschnitt 6.3.2.2.

8.3.2 Stahlstützen mit Porenbeton-Vorsatzschalen

Im Stahlskelettbau werden häufig zweischalige Außenwandkonstruktionen verwendet, bei denen die Stahlbauteile – insbesondere Stahlstützen – zwischen den Wandschalen angeordnet werden. Die innere Wandschale wird häufig durch leichte Bekleidungen – z. B. durch Gipskartonplatten – die äußere in der Regel durch Stahlbeton- oder Porenbetonplatten gebildet. Derartige Vorsatzschalen müssen für die Feuerwiderstandsklassen F 30 bis F 180 mindestens die in Tab. 8.1, Zeile 1, angegebenen Mindeststärken besitzen. Die Feuerwiderstandsklasse derartiger Konstruktionen ist durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder durch Prüfzeugnis nachzuweisen.

8.4 Bemessung von Stahl-Zuggliedern mit Porenbeton-Bekleidungen

Nach DIN 4102-4 sind die Feuerwiderstandsklassen von Stahl-Zuggliedern einschließlich ihrer Anschlüsse auf der Grundlage von Normprüfungen zu ermitteln. Als Richtwerte für die Mindestbekleidungsstärke können die in Tab. 8.1 für Stützen angegebenen Werte verwendet werden. Um überproportionale Dehnungen der Zugglieder zu vermeiden, wird jedoch empfohlen, jeweils die 1,5-fache Bekleidungsstärke zu wählen.

8.5 Bemessung von Unterdecken

Brandschutztechnisch richtig bemessene Unterdecken nach DIN 4102-4:1994-03, Abschnitt 6.5, oder nach gültigen Prüfzeugnissen verbessern die Feuerwiderstandsdauer der jeweils darüber befindlichen Decken- oder Dachkonstruktion, die u. a. auch aus Porenbetonplatten bestehen können. Bei Bemessung nach DIN 4102-4 sind die Randbedingungen für die dort angeführte Bauart I zu beachten. Besteht die Unterkonstruktion der Porenbetonplatten aus Stahlbeton, gelten die Hinweise in Abschnitt 6.

Tab. 8.1: Mindestbekleidungsdicke d [mm] von Stahlstützen mit $U/A \leq 300 \text{ m}^{-1}$ mit einer Bekleidung aus Porenbeton-Blocksteinen, -Plansteinen, -Planbauplatten, -Bauplatten, -Planelementen oder bewehrtem Porenbeton (ergänzter Auszug aus DIN 4102-4:1994-03 Tabelle 93)

Zeile	Bekleidung aus	Feuerwiderstandsklasse-Benennung ¹⁾				
		F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 120-A	F 180-A
1	bewehrtem Porenbeton nach DIN 4223	50 (30)	50 (30)	50 (40)	60 (50)	75 (60)
2	Mauerwerk oder Wandbauplatten nach DIN 1053-1 bzw. DIN 4103-1 unter Verwendung von Porenbeton-Plansteinen nach DIN V 4165-100, Porenbeton-Planbauplatten nach DIN 4166 sowie Porenbeton-Planelementen nach Zulassungsbescheid	50 (50)	50 (50)	50 (50)	60 (50)	70 (50)

¹⁾ Die ()-Werte gelten für Stützen aus Hohlprofilen, die vollständig ausbetoniert sind, sowie für Stützen mit offenen Profilen, bei denen die Flächen zwischen den Flanschen vollständig ausbetoniert, vermörtelt oder ausgemauert sind.

9 Komplextrennwände

9.1 Allgemeines

Komplextrennwände sind nach den „Allgemeinen Bestimmungen für die Industrie-Feuer-Versicherung“ bauliche Trennungen, die Gebäude oder Gebäudegruppen in brandsichere Komplexe unterteilen. Im Industriebau haben sich Komplextrennwände als so widerstandsfähig erwiesen, dass die Feuerversicherer sie zu einer Grundlage ihres Tarifsystems machen konnten. Wegen ihrer brandschutz- und versicherungstechnischen Bedeutung werden an Komplextrennwände höhere Anforderungen als an Brandwände nach Bauordnung gestellt. Im Sprachgebrauch von DIN 4102 sind Komplextrennwände Wände mit der Benennung F 180-A, die im Vergleich zur DIN 4102 Teil 3 einen erhöhten Widerstand gegenüber Stoßbeanspruchung (4000 Nm Stoßbeanspruchung statt 3000 Nm) besitzen.

9.2 Randbedingungen

Die bautechnischen Randbedingungen für Komplextrennwände aus Porenbeton gehen im Einzelnen aus Tab. 9.1 sowie den jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen hervor:

- Für die Fugen-Ausbildungen und -Verbindungen sowie die Anschlüsse gelten die Erläuterungen zu Abschnitt 5.7 sinngemäß.
- Die Bewehrung von Wandplatten muss wegen der langen Brandbeanspruchung von 180 min einen Achsabstand von $u \geq 30$ mm aufweisen (siehe die jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisse).
- Alle aussteifenden Bauteile müssen der Feuerwiderstandsklasse F 180 angehören. Die in Abschnitt 5.7 wiedergegebenen Bestimmungen und Erläuterungen gelten hier sinngemäß.
- Die für F 180 bemessenen Stützen und Riegel aus Stahlbeton sind ausreichend stoßsicher im Sinne von DIN 4102-3 – auch für eine Stoßenergie von 4000 Nm. Dies gilt auch für entsprechend bemessene Stahl-Stützen und -Riegel, wenn die Bekleidung nach den Angaben der Abb. 5.38 und 5.39

Detail 1 sowie Abb. 5.40 Details 4 bis 7 ausgeführt wird.

Abschließend ist bei Komplextrennwänden darauf hinzuweisen, dass

- alle bauaufsichtlichen Vorschriften, wie sie für Brandwände gelten, sinngemäß anzuwenden sind und
- alle sonstigen, hier nicht behandelten Bestimmungen der jeweils gültigen Normen und Zulassungsbescheide zu beachten sind.

9.3 Bemessung von Komplextrennwänden

Nach der europäischen Normung würde eine tragende Komplextrennwand als REI-M 180 mit erhöhtem Widerstand gegen Stoßbeanspruchung (4000 Nm) bezeichnet.

Nach den Versicherungsbestimmungen gelten als Komplextrennwände z. B. Wände aus Porenbetonmauerwerk mit mindestens 365 mm Dicke bzw. Wände aus bewehrtem Porenbeton mit mindestens 250 mm Dicke.

Die Mindestdicken wurden durch Prüfungen ermittelt und unter Berücksichtigung der vorliegenden Prüfbestimmungen nach DIN 4102 können die in Tab. 9.1 zusammengestellten Wandbauarten als Komplextrennwände eingestuft werden.

Aufgrund der höheren Branddauer (180 min) und der höheren Stoßenergie (4000 Nm) sind die Mindestwanddicken von Komplextrennwänden deutlich größer als bei Brandwänden, d. h. die erreichte Brandsicherheit liegt über den öffentlich-rechtlichen Anforderungen und führt somit zu einer signifikanten Erhöhung des Sachschutzes und des Gebäudeschutzes im Brandfall.

Auch unbewehrte Wandtafeln müssen eine Mindestdicke von 365 mm aufweisen. Ob hier aufgrund der in Abschnitt 5.7 geschilderten Zusammenhänge ggf. eine Reduzierung auf 300 mm möglich ist, muss noch durch Prüfzeugnis nachgewiesen werden.

Für zweischalige Komplextrennwände gelten die vorstehenden Erläuterungen sinngemäß.

9.4 Versicherungstechnische Betrachtungen / Prämien-einsparung durch Komplextrennung

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 deutschen Versicherungswirtschaft mehr als 2,2 Mrd. Euro, wovon allein annähernd 1,4 Mrd. Euro auf Brand- und Brandfolgeschäden inklusive daraus resultierender Betriebsunterbrechungen entfallen. Nach dem Schadenseintritt und nachgeschalteter Ursachenanalyse stellte sich oft heraus, dass der Schaden durchaus vermeidbar bzw. minimierbar gewesen wäre, wenn hinreichend zuverlässige bauliche Brandschutzmaßnahmen durchgeführt worden wären.

Grundsätzlich bedeutet die Brandgefahr insgesamt eine ernste existenzielle Bedrohung für industrielle und gewerbliche Betriebe. Eine Feuer- und Feuerbetriebsunterbrechungsversicherung vermag den Schaden eines Brandes nur bedingt ausgleichen. Nicht ersetzbare Verluste, wie zum Beispiel solche an Leben, Gesundheit und der natürlichen Lebensgrundlagen sowie der Verlust 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 die Dächer der Industrie- und Gewerbegebäude großflächig ausbreiten und/oder weitergeleitet sowie ins Gebäudeinnere eintragen werden, häufig zum Totalverlust (s. Abb. 9.1). Diesem kann jedoch durch vorbeugende Brandschutzmaßnahmen wirksam begegnet 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.

Durch die gezielte Ausführung bestimmter Maßnahmen des vorbeugen-

Tab. 9.1: Randbedingungen für Komplextrennwände aus genormten und zugelassenen Porenbeton-Wandarten der Klasse F 180-A bzw. REI-M 180

Zeile	Wandart	Zulässige Schlankheit h_s/d	Mindestwanddicke d [mm]		Mindest-Achsabstand der Bewehrung u [mm]
			einschalige Ausführung	zweischalige Ausführung	
1	Wände aus bewehrten Porenbeton aus Wandplatten, nichttragend, liegend oder stehend angeordnet	Bemessung nach Zulassungsbescheid oder DIN 4223	250 ^{1) 2)}	2 x 200	gemäß allgemeinem bauaufsichtlichem Prüfzeugnis
1.1	Festigkeitsklasse P 4,4 Rohdichteklasse $\geq 0,55$				
1.2	Wandtafeln, tragend, stehend angeordnet				
	Festigkeitsklasse P 4,4 Rohdichteklasse $\geq 0,6$ bei einem Ausnutzungsfaktor ³⁾ von				
1.2.1	$\alpha_4 = 0,5$		240	2 x 200	50
1.2.2	$\alpha_4 = 1,0$		300	2 x 200	60
2	Wände aus unbewehrtem Porenbeton-Mauerwerk nach DIN 1053	Bemessung nach DIN 1053-1			entfällt
2.1					
2.2	Porenbeton-Plansteine nach DIN V 4165-100 oder DIN EN 771-4 in Verbindung mit DIN V 20 000-404 Rohdichteklasse $\geq 0,55$ mit Dünnbettmörtel in Stoß- u. Lagerfugen		365 ⁴⁾	2 x 240	
2.3	Planelemente nach Zulassungsbescheid Rohdichteklasse $\geq 0,55$ mit Dünnbettmörtel in Stoß- u. Lagerfugen	Bemessung nach Zulassungsbescheid	365 ⁴⁾	2 x 240	

¹⁾ Gemäß allgemein bauaufsichtlichem Prüfzeugnis P-3590/4066-MPA-BS der TU Braunschweig vom 15.02.07 (Antragsteller: Bundesverband Porenbeton). Darüber hinaus hat die geprüfte Wand nach Durchführung der erhöhten Stoßbeanspruchung von 4000 Nm nach 180 Minuten die Anforderungen an Bauteile hinsichtlich einer Feuerwiderstandsdauer bis zur 360 Minute erfüllt (Erg. vom 15.02.07).

²⁾ Gemäß allgemein bauaufsichtlichem Prüfzeugnis P-3154/276/07-MPA-BS der TU Braunschweig vom 19.12.07 (Antragsteller: Xella Aircrete Systems).

³⁾ Der Ausnutzungsfaktor α_4 beschreibt das Verhältnis der vorhandenen Beanspruchung zur zulässigen Beanspruchung gemäß Zulassung oder DIN 4223.

⁴⁾ Gemäß allgemein bauaufsichtlichem Prüfzeugnis P-3630/4466-MPA-BS der TU Braunschweig vom 27.02.07 (Antragsteller: Bundesverband Porenbeton)

den baulichen Brandschutzes können – unabhängig von den bauaufsichtlichen Anforderungen – wesentliche Kosteneinsparungen durch geringere Versicherungsprämien erzielt werden.

Die Praxis zeigt, dass die Verwendung von Porenbeton im Wand- und Deckenbereich sowie als Abschottung über die bauaufsichtlichen Anforderungen hinaus, z. B. als Komplextrennwand, von den Versicherern positiv bewertet und durch Prämienersparung belohnt wird. In erster Linie hängt die Prämienfestlegung von anderen Faktoren ab wie Nutzung, Lage, Ausstattung usw. Der bauliche Brandschutz selbst ist nur ein Aspekt von vielen. Für ein und

dasselbe Objekt ergeben sich je nach Gewichtung der einzelnen Einflussgrößen unterschiedlich hohe Feuerversicherungsprämien.

9.5 Schadensfälle und Brand-erfahrungen

9.5.1 Brand in einer Industrie-halle

Der betroffene 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, konnte dank der Porenbeton-Brandwand der Feuerübergriff auf die zweite Lagerhalle verhindert werden (siehe Abb. 9.2 und 9.3). Damit wurde der Gesamtschaden für den Industriebetrieb erheblich reduziert.

9.5.2 Brand eines Reifenlagers

Die betroffene Reifen-Lagerhalle mit einer Grundfläche von 20 x 30 m grenzt direkt an einen anderen Industriebaukomplex mit Büroräumen. Getrennt sind beide durch eine Brandwand aus liegend



Abb. 9.1: Eine 8500 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)

angeordneten Porenbeton-Wandplatten. Auch die anderen Außenwände bestehen aus Porenbeton-Wandplatten mit Fenster- und Türöffnungen. Das Dach war als Stahltrapezblechdach ausgebildet.

In der Halle war im August 2007 zur Nachtzeit ein Brand ausgebrochen. Wie durch die Feuerwehr und den im Nachhinein beauftragten Sachverständigen bestätigt, hielt die Porenbeton-Brandwand bestens dem Brand stand und es konnte dadurch ein Übergreifen des Brandes auf den benachbarten Industriebaukomplex verhindert und die durch den Brand entstehenden Gesamtkosten erheblich vermindert werden. Durch die in Halle gelagerten ca. 1.700 Reifen entstand bei dem 3-stündigen Brand eine Brandbeanspruchung von ca. 1200 °C, die erheblich über der in einer Brandprüfung anzusetzende Normbrandtemperaturbeanspruchung liegt. Selbst auf der brandabgewandten Seite war die Oberflächentemperaturerhöhung so niedrig, dass die dort an der Wand befindliche Tapete erhalten blieb. Die

Brandwand aus Porenbeton hat brandschutzmäßig alles erfüllt, ja sogar bei weitem übertroffen.

9.5.3 Sicherheitstechnische Betrachtung

Eine Betrachtung der für den Brandschutz zu beachtenden Vorschriften zeigt, dass Brandwände und Komplextrennwände wesentliche Komponenten 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 zuverlässig verhindert werden.

Verschiedene Maßnahmen können zur Umsetzung dieses Schutzzieles getroffen werden:

- Verwendung ausschließlich nicht-brennbarer Baustoffe,
- feuerbeständige Bauteile einbauen, Brandwände müssen gegen horizontale Stoßeinwirkungen ausgebildet sein,
- der verwendete Baustoff sollte im Brandfall nur eine begrenzte Wärmeleitfähigkeit aufweisen,
- ausreichend stabile Bauart der Wände, damit einstürzende Bauteile die Brandwände 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 Brandwände (Überdachführung, Brandwand vor Kopf) unterbrechen.

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



Abb. 9.2: Brand einer Lagerhalle: Von der intakten Porenbeton-Brandwand konnten wirksame Löscharbeiten durchgeführt werden



Abb. 9.3: Brand einer Lagerhalle: Die intakte Porenbeton-Brandwand verhinderte einen Übergriff des Brandes auf die zweite Halle



Abb. 9.4: Brand einer Reifen-Lagerhalle



Abb. 9.5: Brand einer Reifen-Lagerhalle: Durch die Brandwand aus Porenbeton konnte trotz der extrem hohen Brandbeanspruchung ein Übergriff des Brandes auf den benachbarten Industriebaukomplex verhindert werden.



Abb. 9.6: Im abgebildeten Schadensfall konnte das Feuer von einem 20 Meter entfernten Gebäude (rechts) über geparkte Fahrzeuge hinweg auf die Halle (links) zugreifen. Eine Porenbeton-Außenwand hätte das verhindern können (Foto: Allianz)

Die Abb. 9.6 zeigt auch, dass es im Einzelfall durchaus sinnvoll ist, selbst bei größeren Gebäudeabständen, die Außenwände als Brandwände auszubilden, um die Brandweiterleitung von Nachbargebäuden zuverlässig zu verhindern. Zur Brandweiterleitung kann es z. B. kommen, wenn die Abstandsflächen für Transportzwecke, Parkzwecke oder temporäre Lagerungen genutzt werden.

9.6 Wiederinstandsetzung brandgeschädigter Porenbetonbauteile

9.6.1 Vorbemerkung

Der Umfang der durch ein Schadensfeuer verursachten Zerstörungen hängt von vielen Einflussgrößen ab. Im Brandfall erleiden die Baustoffe Porenbeton, Stahl, Putz usw. in Abhängigkeit von der Temperatur Festigkeitsminderungen. Wie groß die Einbußen sind, kann nur durch Prüfungen bestimmt oder anhand von Prüferfahrungen abgeschätzt werden.

Patentrezepte für die Sanierung von Brandschäden können nicht angegeben werden. Einzelheiten sind stets mit Rücksicht auf das brandgeschädigte Gebäude festzulegen, wobei der Zustand anderer Baustoffe und Konstruktionen, die ggf. neben Porenbetonbauteilen verwendet wurden, ebenfalls zu berücksichtigen ist.

Die folgenden Ausführungen sollen helfen, die richtigen Entscheidungen zu treffen. In einigen Fällen kann es wirtschaftlicher sein, das ganze Gebäude oder Gebäudeteile trotz Sanierungsfähigkeit abzureißen und neu zu errichten, als lokale Erneuerungen vorzunehmen. Zu beachten sind insbesondere langanhaltende Brandgerüche nach einem Brand, insbesondere bei brennbaren Bauteilen.

9.6.2 Schadensermittlung

Um einen Brandschaden beurteilen zu können, ist es notwendig, den Umfang des Schadens möglichst genau zu erfassen. Hierzu gehören u. a.:

1. Ermittlung von Branddauer und -intensität mit dem Ziel, die Brandwirkungen bzw. die äquivalente Branddauer t_a analog zur DIN 18230-1 „Baulicher Brandschutz im Industriebau“ zu bestimmen – d. h. es wird die Branddauer bei Beanspruchung nach DIN 4102-2 (ETK) ermittelt, bei der dieselben Schäden auftreten wie bei dem beobachteten realen Schadenfeuer.
2. Feststellung der Zermürbungstiefe brandbeanspruchter Porenbetonoberflächen (vgl. Abb. 9.7). Die Zermürbungstiefe von Porenbeton ist für zwei Festigkeitsklassen in Abhängigkeit von der Branddauer und

Temperatur auf den Abb. 9.8 und 9.9 dargestellt. Mit Hilfe dieser Diagramme kann die äquivalente Branddauer t_a abgeschätzt werden, wenn man die Schädigungstiefe eines brandbeanspruchten Bauteils kennt bzw. ermittelt hat.

Beispiel: Die Temperaturangaben auf Abb. 9.8 beziehen sich auf eine Schädigungstiefe s nach entsprechender Branddauer t ; z. B. nach 120 min Branddauer ergeben sich 700 °C in ca. 35 mm Bauteiltiefe, d. h. die zermürbte Schicht ist 35 mm tief und die äquivalente Branddauer t_a ist demnach 120 min.

3. Die Bestimmung der äquivalenten Branddauer gemäß den Abb. 9.8 und 9.9: Nach den Ergebnissen des Abschnittes 2 erleidet der Porenbeton bis 700 °C praktisch keine Festigkeitsverluste, so dass die Festigkeitsabnahme und Zermürbung erst bei dieser Temperatur beginnt. Bauteile, welche nur bis z. B. 500 °C erwärmt werden, haben nach dem Erkalten praktisch wieder ihre ursprünglichen Festigkeitswerte, d. h. das Material ist nicht zerstört; eine äquivalente Branddauer t_a kann aus der 500 °C-Temperaturgrenzlinie somit nicht ermittelt werden. Wenn man also die zermürbte Schicht ohne großen Kraftaufwand abträgt, dann erhält man etwa die Tiefe von $T_{\max} = 700$ °C

und kann aus der Branddauer nach ETK das t_a ermitteln.

Bei der Bestimmung von t_a ist folgendes zu beachten: Aus den Abb. 9.8 und 9.9 geht hervor, dass der leichte Porenbeton bei einem $t_a = 120$ min eine Schädigungstiefe von knapp 35 mm aufweist, wohingegen der schwerere Porenbeton nach 120 min nur etwa 30 mm tief geschädigt ist. Dieses Ergebnis stimmt mit den Erfahrungen überein, dass die Porenbetone mit $\rho = 500 \text{ kg/m}^3$ sich in Brandversuchen nach der ETK langsamer erwärmen als Betone mit $\rho = 340 \text{ kg/m}^3$. Die Feuchtegehalte des Porenbetons spielen im praktischen Bereich von ca. 4 Gew.-% in diesem Zusammenhang nur eine untergeordnete Rolle. Eine erhöhte Feuchte verursacht zwar eine höhere Wärmeleitung bei $T < 100 \text{ }^\circ\text{C}$, allerdings wird dieser Effekt vollständig ausgeglichen durch die höhere Wärmeabsorption infolge der Wasserverdampfung bei $T \geq 100 \text{ }^\circ\text{C}$ (s. Abschnitt 2). In den Abbildungen 9.6 und 9.7 sind zusätzlich noch die $300 \text{ }^\circ\text{C}$ und $500 \text{ }^\circ\text{C}$ Isothermen eingetragen. Im Bereich bis $300 \text{ }^\circ\text{C}$ kommt es bei Porenbeton zu einer Zunahme des E-Moduls und im Bereich bis $500 \text{ }^\circ\text{C}$ wieder zu einer geringen Abnahme des E-Moduls.

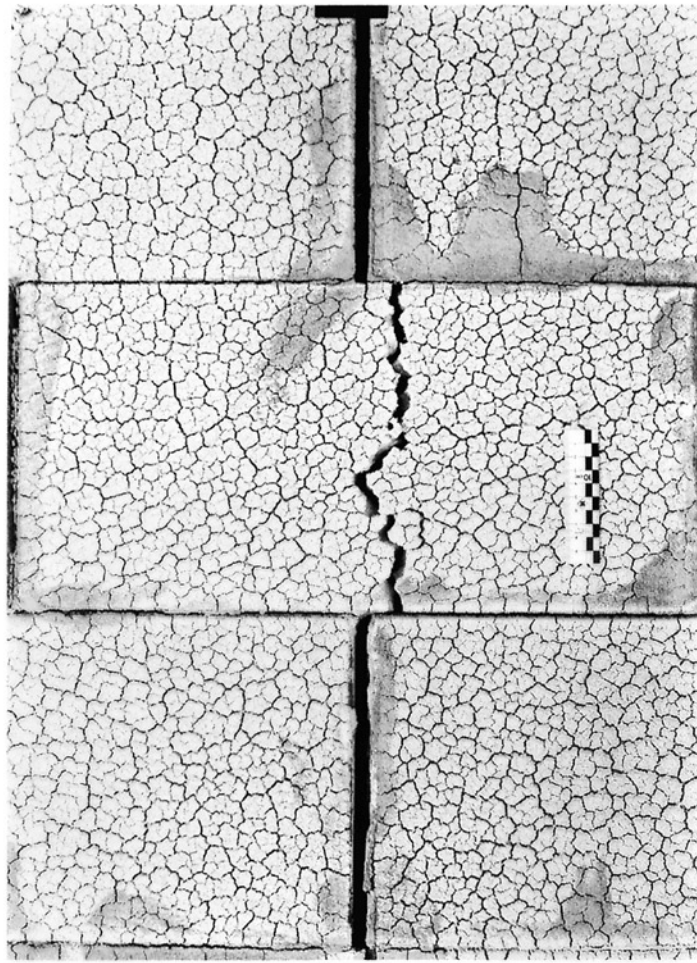


Abb. 9.7: Porenbeton-Oberfläche nach > 90 min Brandbeanspruchung nach DIN 4102-2 (ETK)

4. Mit der Feststellung der Zermürbungstiefe kann die Größe der tragenden Restquerschnitte der jeweils vorliegenden Bauteile und die Restfestigkeit des Porenbetons abgeschätzt werden. In besonderen Fällen kann es notwendig werden, die Restfestigkeit des Baustoffes zu messen.
5. Ermittlung der Restfestigkeit der Bewehrung und Vergleich der gefundenen σ - ϵ -Diagramme mit bekannten Diagrammen von Referenzmessungen. Auf Zugprüfungen kann ggf. verzichtet werden, wenn die festgestellte Zermürbungstiefe, die ermittelte äquivalente Branddauer und andere Indizien eindeutig zeigen, dass die Temperaturbeanspruchung der Bewehrung vergleichsweise gering, z. B. kleiner $350 \text{ }^\circ\text{C}$ war. Bleibende Verformungen von auf Biegung beanspruchten Dach- oder Deckenplatten geben hier weitere Hinweise.
6. Feststellung der Funktionsfähigkeit des gewählten Korrosionsschutzes der Bewehrung. Entsprechend DIN

4223 wird die Bewehrung durch Korrosionsschutzmittel geschützt. Die verwendeten Schutzmittel auf Bitumen-, Kunststoff- oder Zementbasis dürfen nicht zerstört werden, was insbesondere im Hinblick auf Langzeitschäden von Bedeutung ist.

7. Nach jedem Brandfall ist außerdem der Frage nachzugehen, welche Stoffe verbrannt sind und ob korrosionsfördernde Gasen gebildet wurden. Der wichtige Nachweis von Chlorid in Beton bzw. Porenbeton sollte nur von Fachleuten mit spezieller Erfahrung durchgeführt werden. Chlorideinwirkungen sind insbesondere bei PVC-Kabelbränden von längerer Dauer zu erwarten.

8. Suche nach Rauchspuren, Brandflecken und Schmelzprodukten, um über die maximal aufgetretenen Temperaturen eine Auskunft zu erhalten.

Das Aussehen von Gegenständen aus Holz, Kunststoffen, Aluminium, Glas, Stahl usw. gibt wertvolle Hinweise.

9.6.3 Schadensbeurteilung

Nach der Erfassung aller Schäden und nach Feststellung der beim geschädigten Gebäude vorliegenden statischen Randbedingungen ist eine Analyse und Beurteilung des eingetretenen Schadens möglich. Durch die Bestimmung eines t_a -Wertes kann z. B. anhand von Prüferfahrungen aus Brandversuchen oder rechnerischen Untersuchungen der Schadensumfang quantifiziert werden. Erst danach lässt sich die Frage der Instandsetzung hinsichtlich der Art und dem Umfang entscheiden.

9.6.4 Schadensbehebung

Wie einleitend bereits erwähnt, können für die Schadensbehebung brandbean-

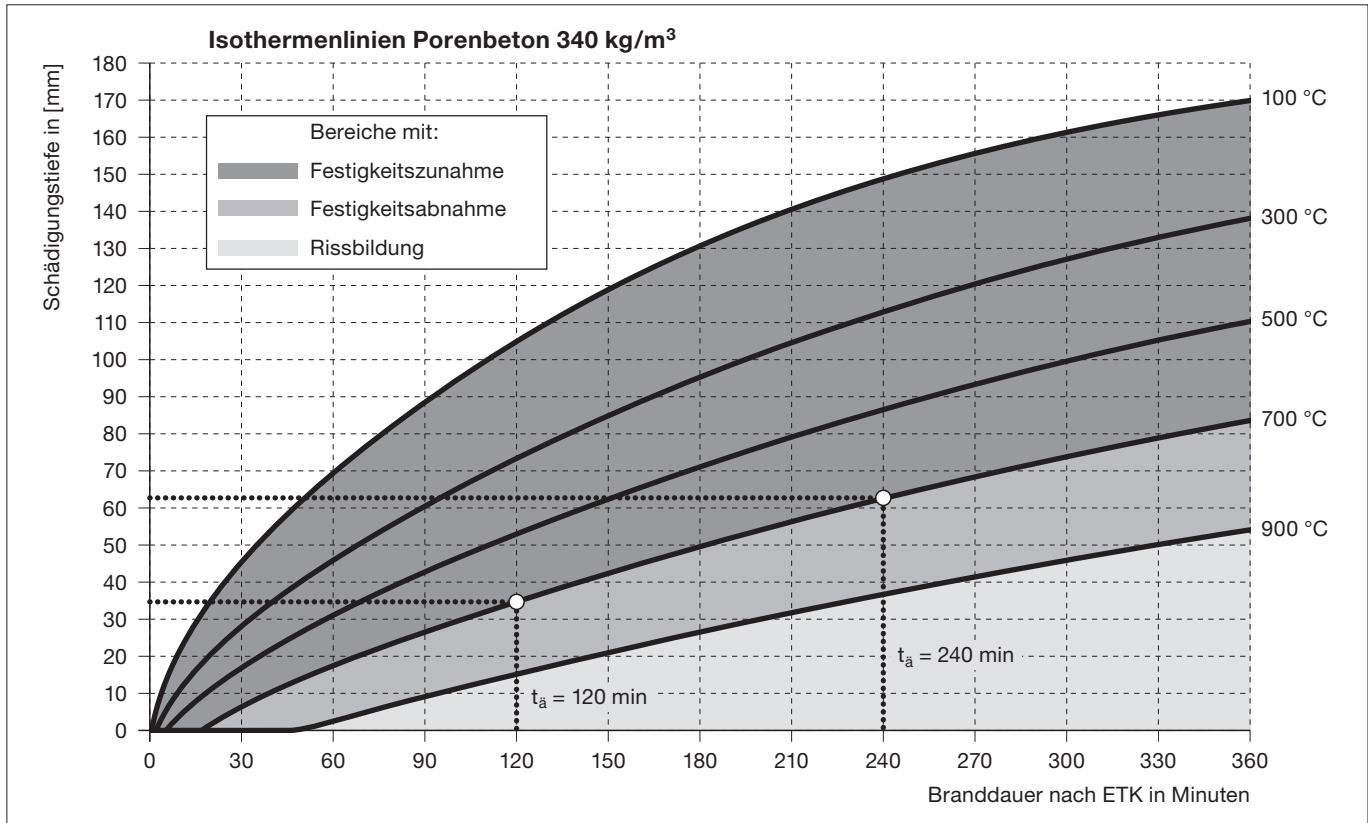


Abb. 9.8: Bestimmung der äquivalenten Normbranddauer $t_{\ddot{a}}$ eines Porenbetonbauteils mit einer Dichte von 340 kg/m³ anhand der 700 °C – Isotherme

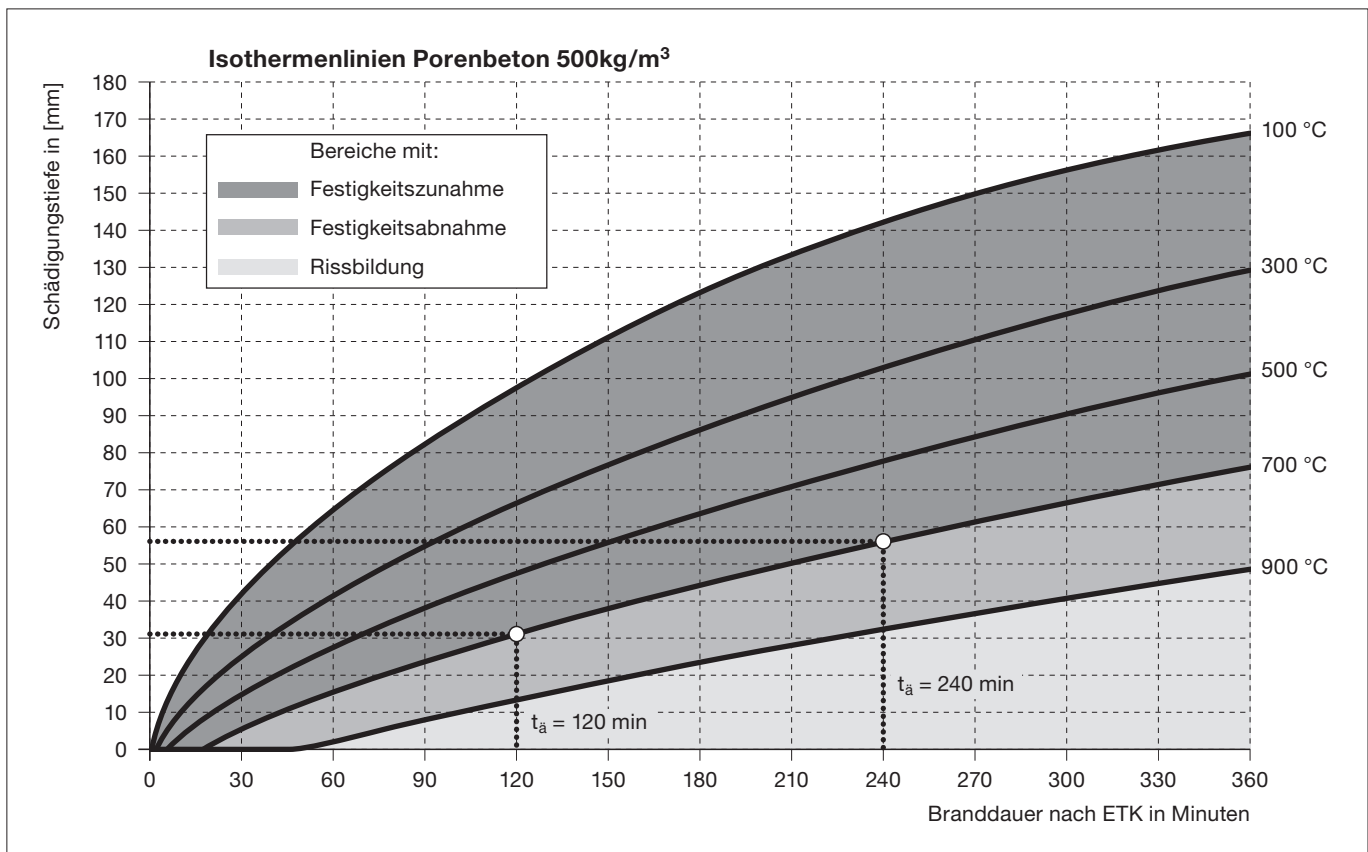


Abb. 9.9: Bestimmung der äquivalenten Normbranddauer $t_{\ddot{a}}$ eines Porenbetonbauteils mit einer Dichte von 500 kg/m³ anhand der 700 °C-Isotherme

spruchter Porenbetonbauteile keine Patentrezepte gegeben werden. Aufgrund der guten Temperaturbeständigkeit des Porenbetons sind die Schäden in der Regel gering. Bei Mischbauweisen ist der Schadensumfang jedoch häufig von dem Baustoff mit der geringsten Brandbeständigkeit bestimmt. Einzelheiten sind jeweils aufgrund der Schadensermittlung und -beurteilung festzulegen. Dabei muss zwischen bewehrten und unbewehrten Porenbeton-Bauteilen unterschieden werden.

Bei bewehrten Bauteilen ist die Frage einer Instandsetzung wegen der Beurteilung des Korrosionsschutzes in der Regel schwieriger als bei unbewehrten Bauteilen. Bei starken bzw. tieferliegenden Zermürbungen und messbaren Verformungen ist ein Auswechseln der Bauteile i. a. günstiger als die Bauteilsanierung. Bei minimalen Zermürbungen ist eine Strahlreinigung mit anschließendem Putzen in der Regel ausreichend. In Fällen geringer Brandbeanspruchung reicht einfaches Reinigen – ggf. mit anschließender Oberflächenbehandlung (kosmetische Sanierung) – aus.

Bei unbewehrten Bauteilen mit starker, tieferliegender Zermürbung, aber ausreichender Standfestigkeit, ist das Entfernen der zermürbten Zonen und Putze in der Regel ausreichend; ggf. kann auf eine Entfernung der zermürbten Schicht sogar verzichtet und eine Vorsatzschale angebracht werden. Bei minimaler Zermürbung gilt das im vorstehenden Absatz Gesagte, d. h. es genügt eine kosmetische Sanierung. Bei nicht ausreichender Standsicherheit müssen auch unbewehrte Porenbetonbauteile ausgetauscht werden.

10 Einsatz von Porenbeton im Ofen- und Kaminbau

10.1 Einleitung

Aufgrund seiner sehr guten thermischen und brandschutztechnischen Eigenschaften eignet sich Porenbeton u. a. als Baustoff für Prüf- und Kachelöfen, sowie für den Kaminbau. Dabei geht es u. a. um formbeständige Steine aus Porenbeton, Vormauerschalen, Sockelstützen und Schornsteinformsteine.

Im Folgenden werden Hinweise zur Einstufung von Porenbetonbauteilen unter Hochtemperaturbeanspruchung unter Berücksichtigung der maßgebenden Bestimmungen gegeben, Einsatzgebiete des Baustoffes für den Kachelofenbau aufgezeigt und durch Einbau- und Verarbeitungshinweise vervollständigt.

10.2 Porenbetonprodukte für praktische Anwendungen im Ofen- und Kaminbau

Für den Kamin- und Ofenbau gibt es eine Vielzahl genormter und zugelassener Bauprodukte (vergl. Tab. 10.1). Die Produktpalette der Hersteller reicht von Porenbeton – Plansteinen und -Planbauplatten bis hin zu speziellen Formsteinen für den Kamin- und Kachelofenbau.

Plansteine eignen sich u. a. für alle tragenden, Planbauplatten für nicht tragende Wände. Formsteine für den Kamin- und Schornsteinbau bilden eine konsequente Erweiterung des Porenbeton-Bausystems für diesen Anwendungsbereich. Die Anforderungen und Einsatzbereiche sind in Zulassungsbescheiden geregelt,

wobei die Steine der Festigkeitsklasse 2 und Rohdichteklasse 0,5 (PP 2-0,5) nach DIN V 4165-100 entsprechen.

Wie bereits im Abschnitt 2 berichtet, treten bei Temperaturen bis ca. 700 °C keine signifikanten Änderungen der Eigenschaften des Porenbetons auf. Es ist nur eine geringfügige Rissbildung (feine kapillare Mikrorisse) möglich, jedoch bleiben die wärmetechnischen Anforderungen nach wie vor erfüllt. Die Druckfestigkeit der Porenbetonsteine nimmt im Temperaturbereich bis ca. 400 °C zu. Die maximal aufnehmbare Spannung liegt etwa 80 % über dem Ausgangswert bei 20 °C. Bei 700 °C erreicht sie in etwa die Ausgangsfestigkeit bei 20 °C. Über 700 °C nehmen die Druckfestigkeiten kontinuierlich ab.

Zeitlich begrenzt – entsprechend den Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102-2 – kann der Baustoff Porenbeton Temperaturen über 900 °C aushalten. Dabei entstehen – wie bei anderen Mauerwerksbaustoffen, jedoch in sehr viel geringerer Form (s. Abschnitt 2) – Verformungen und bei direkter Brandbeanspruchung auch Zermürbungen an der Oberfläche zur Brandseite hin. Schlussfolgernd daraus kann der Baustoff Porenbeton hinsichtlich einer Wärmebrandbelastung als sehr beständig bezeichnet werden, er wird sogar gerne in Prüfinstituten zur Auskleidung von Brandschutzprüfkammern verwendet. In früheren Zeiten wurde er in den neuen Bundesländern mit Erfolg als Hintermauerung im Dampferzeugerbau,

bei Schachtvorwärmern, Keramiköfen, Rauchgaskanälen usw. bei Temperaturen bis zu 800 °C eingesetzt.

10.3 Einsatz von Porenbeton im Ofen- und Kaminbau

Nach DIN 18895-1, Abschnitt 5.3.1, bzw. DIN 18896, Abschnitt 4.2, muss ein offener Kamin so beschaffen sein, dass sich die freien Oberflächen der Verkleidung und die Oberflächen von Nischen für die Brennstofflagerung höchstens auf 85 °C erwärmen können. Bei Oberflächen aus mineralischen Baustoffen, ausgenommen Flächen, auf die Gegenstände gelegt werden können, tritt anstelle des Wertes 85 °C der Wert 120 °C. Dies gilt nicht für Türen und Bauteile mit denen der Feuerraum verschlossen wird (s. Abb. 10.1).

Nach Abschnitt 5.4.1 der DIN 18895-1 müssen Baustoffe für offene Kamine aus nichtbrennbaren Baustoffen (Baustoffklasse A 1 nach DIN 4102-1) hergestellt werden und gegen Wärmebeanspruchung widerstandsfähig sein.

In Abschnitt 5.5 der DIN 18895-1 sind Anforderungen zum Schutz der Standicherheit des Gebäudes festgeschrieben. Der offene Kamin darf bei größter Wärmebelastung die Decke, auf die er aufgesetzt ist, und tragenden Wänden, an die er angebaut ist, gemittelt über die Feuerstättengrundfläche bzw. über die Fläche der Feuerstättenwand, nicht mehr als 50 °C erwärmen können (s. Abb. 10.2).

Tab. 10.1: Anwendungsübliche Abmessungen und Regelungen für Porenbeton-Plansteine, -Planbauplatten und Formsteine für den Kamin- und Ofenbau

Bauteil	Abmessungen in mm	Regelungen
Plansteine	Länge: 332, 399, 499, 599, 624 Höhe: 249 Dicke: 115 bis 365	DIN 1053, DIN V 4165-100; EN 771-4 in Verbindung mit DIN V 20 000-404; Zulassungsbescheide
Planbauplatten	Länge: 332, 399, 499, 599, 624 Höhe: 249 Dicke: 50 bis 150	DIN 1053, DIN 4166
Formsteine für Schornsteine	Länge x Breite: 240 x 240; 240 x 500; 300 x 300; 400 x 400; 450 x 450 Höhe: 249 Innendurchmesser: 150, 210, 250, 280, 325	Zulassungsbescheide

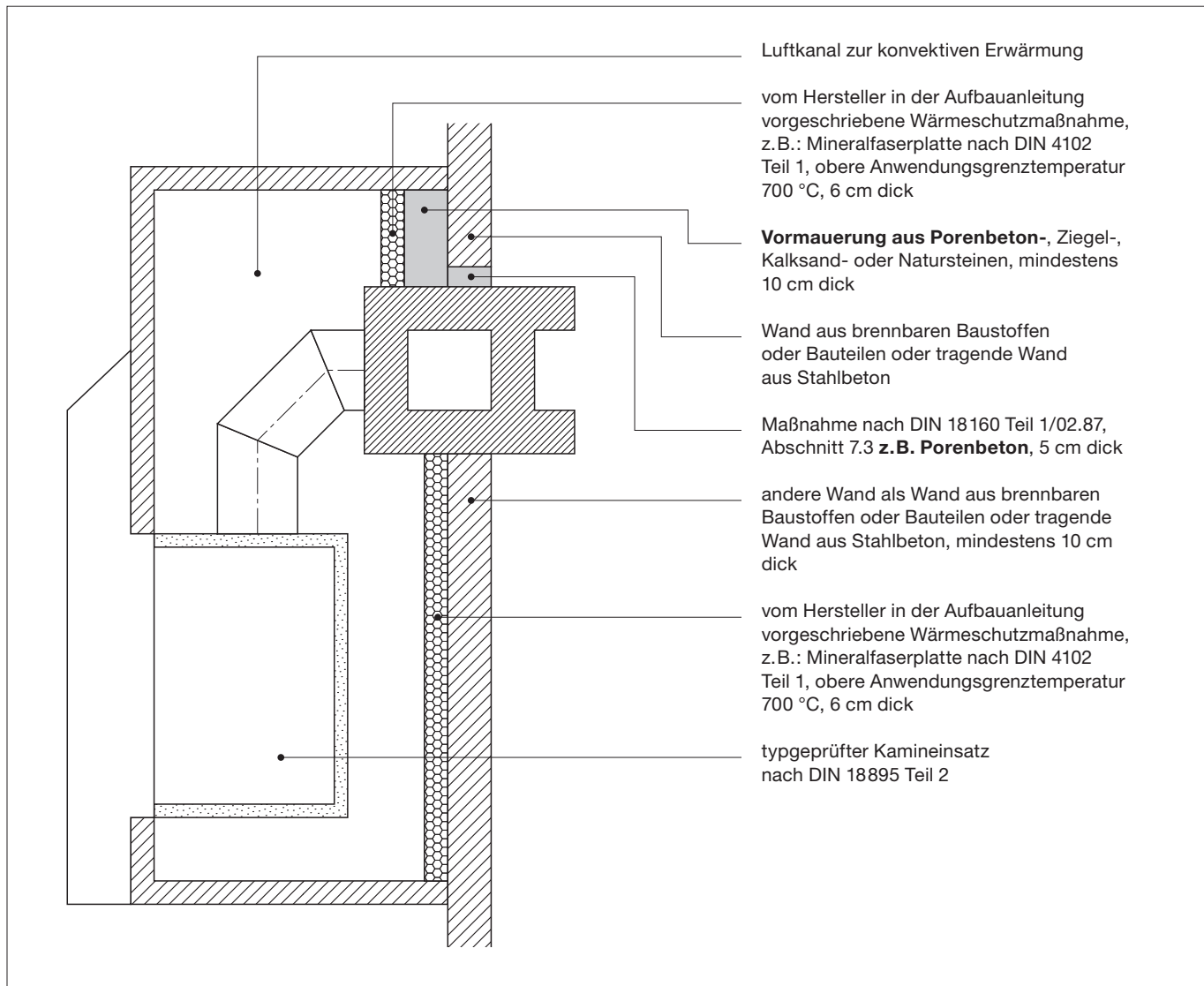


Abb. 10.1: Horizontalschnitt durch einen eingebauten typgeprüften Kamineinsatz nach DIN 18895 Teil 2 (z. B. Kachelkamin)

Nach Abschnitt 5.6.2 der DIN 18895-1 ist Porenbeton für Feuerraumböden, Ascheraumböden, Feuerraumwände, Ascheraumwände und Abgassammelerwände nicht zulässig. Als Dämmschichten sind nur silikatische Dämmstoffe der Baustoffklasse A 1 nach DIN 4102-1 mit einer Anwendungsgrenztemperatur bei der Prüfung nach DIN 52 271 von $\geq 700\text{ °C}$ (bzw. $\geq 720\text{ °C}$ nach DIN 18 896), einer Rohdichte $\geq 80\text{ kg/m}^3$ und einer Mindestdicke von 10 cm zulässig.

Offene Kamine nach DIN 18 895-1, Abschnitt 5.6.2.4, bzw. Feuerstätten nach DIN 18 896, Abschnitt 4.2, sind allseitig mit Ausnahme der planmäßigen Öffnungen und Tragplatten zu verkleiden. Die Verkleidung kann dabei aus Porenbeton-Plansteinen nach DIN V 4165-100 oder

aus Planbauplatten nach DIN 4166 hergestellt werden. Die Verkleidung ist zu den Gebäudewänden als Vormauerung auszuführen. Gebäudewände gelten als Verkleidung, wenn sie mindestens 10 cm dick sind, aus nichtbrennbaren Baustoffen, wie z. B. Porenbeton, bestehen und keine tragenden Stahlbetonwände sind. Vormauerungen müssen mindestens 10 cm dick sein und aus mineralischen Baustoffen bestehen.

Sockelstützen dienen der Ableitung des Eigengewichtes der Feuerraumwände und der Böden einschließlich der zugehörigen Dämmschichten auf der Tragplatte (bei Böden mit belüftetem Abstand zur Gebäudedecke) bzw. auf der Betonplatte (bei Böden ohne Abstand). Sockelstützen von offenen Kaminen, die nicht typgeprüft sind, müssen aus mine-

ralischen Baustoffen mit einer Rohdichte von nicht mehr als 1200 kg/m^3 bestehen. Von daher ist auch für diesen Anwendungsbereich der Porenbeton bestens geeignet.

Die Einsatzbereiche von Porenbeton bei offenen Kaminen sind wie vor beschrieben definiert. Aufgrund der bisherigen Erfahrungen kann folgende Empfehlung gegeben werden:

Bauteile aus Porenbeton sind für eine innere Dauertemperaturbelastung bis 150 °C geeignet. Bis zu diesem Temperaturbereich ist eine Beeinflussung der Druckfestigkeit nicht zu berücksichtigen. Der Porenbeton muss mindestens der Rohdichteklasse 0,5 nach DIN 4166 bzw. DIN V 4165-100 bzw. EN 771-4 in Verbindung mit DIN V 20 000-404

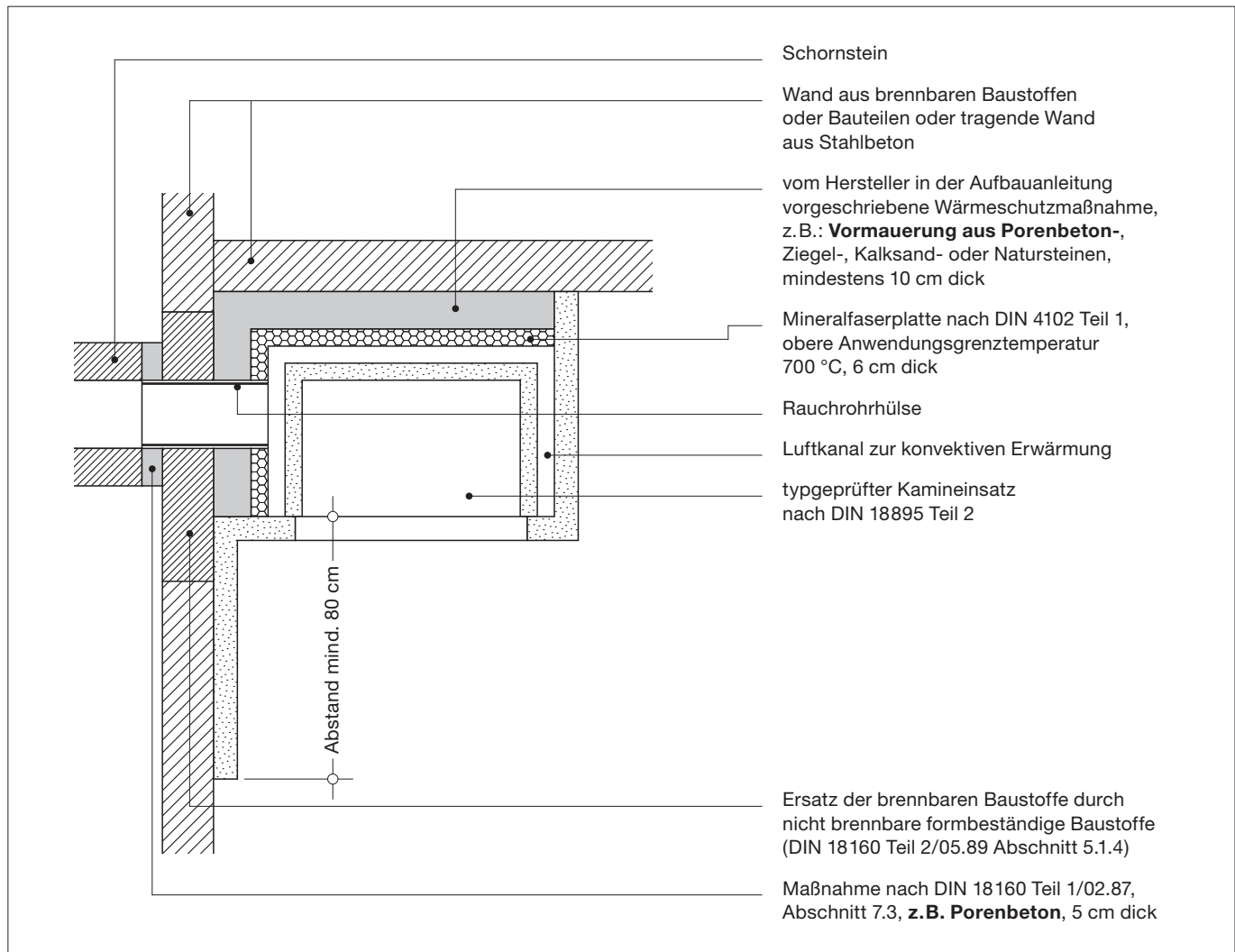


Abb. 10.2: Horizontalabschnitt durch einen eingebauten typgeprüften Kamineinsatz nach DIN 18895 Teil 2 mit rückseitiger und seitlicher Anbauwand aus brennbaren Baustoffen und Durchführung des brand-sicheren Verbindungsstückes durch die Anbauwand

entsprechen. Die Festigkeitsklasse muss mindestens Festigkeitsklasse 2 sein. Bei der Verarbeitung sind die vom Hersteller empfohlenen Bindemittel (Dünnbettmörtel und Füllmörtel) zu verwenden. Diese Mörtel können auch auf die inneren Oberflächen aufgezogen werden, um einen möglichen Abrieb zu vermeiden. Für eine bestimmungsgemäße Wärmeabgabe ist hochwärmedämmender Porenbeton nicht geeignet.

Porenbetone besitzen ein Porensystem, durch das in Abhängigkeit von der Wanddicke ein gewisser, jedoch geringer Anteil von Luft, und somit auch von Gasen, hindurch diffundieren kann. Der Diffusionswiderstandsfaktor μ liegt bei 5,0 bis 7,0. Die Anwendung des Porenbetons als bloßer Schornsteinkörper ist deshalb nicht möglich. Hier muss eine luftdichte

Einlage verwendet werden, wie z. B. ein glasiertes oder unglasiertes Rauchgasrohr. Als konsequente Weiterentwicklung des Porenbeton-Bausystems wurden deshalb Formsteine für die Ummantelung von Schornsteinen entwickelt, die in entsprechenden Zulassungsbescheiden geregelt sind. Die Bauteile zur Herstellung mehrschaliger Hausschornsteine bestehen dabei aus:

- 1 mm dicken abgasführenden Innenschalen aus nichtrostendem Stahl
- 25 mm dicken nichtbrennbaren Dämmschichten
- Außenschalenformstücken aus Porenbeton PP2-0,5 nach DIN V 4165-100

Diese Konstruktion gilt nur für Feuerstätten, die i. d. R. keine Abgase mit höheren Temperaturen als 400 °C erzeugen, z. B. für Kachelöfen (s. Abb. 10.3 bis 10.5).

10.4 Unübersehbare Vorteile bei der Verarbeitung

Porenbeton-Plansteine werden mit äußerst geringen Maßtoleranzen von ± 1 bis $\pm 1,5$ mm gefertigt. Deshalb können sie im Dünnbettverfahren vermauert werden. Die Fuge ist 1-3 mm dick. Porenbetonsteine mit Nut und Feder werden nur im Lagerfugenbereich vermörtelt. Im Stoßfugenbereich werden sie knirsch aneinander gestoßen. Durch die Verarbeitung im Dünnbettverfahren entsteht ein besonders hochwertiges Mauerwerk mit homogener Wärmedämmung ohne Wärmebrücken und mit besonders ebenen Wandflächen. Plansteine eignen sich für alle tragenden und aussteifenden Wände nach DIN 1053, insbesondere jedoch auch für wärmedämmende Zwischenwände im Kaminbau, sowie gleichermaßen



Abb. 10.3: Versetzen des Kaminrohres mit Dämmung in Formsteine aus Porenbeton



Abb. 10.4: Kaminabmauerung mit Porenbeton-Planbauplatten

für alle nichttragenden Außen- und Innenwände.

Auch Planbauplatten nach DIN 4166 für nichttragende, leichte Trennwände werden im Dünnbettverfahren vermauert, haben jedoch gegenüber den Plansteinen geringere Wanddicken. Sie sind im Kaminbau aufgrund ihrer hohen Wärmedämmung und Formstabilität besonders gut einsetzbar. Auch hier können die Stoßfugen glatt mit Vermörtelung oder mit Nut und Feder ohne Vermörtelung ausgeführt werden.

Auch die Formsteine für Schornsteine werden wie die Plansteine mit Dünnbettmörtel vermauert. Die zum System gehörenden Rauchrohre und Abgasleitungen sind Stecksysteme, die bei der Montage wenig Zeit kosten.

Die geringen Gewichte der Porenbetonsteine erlauben ein ergonomisch günstiges Verarbeiten. Der Baufortschritt wird beschleunigt, da bereits acht Steine einen Quadratmeter Wand ergeben. Als Innenputze eignen sich vorrangig einlagige Fertigputze, die maschinell oder von Hand verarbeitet werden, auf den Porenbeton abgestimmt sind und von den Porenbetonherstellern angeboten werden.

Das im Folgenden beschriebene Aufbaumuster eines Kachelofens mit Porenbetonbekleidung dient nur als vereinfachtes Muster. Zu jedem Bausatz gehört eine ausführliche Anleitung des Herstellers, die genau zu beachten ist. Um das Zusammenwirken von Schornstein, offenem Kamin und Zugluft richtig zu berechnen, ist die Beratung eines Fachmannes unbedingt erforderlich.

Der erste Schritt des Aufbaus besteht dann darin, dass der Untersims auf dem Fußboden aufgelegt wird und der Außenriss aufgezeichnet wird. Unter Berücksichtigung eines Überstandes wird nach innen versetzt eine Linie gezogen. Entlang dieser Linie kann nun der Porenbeton-Sockel aufgemauert werden. Im nächsten Schritt wird das Innenleben des Ofens wie in der Bauanleitung beschrieben aufgebaut. Sobald dieser steht, erfolgt je nach Ausführung die Ummauerung, Vormauerung und Verkleidung (s. Abb. 10.6 und 10.7). Hier kommt dann wiederum der Porenbeton zum Einsatz. Da der Kaminofen oft über Eck gebaut werden soll, sind relativ viele Schrägschnitte erforderlich. Hier sind die



Abb. 10.5: Versetzen und Anpassen des Rauchanschlussrohres für den Kachelofen



Abb. 10.6: Sockelabmauerung und Verkleidung eines Kachelofens mit Porenbeton

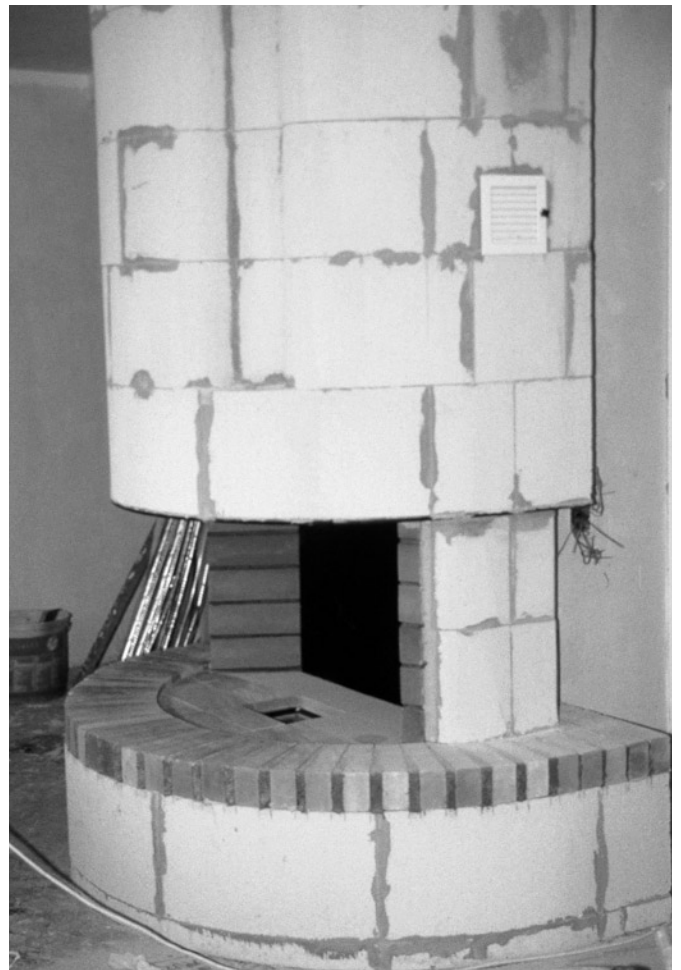


Abb. 10.7: Unübersehbare Vorteile bei der Verarbeitung – das Erstellen von Rundbögen und Halbrundelementen ist auf einfachste Weise möglich



Abb. 10.8: Mit Porenbeton verkleideter und abgemauerter Kachelofen in einem Wohnraum

Verarbeitungsvorteile des Porenbetons von unschätzbarem Wert, da sich Passstücke einfach zusägen lassen. Auch das Erstellen von Rundbögen und Halbrundelementen ist auf einfachste Weise möglich. Am Ende muss die Porenbetonaußenoberfläche noch mit einem Putz versehen werden, der vollflächig über ein Putzgewebe aufgetragen wird. Alternativ können Fliesen- und Kachelflächen mit elastischen, plastifizierten Zementklebern auf die Porenbetonfläche aufgebracht werden. Der fertige Kachelofen hilft nicht nur beim Energiesparen, sondern ist eine brandsichere und architektonisch gelungene Konstruktion in jedem Wohnbereich (s. Abb. 10.8).

11 Zitierte Normen

DIN 1045-1:2001-07

Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Bemessung und Konstruktion

DIN 1053-1:1996-11

Mauerwerk – Teil 1: Berechnung und Ausführung

DIN 1053-100:2007-09

Mauerwerk – Teil 100: Berechnung auf der Grundlage des semiprobabilistischen Sicherheitskonzepts

DIN 4102-1:1998-05

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

DIN 4102-2:1977-09

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

DIN 4102-3:1977-09

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Brandwände und nichttragende Außenwände, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

DIN 4102-4:1994-03

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile

DIN 4102-4/A1:2004-11

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile; Änderung A1

DIN 4102-7:1998-07

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 7: Bedachungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

DIN 4102-14:1990-05

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bodenbeläge und Bodenbeschichtungen; Bestimmung der Flammenausbreitung bei Beanspruchung mit einem Wärmestrahler

DIN 4102-15:1990-05

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Brandschacht

DIN 4102-16:1998-05

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 16: Durchführung von Brandschachtprüfungen

DIN 4102-17:1990-12

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Schmelzpunkt von Mineralfaser-Dämmstoffen; Begriffe, Anforderungen, Prüfung

DIN 4102-22:2004-11

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 22: Anwendungsnorm zu DIN 4102-4 auf der Bemessungsbasis von Teilsicherheitsbeiwerten

DIN V 4165-100:2005-10

Porenbetonsteine – Teil 100: Plansteine und Planelemente mit besonderen Eigenschaften

DIN 4166:1997-10

Porenbeton-Bauplatten und Porenbeton-Planbauplatten

DIN 4223-1:2003-12

Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton – Teil 1: Herstellung, Eigenschaften, Übereinstimmungsnachweis

DIN 4223-2:2003-12

Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton – Teil 2: Bauteile mit statisch anrechenbarer Bewehrung; Entwurf und Bemessung

DIN 4223-3:2003-12

Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton – Teil 3: Wände aus Bauteilen mit statisch nicht anrechenbarer Bewehrung; Entwurf und Bemessung

DIN 4223-4:2003-12

Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton – Teil 4: Bauteile mit statisch anrechenbarer Bewehrung; Anwendung in Bauwerken

DIN 4223-5:2003-12

Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton – Teil 5: Sicherheitskonzept

E DIN 4223-100:2006-01

Anwendung von vorgefertigten bewehrten Bauteilen aus dampfgehärtetem Porenbeton – Teil 100: Eigenschaften und Anforderungen an Baustoffe und Bauteile

E DIN 4223-101:2006-01

Anwendung von vorgefertigten bewehrten Bauteilen aus dampfgehärtetem Porenbeton – Teil 101: Entwurf und Bemessung

E DIN 4223-102:2006-01

Anwendung von vorgefertigten bewehrten Bauteilen aus dampfgehärtetem Porenbeton – Teil 102: Anwendung in Bauwerken

E DIN 4223-104:2006-01

Anwendung von vorgefertigten bewehrten Bauteilen aus dampfgehärtetem Porenbeton – Teil 104: Sicherheitskonzept

DIN 18168-1:2007-04

Gipsplatten-Deckenbekleidungen und Unterdecken – Teil 1: Anforderungen an die Ausführung

DIN 18200:2000-05

Übereinstimmungsnachweis für Bauprodukte – Werkseigene Produktionskontrolle, Fremdüberwachung und Zertifizierung von Produkten

DIN 18895-1:1990-08

Feuerstätten für feste Brennstoffe zum Betreiben mit offenem Feuerraum (offene Kamine); Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung

DIN 18896:2005-06

Feuerstätten für feste Brennstoffe – Technische Regeln für die Installation, Anforderungen an die Bedienungsanleitung

DIN V 20000-404:2006-01

Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 404: Regeln für die Verwendung von Porenbetonsteinen nach DIN EN 771-4:2005-05

DIN V 20000-412:2004-03

Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 412: Regeln für die Verwendung von Mauermörtel nach DIN EN 998-2:2003-09

DIN EN 679:2005-09

Bestimmung der Druckfestigkeit von dampfgehärtetem Porenbeton; Deutsche Fassung EN 679:2005

DIN EN 680:2006-03

Bestimmung des Schwindens von dampfgehärtetem Porenbeton; Deutsche Fassung EN 680:2005

DIN EN 771-4:2005-05

Festlegungen für Mauersteine – Teil 4: Porenbetonsteine; Deutsche Fassung EN 771-4:2003 + A1:2005

DIN EN 998-2:2003-09

Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau – Teil 2: Mauermörtel; Deutsche Fassung EN 998-2:2003

DIN V ENV 1187:2006-10

Prüfverfahren zur Beanspruchung von Bedachungen durch Feuer von außen; Deutsche Fassung ENV 1187:2002 + A1:2005

DIN EN 1352:1997-02

Bestimmung des statischen Elastizitätsmoduls unter Druckbeanspruchung von dampfgehärtetem Porenbeton und von haufwerksporigem Leichtbeton; Deutsche Fassung EN 1352:1996

DIN EN 1363-1:1999-10

Feuerwiderstandsprüfungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung EN 1363-1:1999

DIN EN 1363-2:1999-10

Feuerwiderstandsprüfungen – Teil 2: Alternative und ergänzende Verfahren; Deutsche Fassung EN 1363-2:1999

DIN V ENV 1363-3:1999-09

Feuerwiderstandsprüfungen – Teil 3: Nachweis der Ofenleistung; Deutsche Fassung ENV 1363-3:1998

DIN EN 1364-1:1999-10

Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile – Teil 1: Wände; Deutsche Fassung EN 1364-1:1999

DIN EN 1364-2:1999-10

Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile – Teil 2: Unterdecken; Deutsche Fassung EN 1364-2:1999

DIN EN 1365-1:1999-10

Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile – Teil 1: Wände; Deutsche Fassung EN 1365-1:1999

DIN EN 1365-2:2000-02

Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile – Teil 2: Decken und Dächer; Deutsche Fassung EN 1365-2:1999

DIN EN 1365-3:2000-02

Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile – Teil 3: Balken; Deutsche Fassung EN 1365-3:1999

DIN EN 1365-4:1999-10

Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile – Teil 4: Stützen; Deutsche Fassung EN 1365-4:1999

DIN EN 1991-1-2:2003-09

Eurocode 1 – Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen; Brandeinwirkungen auf Tragwerke; Deutsche Fassung EN 1991-1-2:2002

DIN EN 1996-1-1:2006-01

Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk; Deutsche Fassung EN 1996-1-1:2005

DIN EN 1996-1-2:2006-10

Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1996-1-2:2005

DIN EN 1996-2:2006-03

Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 2: Planung, Auswahl der Baustoffe und Ausführung von Mauerwerk; Deutsche Fassung EN 1996-2:2006

DIN EN 1996-3:2006-04

Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 3: Vereinfachte Berechnungsmethoden für unbewehrte Mauerwerksbauten; Deutsche Fassung EN 1996-3:2006

prEN 12602:2007-02

Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton

DIN EN 13238:2001-12

Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten – Konditionierungsverfahren und allgemeine Regeln für die Auswahl von Trägerplatten; Deutsche Fassung EN 13238:2001

DIN EN 13501-1:2007-05

Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten; Deutsche Fassung EN 13501-1:2007

DIN EN 13501-2:2003-12

Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen; Deutsche Fassung EN 13501-2:2003

E DIN EN 13501-2:2006-06

Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen; Deutsche Fassung prEN 13501-2:2006

DIN EN 13501-3:2006-03

Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 3: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen an Bauteilen von haustechnischen Anlagen: Feuerwiderstandsfähige Leitungen und Brandschutzklappen; Deutsche Fassung EN 13501-3:2005

DIN EN 13501-4:2007-04

Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 4: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen von Anlagen zur Rauchfreihaltung; Deutsche Fassung EN 13501-4:2007

DIN EN 13501-5:2006-03

Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 5: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus Prüfungen von Bedachungen bei Beanspruchung durch Feuer von außen; Deutsche Fassung EN 13501-5:2005

DIN EN 13501-5 Berichtigung 1:2007-02

Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 5: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus Prüfungen von Bedachungen bei Beanspruchung durch Feuer von außen; Deutsche Fassung EN 13501-5:2005, Berichtigungen zu DIN EN 13501-5:2006-03

DIN EN 13823:2002-06

Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten – Thermische Beanspruchung durch einen einzelnen brennenden Gegenstand für Bauprodukte mit Ausnahme von Bodenbelägen; Deutsche Fassung EN 13823:2002

DIN EN ISO 1716:2002-07

Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten – Bestimmung der Verbrennungswärme (ISO 1716:2002); Deutsche Fassung EN ISO 1716:2002

DIN EN ISO 1182:2002-07

Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten – Nichtbrennbarkeitsprüfung (ISO 1182:2002); Deutsche Fassung EN ISO 1182:2002

DIN EN ISO 9239-1:2002-06

Prüfungen zum Brandverhalten von Bodenbelägen – Teil 1: Bestimmung des Brandverhaltens bei Beanspruchung mit einem Wärmestrahler (ISO 9239-1:2002); Deutsche Fassung EN ISO 9239-1:2002

DIN EN ISO 11925-2:2002-07

Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten – Teil 2: Entzündbarkeit bei direkter Flammeneinwirkung (ISO 11925-2:2002); Deutsche Fassung EN ISO 11925-2:2002

Gesetze, Verordnungen und Richtlinien

Bauprodukten-Richtlinie: Richtlinie des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte (89/106/EEC)

Bauregelliste A, Bauregelliste B und Liste C
Ausgabe 2007/1 Deutsches Institut für Bautechnik

Entscheidung 96/603/EG der Europäischen Kommission zur Festlegung eines Verzeichnisses von Produkten, die in die Kategorie A „Kein Beitrag zum Brand“ gemäß der Entscheidung 89/106/EWG des Rates über Bauprodukte einzustufen sind; veröffentlicht im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 267 vom 19.10.1996, Seite 23 ff

Grundlagendokument 2 „Brandschutz“
Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. C 62/1 vom 28. Februar 1994

Musterbauordnung MBO Fassung November 2002

Musterliste der Technischen Baubestimmungen Fassung Februar 2007

Muster-Richtlinie für den baulichen Brandschutz im Industriebau
M IndBauRL Fassung März 2000

Zulassungsbescheide

Für folgende Porenbeton-Produkte sind Zulassungsbescheide zu beachten:

- Bewehrte Dachplatten W aus dampfgehärtetem Porenbeton der Festigkeitsklassen 2,2, 3,3 und 4,4 mit Nut-Feder-Verbindung ohne Vermörtelung
- Bewehrte Dachplatten W aus dampfgehärtetem Porenbeton der Festigkeitsklassen 2,2, 3,3 und 4,4 zur Ausbildung von Dächern und Dachscheiben
- Bewehrte Deckenplatten aus dampfgehärtetem Porenbeton der Festigkeitsklassen 3,3 und 4,4
- Bewehrte Deckenplatten W aus dampfgehärtetem Porenbeton der Festigkeitsklassen 3,3, 4,4 und 6,6 zur Ausbildung von Decken und Deckenscheiben
- Bewehrte geschosshohe tragende Wandtafeln W aus dampfgehärtetem Porenbeton der Festigkeitsklassen 3,3 und 4,4
- Bewehrte Porenbeton-Stürze W aus dampfgehärtetem Porenbeton der Festigkeitsklasse 4,4
- Bewehrte Wandplatten W aus dampfgehärtetem Porenbeton der Festigkeitsklassen 3,3 und 4,4
- Bewehrte Wandplatten W aus dampfgehärtetem Porenbeton der Festigkeitsklasse 2,2 und der Rohdichteklasse 0,40 und 0,45
- Geschosshohe tragende Wandtafeln W und Wandelemente W aus unbewehrtem, dampfgehärtetem Porenbeton der Festigkeitsklasse 2, 4 und 6
- Kombistürze W aus dampfgehärtetem Porenbeton
- Mauerwerk aus Mauertafeln mit Porenbeton-Planelementen
- Mauerwerk aus Porenbeton-Planelementen (bezeichnet als HK-Elemente)
- Mauerwerk aus Porenbeton-Planelementen (bezeichnet als Porenbeton-Planelemente W und -Planelemente W, lang)
- Mauerwerk aus Porenbeton-Planelementen W mit einem Überbindemaß von mindestens 0,4 h
- Porenbeton-Flachstürze W
- Porenbeton-Plansteine der Rohdichteklasse 0,50 in der Festigkeitsklasse 4
- Porenbeton-Plansteine W der Rohdichteklasse 0,50 und 0,55 in der Festigkeitsklasse 4 und der Rohdichteklasse 0,60 und 0,65 in der Festigkeitsklasse 6
- Verankerungsmittel für Porenbetonmontagebauteile

12 Literatur

- [1] **Schneider, U.; Franssen J.-M.; Lebeda, C.: Baulicher Brandschutz**
2. Auflage, Bauwerk-Verlag, Berlin, April 2008
- [2] **Weber, H., Hullmann, H. : Porenbeton-Handbuch**
5. Auflage 2002 Bauverlag GmbH Wiesbaden

Porenbeton-Berichtshefte

BERICHT 1+2 – Feuchtigkeitsverhältnisse in Außenwänden und Flachdächern

Nachdruck September 1998, Format DIN A4, Umfang 16 Seiten

BERICHT 5 – Berechnung und Ausführung von Dachscheiben aus Porenbetonplatten

Überarbeiteter Nachdruck März 1993, Format DIN A4, Umfang 15 Seiten

BERICHT 6 – Bewehrte Wandplatten – Fugenausbildung

Überarbeiteter Nachdruck September 1997, Format DIN A4, Umfang 12 Seiten

BERICHT 7 – Oberflächenbehandlung – Putze, Beschichtungen, Bekleidungen

4. überarbeitete Auflage September 2007, Format DIN A4, Umfang 43 Seiten

BERICHT 8 – Ausführungs- und Verarbeitungsrichtlinien für Porenbetonbauteile

1. Auflage Februar 2005, Format DIN A4, Umfang 28 Seiten

BERICHT 9 – Ausmauerung von Holzfachwerk

Nachdruck Dezember 2000, Format DIN A4, Umfang 19 Seiten

BERICHT 11 – Wärme- und Feuchteschutz

Nachdruck Oktober 1997, Format DIN A4, Umfang 22 Seiten

BERICHT 13 – Schallschutz

Nachdruck September 2002, Format DIN A4, Umfang 18 Seiten

BERICHT 14 – Mauerwerk aus Porenbeton – Beispiele zur Bemessung nach DIN 1053-1

4. Auflage Juni 2002, Format DIN A4, Umfang 124 Seiten

BERICHT 16 – Bewehrte Wandplatten – Hinterlüftete Außenwandbekleidungen

Nachdruck Januar 2002, Format DIN A4, Umfang 35 Seiten

BERICHT 17 – Einbau von Feuerschutztüren und -toren

3. Auflage Oktober 2002, Format DIN A4, Umfang 40 Seiten

BERICHT 18 – Befestigungsmittel

Nachdruck 2. Auflage Juni 2002, Format DIN A4, Umfang 64 Seiten

BERICHT 23 – Erläuterungen zu DIN 4223

2. Auflage November 2006, Format DIN A4, Umfang 123 Seiten

BERICHT 24 – Baulicher Brandschutz im Industriebau

1. Auflage März 2005, Format DIN A4, Umfang 24 Seiten

**PORENBETON-FACHTAGUNGEN 2003 – Neue Entwicklungen,
neue Produkte, neue Regeln**

April 2003, Format DIN A4, Umfang 65 Seiten

PORENBETON-FACHTAGUNGEN 2004 – Nachhaltig planen und bauen

März 2004, Format DIN A4, Umfang 49 Seiten

Broschüre „PORENBETON PRAXIS 1 – ROHBAU“

1. Auflage Mai 2002, Format DIN A4, Umfang 24 Seiten