

Einsatz von Porenbeton im Ofen- und Kaminbau

1. Einleitung

Über den Baustoff Porenbeton, seine Herstellung, Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten wurde vielfach berichtet. Stellvertretend für die zahlreichen Veröffentlichungen sei an dieser Stelle auf das Porenbeton-Handbuch [1] hingewiesen.

Auch das Brandverhalten von Porenbeton und Bauteilen aus Porenbeton ist mehrfach in Veröffentlichungen dokumentiert. Hier ist besonders das Berichtsheft 4 „Brandverhalten von Porenbetonbauteilen - Erläuterungen zu DIN 4102-4, Ausgabe März 1994“ [2] des Bundesverbandes Porenbetonindustrie e.V. zu nennen.

Im Folgenden werden nach einer einleitenden Betrachtung zum Baustoff Porenbeton 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.

2. Herstellung von Porenbeton

Bauteile aus Porenbeton werden stationär in industriellen Verfahren hergestellt. Durch exakte Einhaltung der Herstellungsbedingungen und durch regelmäßige Eigen- und Fremdüberwachung wird eine hohe Zuverlässigkeit in Bezug auf die Materialeigenschaften garantiert. Ein Kubikmeter der natürlichen Roh- und Ausgangsstoffe Quarzsand, Kalk und/oder Zement sowie Wasser ergibt etwa fünf Kubikmeter Porenbeton.

Beim Herstellungsprozess wird unter Zugabe von geringfügigen Mengen an porenbildenden Zusätzen in Form von Aluminiumpulver oder -paste das Rohmaterialgemisch in große Formen gegossen, wo die Mischung wie ein Hefekuchen auftreibt und mit Millionen kleiner Luftporen durchsetzt wird.

Der standfeste Rohblock wird nach dem Entfernen der Formen mit Hilfe straff gespannter Stahldrähte sowohl horizontal als auch vertikal geschnitten. Abschließend erfolgt die Dampfhärtung im Autoklaven. Nach diesem Arbeitsgang hat der Porenbeton seine endgültigen Eigenschaften.

Die Herstellung von Porenbeton ist energiesparend angelegt. Geschlossene Energiekreisläufe sorgen für eine Mehrfachnutzung von Wasser, Dampf etc. und vermeiden eine Belastung der Umwelt. Bei der Herstellung von Porenbeton anfallende Reststoffe werden wieder in den Produktionskreislauf zurückgeführt. Auch sortenreine Baustellenabfälle können in der Produktion wieder verwendet werden. Damit ist eine effektive und ökonomische Ausnutzung aller Ressourcen garantiert.

Außenwände, Innenwände, Dächer und Decken können homogen aus einem Baustoff erstellt werden. Auf ergänzende Baustoffe, die sonst häufig für den Wärme-, Schall- und Brandschutz erforderlich sind, kann weitgehend verzichtet werden - ein wesentlicher Vorteil sowohl für die Wirtschaftlichkeit als auch für eine fehlerfreie Bauausführung.

Die Produktpalette der Hersteller reicht von den Plansteinen über Planelemente, Planbauplatten, großformatige bewehrte Wand-, Dach- und Deckenplatten, Fenster- und Türstürze bis hin zu U-Schalen und Treppenstufen. Für den Kamin- und Kachelofenbau kommen dabei Plansteine und Planbauplatten sowie spezielle Formsteine für den Kaminbau zum Einsatz.

Tabelle: Anwendungsübliche Abmessungen und Regelungen für Porenbeton-Plansteine, -Bauplatten und Formsteine

| Bauteil | Abmessungen in mm | Regelungen |
|----------------------------|--|---|
| Plansteine | Länge: 332, 399, 499, 599, 624 Höhe: 199 und 249 Dicke: 115 bis 365 | DIN 1053, DIN V 4165 Zulassungsbescheide |
| Planbauplatten | Länge: 332, 399, 499, 599, 624 Höhe: 199 und 249 Dicke: 50 bis 150 | DIN 1053, DIN 4166 |
| Formstein 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 |

Plansteine (PP) nach DIN V 4165 eignen sich für alle tragenden, Planbauplatten (PPpl) nach DIN 4166 für nicht tragende Wände. Die Tragfähigkeit von Porenbeton ist nach Festigkeitsklassen geordnet. Man unterscheidet die anwendungsüblichen Klassen PP2, PP4 und PP6 mit einem Druckfestigkeitsbereich von 2,5 bis 7,5 N/mm². 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 (PP2-0,5) nach DIN 4165 entsprechen.

Brandverhalten von Porenbeton

Porenbeton ist ein nichtbrennbarer Baustoff nach Klasse A1 der DIN 4102-4. Er enthält keine Schadstoffe, die ausgasen können. Porenbeton erfüllt bereits bei einer Wanddicke von 7,5 cm die Anforderungen an die Feuerwiderstandsklasse F 90-A der DIN 4102-4. Wegen der sehr niedrigen Wärmeleitfähigkeit ($\lambda_R = 0,09$ bis $0,21$ W/mK je nach Rohdichte) ist die Temperaturerhöhung auf der dem Feuer abgewandten Seite gering.

Bei der Aufheizung des Porenbetons finden chemisch mineralogische Umwandlungsprozesse statt. Porenbetone besitzen unter üblichen Raumtemperaturen in ihren feinsten Poren einen praktischen Feuchtegehalt von ca. 4 M.-%. Dieses adsorptiv gebundene Wasser wird zunächst bei Temperaturen um die 100°C ausgetrieben und verursacht dadurch – wie bei anderen mineralischen Baustoffen auch – ein geringes Schwinden des Materials.

In einem Temperaturbereich zwischen 200 und 800°C erfolgt eine Kristallwasserabspaltung. Bei Temperaturen bis ca. 700°C treten dabei noch 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. 650°C zu. Bei 700°C erreicht sie in etwa die Ausgangsfestigkeit bei 20°C . Die maximal aufnehmbare Spannung liegt bei etwa 80% über dem Ausgangswert. Über 700°C nehmen dann die Festigkeitseigenschaften ab. Dies ist durch Untersuchungen nach [4] bestätigt worden.

Bei Temperaturen über 800°C geht der dann noch z.T. wasserhaltige Tobermorit in das wasserfreie Wollastonit über. Mit diesem Schritt ist eine vollkommene Entwässerung des Porenbetons herbeigeführt. Die mit dieser Umwandlung einhergehende Volumenänderung ist verbunden mit dem Auftreten von Rissen im Oberflächenbereich. Zeitlich begrenzt – entsprechend den Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102-4 – kann der Baustoff Porenbeton Temperaturen über 900°C aushalten. Dabei entstehen – wie bei anderen Mauerwerksbaustoffen – Verformungen und bei direkter Brandbeanspruchung auch Zermürbungen an der Oberfläche zur Brandseite hin.

Schlussfolgernd daraus kann der Baustoff Porenbeton hinsichtlich der möglichen Brandbelastung als sehr feuerbeständig bezeichnet werden und 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 – 900°C eingesetzt.

Einsatz von Porenbeton im Ofen- und Kaminbau

Nach DIN 18895-1, Abschnitt 5.3.1 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.

Nach Abschnitt 5.4.1 der DIN 18895-1 müssen Baustoffe für offene Kamine aus nicht-brennbaren Baustoffen (Baustoffklasse A1 nach DIN 4102-1) und gegen Wärmebeanspruchung widerstandsfähig sein.

In Abschnitt 5.5 sind Anforderungen zum Schutz der Standsicherheit 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.

Nach Abschnitt 5.6.2 der DIN 18895-1 ist Porenbeton für Feuerraumböden, Ascheraumböden, Feuerraumwände, Ascheraumwände und Abgassammlerwände nicht zulässig. Als Dämmschichten sind nur silikatische Dämmstoffe der Baustoffklasse A 1 nach DIN 4102-1 mit einer Anwendungsgrenztemperatur bei der Prüfung nach DIN 52271 von $\geq 700^{\circ}\text{C}$, einer Rohdichte $\geq 80 \text{ kg/m}^3$ und einer Mindestdicke von 10 cm zulässig.

Offene Kamine sind nach DIN 18895-1, Abschnitt 5.6.2.4 allseitig mit Ausnahme der planmäßigen Öffnungen und Tragplatten zu verkleiden. Die Verkleidung kann dabei aus Porenbeton-Plansteinen nach DIN 4165 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 nicht-brennbaren 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 die Tragplatte (bei Böden mit

belüftetem Abstand zur Gebäudeecke) bzw. auf die Betonplatte (bei Böden ohne Abstand). Sockelstützen von offenen Kaminen, die nicht typgeprüft sind, müssen aus mineralischen Baustoffen mit einer Rohdichte von nicht mehr als 1200 kg/m³ bestehen. Von daher ist auch für diesen Anwendungsbereich der Porenbeton bestens geeignet.

Die Einsatzbereiche von Porenbeton bei offenen Kaminen sind wie vor beschrieben in DIN 18895-1 definiert. Aufgrund der bisherigen Erfahrungen und in Zusammenarbeit mit dem Zentralverband Sanitär-Heizung-Klima wurde darüber hinaus folgende Empfehlung erarbeitet, die auch in die in Überarbeitung befindliche Fachregel für den Kachelofen- und Kaminbau eingearbeitet werden soll:

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 entsprechen. Die Festigkeitsklasse analog zu DIN V 4165 muss mindestens Festigkeitsklasse 2 sein. Bei Verwendung 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 die bestimmungsmäßige 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 dicke abgasführende Innenschale aus nichtrostendem Stahl
- 25 mm dicke Dämmstoffschicht
- Außenschalenformstücken aus Porenbeton PP2-0,5 nach DIN V 4165

Diese Konstruktion gilt nur für Feuerstätten, die i.d.R. keine Abgase mit höheren Temperaturen als 400°C erzeugen.

Unübersehbare Vorteile bei der Verarbeitung

Porenbeton-Plansteine nach DIN V 4165 werden mit äußerst geringen Maßtoleranzen (± 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 aneinandergestoßen.

Plansteine sind die konsequente Weiterentwicklung der üblichen bewährten Mauerwerktechnik. 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 als auch gleichermaßen 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. 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 Grundofens dient nur als vereinfachtes Muster. Zu jedem Bausatz gehört eine ausführliche Anleitung des Herstellers, die genau zu beachten ist und die die Anforderungen der DIN 18895-1 und die Bestimmungen berücksichtigt, die anlässlich der Registrierung des offenen Kamins festgelegt worden sind. 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. 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 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.

Literatur

- [1] Weber, H.: Das Porenbeton-Handbuch - Planen und Bauen mit System; Bauverlag Wiesbaden, 5. Auflage 2002

- [2] Meyer-Ottens, C.: Brandverhalten von Porenbetonbauteilen - Erläuterungen zu DIN 4102 Teil 4, Ausgabe März 1994; Berichtsheft 4 des Bundesverbandes Porenbetonindustrie e.V., Wiesbaden 1997

- [3] Hosser, D., Hahn, C.: Zur Ermittlung der Materialeigenschaften von Porenbeton in Verbindung mit Mörtel nach DIN 1053 unter Hochtemperaturbeanspruchung als Grundlage für brandschutztechnische Nachweise; Forschungsbericht Nr. 9017/6317 des Instituts für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der TU Braunschweig vom 15.11.1995

- [4] Hosser, D., Hahn, C., Richter, E.: Entwicklung eines rechnerischen Nachweisverfahrens für das Brandverhalten von Mauerwerk; Forschungsbericht Nr. 9104/6713 des Instituts für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der TU Braunschweig vom 15.06.1996



Bild 1: Kaminabmauerung mit Porenbeton-Planbauplatten



Bild 2: Kaminabmauerung mit Porenbeton-Planbauplatten



Bild 3: Versetzen des Kaminrohres mit Dämmung in Formsteine aus Porenbeton



Bild 4: Versetzen und Anpassen des Rauchanschlussrohres für den Kachelofen



Bild 5: Sockelabmauerung und Verkleidung eines Kachelofens mit Porenbeton



Bild 6: Unübersehbare Vorteile bei der Verarbeitung - das Erstellen von Rundbögen und Halbrundelementen ist auf einfachste Weise möglich



Bild 7: Mit Porenbeton verkleideter und abgemauerter Kachelofen in einem Wohnraum