Berechnung von Kelleraußenwänden aus Porenbetonmauerwerk

Früher wurden Kellerräume unter anderem zur Lagerung von Lebensmitteln genutzt. Heute dagegen dienen sie immer mehr als Wohnraum, Hausarbeitsraum, Hobbyraum, Spielzimmer, Arbeitszimmer u.ä.. Dadurch haben sich auch die bauphysikalischen Anforderungen an Kellerräume, insbesondere die an die wärmetechnischen Eigenschaften des Mauerwerks, maßgeblich erhöht. Hierfür ist Mauerwerk aus Porenbeton besonders geeignet ist, da der Porenbeton sowohl statische als auch bauphysikalische Aufgaben übernimmt. Einschaliges Porenbetonmauerwerk bietet einen hohen Wärmeschutz, ohne dass zusätzliche Wärmedämmschichten erforderlich sind. Gleichzeitig können alle statischen Anforderungen erfüllt werden.

Standsicherheit

Der Standsicherheitsnachweis von gemauerten Kellerwänden ist nach DIN 1053-1 "Mauerwerk – Berechnung und Ausführung" in der Fassung November 1996 zu führen. Danach eignen sich für Kellermauerwerk genormte oder bauaufsichtlich zugelassene Mauersteine, so auch Porenbeton-Plansteine nach DIN V 4165 und Porenbeton-Planelemente nach Zulassungsbescheid.
D.h. Kellermauerwerk kann uneingeschränkt aus allen Steinfestigkeitsklassen nach DIN V 4165 hergestellt werden. Eine frühere mal bestehende Eingrenzung auf die Verwendung von Steinfestigkeitsklassen $\geq$ 4 bei Kellermauerwerk ist schon seit der Fassung Februar 1990 der DIN 1053-1 entfallen. Der Fortfall der Einschränkung war auf Untersuchungen zurückzuführen, in denen festgestellt wurde, dass die aufnehmbaren Druckspannungen eines feuchten Mauerwerks nicht nennenswert unter denen eines trockenen liegen [1]. Davon abgesehen ist die Feuchtigkeitsbeständigkeit der Kelleraußenwand nicht vom Baustoff, sondern von der Qualität der Feuchtigkeitsabdichtung abhängig.

Der Standsicherheitsnachweis für die Bemessung von Porenbetonmauerwerk kann nach dem vereinfachten Verfahren der DIN 1053-1 erfolgen. Die Bedingungen hierfür sind:

- Gebäudehöhe (bzw. Mittel von First- und Traufenhöhe) max. 20 m
- Stützweite der aufliegenden Decken $l \leq 6{,}0$ m oder Begrenzung der Biegemomente aus dem Deckendrehwinkel durch konstruktive Maßnahmen
- Einhaltung der in Tab. 1 der DIN 1053-1 aufgeführten Voraussetzungen.

Sind diese Bedingungen nicht erfüllt, so kann der Standsicherheitsnachweis nach dem genaueren Verfahren gemäß DIN 1053-1 geführt werden.

.

Kelleraußenwände dürfen nach DIN 1053-1, Abschnitt 8.1.2.3 ohne Nachweis auf Erddruck ausgeführt werden, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- lichte Höhe $h_s \leq 2.60$ m
- Wanddicke $d \geq 240$ mm
- Kellerdecke als Scheibe wirksam und in der Lage, die aus dem Erddruck entstehenden Kräfte aufzunehmen
- Verkehrslast auf der Geländeoberfläche im Einflussbereich des Erddrucks $p \leq 5$ kN/m^2
- Geländeoberfläche nicht ansteigend
- Anschütthöhe h_e nicht größer als die Wandhöhe h_s

Bei der Bemessung nach DIN 1053-1 wird unterstellt, dass der Keller nicht im Bereich von ständig einwirkendem Grundwasser liegt, wodurch zusätzlich zum Erddruck ein hydrostatischer Druck aufgebaut werden würde. Maßgebliches Kriterium für den Nachweis ist in der Regel die erforderliche Auflast am Wandkopf, seltener das Erreichen der zulässigen Druckspannungen. Die ständige Auflast N_0 der Kellerwand unterhalb der Kellerdecke muss innerhalb folgender Grenzen liegen:

$\max N_0 \geq N_0 \geq \min N_0$

mit:

- $\max N_0 = 0{,}45 \bullet d \bullet \sigma_0$
- $\min N_0$ für das vereinfachte Nachweisverfahren entsprechend Tab. 8 der DIN 1053-1
- σ_0 entsprechend Tab. 4b der DIN 1053-1. Die aktuellen Rechenwerte für Porenbeton-Plansteinmauerwerk der Steinfestigkeitsklassen 2, 4, 6 und 8 sind in Bild 1 mit den Rechenwerten, die für Mauerwerk mit Normalmörtel gelten, im Vergleich dargestellt. Dem Bild ist zu entnehmen, dass Porenbeton-Plansteinmauerwerk mit Dünnbettmörtel bei gleicher Steinfestigkeitsklasse höhere Druckspannungen aufnehmen kann als ein Mauerwerk mit Normalmörtel. Dafür gibt es mehrere Ursachen: Porenbetonsteine haben eine homogene Materialstruktur, da die Luftporen, die für die besonderen wärmedämmenden Eigenschaften verantwortlich sind, gleichmäßig verteilt sind. Aufgrund der geringen Fertigungstoleranzen bei der Herstellung von Porenbeton-Plansteinen ergeben sich äußerst planebene Auflagerflächen. Dies führt zu einer nahezu vollflächigen Kraftübertragung, denn die Auflagerflächen werden nicht durch Hohlräume geschwächt. Weiterhin hat die Reduzierung der Fugendicke

(von 12 mm bei einem Normalmörtel auf 1 bis 3 mm bei einem Dünnbettmörtel) grundsätzlich eine Steigerung der Mauerwerksdruckfestigkeit zur Folge.

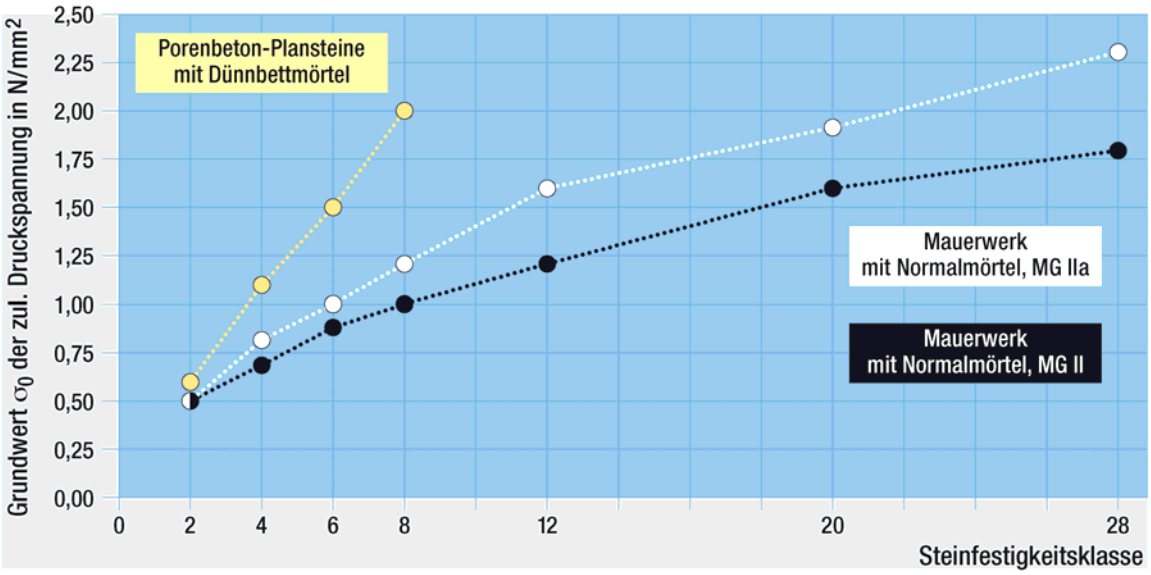

Bild 1: Zulässige Druckspannungen von Mauerwerk gemäß DIN 1053-1

Bei Kellerwänden, die durch Querwände oder statisch nachgewiesene Bauteile im Abstand b ausgesteift sind (zweiachsige Lastabtragung), gelten folgende Mindestwerte für N_0:

- für $b \leq hs$: $N_o \geq 1/2 \min N_0$
- für $b \geq 2\ h_s$: $N_o \geq \min N_o$

Zwischenwerte werden geradlinig interpoliert.

Die DIN 1053-1 gibt daneben ein zweites Nachweisverfahren an, dass den Nachweis mit etwas geringere Auflasten ermöglicht. Dabei wird eine Wandlängskraft N_1 aus ständiger Last in halber Höhe der Anschüttung in Ansatz gebracht. Hinsichtlich der Nachweisführung wird auf die DIN 1053-1 verwiesen.

Beispiel für den Nachweis der Standsicherheit einer Kelleraußenwand gemäß DIN 1053 (vereinfachtes Nachweisverfahren)

Es wird die Standsicherheit einer einachsig, in vertikaler Richtung, abtragenden Kellerwand aus Porenbeton-Mauerwerk nachgewiesen [2]:

Gegeben:

Porenbeton-Plansteine PP 4-0,6 mit Dünnbettmörtel (Steinfestigkeitsklasse 4, Rohdichte = 0,6 kg/dm³, zul σ_0 = 1,1 N/mm²)

Abmessungen:

Wanddicke d = 240 mm; Wandbreite b = 6,32 m; lichte Geschoßhöhe h_s = 2,27 m;

Anschütthöhe h_e = 1,70 m

Lasten:

- Belastung Gelände p = 5 kN/m²
- Auflast der Wand (Lastfall Eigengewicht) N_0 = 64 kN/m
- Auflast der Wand (Lastfall Volllast) N_0 = 73 kN/m

Bedingungen für das Entfallen des Erddrucknachweises:

- Lichte Höhe der Kellerwand h_s: $h_{s,vorh}$ = 2,27 m $\leq$ $h_{s,zul}$ = 2,60 m
- Wanddicke d: d_{vorh} = 240 mm = d_{zul} = 240 mm
- Scheibenwirkung der Kellerdecke: Die vorhandene Decke (Porenbeton-Deckenplatten oder Stahlbeton) wirkt als Scheibe und kann die aus Erddruck entstehenden Kräfte aufnehmen.
- Verkehrslast auf der Geländeoberfläche: p_{vorh} = 5 kN/m^2 = p_{zul} = 5 kN/m^2
- Steigung der Geländeoberfläche: Die Geländeoberfläche steigt nicht an.
- Anschütthöhe h_e und Wandhöhe h_s: h_e = 1,70 m < h_s = 2,27 m
- Auflast N_0 der Kellerwand: Die Auflast N_0 liegt innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen.

Es sind alle Bedingungen gemäß DIN 1053 Teil 1 Ziffer 8.1.2.3 erfüllt, so dass der Nachweis auf Erddruck entfallen kann.

Nachweis der ständigen Auflast N_0 der Kellerwand gemäß DIN 1053 Teil 1 Gleichung (18) und Tabelle 8:

- Oberer Grenzwert max N_0 = 0,45d_0

= 0,45 • 0,24 • 1,1 = 0,1188 MN/m = 118,8 kN/m

- Unterer Grenzwert min N_0 = 30 kN/m

– Ergebnis:

Lastfall Vollast: max N_0 = 118 kN/m > N_0 = 73 kN/m > min N_0 = 30 kN/m

Lastfall Eigenlast: max N_0 = 118 kN/m > N_0 = 64 kN/m > min N_0 = 30 kN/m

Damit ist die Standsicherheit der Kelleraußenwand aus Porenbetonmauerwerk nachgewiesen.

Ausführung der Kellerwandabdichtung

Bei der Abdichtung von Kelleraußenwänden aus Porenbeton finden überwiegend kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen, Bitumen- oder bitumenverträgliche Dichtungsbahnen sowie flexible Dichtungsschlämmen Anwendung. Dabei sind Angaben der DIN 18195, ergänzend die Hinweise der Richtlinien für Planung und Ausführung erdberührter Bauteile mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen und flexiblen Dichtungsschlämmen sowie die Herstellerangaben zu beachten. Entsprechend dem jeweiligen Beanspruchungsfall nach DIN 18195 ist die geeignete Ausführungsvariante zu wählen. Weiter Informationen hierzu finden sich in dem Bericht 7 "Oberflächenbehandlung" des Bundesverbandes Porenbeton [7] sowie in den Literaturstellen [4], [5], [6], [8].

Zusammenfassung

Die Standsicherheit von Kelleraußenwänden kann entweder nach einem vereinfachten Verfahren gemäß Mauerwerksnorm oder nach Ermittlung der Schnittgrößen nachgewiesen werden. Kellerräume mit Außenwänden aus Porenbeton haben wegen der guten Wärmedämmeigenschaften von Porenbeton-Plansteinmauerwerk einen besonders hohen Nutzwert.

Literatur

[1] Schubert, P., Schmidt, St.: Zum Einfluß des Feuchtgehaltes von Mauersteinen auf deren Druckfestigkeit. In: Mauerwerk-Kalender 1990. Berlin 1990

[2] Bundesverband Porenbetonindustrie e.V. (Herausgeber): Reeh, H., Mathias, B.: Mauerwerk aus Porenbeton, Beispiele zur Bemessung nach DIN 1053-1 (Bericht 14). Wiesbaden 2002

[3] DIN 1053-1: Mauerwerk. Teil 1: Berechnung und Ausführung. Ausgabe November 1996

[4] DIN 18195 "Bauwerksabdichtungen" (Teile 1 bis 6: August 2000; Teil 7: Juni 1989; Teile 8 + 10: August 1983; Teil 9: Dezember 1986)

[5] Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen erdberührter Bauteile mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (2. Auflage November 2001)

[6] Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen erdberührter Bauteile mit flexiblen Dichtungsschlämmen (1. Auflage Januar 1999)

[7] Bundesverband Porenbetonindustrie e.V. (Herausgeber): Oberflächenbehandlung – Putze, Beschichtungen, Bekleidungen (Bericht 7), Wiesbaden Juni 2002

[8] Flassenberg, G.: Abdichtung von Kellerwänden aus Porenbeton; Sonderdruck aus Baumarkt + Bauwirtschaft, Heft 2, 2003

© Bundesverband Porenbeton 5/2003