

Hochwärmedämmende haufwerksporige Leichtbetone

Rezeptoptimierung: Aufgrund steigender Anforderungen an den Wärmeschutz müssen auch die Produzenten von Mauersteinen aus haufwerksporigen Leichtbetonen die Wärmeleitfähigkeit ihrer bewährten Produkte immer weiter optimieren. Der Beitrag erläutert, welche Rolle den Gesteinskörnungen dabei zukommt.

» Da die Wärmedämmwirkung der Produkte tendenziell mit abnehmender Rohdichte steigt, stehen im Rahmen der Optimierung des Leichtbetons grundsätzlich zwei unterschiedliche Optimierungswege zur Verfügung, nämlich der direkte Weg durch die wärmetechnische Optimierung der Produkte und der indirekte durch die Reduzierung der Trockenrohddichte des Leichtbetons.

Wärmetechnische Optimierung

Zur wärmetechnischen Optimierung der Mauersteine stehen drei Verfahren zur Verfügung, die schon in der Vergangenheit von den meisten Mauersteinproduzenten genutzt wurden.

Verbesserung der Steingeometrie

Die Wärmeleitfähigkeit von Mauersteinen kann erheblich durch die Verbesserung der Steingeometrie beeinflusst werden. So kann sowohl der Schlitz- bzw. Kammeranteil der Mauersteine variiert, die Form der Schlitzte angepasst als auch die Verteilung der Kammern und Schlitzte geändert werden. In diesem Zusammenhang ist aktuell eine deutliche Entwicklung in Richtung der Verfüllung von Hohlblockkammersteinen mit wärmedämmenden Materialien festzustellen, mit denen viele Produzenten die Wärmeleitfähigkeit ih-

rer Mauersteine aus haufwerksporigen Leichtbetonen auf Werte $< 0,7 \text{ W/(m K)}$ reduziert haben. Eine weitere Verbesserung ist durch die Unterbrechung der Außenstege erreichbar, wie sich diese in einigen aktuellen Zulassungen finden.

Nachweis verbesserter Wärmeleitfähigkeiten

In der DIN V 4108-4 sind die normativen Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit für diverse Regelwandaufbauten enthalten. Da die hier angegebenen Werte von jedem haufwerksporigen Leichtbeton erreicht werden müssen, liegen die genannten Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit stark auf der sicheren Seite. Aus diesem Grund ist es zielführend, die Wärmeleitfähigkeit des zur Mauersteinherstellung verwendeten Leichtbetons im Rahmen von Zulassungsversuchen nachzuweisen und den Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit des Mauersteins über dreidimensionale Wärmestromberechnungen und unter Berücksichtigung des Schlitzbildes und des geplanten Mauer Mörtels zu ermitteln. Im mittleren Bild auf der rechten Seite ist der exponentielle Zusammenhang zwischen Wärmeleitfähigkeit und Trockenrohddichte geprüfter haufwerksporiger Leichtbetone für drei unterschiedliche, leichte Gesteinskörnungen den entsprechenden Bemessungswerten der genannten DIN gegenübergestellt.

Nachweis eines verbesserten Feuchtezuschlages

Da die Wärmeleitfähigkeit abhängig vom Feuchtegehalt der haufwerksporigen Leichtbetone ist, spielt deren Bezugfeuchte eine wesentliche Rolle bei der Festlegung des Bemessungswertes. Neben den Bemessungswerten sind in der DIN V 4108-4 auch normative Feuchtezuschläge enthalten, welche die feuchtigkeitsbedingte Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit berücksichtigen. Bei bimshaltigen Leichtbetonen liegt der normative Feuchtezuschlag hiernach bei 15%. Auch diese normativen Feuchtezuschläge liegen sehr auf der sicheren Seite. Auf Basis der in der Vergangenheit durchgeführten Untersuchungen wurde festgestellt, dass die realistischen Feuchtezuschläge der meisten Leichtbetone zwischen 5 und 10 % liegen. Somit ist allein auf Basis der Reduzierung des normativen Feuchtezuschlages im Extremfall eine Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit von etwa einer Klasse möglich.

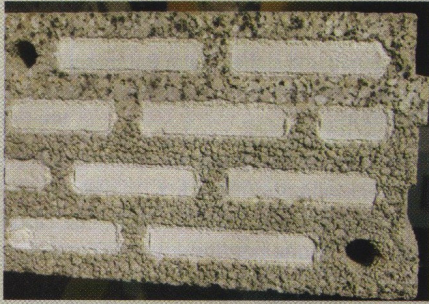
Optimierung der Leichtbetonrezepte

Neben der rein wärmetechnischen Verbesserung der Bemessungswerte haufwerksporiger Leichtbetone kann die Wärmeleitfähigkeit von Mauersteinen bspw. durch die Reduzierung der Trockenrohddichte der Steine erfolgen. Aufgrund der einfachen und effektiven Möglichkeiten zur Verbesserung der Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit mittels der angeführten wärmetechnischen Nachweise wurde der Optimierung der Leichtbetonrezepte in der Vergangenheit vergleichsweise wenig Gewicht beigemessen. So werden die Rezepte haufwerksporiger Leichtbetone auch heute immer noch in erster Linie auf Basis der Schüttdichten und ggfs. Kornfestigkeiten der leichten Gesteinskörnungen entwickelt. Gezielte Anpassungen der Rezepte durch Optimierung der Sieblinie der leichten Gesteinskörnungen oder der Verwendung spezieller „Leichtbetonbindemittel“ sind eher eine Seltenheit. Deswegen sind leichtbetontechnologische Zusammenhänge wie die Grenzfestigkeit des Leichtbetons, die Abschätzung des Einflusses der Bindemittel-

Ergebnisse von Optimierungsversuchen mit einem Bindemittelgemisch.

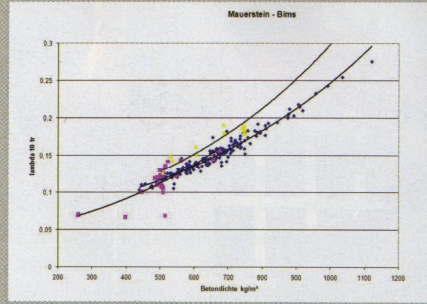
Fotos und Grafiken: Autor oder angegebene Quellen

Mischung	Zement	Compound	Frischbetonrohddichte		Druckfestigkeit		Trockenrohddichte		Faktor
	Menge	Menge							
1	100	0	980	985	3,6	3,53	617	620	5,70
			985		3,6		619		
			991		3,4		624		
2	50	50	1018	1.028	3,6	3,77	608	615	6,12
			1034		3,8		620		
			1033		3,9		617		
3	45	45	995	1.001	3,2	3,60	595	611	5,89
			1001		3,8		617		
			1006		3,8		621		

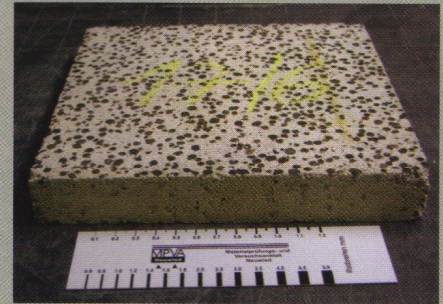


Voll im Trend sind Verfüllsteine mit wärmedämmenden Materialien. Einen erheblichen Einfluss hat dabei auch die optimale Steinlochung.

Foto: Kompetenzzentrum Leichtbeton



Exponentieller Zusammenhang von Wärmeleitfähigkeitsmessungen haufwerksporiger Leichtbetone für drei unterschiedliche, leichte Gesteinskörnungen.



Gefügedarstellung der annähernd gefügedichten Leichtbetone. Die Gleichmäßigkeit der Schüttdichte und der Kornverteilung sind bedeutsam.

festigkeit oder die Festigkeitsentwicklung des Zementes auf die Leichtbetonfestigkeit teilweise in Vergessenheit geraten.

Da die Möglichkeiten der rein wärmetechnischen Optimierung der normativen Wärmedämmeigenschaften (Steingeometrie, Wärmeleitfähigkeit und Feuchtezuschlag) mittlerweile jedoch zum großen Teil ausgereizt sind, wird in Zukunft gerade der Rezepturoptimierung eine besondere Bedeutung zukommen. Im Rahmen einiger hundert Optimierungsversuche wurden wesentliche Zusammenhänge bei der Entwicklung von Leichtbetonrezepten erarbeitet. Dabei stand die Verbesserung des Druckfestigkeits-/Trockenroh-dichteverhältnisses der Leichtbetone im Fokus. Im Rahmen dieser Versuche wurden u. a. folgende Einflussgrößen untersucht:

- Wahl der Bindemittelfestigkeit und der Zementfestigkeitsklasse
- Wahl der leichten Gesteinskörnung
- Optimierung der Sieblinie der leichten Gesteinskörnung
- Verwendung von Zusätzen, welche die Verdichtbarkeit verbessern.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die Bindemittelfestigkeit und damit auch die Wahl der Zementfestigkeitsklasse eine absolut untergeordnete Bedeutung bei der Optimierung des haufwerksporigen Leichtbetons spielt. Zwar hat die Wahl des Bindemittels durchaus einen begrenzten Einfluss auf die erzielbaren Leichtbetoneigenschaften, doch korrelieren diese nicht zur Bindemittelfestigkeit. Es ist zu vermuten, dass hier eher der Wasseranspruch des Bindemittels oder andere Einflüsse auf die Verdichtbarkeit eine Rolle spielen.

Im Gegensatz dazu wirkt sich die Wahl der leichten Gesteinskörnung zum Teil erheblich auf die erreichbaren Druckfestigkeiten der Leichtbetone aus. So sind mit höherfesten leichten Gesteinskörnungen durchaus deutlich bessere Druckfestigkeiten erzielbar. Leider steht diese Festigkeitssteigerung häufig aber auch mit einer Steigerung der Trockenroh-dichte des Leichtbetons in Verbindung. Über die gezielte Auswahl leichter Gesteinskörnungen lassen sich die Rezepturen aber

dennoch positiv beeinflussen. Häufig unterschätzt wird der Einfluss der Sieblinie der leichten Gesteinskörnung. So können optimierte Sieblinien das Zünglein an der Waage sein, welches darüber entscheidet, ob die Eigenschaften des Leichtbetons zielsicher erreicht werden, oder nicht. Im Rahmen einer sachgerechten Produktion ist der Gleichmäßigkeit sowohl der Schüttdichte als auch der Kornverteilung der leichten Gesteinskörnung besonderes Gewicht beizumessen. Vor diesem Hintergrund ist erwähnenswert, dass durch Optimierung der Sieblinien der leichten Gesteinskörnungen auch annähernd gefügedichte Leichtbetone mit Trockenroh-dichten von ca. 450 kg/m² entwickelt werden konnten, die Druckfestigkeiten von ca. 5 N/mm² aufweisen.

Das größte Verbesserungspotential wurde durch Verwendung von Zusätzen erreicht, welche die Verdichtbarkeit des Leichtbetons verbessern. Bei diesen Zusätzen kann es sich sowohl um bestimmte Zusatzmittel aber auch um spezielle Bindemittel handeln. Im Rahmen der durchgeführten Optimierungsversuche wurden einige dieser Zusatzmittel und Bindemittel auf Wirksamkeit überprüft. Hierbei hat sich gezeigt, dass die besten Ergebnisse mit Bindemittelgemischen erzielt wurden, bei denen ein Teil des Zementes bei gleichzeitiger Reduzierung des Gesamtbindemittelanteils durch ein Bindemittelcompound ersetzt wurde.

Neben der kostenmäßigen Verbesserung der Leichtbetonrezepturen durch die Reduzierung des Gesamtbindemittelanteils konnte auch das Druckfestigkeits-/Trockenroh-dichteverhältnis und somit die Wärmeleitfähigkeit des Leichtbetons verbessert werden. Da die Verdichtungswilligkeit der Leichtbetone durch Verwendung dieser Zusätze steigt, sind allerdings Maßnahmen zu ergreifen, die eine Erhöhung der Trockenroh-dichte der Mauersteine verhindern. Einige dieser Rezepturen wurden zusätzlich zu den Laboruntersuchungen im Werk getestet. Hierbei zeigte sich, dass die Laborwerte sehr gut auf die Produktion übertragbar sind und sowohl unter Verwendung von

Bims als auch mit Blähton und Blähglas gut produzierbare, grünstandsfeste Mauersteine mit gleichzeitig geringer Wärmeleitfähigkeit und vergleichsweise hoher Druckfestigkeit herstellbar sind.

Daneben ist noch erwähnenswert, dass der Klinkeranteil in den Rezepten verringert wurde, was zu einer Reduzierung der auslaugbaren Schwermetallgehalte führt. Dies ist aus Sicht der aktuellen Umweltdiskussionen (Reach) ebenfalls als wesentlicher Vorteil zu werten. Aktuell wird weiter an der Entwicklung spezieller Bindemittel gearbeitet, die für die Herstellung haufwerksporiger Leichtbetone optimiert sind.

Abschließend wurde festgestellt, dass die Wasserzugabemenge einen wesentlichen Einfluss auf die erzielbaren Eigenschaften von haufwerksporigen Leichtbetonen hat. So werden haufwerksporige Leichtbetone, ähnlich wie erdfeucht hergestellte Betonwaren, in der Produktion häufig zu trocken produziert. Das hat zwar positive Auswirkungen sowohl auf die Formstabilität der Steine als auch die Menge der Produktionstakte, leider aber führen zu trockene Produktionen zu einer deutlichen Reduzierung der Druckfestigkeit von haufwerksporigen Leichtbetonen.

Fazit: Optimierungen sind gut möglich

Wie die Untersuchungsergebnisse zeigen, lassen sich auch die heute verwendeten Leichtbetonrezepte noch deutlich optimieren. Als zielführende Maßnahmen haben sich die Beachtung der Wasserzugabemenge, die optimierte Wahl der leichten Gesteinskörnung und deren Sieblinie sowie die Verwendung von Zusätzen, welche die Verdichtbarkeit verbessern, herauskristallisiert.

(Dr. Karl-Uwe Voß, Institutsleiter der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied – Auf Anfrage stellt der Autor gern ein weiterführendes Literaturverzeichnis zur Verfügung.)

✘ SUS A Wegweiser
www.mpva.de