

Thermische Charakterisierung von Porenbeton mittels LFA

Fabia Beckstein, Applikationslabor

Einleitung

Porenbeton findet häufig Einsatz im Bauwesen, insbesondere für tragende und nicht tragende Wände, Decken, Dachkonstruktionen und Fassaden. Aufgrund seiner geringen Dichte und guten Wärmedämmeigenschaften ist Porenbeton ein beliebtes Material für energieeffiziente Gebäude. Die Wärmeleitfähigkeit ist nicht nur ein wichtiger Parameter für die Qualitätskontrolle, sondern auch für die Forschung und Entwicklung neuer Materialien. Gängige Techniken zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Dämmstoffen sind Heat Flow Meter (HFM) und Guarded Hot Plate (GHP).

Laser Flash Analyse

Die Laser Flash Analyse (LFA) ist eine weitere gängige Methode zur Bestimmung der thermischen Eigenschaften, wie beispielsweise der Temperaturleitfähigkeit, der spezifischen Wärmekapazität und der Wärmeleitfähigkeit. Sie ist in der Regel auf nichtporöse Materialien beschränkt. Unter Verwendung des Modells von McMasters [1] zur Auswertung des Messsignals können mittels LFA jedoch auch poröse Materialien untersucht werden:

- Das Material sollte im Vergleich zur Dicke der Probe kleine Poren aufweisen.
- Das Material sollte mit einer definierten Geometrie vorbereitet werden.
- Das Material sollte undurchsichtig oder ordnungsgemäß mit Grafit beschichtet sein.

Probenbeton erfüllt all diese Anforderungen, sodass dieser Dämmstoff mit Hilfe der LFA untersucht wurde. Zur Überprüfung der LFA-Ergebnisse wurden weitere Messungen mit einem Wärmefluss-Messgerät (HFM) und einer Guarded Hot Plate- (GHP) Apparatur durchgeführt.

Experimentelle Daten

Für die Untersuchungen wurden zwei Proben aus größeren Blöcken mit den Abmessungen 250 mm x 300 mm x 60 mm vorbereitet, geeignet für HFM- und GHP-Messungen. Die Proben wurden einzeln im HFM und gemeinsam im symmetrischen Aufbau der GHP untersucht. Die Temperaturen wurden auf 25 °C, 50 °C und 75 °C mit einem Temperaturunterschied von 20 K zwischen den Platten eingestellt.

Für die LFA-Messungen wurden ebenfalls zwei unabhängige Proben mit einem Durchmesser von 12,7 mm und einer Dicke von 5 mm hergestellt. Die Proben wurden bei denselben Temperaturstufen, wie für die Untersuchungen mit HFM und GHP gewählt, gemessen. Für die Auswertung der Temperaturleitfähigkeit der LFA-Messsignale wurde das sogenannte Penetration Model nach McMasters verwendet. Dieses Modell berücksichtigt das Eindringen von Licht in den Probekörper, bedingt durch die poröse Oberfläche des Porenbetons.

Die spezifische Wärmekapazität, die für die Berechnung der Wärmeleitfähigkeit erforderlich ist, wurde hier an pulverförmigen Proben mit Hilfe der dynamischen Differenz-Kalorimetrie (DSC) bestimmt. Die Dichtebestimmung aller Probekörper erfolgte durch Messung von Masse und Volumen.

Ergebnisse und Diskussion

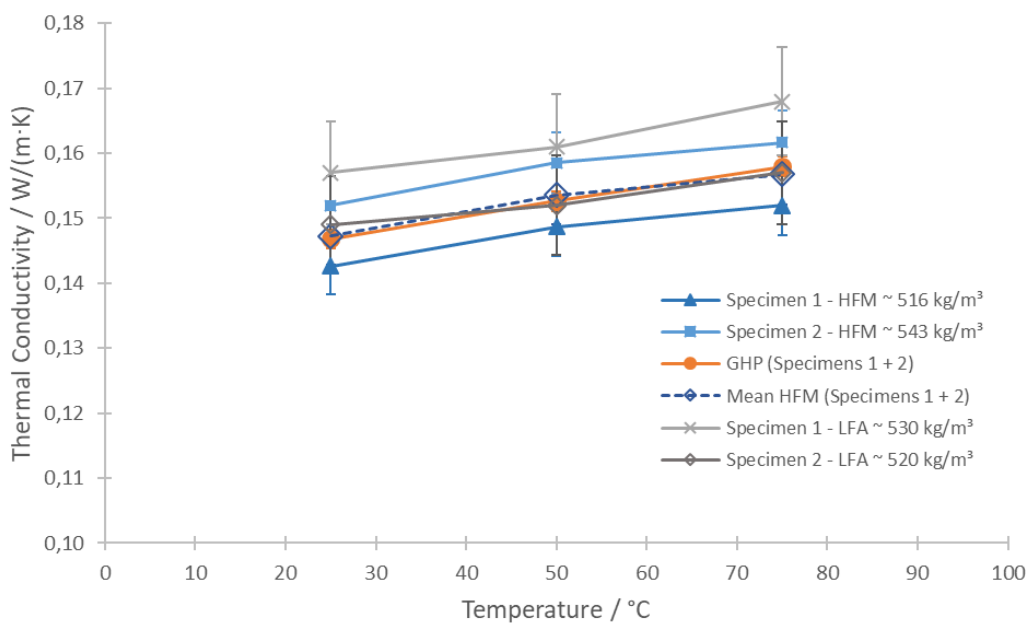
In Abbildung 1 sind die Ergebnisse der Wärmeleitfähigkeit dargestellt, die mit den Methoden HFM, GHP und LFA ermittelt wurden. Die Wärmeleitfähigkeit steigt, wie bei porösen Materialien zu erwarten, mit zunehmender Temperatur an. Der Einfluss der Dichte ist ebenfalls zu beobachten. Je geringer die Dichte, desto niedriger ist die effektive Wärmeleitfähigkeit aufgrund des höheren Anteils der niedrig leitenden Phase. Die Ergebnisse weisen eine gute Übereinstimmung zwischen den etablierten Methode HFM, GHP und LFA unter Verwendung des auf McMasters basierenden Penetration Modells auf. Die maximale Abweichung zwischen den unterschiedlichen Proben und Methoden beträgt ca. 10 %.

Zusammenfassung

Die Messungen zeigen, dass die LFA-Methode auch bestens zur Charakterisierung poröser Materialien geeignet ist. Aufgrund der geringen Probengröße kann dies für die Forschung & Entwicklung neuer Porenbetonmaterialien mit begrenzter Probenmenge von großem Interesse sein.

Referenz

[1] R.L. McMasters, J.V. Beck, R.B. Dinwiddie, H. Wang 1999. "Accounting for Penetration of Laser Heating in Flash Experiments," *Journal of Heat Transfer* 121: 15-21.



1 Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Porenbeton mit den Methoden LFA, HFM und GHP