

11 (1984) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

E. Boy

Entwicklung einer neuen Prüfapparatur für Wärmedurchlaßwiderstandsmessungen durch numerische Analysen des Meßvorgangs

Mit den erhöhten Anforderungen an den Wärmeschutz kommt der Ermittlung der Wärmedämmeigenschaften von Bauteilen größere Bedeutung zu. Es sind Meßapparaturen mit minimaler, zuverlässig abschätzbarer Meßunsicherheit erforderlich.

Ausgangssituation - Problemstellung

Die am ausgeführten Bau vorliegenden Dämmwerte können beispielsweise infolge wechselnder Bauausführung, durch schwankende Feuchtegehalte, durch geometrische Wärmebrücken oder durch Installationswärmebrücken etc. von den im Labor ermittelten Werten erheblich abweichen.

Auf dem Markt befindliche k-Wert-Meßgeräte mit kleinen Wärmestrommessern sind für die genaue Ermittlung der Wärmedämmwerte nicht geeignet. Für die Anwendung dieser Geräte werden im Bauteil stationäre Temperaturfelder vorausgesetzt, die jedoch in der Regel nicht vorliegen. Durch die Meßfühlergröße ist außerdem die Erfassung repräsentativer Ausschnitte in den meisten Fällen nicht möglich.

Mit thermographischen Verfahren können zwar Temperaturunterschiede in der Außenwandoberfläche festgestellt und damit Wärmebrücken aufgezeigt werden, zur Ermittlung der Wärmedämmwerte sind diese Verfahren jedoch ungeeignet.

Für exakte Wärmedurchlaßwiderstands- oder k-Wert-Messungen am ausgeführten Bau steht somit z. Zt. kein hinreichend genaues Verfahren zur Verfügung. Für den zerstörungsfreien Nachweis des Wärmeschutzes am ausgeführten Bau ist ein solches Verfahren erforderlich.

Die für Wärmedurchlaßwiderstands- und k-Wert-Messungen derzeit angewandten Heizkastenmethoden (DIN 52 611) weisen konstruktions- und funktionsbedingt Nachteile auf, die sich in nicht bekannten Unsicherheiten im Meßergebnis niederschlagen können. Die Messung des Wärmedurchlaßwiderstandes von Bauteilen nach der Wärmestrommeßplatten-Methode ist funktionsbedingt in der Anwendung auf homogene und monolithische Bauteile eingeschränkt.

Ziel

Ziel der Arbeit war die Entwicklung einer Meßapparatur für die Messung des Wärmedurchlaßwiderstandes von Bauteilen wie Wänden und Decken im Laboratorium und am ausgeführten Bau, die eine minimale Meßunsicherheit aufweist und eine zuverlässige Fehlerabschätzung des Meßergebnisses ermöglicht.

Methodik

Durch numerische Berechnung der Temperaturfelder in homogenen oder inhomogenen ebenen planparallelen und unebenen Bauteilen wurde der Wärmedurchlaßwiderstand und der k-Wert dieser Bauteile in Abhängigkeit von den Randbedingungen ermittelt. Durch Simulation der derzeit angewandten Laborverfahren: "Kalibrierter Heizkasten", "geregelter Heizkasten" und "Wärmestrommeßplattenverfahren" wurden mögliche Fehlerquellen und deren Einfluß auf das Meßergebnis ermittelt. Aus den Fehleranalysen wurden die Bedingungen für die Konstruktion einer fehlerarmen Apparatur abgeleitet.

Ergebnis

Der Einfluß physikalisch nicht exakt definierter Randbedingungen auf das Meßergebnis kann bei inhomogenen Bauteilen, bei Bauteilen mit Wärmebrücke und bei Bauteilen mit strukturierten Oberflächen weit größer sein, als die rein meßtechnisch bedingte Unsicherheit.

In den Abbildungen 1 bis 3 sind Beispiele hierzu angegeben.

Für eine Wand aus nebeneinanderliegenden Bereichen unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit ist in Bild 1 die Abhängigkeit des Wärmedurchlaßwiderstandes von den Wärmeübergangskoeffizienten auf beiden Wandseiten angegeben.

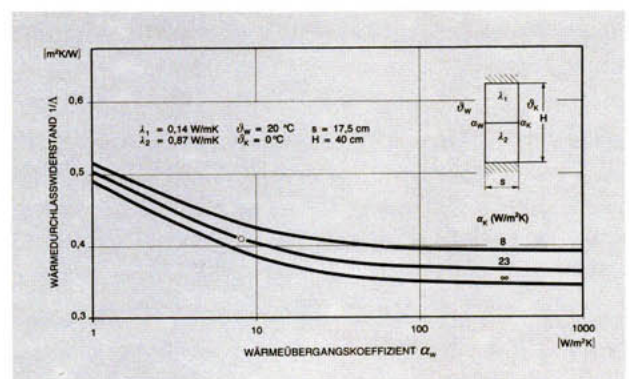


Bild 1: Abhängigkeit des Wärmedurchlaßwiderstandes einer inhomogenen Wand von den Wärmeübergangskoeffizienten auf beiden Wandseiten.

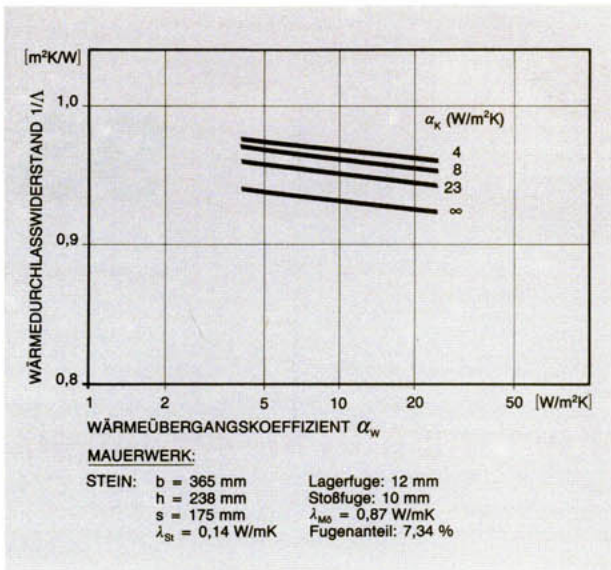


Bild 2: Wärmedurchlaßwiderstand eines Mauerwerkes in Abhängigkeit von den Wärmeübergangskoeffizienten.

In Bild 2 sind die entsprechenden Ergebnisse für ein Mauerwerk und in Bild 3 für ein Bauteil mit strukturierter Oberfläche angegeben.

Aus den Fehleranalysen wurden Methoden zur Fehlerabschätzung für die Messung des Wärmedurchlaßwiderstandes und des k-Wertes mit den gebräuchlichen Versuchseinrichtungen ausgearbeitet und Konstruktions- sowie Meßanweisungen zur Fehlerminimierung abgeleitet.

Der aus den Fehleranalysen resultierende Entwurf für eine Apparatekonstruktion wurde in einem Prototyp realisiert und in Testmessungen geprüft. Die neuentwickelte Heizplattenapparatur kann als modifizierter, geregelter Heizkasten bezeichnet werden. In Parallelebenen zur Probekörperoberfläche werden, wie bei den Plattengeräten nach DIN 52612, isotherme Ebenen erzeugt.

Im Gegensatz zu den Plattengeräten werden jedoch zwischen Probekörper und Heiz- sowie Kühlplattenebene Übergangswiderstände geschaltet (siehe Bild 4).

Diese sind variierbar, müssen bei inhomogenen Bauteilen jedoch

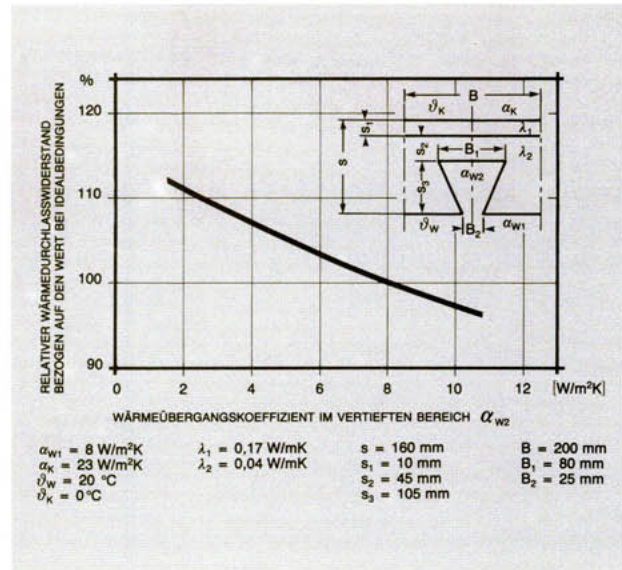


Bild 3: Abhängigkeit des Wärmedurchlaßwiderstandes von Wärmeübergangskoeffizienten im vertieften Oberflächenbereich eines inhomogenen Bauteils mit strukturierter Oberfläche.

auf die in DIN 4108 vorgeschriebenen Werte eingestellt werden, weil das Ergebnis der Messung von den Übergangswiderständen abhängt.

In einem einfachen, kompakten Heiz- und Kühlplattenaufbau mit Schutzring und Gegenheizung sowie mit definierten Übergangswiderständen sind definierte Randbedingungen einfach herstellbar und kontrollierbar.

Die Prototypausführung hat eine Kernmeßfläche von 50 cm x 75 cm entsprechend dem repräsentativen Ausschnitt von Mauerwerk der genormten Mauerwerksteinformate und eine Schutzringaußenabmessung von 1,5 m x 1,5 m. Für spezielle Anwendungen kann das Prinzip auch in anderen Abmessungen realisiert werden.

Die Konzeption der Apparatur läßt auch die Erzeugung definierter instationärer Temperaturgänge zu. Damit kann sie für einen weiteren Bereich der Ermittlung von Bauteileigenschaften verwendet werden.

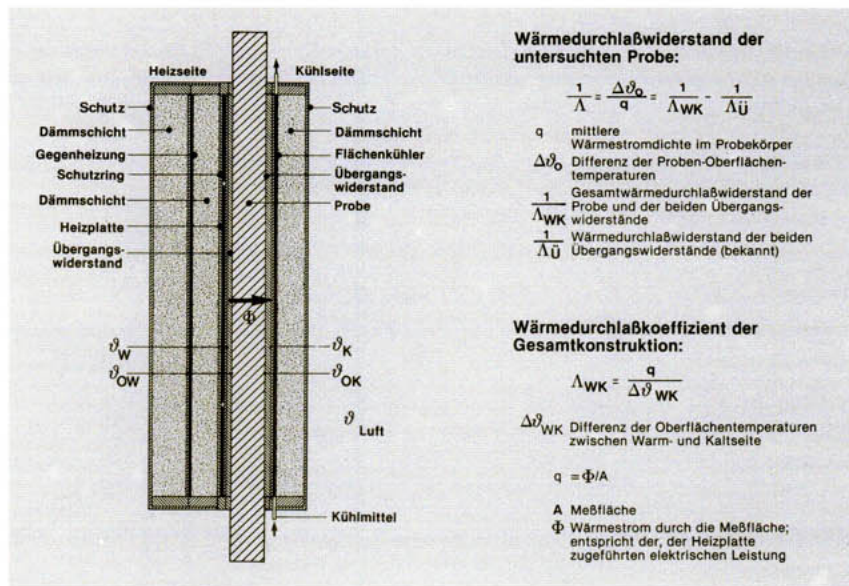


Bild 4: Heizplattenapparatur



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK
 7000 Stuttgart 80, Nobelstraße 12, Tel. (0711) 6868-00
 Außenstelle:
 8150 Holzkirchen (OBB), Postf. 1180, Tel.(08024)643-0

Herstellung und Druck:
 IRB Verlag, Informationszentrum RAUM und BAU
 der Fraunhofer-Gesellschaft, Stuttgart

Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des
 Fraunhofer-Instituts für Bauphysik