

# Nachträgliche Bestimmung des k-Wertes von Mauerwerkswänden

Bernhard Sagmeister

**H**ausbesitzer zahlen viel Geld für eine hochwärmedämmende Außenwand aus Mauersteinen. Und gelegentlich kommen ihnen Zweifel, ob der Bauunternehmer die richtigen Steine und Mörtel verwendet hat. In diesen leider oft berechtigten Zweifelsfällen sind Untersuchungen mit einer nachträglichen Bestimmung des k-Wertes der ausgeführten Mauerwerkswand erforderlich.

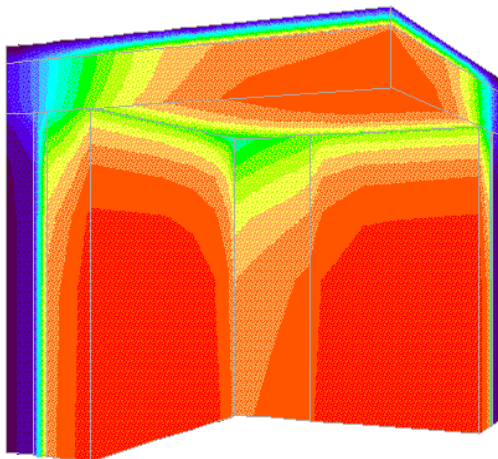
## 1 Einführung

Intuitiv denkt der eingeschaltete Gutachter sofort, das Problem müßte doch mit Temperaturmessungen an der Wandoberfläche ( $\vartheta_{O_i}$ ,  $\vartheta_{O_a}$ ) und der umgebenden Luft ( $\vartheta_{L_i}$ ,  $\vartheta_{L_a}$ ) leicht zu lösen sein. Denn die Formeln der DIN 4108 Teil 5 /1/ erlauben die eindimensionale Wärmestromgleichung:

$$q = k (\vartheta_{L_i} - \vartheta_{L_a}) = \alpha_i (\vartheta_{L_i} - \vartheta_{O_i}) = \alpha_a (\vartheta_{O_a} - \vartheta_{L_a})$$

**1 Wärmebrücke:**  
Dreidimensionale Berechnung von Oberflächen-temperaturen in einer Raumecke

Um diese Gleichung nach k aufzulösen, müßte man aber den genauen Wert des Wärmeübergangskoeffizienten  $\alpha$  wissen. Der Normwert ist nur eine



Durchschnittsangabe und hilft hier nicht weiter. Der exakte Wert hängt von der Windgeschwindigkeit und dem Emissionsverhalten der Wandoberfläche ab. Weiterhin wird, außer an Regentagen, noch Strahlungsenergie durch die Sonne in die Außenseite der Wand eingetragen und verfälscht das Ergebnis. Eine weitere Fehlerquelle ist der Ort der Temperaturmessung. Es gibt fast keinen Ort, der nicht durch geometrische oder stoffliche Wärmebrücken beeinflusst wird (Bild 1). Auch zwischen Mörtelfuge und Stein treten bereits erhebliche Temperaturunterschiede auf. Da hilft die beste Thermografiemessung mit einer Genauigkeit von 0,05 K nichts, wenn man nicht weiß, welche Temperatur wohl der gemittelten Temperatur für eine eindimensionale Wärmestrombetrachtung zugeordnet werden soll.

## 2 Heizkastenmethode

Einen Teil der Probleme kann man mit der Heizkastenmethode nach DIN 52 611 /2/ beheben. Der Wärmestrom  $q$  wird entweder mit einer geregelten Heizspirale in einem gedämmten Wandkasten definiert erzeugt oder mit einer Wärmestrommeßplatte gemessen. Durch die Größe der Meßfläche von mindestens 1,0m x 1,0m werden Fugeneinflüsse des Mörtels und Inhomogenitäten des Mauerwerks ausgeglichen. Die Methode ist bis auf die Bohrungen zur Befestigung des Kastens an der Wand zerstörungsfrei. Aber auch diese Messung ist empfindlich und es ist sicher kein Zufall, daß der Normtitel sie nur im Labor vorsieht.

## 3 Rechnerische Wärmeleitfähigkeit

Bevor man aber nun versucht mit einer verfeinerten Messung den tatsächlichen k-Wert einer Wand zu bestimmen, sollte man sich fragen ob dieser Wert weiterhilft? Denn in keinem Bauvertrag ist vereinbart, daß die Außenwand einen exakten, meßbaren k-Wert einhalten muß. Denn für den Zeitpunkt der k-Wert Messung müßten dann auch die Mitteltemperatur und der Feuchtegehalt der Wand festgelegt sein. In Abhängigkeit von diesen Variablen kann der k-Wert um bis zu 30% oder mehr schwanken.

In Verträgen mit Ausschreibung wird nur eine bestimmte Stein- und Mörtelart mit einer rechnerischen Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_R$  gefordert. Oder der Baufirma wird nur der Wärmeschutznachweis übergeben und es ist ihr freigestellt, wie sie die darin vorgegebene rechnerische Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_R$  einhält. Diese rechnerische Wärmeleitfähigkeit stimmt mit den unter festgelegten Bedingungen im Labor gemessenen Wärmeleitfähigkeit sehr gut überein. Im Bauwerk kann sie aber deutlich nach oben und unten abweichen. Die rechnerische Wärmeleitfähigkeit bezieht sich auf eine Mitteltemperatur von 10°C und normgemäßen Feuchtigkeitsgehalten. Die in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit auftretenden Luftströmungen in Fugen oder in den Steinen werden bei der rechnerischen Wärmeleitfähigkeit nicht berücksichtigt. Die Rechenwerte der DIN 4108-4 /3/ sind bei der unendlichen Anzahl an möglichen Steinbildern

mit deutlichen Sicherheiten versehen /4/, sie weichen deshalb von den tatsächlich vorhandenen Werten ab. Und letztendlich geht die rechnerische Wärmeleitfähigkeit von einem stationärem, eindimensionalen Wärmestrom im Mauerwerk aus. Dies tritt bei Wohngebäuden in Wirklichkeit fast nirgendwo in der Wand auf.

#### 4 Methode der Stein- und Mörtelbeurteilung

Um die rechnerische Wärmeleitfähigkeit der Wand zu bestimmen, muß die Wand zerstörungsarm mit einer Kernbohrung oder dem Stemmeisen bis ca. zur Wandmitte geöffnet werden. In der Öffnung muß das Steinbild, insbesondere die Form und der Anteil der Löcher bestimmt werden. Vor Ort muß auch festgestellt werden, ob Dünnbettmauerwerk mit entsprechenden Plansteinen und Dünnbettmörtel oder ein Normalmauerwerk verwendet wurde. Vom Stein und vom Mauermörtel werden Ausbauproben entnommen. Ideal sind Proben von 3 unabhängigen Entnahmestellen.

Nun muß dem Stein der entsprechende Hersteller, Steintyp und die Steinrohddichte zugeordnet werden. Der Hersteller läßt sich meist über Lieferscheine feststellen, den Steintyp findet man durch Studium seiner technischen Unterlagen oder Zulassungen. In Fällen, in denen die Bauunternehmer nicht kooperieren, empfiehlt es sich einen ortsansässigen Händler, eine Güteschutzgemeinschaft oder eine Materialprüfanstalt einzubeziehen.

Da Steine meist regional vertrieben werden, können sie von Fachleuten anhand Farbe, Material, Lochbild sowie Nut- und Federausbildung schnell identifiziert werden. Aus der Trockenrohddichte des Bruchstückes (Scherben) kann man über den Lochanteil die Steinrohddichte rechnerisch ermitteln. Man untersucht dabei möglichst große Stücke, da z.B. nach /5/ bei Leichtbetonsteinen die Dichte über den Stein erheblich schwanken kann.

Die Mörtelart kann über die Trockenrohddichte näherungsweise bestimmt werden. Die Tabelle 1 gibt hierzu Hilfestellung. In /6/ wird auf die Schwierigkeiten eingegangen, warum über die Dichte ein LM 21 nicht eindeutig von einem LM 36 zu unterscheiden ist. In diesen Fällen helfen oft mikroskopische Untersuchungen über die Leichtzuschläge im Mörtel weiter.

Aus Steintyp und Mörtel kann, je nach Stein und seiner bauaufsichtlichen Genehmigung, die Wärmeleitfähigkeit nach folgenden drei Methoden bestimmt werden:

- ◆ Bei Normsteinen erfolgt der Nachweis mithilfe der DIN V 4108-4 /3/ „Wärme- und feuchteschutztechnische Kennwerte“
- ◆ Bei Normsteinen mit nachgewiesenen, verbesserten wärmetechnischen Eigenschaften erfolgt der Nachweis mit dem Übereinstimmungszertifikat. Es enthält besondere Festlegungen der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_R$  nach Anlage 2.7 der Bauregelliste. Das Zertifikat ist entweder beim Hersteller der Steine oder seiner amtlich anerkannten Zertifizierungsstelle erhältlich.
- ◆ Bei von Normen abweichenden Steinen sind die Rechenwerte  $\lambda_R$  in der „Allgemeinen bauaufsichtliche Zulassung“ festgelegt

Die Methode ist kostengünstig, schnell und effektiv. Mit der Hilfe von marktkundigen Gutachtern ist sie trennscharf und eindeutig. Wenn unsolide Unternehmer betrügen, dann machen sie dies auch richtig und verwenden Mauerwerk mit deutlich abweichenden, preiswerten Steinbildern und Rohddichten. Bei Mauermörtel wird entweder LM 21 mit reichlich Quarzsand verschnitten oder Normalmauermörtel verwendet.

#### Literatur

- /1/ DIN 4108-5:1981-8: Wärmeschutz im Hochbau, Berechnungsverfahren.
- /2/ DIN 52 611-1:1991-1: Bestimmung des Wärmedurchlaßwiderstandes von Bauteilen, Prüfung in Laboratorien.
- /3/ DIN V 4108-4:1998-10: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Wärme- und feuchteschutztechnische Kennwerte
- /4/ B. Sagmeister: „Wärmedämmend mit haufwerksporigem Leichtbeton“, Betonwerk- und Fertigteiltechnik 7/1999, Bauverlag Wiesbaden, 1999.
- /5/ B. Sagmeister: „Rezeptoptimierung von haufwerksporigem Leichtbeton“, Betonwerk- und Fertigteiltechnik 11/99, Bauverlag Wiesbaden, 1999.
- /6/ P. Schubert: „Nachweis der Rohdichteanforderungen an Leichtmörtel im Mauerwerk“, das Mauerwerk, Heft 1, 1998, Ernst&Sohn, Berlin.

Befund	Mörtelart
$\rho \leq 0,81 \text{ kg/dm}^3$	LM 21
$0,81 < \rho \leq 1,2 \text{ kg/dm}^3$	LM 21 oder LM 36, nicht eindeutig ermittelbar
$1,2 < \rho \leq 1,5 \text{ kg/dm}^3$	LM 36
$\rho > 1,5 \text{ kg/dm}^3$	NM
$d \leq 3 \text{ mm}$	DM

Tabelle 1  
Mörteleinstufung

**Autor dieses Beitrages:**  
Dr.-Ing. B. Sagmeister  
Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied GmbH  
Forschungsgesellschaft für vulkanische Baustoffe  
Sandkauler Weg 1  
56564 Neuwied/Rhein