

In-situ U-Wert Messung: Wärmefluss- und temperaturbasierte Methode im Vergleich

Hintergrund

Das energetische Verhalten von Gebäudehüllen und die dazugehörigen U-Werte können präzise geschätzt werden, wenn die verbauten Materialien sowie die Umgebungseinflüsse bekannt sind [1]. Oft sind aber Daten zu den Materialien und den Umgebungseinflüssen nicht vorhanden oder wegen Alterungsprozessen nicht mehr genau. Um einen U-Wert präzise und verlässliche bestimmen zu können, sind empirische in-situ Messungen nötig.

Vergleich von Messmethoden

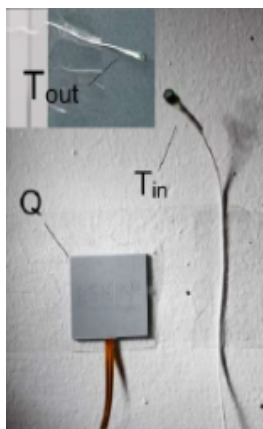
Zwei unterschiedliche Methoden existieren zur Messung des U-Wertes: die temperaturbasierte Methode (TBM) und die wärmeflussbasierte Methode (WBM). Obwohl beide Methoden in-situ U-Werte liefern, gibt es einen bedeutenden Unterschied zwischen den beiden Methoden in Bezug auf Qualität und Genauigkeit der Messwerte. Der Unterschied zwischen den beiden Methoden kann anhand der Formel zur Berechnung des U-Wertes (W/m^2K) gezeigt werden:

$$U=Q/(T_{in} - T_{out})$$

T_{in} und T_{out} sind Innen- bzw. Aussentemperatur in Kelvin und Q der korrespondierende Wärmefluss durch die Wand (W/m^2). Beiden Messmethoden verwenden Temperatursensoren, um die Innen- und die Aussentemperatur (T_{in} und T_{out}) zu bestimmen. Der Unterschied zwischen den beiden Methoden besteht in der Bestimmung des Wärmeflusses (Q).

Bei der WBM (siehe Abbildung unten) wird der Wärmefluss mittels eines Wärmeflussensors gemessen, der an der Wandinnenseite angebracht wird. Innen- und Aussentemperatur (T_{in} und T_{out}) werden mit zwei separaten Temperatursensoren gemessen. Alle drei Parameter, die zur Berechnung des U-Wertes nötig sind, werden direkt gemessen.

Mit der TBM wird der Wärmefluss (Q) angenähert durch die Messung der Innen- und der Wandtemperatur, wobei ein konstanter thermischer Grenz Widerstand zwischen der Oberfläche der Wandinnenseite und der Luft im Raum angenommen wird.



$$Q=(T_{in} - T_{wall})/R_{si}$$

Wobei T_{in} die Innentemperatur, T_{wall} die Temperatur der Wandinnenseite und R_{si} der thermische Grenz Widerstand zwischen der Wandinnenseite und der Lufttemperatur innen darstellt (m^2K/W). Ein Temperatursensor ist nötig um T_{wall} zu messen. Der thermische Grenz Widerstand (R_{si}) wird bei der TBM nicht gemessen sondern von Standardgebäudeelementen abgeleitet. Ein oft verwendeter Wert ist $0.13 m^2K/W$. Weil dieser Wert aber nur eine Schätzung ist, kann er signifikant von dem tatsächlichen in-situ Wert abweichen. Der Wärmefluss (Q) kann so abgeleitet werden, was die Berechnung des U-Wertes gemäss Formel 2 ermöglicht (bei Verwendung eines dritten Temperatursensors für die Messung der Aussentemperatur).

Zusammenfassung

Es lässt sich festhalten, dass die WBM einen U-Wert basierend auf drei in-situ gemessenen Parametern ausgibt. Die WBM reflektiert damit gut die speziellen Umgebungseinflüsse an der gemessenen Stelle. Die TBM hingegen basiert teilweise auf geschätzten Werten. Die WBM ermöglicht einen genaueren Einblick in die tatsächlichen in-situ U-Werte unter Berücksichtigung der Umgebungseinflüsse.

Um valide Messwerte wiedergeben zu können, benötigen beide Methoden eine minimale Temperaturdifferenz zwischen der Innen- und der Aussentemperatur. Zwischen den beiden Methoden gibt es hinsichtlich der notwendigen Temperaturdifferenz einen bedeutenden Unterschied. Während bei der TBM eine Temperaturdifferenz von mindestens 15 °C zwingend ist, funktioniert die WBM bereits bei geringen Differenzen von beispielsweise 5 °C [2]. Die WBM ist als standardisierte Norm in ISO 9869 detailliert beschrieben, die auch wichtige Faktoren wie die Wetersituation und die thermische Masse der Wand berücksichtigt. Beispielsweise definiert die Norm die minimale Messperiode, um die thermische Trägheit eines Gebäudes während eines Tageszyklus zu berücksichtigen. Für die TBM existiert bis heute [Juni 2015] kein ISO Standard. Nur eine Wärmeflussmessung gemäss ISO 9869 garantiert verlässliche und präzise in-situ U-Werte.

Referenzen

- [1] [U-Wert-Berechnung und Bauteilekatalog. Neubauten. Bundesamt für Energie, 2002](#)
- [2] [EN ISO 9869-1:2014 Thermal insulation -- Building elements -- In-situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance -- Part 1: Heat flow meter method](#)