

## Messung der thermischen Isolation bei Gebäuden: Zusammenfassung der ISO 9869-1 (2014) Norm

### Hintergrund

Die ISO (International Organization for Standardization) Norm 9869 („Thermal insulation – Building elements In-situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance“) erschien das erste Mal 1967 und wurde im Jahr 2014 überarbeitet bzw. erweitert. Die Norm enthält standardisierte Vorgaben um einen zuverlässigen und allgemein gültigen U-Wert, auf Basis der Wärmefluss-Methode, zu bestimmen. Nachfolgend werden die wichtigsten Punkte der ISO Norm zusammengefasst. Dabei wird der Fokus auf Kapitel 4 „Apparatus“, Kapitel 5 „Calibration procedure“, Kapitel 6 „Measurements“, Kapitel 7 „Analysis of data“, Kapitel 9 „Accuracy“ und Kapitel 10 „Test report“ gelegt. Für genauere Informationen bzw. einen detaillierteren Einblick sollte direkt die ISO Norm 9869 hinzugezogen werden.

### Zu 4. Apparatus

Das Gerät muss mind. aus einem Wärmeflussensor (WFS) und zwei Temperatursensoren (für Innen sowie für Außen) bestehen. Der WFS muss möglichst dünn sein sowie einen möglichst geringen Wärmewiderstand aufweisen. Zusätzlich sollte der WFS, zur Minimierung von Störfaktoren, von einem wärmeleitenden Material umgeben sein. Passende Temperatursensoren sind kleine Thermoelemente oder flache Widerstandsthermometer. Diese müssen für die Messumstände geeignet sein und gegebenenfalls gegen externe Einflüsse, z.B. Sonnenstrahlen, geschützt sein.

### Zu 5. Calibration procedure

Der Kalibrierungsfaktor für einen neuen Typ an Wärmeflussmessgeräten muss an verschiedenen Materialien durch ein absolutes Testverfahren bewertet werden. greenTEG kalibriert seine Wärmeflussensoren in einem Messaufbau, welche NIST nachweisbare thermische Referenzmaterialien verwendet. Die Boden- und Lufttemperatursensoren werden für mehrere Temperaturen im relevanten Bereich (im Allgemeinen zwischen -10°C und 50°C) kalibriert. greenTEGs Temperatursensoren sind werkseitig kalibriert. Werden die Daten direkt durch zusätzliche Geräte ausgewertet, müssen für diese Geräte angemessene Kalibrierungsinformationen vorhanden sein.

### Zu 6. Measurements

Der WFS muss an einer repräsentativen Stelle der Wand, im Inneren des Gebäudes, angebracht werden. Die Temperatursensoren müssen in unmittelbarer Nähe zum Wärmeflussensor platziert werden, Innen sowie Außen. Direkte äußere Einflüsse wie z.B. Sonnenstrahlen, Regen, Schnee, Heizwärme oder Ventilatoren sollten vermieden werden, in dem eine passende Stelle gewählt oder eine kleine Schutzvorrichtung errichtet wird. Für die Erfassung von verwertbaren Daten wird eine Mindestmessdauer von 72 Stunden (3 Tagen) vorgegeben. Bei fluktuierenden Rahmenbedingungen wird empfohlen, diese auf 7 Tage zu verlängern. Der Messprozess sollte in diesem Zeitraum nicht unterbrochen werden. Für eine detaillierte Auswertung der Daten müssen mindestens ein- bis zweimal pro Stunde Messdaten aufgezeichnet werden.

### Zu 7. Analysis of the Data

Bei der „Average“ Methode wird der durchschnittliche Wärmefluss durch die durchschnittliche Temperaturdifferenz geteilt.

Formel:

$$U = \frac{\sum_{j=1}^n q_j}{\sum_{j=1}^n (T_{ij} - T_{ej})}$$

U= Wärmedurchgangskoeffizient  
 q= Dichte der Wärmestromrate  
 T<sub>i</sub>= Innentemperatur  
 T<sub>e</sub>= Außentemperatur

Bei Messobjekten mit geringer Wärmekapazität (< 20kJ/[m<sup>2</sup>K], z.B. Fenster) werden Messungen während der Nacht empfohlen. Messungen sollten eine Stunde nach Sonnenuntergang gestartet werden und vor Sonnenaufgang wieder beendet werden. Wenn bei drei aufeinander folgenden Nächten der Unterschied des U-Wertes weniger als 5 % beträgt kann die Messung gestoppt werden. Falls dies nicht der Fall sein sollte, muss die Messung weitergeführt werden, bis die Diskrepanz weniger als 5 % beträgt.

Bei Messobjekten mit hoher Wärmekapazität (> 20kJ/[m<sup>2</sup>K], z.B. Wandaufbauten) muss die Messdauer ein Vielfaches von 24 Stunden betragen, mindestens 72 Stunden (3 Tage). Der zuletzt gemessene U-Wert darf eine maximale Abweichung von ±5 % zu dem Wert der letzten 24 Stunden aufweisen. . Zusätzlich darf der R-Wert (abgeleitet vom U-Wert<sup>1</sup>), der während der ersten 2/3 der Analyseperiode erhalten wurde , nicht mehr als 5% von dem Wert abweichen, der in den letzten 2/3 der Analyseperiode ermittelt wurde. Falls diese Kriterien nicht erfüllt werden, muss die Messung weitergeführt oder neu gestartet werden.

#### Zu 9. Accuracy

Abweichungen, die durch Kalibrations-Abweichungen, Kontakt-Fehler zwischen der Wand und dem Sensor sowie dem Unterschied zwischen der Lufttemperatur und der Oberflächentemperatur entstehen, können beispielsweise bis zu 5 % betragen. Die Abweichung, die durch den zusätzlichen Wärmewiderstand des Sensors entsteht, kann theoretisch zwischen 2 % - 3 % liegen. Weitere Abweichungen können durch zeitabhängige Temperaturschwankungen entstehen. Der gemessene U-Wert darf max. (nach Aufspürung der potentiellen Fehlerquellen) bis zu 14 % von dem tatsächlichen U-Wert abweichen.

#### Zu 10. Test report

Der Messbericht muss Informationen über die gemessenen Elemente, Informationen über die Messung und Informationen über die Analyseverfahren beinhalten.

Die Informationen bezüglich des gemessenen Elementes müssen Daten über den Standort, den Grund für die Messung, die Dicke und die Art des Materials enthalten. Bezüglich der Messung müssen Informationen über den Anfang und das Ende der Messung, den Aufzeichnungsintervall und die gemessenen Temperaturen vorliegen. Zusätzlich sollte der Messbericht eine grafische Darstellung der Messdaten enthalten und Informationen über die verwendete Analyseverfahren liefern.

#### Abschließender Hinweis

Die nicht erwähnten Paragraphen sind für die Umsetzung nicht besonders relevant und wurden deshalb nicht aufgeführt. Falls die restlichen Informationen der ISO Norm von Interesse sind müssen diese im Dokument direkt nachgelesen werden.

Für Fragen stehen wir unter [info@greenteg.com](mailto:info@greenteg.com) gerne bereit.

<sup>1</sup> Weitere Informationen finden Sie in unserem [Benutzerhandbuch](#) oder im [Readme](#) der Software.