

Messung der Wärmespeicherfähigkeit von Bauteilen

Ausgangslage

Ein Bürogebäude in Zürich soll kostengünstig umgebaut und gekühlt werden. Im Rahmen der Baubewilligung ist der passive sommerliche Wärmeschutz nachzuweisen.

Da die Decke vollflächig mit Akustikpanelen und der Boden mit Spannteppich belegt sind, ist die Wärmespeicherfähigkeit der Innenwände entscheidend für die gesamte Wärmespeicherfähigkeit der Büroräume. Da die Qualität der in den 50er-Jahren verbauten Mauersteine der Innenwände nicht bekannt ist, soll deren effektive Wärmespeicherfähigkeit mit dem Wärmefluss Sensor gOMS von greenTEG messtechnisch überprüft werden.

Objektdaten

Gebäudenutzung	Bürogebäude
Baujahr	1951
Standort	Zürich
Geschossfläche	1'050 m ²
Energiebezugsfläche	960 m ²



Abb. 1: Strassenfassade des untersuchten Bürogebäudes



Abb. 2: Grundriss mit dem untersuchten Büro B5 (rot)

Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes erfolgt nach SIA 180. Die Anforderungen an den Sonnenschutz werden mit den bestehenden Raffflammenstoren erfüllt, aber die geforderte wirksame Wärmespeicherfähigkeit von mindestens 45 Wh/m²K pro Nettogeschossfläche wird von den meisten Büroräumen nicht erreicht.

Die Berechnung der wirksamen Wärmespeicherfähigkeit der Bauteile erfolgt nach EN ISO 13786.

Spez. Wärmespeicherfähigkeit der Bauteile - berechnet anhand des Schichtaufbaus	χ_i Wh/m ² K
AW1 – Aussenwand Brüstung Strassenfassade	16
Beton 15 cm, Kork 2 cm, Backstein 5 cm, Weissputz 0.5 cm	
IW1 – Innenwand 3. OG	11
Leichtbackstein 10 cm, Zementmörtel 2 x 1 cm	
ZD1 – Boden (Zwischendecke)	16
Beton 22 cm, Zementestrich 5 cm, Spannteppich 0.5 cm	
DA1 – Decke (Dach)	6
Kies 5 cm, Bitumen 0.5 cm, Kork 4 cm	
Beton 15 cm, Luft 10 cm, Glaswolle 2 cm, Stahlblech 0.1 cm (Akustikpanel)	

Büro B5	A m ²	χ_i Wh/m ² K	C_i Wh/K
AW1	8	16	128
IW1	51	11	561
ZD1	38	16	608
DA1	38	6	228
Summe	135		1'525

Nettogeschossfläche (NGF) Büro B5	m ²	38
Wärmespeicherfähigkeit pro NGF	Wh/m²K	40.1

Weil die berechnete Wärmespeicherfähigkeit unter 45 Wh/m²K liegt, muss der Nachweis für den sommerlichen Wärmeschutz von Büro B5 mit einer thermischen Simulation gemäss SIA 180, Anhang C1 geführt werden. Neben dem Fensteranteil und dem g-Wert von Verglasung und Sonnenschutz ist vor allem die Wärmespeicherfähigkeit der den Raum umschliessenden Bauteile entscheidend für Erfüllung des Nachweises.

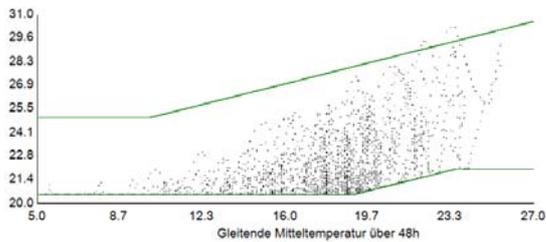


Abb.3: Streuplot der Raumlufttemperaturen in °C, simuliert nach SIA 180:2014 – Anzahl Überhitzungsstunden: 7 h pro Jahr. Der Nachweis wird auch mittels Simulation knapp nicht erfüllt, die berechneten Raumtemperaturen liegen während 7 Stunden pro Jahr über der Grenzkurve. Kleine Änderungen bei den Annahmen zur Wärmespeicherfähigkeit der Bauteile können für die Erfüllung des Nachweises mittels Simulation entscheidend sein. Eine messtechnische Überprüfung der Annahmen kann daher insbesondere bei älteren Gebäuden sinnvoll sein.

Messung und Auswertung

Zur Messung der Wärmespeicherfähigkeit wurde der Wärmefluss, die Oberflächen- und Raumlufttemperatur der Innenwand von Büro B5 während vier warmen Tagen im September 2018 gemessen. Für die Messung wurde der Wärmeflussensor gOMS von greenTEG (<https://www.greenteg.com>) eingesetzt. Zur Kontrolle wurde auf der gegenüberliegenden Wandseite gleichzeitig gemessen.



Abb. 4: gOMS-Sensoren zur Messung von Wärmefluss, Oberflächen- und Raumlufttemperatur an der Innenwand von Büro B5

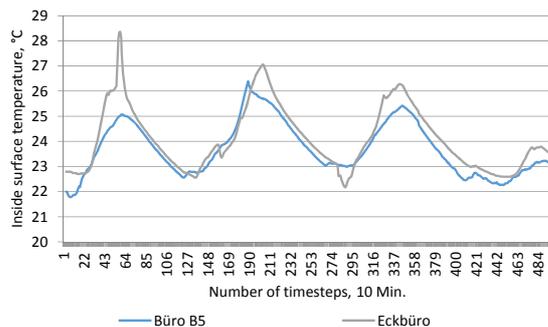


Abb. 5: Oberflächentemperatur auf beiden Seiten der Innenwand: die thermische Belastung der Wand erfolgt weitgehend symmetrisch

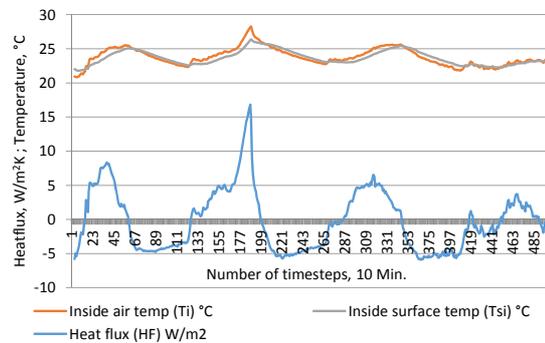


Abb.6: gOMS-Messdaten: Wärmefluss, Oberflächen- Raumlufttemperatur

Aus dem gemessenen Wärmefluss geteilt durch die Differenz zwischen Raumluft- und Wandoberflächen-temperatur kann der effektive Wärmeübergangskoeffizient h , berechnet werden. Der durchschnittliche Wert lag während der Messperiode bei $9.74 \text{ W/m}^2\text{K}$, was leicht über dem Standardwert von $7.7 \text{ W/m}^2\text{K}$ liegt.

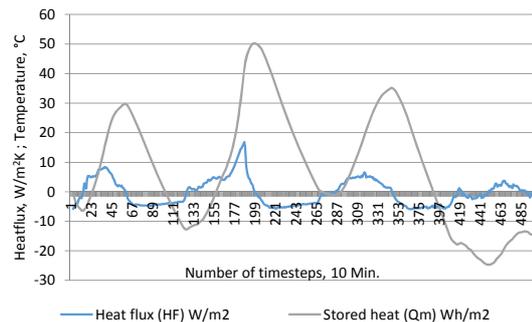


Abb.7: Wärmefluss (-leistung) und in der Wand gespeicherte Wärme im Tageszyklus.

Die flächenbezogene Wärmespeicherfähigkeit kann aus der Amplitude der in der Innenwand gespeicherten Wärme geteilt durch die Amplitude der Raumlufttemperatur berechnet werden. Am zweiten und dritten Tag der Messung resultiert eine Wärmespeicherfähigkeit von 12.5 und $12.7 \text{ Wh/m}^2\text{K}$. Am ersten Tag lag die resultierende Wärmespeicherfähigkeit nur bei $7.7 \text{ Wh/m}^2\text{K}$.

Fazit

Es konnte gezeigt werden, dass mit dem Wärmefluss-sensor gOMS von greenTEG die Wärmespeicherfähigkeit von Bauteilen mit unzureichend bekannter Materialisierung messtechnisch in-situ ermittelt werden kann. Im vorliegenden Fall liegt der Messwert mit ca. $12.5 \text{ Wh/m}^2\text{K}$ leicht über dem berechneten Wert der Innenwand von $11 \text{ Wh/m}^2\text{K}$. In Fällen, bei denen die Simulation nur wenige Überhitzungsstunden ergibt, können aber auch geringe Differenzen für die Erfüllung des Nachweises massgebend sein.