

## Messung der Wärmespeicherfähigkeit von Bauteilen zum Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes

### Einleitung

Durch geeignete bauliche Massnahmen können nicht nur im Winter, sondern auch im Sommer der Energieverbrauch und die Energiekosten reduziert werden. Im Sommer geschieht dies durch den sommerlichen Wärmeschutz, der besonders angesichts der steigenden mittleren Temperatur und häufigeren extremen Wetterverhältnissen an Bedeutung gewinnt.

Der sommerliche Wärmeschutz hat zum Ziel, den Wärmeeintrag in das Gebäude im Sommer zu reduzieren. Er erfolgt durch Verschattung, Sonnenschutzgläsern und eine hohe Wärmespeicherfähigkeit der Bauteile. Ist die Wärmespeicherfähigkeit hoch, wird die tagsüber aufgenommene Wärme in der Wand gespeichert und erst langsam in der kühleren Nacht wieder abgegeben. Dadurch wird ein Überhitzen bzw. energieintensives Kühlen der Räume verhindert.

Der ausreichende sommerliche Wärmeschutz muss zum Erhalt einer Baubewilligung nachgewiesen werden. Dies kann durch eine Berechnung der Wärmespeicherfähigkeit oder durch eine Simulation der Raumlufttemperatur erfolgen. Diese beiden Methoden beruhen jedoch auf theoretischen Standardwerten und die Ergebnisse entsprechen der Realität vor Ort somit oft nicht. Mit dem gO Mess-System von greenTEG hingegen kann die Wärmespeicherfähigkeit der Bauteile einfach und genau bestimmt werden.

### 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 <sup>2</sup>
Energiebezugsfläche	960 m <sup>2</sup>



Abb. 1: Strassenfassade des untersuchten Bürogebäudes

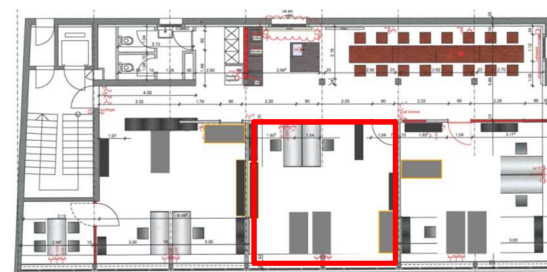


Abb. 2: Grundriss mit dem untersuchten Büro B5 (rot)

### Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes erfolgt nach SIA 180. Die Anforderungen an den Sonnenschutz werden mit den bestehenden Rafflamellenstoren erfüllt. Zusätzlich muss die ausreichende Wärmespeicherfähigkeit von 45 Wh/m<sup>2</sup>K erreicht werden.

#### a) Nachweis durch Berechnung der Wärmespeicherfähigkeit

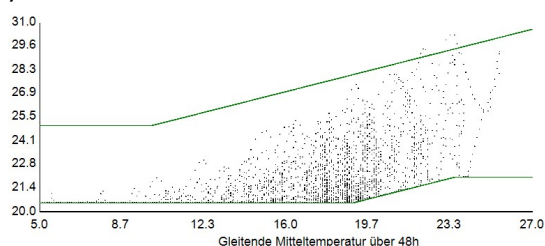
Die Berechnung der wirksamen Wärmespeicherfähigkeit der Bauteile erfolgt nach EN ISO 13786.

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

Büro B5	A	$\chi_i$	$C_i$
	m <sup>2</sup>	Wh/m <sup>2</sup> K	Wh/K
AW1	8	16	128
IW1	51	11	561
ZD1	38	16	608
DA1	38	6	228
Summe	135		1'525
<hr/>			
Nettogeschossfläche (NGF) Büro B5	m <sup>2</sup>		38
<b>Wärmespeicherfähigkeit pro NGF</b>		<b>Wh/m<sup>2</sup>K</b>	<b>40.1</b>

Weil die berechnete Wärmespeicherfähigkeit unter 45 Wh/m<sup>2</sup>K 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.

### b) Nachweis durch Simulation



**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.

### c) Nachweis durch Messung der Wärmespeicherfähigkeit

Sowohl die Berechnung der Wärmespeicherfähigkeit wie auch die Simulation beruhen auf Annahmen. Diese theoretischen

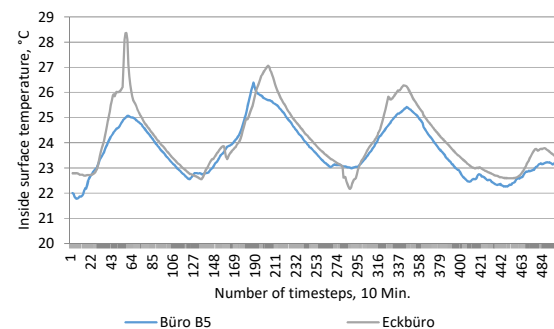
Werte können in einem bestehenden Gebäude jedoch abweichen. Da die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz weder mit der Berechnung der Wärmespeicherfähigkeit noch mit der Simulation nachgewiesen werden können, soll die Wärmespeicherfähigkeit exakt gemessen werden.

### Messung und Auswertung

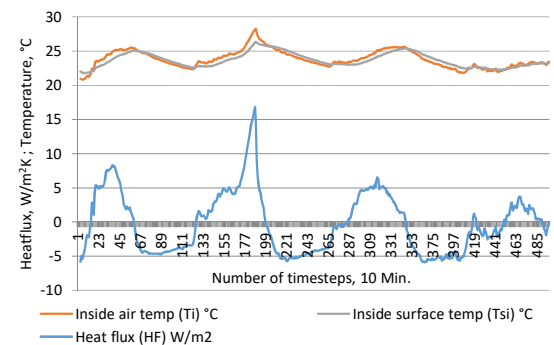
Zur Messung der Wärmespeicherfähigkeit wurde der Wärmefluss, die Oberflächen- und Raumlufttemperatur der Innenwand von Büro B5 während vier warmen Tagen im September 2018 gemessen. Für die Messung wurde der Wärmeflussensor gOMS von greenTEG (<https://www.greenteg.com>) eingesetzt. Zur Kontrolle wurde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



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

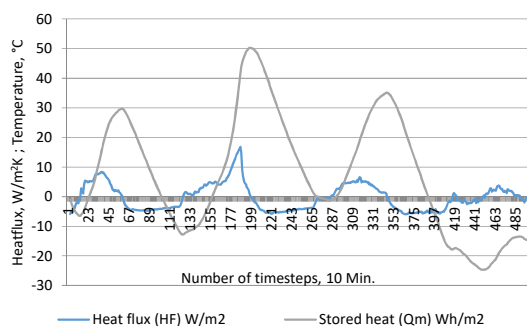


**Abb. 5:** Oberflächentemperatur auf beiden Seiten der Innenwand: die thermische Belastung der Wand erfolgt weitgehend symmetrisch



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

Aus dem gemessenen Wärmefluss geteilt durch die Differenz zwischen Raumluf- und Wandoberflächentemperatur kann der effektive Wärmeübergangskoeffizient  $h_i$  berechnet werden. Der durchschnittliche Wert lag während der Messperiode bei 9.74 W/m<sup>2</sup>K, was leicht über dem Standardwert von 7.7 W/m<sup>2</sup>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 Raumluf-temperatur berechnet werden. Am zweiten und dritten Tag der Messung resultiert eine Wärmespeicherfähigkeit von 12.5 und 12.7 Wh/m<sup>2</sup>K. Am ersten Tag lag die resultierende Wärmespeicherfähigkeit nur bei 7.7 Wh/m<sup>2</sup>K.

### Fazit

Es konnte gezeigt werden, dass mit dem Wärmeflussensor 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 Wh/m<sup>2</sup>K leicht über dem berechneten Wert der Innenwand von 11 Wh/m<sup>2</sup>K. Die Wärmespeicherfähigkeit ist also besser als berechnet bzw. in der Simulation angenommen. In Fällen, bei denen die Simulation nur wenige Überhitzungsstunden ergibt, kann diese geringe Differenz für die Erfüllung des Nachweises massgebend sein.