

Verglasung: Passt der Wärmedämmwert?

Text **Cornelia Sigrist**

Grafiken **zVg**

Wenn ein Gipser energetische Modernisierungen anbietet, ist es wichtig, dass er den Wärmedämmwert der Verglasungen im Bestand ermitteln kann. Schliesslich muss er beurteilen können, ob die Fenster schlecht, genügend oder sogar gut sind und ob ein Ersatz sich aufdrängt oder eben nicht. Dazu ist die Messung des U_g -Werts der Verglasungen einer Liegenschaft wesentlich.



Oft ist die Wärmedämmeigenschaft eingebauter Verglasungen die grosse Unbekannte.

(Bild: Sarah Lötscher)

Soll der energetische Zustand eines Gebäudes im Bestand ermittelt werden, ist oft die Wärmedämmeigenschaft von eingebauten Verglasungen die grosse Unbekannte. Thermische Schwachstellen in der Gebäudehülle lassen sich durch Thermografieaufnahmen abbilden. Es ist jedoch nicht möglich, den Wärmedurchgangskoeffizient (U_g -Wert) der eingebauten Verglasungen zu bestimmen.

So bleibt oft unklar, ob die verbaute Verglasung den Anforderungen an den Wärmeschutz entspricht.

Zur zuverlässigen Bestimmung des U_g -Wertes eingebauter Zweifach- und Dreifachverglasungen wurden am Bayerischen Zentrum für Angewandte Energieforschung (ZAE Bayern) und der Hochschule für Technik Stuttgart (HfT Stuttgart) entsprechende Messverfahren mit Namen Fenstercheck entwickelt und getestet. Das deutsche Bundesministerium für Wirtschaft und Energie förderte aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages dieses Forschungsprojekt (www.fenstercheck.info).

Das Messprinzip

Etablierte Messverfahren zur Bestimmung des U_g -Wertes von Verglasungen können in mobile und ortsfeste Messverfahren aufgeteilt werden. Die ortsfesten Messverfahren (Plattenapparatur) weisen eine hohe Messgenauigkeit auf, die Verglasung muss zum Vermessen allerdings ausgebaut und abtransportiert werden. Mobile Messverfahren erlauben eine Messung vor Ort bei kur-

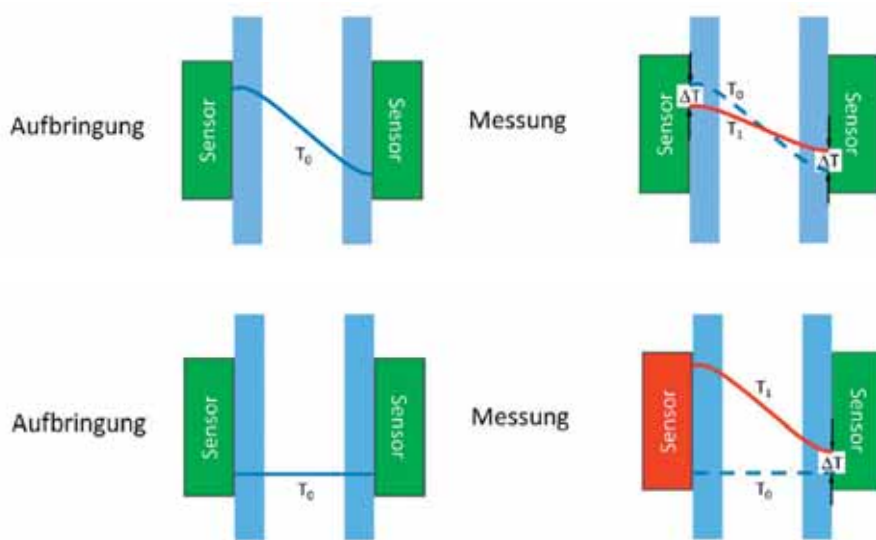
Der U-Wert und seine Bedeutung

U_g = U-glazing → U-Verglasung (Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung ohne Randverbund)

U_r = U-frame → U-Rahmen (Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens)

Ψ_g = linearer Wärmedurchgangskoeffizient – wird hauptsächlich durch das Material des verwendeten Isolierglasabstandhalters beeinflusst (Ψ =Psi)

U_w = U-window → U-Fenster (Wärmedurchgangskoeffizient des gesamten Fensters)



Nach beidseitiger Aufbringung des Uglass-Sensors auf eine Verglasung mit ausreichender Temperaturdifferenz wird der Temperaturverlauf beider Scheibenoberflächen gemessen.

Bei einer Verglasung ohne ausreichende Temperaturdifferenz wird ein einseitiger Heizimpuls aufgebracht und die Temperaturantwort ΔT der Gegenseite erfasst und ausgewertet.

zer Messdauer, sind aber durch die äusseren Umgebungseinflüsse hinsichtlich der Genauigkeit limitiert und können nur bei einem ausreichend grossen und stationären Temperaturgefälle zwischen Innen und Aussen eingesetzt werden. Um diese Nachteile auszuschliessen, wurden neue Messverfahren entwickelt.

Mobile Messverfahren

Beim Verfahren 1 einer mobilen Messung wird die natürliche Temperaturdifferenz einer eingebauten Verglasung ausgenutzt. Dabei werden zwei Sensorhälften auf die Scheiben aufgesetzt und die Temperaturänderung der Scheibenoberflächen wird gemessen.

Beim Verfahren 2 wird ein Heizimpuls auf die Verglasung aufgebracht und die Temperaturantwort auf der Gegenseite gemessen. Das aktive Heizen macht Messungen auch im Sommer und in der Übergangszeit möglich, wenn keine natürlichen Temperaturdifferenzen an eingebauten Verglasungen vorliegen. Die dynamische Auswertung beider Messverfahren erlaubt geringe Messzeiten im Minutenbereich.

Zum Test beider Verfahren wurden eine entsprechende Sensorik aufgebaut und Labormessungen unter definierten Bedingungen durchgeführt (siehe Grafik oben). Um ein möglichst breites Einsatzgebiet des Sensors zu ermöglichen, wurden unterschiedlichste Zwei- und Dreifachverglasungen mit U_g -Werten zwischen $0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ und $4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ untersucht. Die HfT Stuttgart entwickel-

te ein Konvektionsmodell für geneigte Verglasungen, das auch die Vermessung von Dachverglasungen erlaubt. Für beide Verfahren konnten mit den Laboraufbauten Messgenauigkeiten im Bereich von $\pm 10\%$ bei U_g -Werten $\geq 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ bzw. von $\pm 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ bei U_g -Werten $< 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ erreicht werden. Typische Messzeiten liegen bei 10 Minuten für Zweifachisoliertgläser und 20 Minuten für Dreifachisoliertgläser.

Umsetzung der Entwicklung

Zusammen mit der deutschen Firma Netzsch Gerätebau GmbH wurden die beiden Messverfahren in einem mobilen Sensor mit dem Markennamen Uglass

umgesetzt und am ZAE Bayern ausgiebig getestet. Der Sensor besteht aus zwei Hälften, die jeweils auf die beiden Seiten der zu messenden Verglasung aufgesetzt werden. Mittels Saugnäpfen haften die Sensorhälften an der Scheibe. Nach Start der Messung entscheidet die integrierte Logik, welches der beiden Messverfahren verwendet wird: Liegt eine ausreichende Temperaturdifferenz der Verglasung vor, wird passiv nach Verfahren 1 gemessen, bei unzureichender Temperaturdifferenz setzt das aktive Verfahren 2 ein. Die Auswertoutine berechnet aus den gemessenen Temperaturverläufen dann den U_g -Wert der Verglasung und rechnet diesen auf

Vorteile der mobilen Messung des Ug-Werts mit dem Messgerät Uglass

Das mobile Messgerät Uglass ist zur genauen und schnellen Bestimmung des U_g -Wertes von Bestandsverglasungen entwickelt worden. Bei typischen Messzeiten von 10 Minuten für Zweifach- und 20 Minuten für Dreifachverglasungen deckt das Gerät den heutzutage relevanten Bereich von U_g -Werten zwischen $0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ und $4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ vollständig ab. Die Messgenauigkeit liegt im Bereich von $\pm 10\%$.

Die Vorteile:

- einfache Handhabung
- kurze Messdauer, in 15 bis 20 Minuten zum gemessenen U_g -Wert
- mehrere Messungen am Tag durch kurze Ruheintervalle von lediglich ca. 15 Minuten möglich
- gleichzeitige Messung und Auswertung – nach der Messung wird das Ergebnis direkt angezeigt
- kabellose Signalübertragung via WLAN ins Messprotokoll
- Messungen in allen Lagen durch integrierte Winkelanzeige und neigebabhängige Konvektionskorrektur
- einfach nachvollziehbare Messresultate als Grundlage für Ihre Entscheidung
- kostengünstig

Ergebnisse einer vergleichenden Untersuchung

2-fach-Mehrscheiben-Isoliergläser, Argonfüllung, mit Beschichtung, Abmessungen 800 mm x 800 mm

Aufbau	Deklariert, nach EN 673	Detailliert berechnet, nach EN 673 *	Mobil gemessen **
10/16/4, 90% Ar, Pos. 3 (0,03)	1,1 (1,12)	1,14	1,10 (± 0,11)
10/16/10, 90% Ar, Pos. 3 (0,03)	1,1 (1,11)	1,13	1,24 (± 0,12)
10VSG/16/4, 90% Ar, Pos. 3 (0,03)	1,1 (1,12)	1,15	1,05 (± 0,11)
10VSG/16/10VSG, 90% Ar, Pos. 3 (0,03)	1,1 (1,11)	1,14	2,24 (± 0,22)

* Berechnet mit gemessener Gasfüllung und gemessenen Emissionsgrad

** gemessen im Labor Bauphysik am ift Rosenheim



Mit dem mobilen Ug-Wert-Messgerät Uglass lassen sich die Wärmedämmwerte aller handelsüblichen Zwei- und Dreifachverglasungen mit Ug-Werten zwischen 0,5 und 4 W/(m²K) bestimmen. (Bild: Heinz Grunder)

Normbedingungen um. Neben Testmessungen an Verglasungen mit bekanntem Ug-Wert wurden auch Feldtests an Bestandsgebäuden durchgeführt. Von den dort eingesetzten Verglasungen war lediglich der Aufbau und in einigen Fällen der Sollwert des Ug-Wertes zum Zeitpunkt des Einbaus gemäss Herstellerangaben bekannt.

Korrekte Messwerte

Die Messwerte zeigten bei den älteren Verglasungen (Luftfüllung, keine low-e-Schichten) mit Ug-Werten um die 3 W/(m²K) eine sehr gute Übereinstimmung mit den Normwerten. Bei neueren Verglasungen mit Edelgasfüllung und

low-e-Schichten zeigten die Messwerte ebenfalls oft eine sehr gute Übereinstimmung; es kam aber auch vereinzelt zu Abweichungen. Die Messwerte des Uglass-Sensors lagen dann immer höher als die Sollwerte. Die Wiederholungsmessungen des Uglass-Sensors zeigten dabei eine gute Reproduzierbarkeit, so dass hier davon ausgegangen wird, dass die tatsächlichen Dämmwerte der Verglasungen nicht mehr dem Sollzustand entsprechen.

Vielversprechendes Messgerät

Sowohl die Labormessungen als auch die Feldtests zeigten, dass mit dem Uglass-Sensor ein Messgerät zur genauen und schnellen Bestimmung des Ug-Wertes von Bestandsverglasungen entwickelt werden konnte. Das Gerät ist vielseitig einsetzbar (Zweifach- und Dreifachisolierglas jeweils als Fassaden- oder Dachverglasung) und deckt den heutzutage relevanten Bereich der erforderlichen Ug-Werte zwischen 0,5 W/(m²K) und 4 W/(m²K) vollständig ab.

Die Firma Netzsch Gerätebau hat den Vertrieb des Uglass-Sensors übernommen, in der Schweiz ist Uglass bei der Firma Gr-Technik GmbH in Hombrechtikon ZH erhältlich. ■

www.gr-technik.ch