

C. Snatzke

Einfluß erhöhter Infrarotreflexion auf den k-Wert von Fenstern

1. Einleitung

Der Wärmedurchgangskoeffizient k eines Bauteils, der den Transmissionswärmeverlust kennzeichnet, ist außer vom Wärmedurchlaßwiderstand auch von den Wärmeübergangskoeffizienten abhängig. Die Wärmeübergangskoeffizienten, bestehend aus einem konvektiven und einem Strahlungsanteil, werden entsprechend den Temperatur-, Strömungs- und Emissionsverhältnissen an den Bauteiloberflächen mehr oder weniger vom Strahlungsaustausch beeinflusst.

2. Anteil des Strahlungsaustausches am Wärmedurchgang

Der Strahlungsaustausch zwischen Bauteiloberflächen und Umgebung bzw. in Hohlräumen von Bauteilen und seine Bedeutung für den gesamten Wärmedurchgang ist am einfachsten am theoretischen Beispiel einer Isolierglasscheibe zu erläutern. Eine Isolierglasscheibe, bestehend aus zwei Klarglasscheiben von ca. 4 mm bis 6 mm Dicke und einem Luftzwischenraum von ca. 12 mm Breite, hat einen Wärmedurchgangskoeffizienten von $3 \text{ W/m}^2\text{K}$ mit den Wärmeübergangskoeffizienten $\alpha_i = 8 \text{ W/m}^2\text{K}$ und $\alpha_a = 23 \text{ W/m}^2\text{K}$ sowie einen Wärmedurchlaßkoeffizienten der Verglasung mit eingeschlossener Luftschicht von Λ rund $6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Da der hemisphärische Gesamtemissionsgrad für Glas $\epsilon = 0,85$ beträgt, kann der Strahlungsaustausch für vorgegebene Randbedingungen berechnet werden. Berechnungen ergeben, daß bei üblicher Raumluft- und Raumumschließungsflächentemperatur von 20°C sowie einer Außenlufttemperatur von -10°C die Anteile des Strahlungsaustausches an den beiden Wärmeübergangs- und dem Wärmedurchlaßkoeffizienten etwa folgende Größenordnungen ausmachen:

am Wärmeübergangskoeffizienten α_i ca. 52 %
 am Wärmeübergangskoeffizienten α_a ca. 2 %
 am Wärmedurchlaßkoeffizienten Λ ca. 54 %.

In der Praxis werden diese Anteile etwas andere Werte annehmen, vor allem beim Wärmeübergangskoeffizienten α_a , der mit $23 \text{ W/m}^2\text{K}$ zu hoch erscheint. Aus dem Vergleich der o.g. Zahlen kann angenommen werden, daß sich eine

Unterdrückung des Strahlungsaustausches beim Wärmeübergangskoeffizienten α_i und beim Wärmedurchlaßkoeffizienten Λ auf den Wärmedurchgang der Isolierverglasung stärker auswirken wird als beim Wärmeübergangskoeffizienten α_a . Im Bild 1 ist die rechnerisch ermittelte Änderung des Wärmedurchgangskoeffizienten k einer Isolierverglasung in Abhängigkeit von der Anzahl und Ausrichtung von IR-Beschichtungen mit einem Emissionsgrad von $\epsilon = 0,05$ dargestellt [1]. Theoretisch bewirkt somit eine Änderung des Emissionsgrades von 0,85 auf 0,05 einer Oberfläche der Doppelverglasung, je nach Anordnung, eine Verringerung des k-Wertes um 2 % bis 32 %. In der Praxis kommen Emissionsgrade von $\epsilon = 0,02$ bei blanken Metalloberflächen bis 1,0 bei einem schwarzen Körper vor. Übliche Baustoffe weisen Emissionsgrade zwischen 0,8 und 0,95 auf. Zur Verringerung des Emissionsgrades von Oberflächen werden am häufigsten Alu-Beschichtungen angewandt.

3. Praktische Auswirkung des Einflusses IR-wirksamer Beschichtungen auf den Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen

Die Überprüfung der Wirkung von IR-Beschichtungen auf den Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen wurde unter praktischen Bedingungen an einer nach Westen orientierten üblichen Isolierglas-Doppelverglasung mit einem festgestellten Wärmedurchgangskoeffizienten von $3 \text{ W/m}^2\text{K}$ untersucht. Überprüft wurde eine selbstklebende Alufolie mit ermitteltem Gesamtreflexionsgrad von 0,85, die auf der Außenscheibe der Verglasung angebracht war, sowie ein Aluspray mit einem Gesamtreflexionsgrad von 0,65, der auf der der Verglasung zugewandten Oberfläche eines Kunststoffrolladens aufgesprüht wurde. Im ersten Fall wurden die Wärmedurchgangskoeffizienten der Isolierverglasung alleine, im zweiten Fall mit geschlossenem Rolladen untersucht. Die Untersuchungen beschränkten sich auf die Nachtstunden. Die Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten der Verglasung mit und ohne Alufolie, sowie mit unbeschichtetem und beschichtetem Rolladen, geschah mittels der Hilfswandmethode, wobei der Wärmedurchlaßkoeffizient der Isolierverglasung als konstant angenommen wurde.

Die Untersuchungen ergaben, daß eine Senkung des Emissionsgrades der Außenoberfläche einer Doppelverglasung mittels Aluminiumfolie von $\epsilon = 0,85$ auf $\epsilon = 0,15$ zur Verringerung des k-Wertes um 20 % führte (siehe Spalte 2, Zeilen 1 und 2 in Tabelle 1). Die Beschichtung eines Kunststoffrolladens im Zwischenraum zwischen Verglasung und Rolladen mit Aluspray, dessen Emissionsgrad $\epsilon = 0,35$ beträgt, führte zu einer Verringerung des k-Wertes um 15 % im Vergleich zum unbeschichteten Rolladen mit $\epsilon = 0,85$ (Spalte 2, Zeilen 3 und 4 in Tabelle). Weitere Ergebnisse und Daten sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Vergleiche der gemessenen Oberflächentemperaturen der untersuchten Bauteile zeigen, daß das Anbringen von IR-reflektierenden Schichten auf Außenoberflächen bzw. im Zwischenraum auch eine Erhöhung der Temperatur der Innenoberflächen und somit eine Verringerung der Tauwasserbildung bewirken.

Literatur

- [1] Snatzke, C.: Einfluß erhöhter Infrarot-Reflexion auf den Transmissionswärmeverlust von Bauteilen. IBP-Ber. EB-14/1986.

Tabelle 1:

Mittels der Hilfswandmethode [1] gemessene Wärmedurch- und -übergangskoeffizienten bei gegebenen mittleren Außenlufttemperaturen.

Bezeichnung	k W/m ² K	α_i W/m ² K	α_a W/m ² K	Mittlere Außenlufttemperatur °C
1	2	3	4	5
Isolierverglasung alleine	2,6	8,4	11,2	- 4 bis - 18
Isolierverglasung mit Alufolie	2,1	7,3	5,8	- 6 bis - 16
Isolierverglasung mit Kunststoffrolladen	1,3	7,0	13,9	- 5 bis - 8
Isolierverglasung mit Kunststoffrolladen und Aluspray	1,1	6,8	14,4	- 4 bis - 8

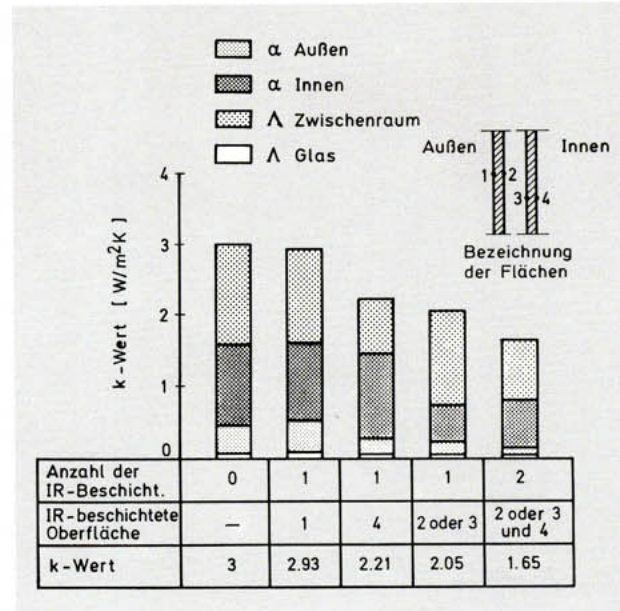


Bild 1:

Abhängigkeit des k-Wertes einer üblichen Isolierglas-Doppelscheibe von der Anzahl und Ausrichtung von IR-Beschichtungen bei folgenden Bedingungen:

Außenlufttemperatur:	- 10°C
Raumlufttemperatur:	20°C
Emissionsgrad der Glasscheibe ϵ :	0,85
Emissionsgrad der IR-Beschichtung ϵ :	0,05
Luftzwischenraum:	10 - 20 mm
Wärmedurchlaßkoeffizient von Glas Λ :	0,8 W/m ² K