

Hans Werner

## Thermische Bewertung von Fenstern

Fenster werden im allgemeinen als „thermische Schwachstellen“ der Gebäudehülle angesehen, da sie im Vergleich zu nichttransparenten Bauteilen deutlich höhere Wärmedurchgangskoeffizienten aufweisen.

Wärmeschutztechnische Vorschriften, wie die Wärmeschutzverordnung und DIN 4108, berücksichtigen bei Verglasungen die Sonneneinstrahlung nicht, da bisher keine quantifizierten Ergebnisse der wärmetechnischen Nutzbarkeit dieser Strahlung vorlagen.

Inwieweit die eingestrahlte Energie auch zur Deckung des Wärmebedarfs herangezogen werden kann, hängt von vielen Einflußgrößen ab, wie z. B. vom Strahlungsangebot, von der Fenstergröße, vom Gesamtdurchlaßgrad der Verglasung, von der Wärmespeichereigenschaft, vom Heizsystem, von der Betriebsweise und Regelungsfähigkeit der Heizung usw. [1].

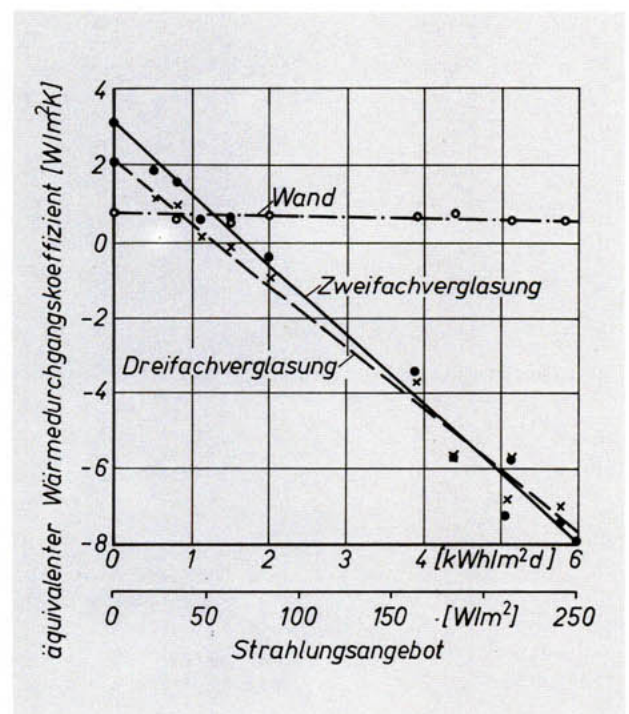
Das wärmetechnische Verhalten von Fenstern unter Berücksichtigung der Sonneneinstrahlung während der Heizperiode kann allgemein mit dem sogenannten „äquivalenten Wärmedurchgangskoeffizienten“  $k_{eq,F}$  gemäß folgender Beziehung beschrieben werden:

$$k_{eq,F} = k_F - g \cdot S \quad (1)$$

Dabei ist  $k_F$  der bisher üblich verwendete Wärmedurchgangskoeffizient des Fenster,  $g$  der Gesamtdurchlaßgrad und  $S$  der in [2] definierte „Strahlungsgewinnkoeffizient“ der nach Beziehung (2) vom mittleren Strahlungsangebot  $I$ , der jeweiligen Orientierung, von der Heizgradtagzahl  $Gt$  und von einem Korrekturfaktor  $c$  abhängt, in dem wiederum die Strahlungsausnutzung, der Rahmenanteil und der Verschmutzungsgrad der Scheiben eingeht. Für diesen Strahlungsgewinnkoeffizienten gilt:

$$S = \frac{c \cdot I}{Gt \cdot 24 \text{ h/d}} \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (2)$$

Winterliche Messungen zeigen (Bild 1), wie der äquivalente Wärmedurchgangskoeffizient von der Sonneneinstrahlung abhängt. Die Schwelle, bei der eine Verglasung aufhört eine energetische Verlustquelle zu sein, liegt heute bei Einstrahlungen zwischen  $50 \text{ W/m}^2$  und  $100 \text{ W/m}^2$  je nach Außenlufttemperatur.



**Bild 1**  
 Äquivalenter Wärmedurchgangskoeffizient in Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung. Ergebnisse von winterlichen Messungen in der Freilandversuchsstelle Holzkirchen bei nach Süden orientierten Fenstern.  
 Zweifachverglasung:  $k_F = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Dreifachverglasung:  $k_F = 1,9 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Außenwand:  $k_W = 0,84 \text{ W/m}^2\text{K}$

Wegen der sehr unterschiedlichen Strahlungsangebote und der Komplexität der verschiedenen Einflußgrößen, die vor allem bei relativ hohen Strahlungsangeboten wirksam werden, erscheint es wenig praktikabel, in wärmeschutztechnischen Vorschriften das zu erwartende Strahlungsangebot aller möglicher Orientierungen zu berücksichtigen. Es empfiehlt sich daher, wenigstens das durchschnittlich zu erwartende diffuse Strahlungsangebot nordorientierter Flächen in die Wärmebilanz des Fensters mit einzubeziehen.

Bei diffuser Strahlung kann der Strahlungsgewinnkoeffizient relativ eng und allgemein gültig eingegrenzt

werden. Unter Zugrundelegung mittlerer Tiefstwerte ergibt sich für  $S_{\text{diff}}$ :

$$S_{\text{diff}} \approx 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß

- ein Südfenster mit  $k_F = 3 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ein Ost- bzw. Westfenster mit  $k_F = 2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ein Nordfenster mit  $k_F = 2 \text{ W/m}^2\text{K}$

den gleichen effektiven Wärmeschutz aufweisen wie eine nichttransparente Außenwand mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten von ca.  $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

## Allgemeine Empfehlungen für den Wohnungsbau

- Südorientierte Fassaden sollten möglichst große Fenster mit Sonnenschutzvorrichtungen aufweisen. Der  $k_F$ -Wert braucht nicht kleiner als  $3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  zu sein.
- Nordorientierte Fenster sollten möglichst klein sein.
- Fenster sollten generell temporäre Wärmeschutzvorrichtungen (z. B. Rolläden, Fensterläden usw.) aufweisen, die während der Nacht den Wärmeverlust durch Fenster deutlich reduzieren.

### Literaturhinweise

- [1] Gertis, Hauser, Künzel, Nikolic, Rouvel, Werner: „Energetische Beurteilung von Fenstern während der Heizperiode“, Deutsches Architektenblatt Nr. 2 (1980).
- [2] Werner, H.: „Auswirkung meteorologischer Einflußgrößen auf die Wärmebilanz von Fenstern während der Heizperiode“, Gesundheitsingenieur (Gi) H. 3 (1980), S. 63-68



Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK  
7000 STUTTGART 70 DEGERLOCH, Königstraße 74, Tel. (0711) 76 50 08/09  
Außenstelle: 8150 HOLZKIRCHEN (OBB.), Postfach 1180, Tel. (080 24) 15 72