

H. Künzel und Chr. Snatzke

Das Fenster als Sonnenkollektor

Die Sonne als der Energiespender in unserem Planetensystem hat natürlich auch einen Einfluß auf die Wärmebilanz unserer Gebäude. Dies wurde bisher nur nicht quantitativ berücksichtigt. Wärmeschutztechnische Überlegungen und Ermittlungen wurden in der Vergangenheit nur im Hinblick auf den erforderlichen Mindestwärmeschutz von Außenbauteilen und den Heizwärmebedarf von Gebäuden durchgeführt und dabei wurde die Sonne ausgeklammert. Man wollte nämlich mit Recht auch in Zeiten, in denen die Sonne scheint, den erforderlichen Mindestwärmeschutz und Heizwärmebedarf gewährleisten. Bei Überlegungen im Zusammenhang mit der Energieeinsparung kann und muß jedoch der Einfluß der Sonne mit in Betracht gezogen werden.

Im folgenden wird eine Bilanzbetrachtung zwischen Wärmeverlust und Wärmegewinn durch Fenster vorgenommen. Dabei wird dem „k-Wert“ zur Kennzeichnung des Wärmeverlustes der „g-Wert“ zur Beschreibung des strahlungsbedingten Wärmegewinnes gegenübergestellt (Näheres siehe [1], [2]).

Mit den Bezeichnungen

k [W/m ² K]:	Wärmedurchgangskoeffizient
g [-]:	Gesamtenergiedurchlaßgrad (siehe IBP-Mitteilung Nr. 19*)
ϑ_i, ϑ_o [°C]:	Raumlufttemperatur, Außenlufttemperatur
J [W/m ²]:	Sonneneinstrahlung
Q [W/m ²]:	Wärmestrom

stellt sich der Wärmeverlust durch ein Fenster nach außen unter Berücksichtigung der Sonneneinstrahlung nach folgender Gleichung dar:

$$Q = k (\vartheta_i - \vartheta_o) - gJ$$

Wenn keine Sonnenstrahlung herrscht – also bei $J = 0$ – geht diese Gleichung über in die bekannte Gleichung zur Ermittlung des Wärmebedarfes:

$$Q = k (\vartheta_i - \vartheta_o)$$

Mit zunehmender Strahlung nimmt der Wärmeverlust durch ein Fenster ab und erreicht $Q = 0$ bei einem bestimmten Wert der Sonneneinstrahlung, der als „Schwellenwert“ J_s bezeichnet wird:

$$J_s = \frac{k}{g} (\vartheta_i - \vartheta_o)$$

Der Schwellenwert ist bei vorgegebenen Temperaturverhältnissen um so niedriger, je kleiner der Wärmedurchgangskoeffizient k und je größer der Gesamtenergiedurchlaßgrad g des Fensters ist.

Bei Einstrahlungswerten, die größer als dieser Schwellenwert sind, trägt die Sonne zur Raumbeheizung bei; das Fenster wirkt dann als Sonnenkollektor. Voraussetzung ist allerdings, daß die Heizung in dem Maße gedrosselt wird, in dem die Sonne mitheizt. Dies macht eine Heizungsregulierung durch einen Raumthermostaten erforderlich. Günstig sind außerdem „flinke“ Heizsysteme, die relativ rasche Änderungen der Wärmeabgabe ermöglichen.

Wie aus Bild 1 zu entnehmen ist, können in den Wintermonaten insbesondere nach Süden orientierte Fenster als Sonnenkollektor wirksam sein. Die im Winter auftreffende Strahlungsenergie ist bei Südfenstern rund doppelt so groß wie bei Ost- und Westfenstern. Letztere werden im Sommer besonders be-

*) Der Gesamtenergiedurchlaßgrad g ist in der IBP-Mitteilung Nr. 19 unter der Bezeichnung „Sonnendurchlaßgrad G “ erläutert. Die Ermittlung des Gesamtenergiedurchlaßgrades g ist in DIN 67 507 „Lichttransmissionsgrade, Strahlungstransmissionsgrade und Gesamtenergiedurchlaßgrade von Verglasungen“, Mai 1978 (Entwurf) beschrieben.

sonnt, zu einer Zeit also, in der die Wärmeeinwirkung auf Räume weniger erwünscht ist. Nordfenster werden im Winter nur von diffuser Strahlung getroffen.

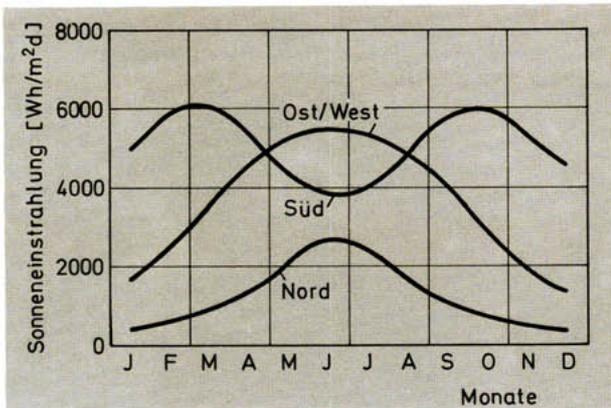


Bild 1
Sonneneinstrahlung (Tagessummen) in Abhängigkeit von der Jahreszeit auf unterschiedlich orientierte vertikale Wandflächen nach Messungen an wolkenlosen Tagen in der Freilandversuchsstelle Holzkirchen (maximaler Strahlungsgewinn).

Anhand des Bildes 2 wird erläutert, wie der Wärmedurchgang durch eine Außenwand mit Mindestwärmeschutz ($k = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$) und durch ein Fenster mit Isolierverglasung ($k = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$) bei durchschnittlichen winterlichen Verhältnissen durch die Sonneneinstrahlung beeinflusst wird. Bei fehlender

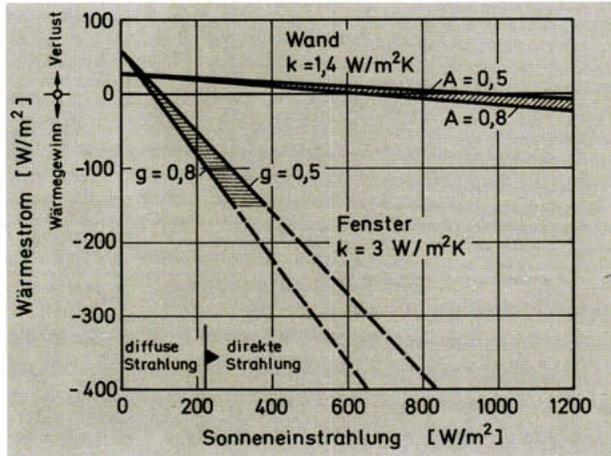


Bild 2
Wärmeströme durch ein Fenster und durch eine Außenwand in Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung bei einer Temperaturdifferenz zwischen Raumluft und Außenluft von 20 K.

Fenster: $k = 3 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Isolierverglasung)
mit zwei Werten des Gesamtenergiedurchlaßgrades g :
 $g = 0,8$ übliches Klarglas
 $g = 0,5$ wärmeabsorbierendes Glas bzw. teilweise beschattetes Fenster

Außenwand: $k = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Mindestwärmeschutz)
mit zwei Werten der Strahlungsabsorption A :
 $A = 0,5$ helle Farbe
 $A = 0,8$ dunkle Farbe

Sonneneinstrahlung ($J = 0$) ist der Wärmeverlust durch das Fenster etwa doppelt so groß wie durch die Wand, entsprechend den unterschiedlichen k -Werten, die in diesem Fall allein maßgebend sind. Bereits bei einer Sonneneinstrahlung von ca. 100 W/m^2 tritt bei durchschnittlichen winterlichen Verhältnissen durch ein Isolierglasfenster kein Wärmeverlust mehr auf und bei höheren Einstrahlungswerten sind Wärmegewinne zu erzielen. Bei einer Einstrahlung über $300\text{--}400 \text{ W/m}^2$ kann der Wärmegegewinn größer werden als der Wärmebedarf, so daß eine zeitweilige Beschattung des Fensters notwendig werden kann. Dies hängt natürlich von der Fenstergröße und den Raum- und Bauverhältnissen im Einzelfall ab, weshalb die genannten Strahlungswerte nur Anhaltswerte sind.

Auch bei einer Außenwand führt die Besonnung zu einer Beeinflussung des Wärmestromes. Durch Absorption der Sonnenstrahlung erwärmt sich die äußere Wandoberfläche. Dadurch vermindert sich das Temperaturgefälle und damit der Wärmestrom nach außen oder kehrt sich um. Die Auswirkung der Sonneneinstrahlung ist aber bei einer Außenwand viel geringer als bei einem transparenten Bauteil wie dem Fenster.

Zusammenfassend ist somit folgendes festzustellen:

- Der Wärmedurchgangskoeffizient (k -Wert) ist zur Beschreibung des Wärmeverlustes durch Fenster nur für den Fall zutreffend, daß keine Sonneneinstrahlung vorhanden ist.
- Bereits bei diffuser Strahlung von 100 W/m^2 wird bei durchschnittlichen winterlichen Verhältnissen der Wärmeverlust durch doppelt verglaste Fenster durch den strahlungsbedingten Wärmegegewinn kompensiert. Dies trifft bei den Strahlungsverhältnissen in der Freilandversuchsstelle Holzkirchen nach langfristigen Messungen für Südfenster und im Winter mindestens für die Hälfte der Tageszeit zu.
- Bei höheren Strahlungswerten als dem Schwellenwert von 100 W/m^2 tritt ein zusätzlicher Wärmegewinn auf. Voraussetzung ist, daß die Heizung entsprechend dem Strahlungsangebot geregelt werden kann. Das Fenster ist daher der einfachste und billigste Sonnenkollektor. In Verbindung mit einem entsprechend angepaßten Heizsystem, Maßnahmen der Wärmespeicherung bzw. Wärmeverteilung von besonnten Räumen in andere Räume, sowie durch Schutzvorrichtungen zur Verminderung des Wärmeverlustes in der Nacht können daher Fenster zur Einsparung von Heizenergie beitragen.

Literaturhinweise

- [1] Künzel, H.: Das Fenster als Sonnenkollektor. VDI-Berichte Nr. 316, 1978.
- [2] Künzel, H. und Snatzke, Chr.: Wärmeverlust und Wärmegegewinn durch Fenster. Glasforum 1/1979, S. 37–39.



Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des Instituts für Bauphysik

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK
7000 STUTTGART 70 DEGERLOCH, Königstraße 74, Tel. (0711) 76 50 08/09
Außenstelle: 8150 HOLZKIRCHEN (OBB.), Postfach 11 80, Tel. (080 24) 15 72