

13 (1986) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

H. Werner

## Dunkle Wandoberflächen — Ihr Einfluß auf den Wärmeverlust

### Allgemeines

In den letzten Jahren stellen Architekten und Planer häufig die Frage, welche Bedeutung dunkle Außenwandoberflächen im Hinblick auf die Transmissionswärmeverluste haben. Es ist bekannt und auch in Fachkreisen unbestritten, daß dunkle - stark absorbierende - Außenoberflächen von Wänden, insbesondere bei Südorientierung und Sonnenschein wesentlich wärmer werden als weiße - weniger stark absorbierende - Oberflächen. Es stellt sich die Frage, inwieweit die absorbierte Sonnenenergie den Transmissionswärmeverlust mindert und welchen Einfluß die Wärmedämmung hat.

### Wärmedämmung und Strahlungsabsorption

Sowohl theoretisch [1] [2] [3] als auch experimentell [4] ist nachgewiesen worden, daß der langfristig durchschnittliche Transmissionswärmeverlust durch eine Wand mit folgender Beziehung beschrieben werden kann:

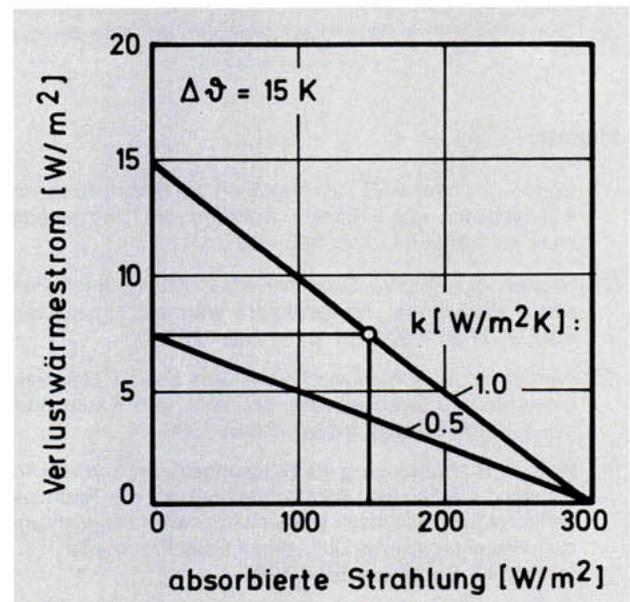
$$q = k \Delta\vartheta - \frac{k A J}{\alpha_a} \quad (1)$$

$k$  [W/m<sup>2</sup>K] : Wärmedurchgangskoeffizient  
 $\Delta\vartheta$  [K] : Lufttemperaturdifferenz zu beiden Seiten der Wand  
 $A$  [-] : Absorptionskoeffizient  
 $J$  [W/m<sup>2</sup>] : Auftreffende durchschnittliche Strahlungsintensität  
 $\alpha_a$  [W/m<sup>2</sup>K] : äußerer Wärmeübergangskoeffizient

In Bild 1 ist beispielsweise die Transmissionswärmestromdichte einer Wand mit unterschiedlichem  $k$ -Wert (1,0 W/m<sup>2</sup>K und 0,5 W/m<sup>2</sup>K) in Abhängigkeit der absorbierten Einstrahlung bei 15 K Lufttemperaturdifferenz dargestellt. Daraus geht hervor, daß beide Wände - unabhängig von ihrer Dämmung - bei 300 W/m<sup>2</sup> durchschnittlicher absorbiertes Einstrahlung keinen Transmissionswärmeverlust mehr aufweisen. Dieser Wert kann in unseren Klimazonen im Durchschnitt praktisch nicht erreicht werden [5]. Man erkennt daraus, daß die gedämmte Wand, deren  $k$ -Wert um 50 % kleiner ist, unabhängig von der absorbierten Einstrahlung auch einen 50 % niedrigeren Verlustwärmestrom aufweist. Solange also Transmissionswärmeverluste im Durchschnitt auftreten, und dies ist eigentlich in der Heizperiode immer der Fall, bewirken besser gedämmte Wände mit gleichem Absorptionsvermögen im Durchschnitt immer einen geringeren Wärmeverlust als weniger gut gedämmte Wände.

Bild 1 verdeutlicht auch, welche durchschnittlichen Einstrahlungsintensitäten nötig sind, bis die weniger gedämmte

( $k = 1,0$  W/m<sup>2</sup>K) aber extrem absorbierende Wand (Idealwert  $A = 1$ ) weniger Transmissionswärmeverlust aufweist als die höher gedämmte ( $k = 0,5$  W/m<sup>2</sup>K) extrem reflektierende Wand (Idealwert  $A = 0$ ). Erst bei einer Einstrahlung von mehr als 150 W/m<sup>2</sup> (markierter Punkt) ist dies der Fall, ein Wert der durchschnittlich nur an wenigen Tagen hintereinander aber nicht im Durchschnitt der Heizperiode erreicht werden kann.



**Bild 1:** Transmissionswärmestromdichten zweier unterschiedlich gedämmter Wände in Abhängigkeit der absorbierten Einstrahlung.

Zugrundegelegte Daten:

Temperaturdifferenz der Innen- und Außenluft: 15 K  
 Äußerer Wärmeübergangskoeffizient: 20 W/m<sup>2</sup>K

### Erniedrigung des Transmissionswärmeverlustes

Wie sich der nach Beziehung (1) ermittelte Transmissionswärmeverlust prozentual infolge der Strahlungsabsorption erniedrigt, geht aus Bild 2 hervor. Bild 2 zeigt insbesondere den Einfluß der Lufttemperaturdifferenz zwischen beiden Seiten der

Wand und den des äußeren Wärmeübergangskoeffizienten, der unter natürlichen Klimaeinflüssen im wesentlichen durch den Wind beeinflusst wird. Messungen [7] haben gezeigt, daß der normierte Wert von  $\alpha_a = 23 \text{ W/m}^2\text{K}$  nach DIN 4701 [6] unter durchschnittlichen Bedingungen zu hoch angesetzt ist. Die Pfeile in Bild 2 verdeutlichen, welchen Einfluß der Unterschied zwischen Außen- und Raumlufttemperatur auf den Erniedrigungseffekt hat. Bei einer durchschnittlich absorbierten Einstrahlung von z.B.  $60 \text{ W/m}^2$  - dies entspricht der durchschnittlichen Absorption einer sehr dunkel gestrichenen ( $A = 0,8$ ) südorientierten Wand - ergibt sich bei einem Temperaturunterschied von 10 K (Übergangsmonat) eine Erniedrigung von ca. 35 %, bei einer Differenz von z.B. 25 K (Wintermonat) eine Absenkung der Transmission von ca. 14 %. Bei einer durchschnittlich zugrundegelegten Lufttemperaturdifferenz von 15 K kann man je nach Orientierung der Wand mit folgenden Erniedrigungen gegenüber ohne Berücksichtigung der Absorption rechnen:

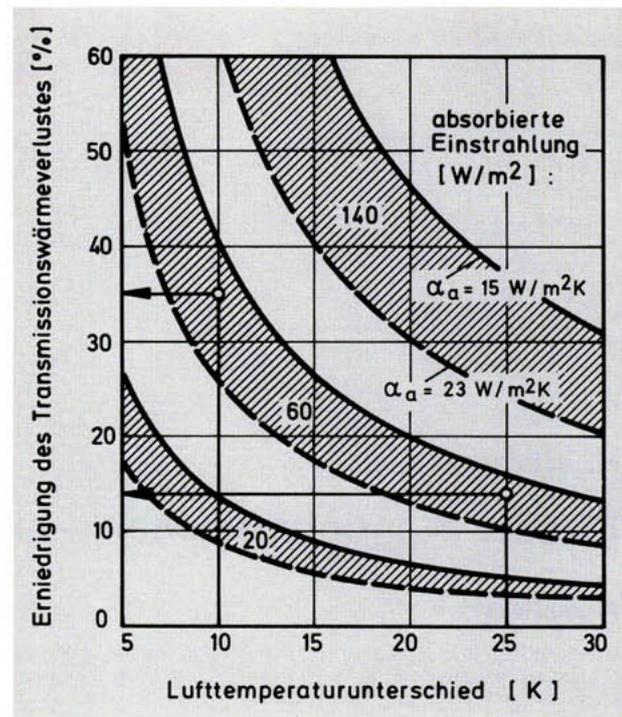
Orientierung	Erniedrigung des Transmissionswärmeverlustes		
	Helligkeit der Außenoberfläche		
	hell (weiß) $A = 0,2$	gedeckt (grau) $A = 0,5$	dunkel (schwarz) $A = 0,85$
Süd	6 %	15 %	25 %
Ost zw. West	4 %	10 %	17 %
Nord	2 %	6 %	10 %

Diese Angaben zeigen lediglich die Größenordnung des langfristigen Absorptionseinflusses auf den Transmissionswärmeverlust für unverschattete Flächen während der Heizperiode Oktober bis Mai, da die Strahlungsangebote und die Außenlufttemperaturen jährlich und örtlich variieren. Bei höheren Strahlungsangeboten können sich deutlichere Erniedrigungen des Transmissionswärmeverlustes ergeben. Mit Hilfe der o.g.

## Literatur

- [1] Rouvel, L.; Wenzl, B.: Kenngrößen zur Beurteilung der Energiebilanz von Fenstern während der Heizperiode. HLH 30 (1979), H. 3, S. 285 - 291.
- [2] Hauser, G.: Passive Sonnenenergienutzung durch Fenster, Außenwände und temporäre Wärmeschutzmaßnahmen. HLH 34 (1983), H. 6, S. 259 - 265.
- [3] Werner, H.: Bauphysikalische Einflüsse auf den Heizenergieverbrauch. Schriftenreihe Baurecht und Bautechnik, Bd. 2. Erich Schmidt Verlag, Berlin 1980.
- [4] Werner, H.: Auswirkung der Strahlungsabsorption von Außenwandoberflächen und Nachtabsenkung der Raumlufttemperaturen auf den Transmissionswärmeverlust und den Heizenergieverbrauch. Bericht des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik EB-8/1985.
- [5] Esdorn, H.; Fortrak, H. und Jahr, A.: Entwicklung von Testreferenzjahren (TRY) für Klimaregionen der Bundesrepublik Deutschland. Statusbericht 1985 "Rationelle Energieverwendung in Haushalt und Kleinverbrauch" des BMFT, Verlag TÜV Rheinland (1985), S. 424 - 437.
- [6] DIN 4701: Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden. Beuth-Verlag, Berlin (März 1983).
- [7] Schaube, H.: Untersuchungen über Wärmeübergangskoeffizienten an Fenstern unter natürlichen Klimabedingungen. Bericht des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik, EB-15/1986

Werte sind keine Aussagen über den Einfluß auf den Heizenergieverbrauch gemacht, da dieser noch zusätzlich vom Lüftungswärmeverlust und von den Flächenanteilen der Außenbauteile abhängt.



**Bild 2:** Erniedrigung des Transmissionswärmeverlustes einer Außenwand durch Strahlungsabsorption auf der Außenoberfläche in Abhängigkeit des Lufttemperaturunterschiedes zu beiden Seiten der Wand und der absorbierten Einstrahlung bei unterschiedlichen äußeren Wärmeübergangskoeffizienten.