

15 (1988) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

## Fraunhofer-Institut für Bauphysik

E. Boy

### Auch mit nicht-transparenten Wärmedämmstoffen ist Solarenergienutzung möglich!

#### 1. Einleitung

Die auf herkömmliche Wandkonstruktionen auftreffende Solarstrahlung wird an der äußeren Wandoberfläche teilweise absorbiert, was zu Temperaturerhöhungen führt [1 und 2]. Diese absorbierte Energie wird jedoch größtenteils wieder an die Umgebung abgegeben. Je nach Orientierung und Farbe der Außenoberfläche kann durch Strahlungsabsorption der Wärmedurchgangskoeffizient üblicher Außenwandkonstruktionen effektiv um 2 bis 12 % reduziert werden [3]. Parameterstudien zur Wirkungsweise transparenter Wärmedämmschichten [4] haben gezeigt, daß die durch Dämmschichten transmittierte Strahlung und der in der Dämmschicht absorbierte Strahlungsanteil energetisch wirksam sind; über letzteren wird nachfolgend berichtet.

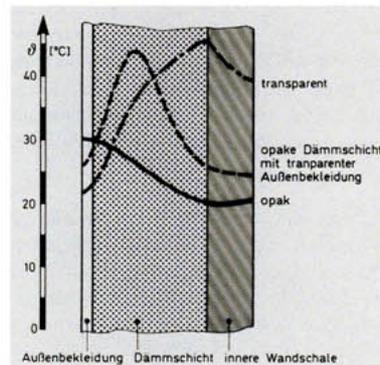
#### 2. Opake Dämmstoffe mit transparenter Außenbekleidung

Durch die Lufträume zwischen den Fasern von opaken Mineralwollgedämmstoffen kann Solarstrahlung je nach Faserdichte und Oberflächenbeschaffenheit mehr oder weniger tief eindringen. Die eingedrungene, nicht transmittierte und nicht zurückgestreute Strahlung wird absorbiert und dabei in Wärme umgewandelt. Die Erwärmung in der Dämmschicht wirkt praktisch an der Gebäudefassade wie eine Gegenheizung, die bei Sonneneinstrahlung den Wärmeabfluß aus dem Gebäude verhindert oder reduziert. Um ein Eindringen der Sonnenstrahlen in die Dämmschicht zu ermöglichen, muß die Außenbekleidung transparent sein (z.B. in Form einer Glasabdeckung).

Zur Charakterisierung der Wirkungsweise ist in Bild 1 die örtliche Temperaturverteilung eines derartigen Dämmsystems mit transparenter Außenbekleidung im Vergleich mit einer transparenten und einer opaken Dämmung angegeben. Bei transparenter Dämmung tritt das Temperaturmaximum hinter der Dämmschicht auf. In der opaken Dämmschicht mit transparenter Außenbekleidung steigt die Temperatur längs des Strahlungseindringweges infolge Strahlungsabsorption im Dämmstoff an. Es entsteht ein für die "Porosität" des Materials charakteristisches Temperaturmaximum in der Dämmschicht.

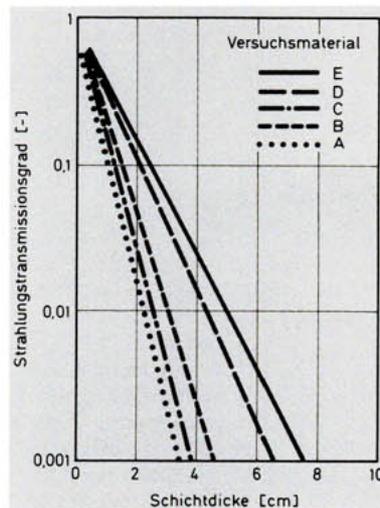
#### 3. Ergebnisse von Untersuchungen

An einigen Glas- und Steinwollgedämmstoffen mit Rohdichten von 20 und 40 kg/m<sup>3</sup> und unterschiedlichen Fasergefügen mit mittleren Faserdurchmessern zwischen 4 und 7 µm wurde das Strahlungseindringvermögen untersucht. In Bild 2 ist der Strahlungs-



**Bild 1:** Örtliche Temperaturverteilung in unterschiedlich gedämmten Wandelementen bei Sonnenbestrahlung

transmissionsgrad von fünf verschiedenen Materialien in Abhängigkeit von der Schichtdicke angegeben. Je nach Material wird schon

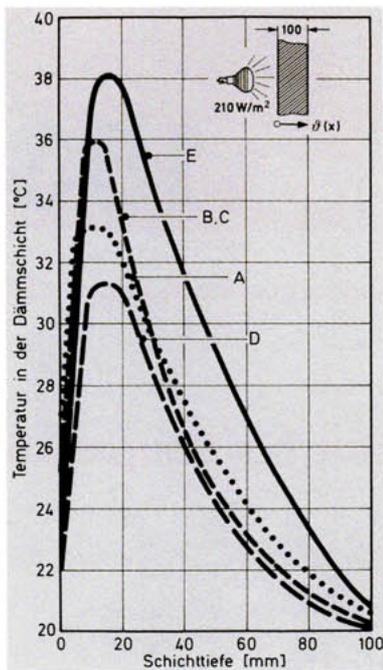


**Bild 2:** Strahlungstransmissionsgrad in Abhängigkeit von der Schichtdicke für fünf verschiedene Mineralwollgedämmstoffe

ab Dicken zwischen 35 und 80 mm weniger als ein Tausendstel der auftreffenden Strahlung transmittiert. Die Strahlungsschwächung längs des Eindringweges durch Absorption und Streuung kann in erster Näherung folgendermaßen beschrieben werden:

$$E_1 = E \cdot e^{-a \cdot x} \quad (1)$$

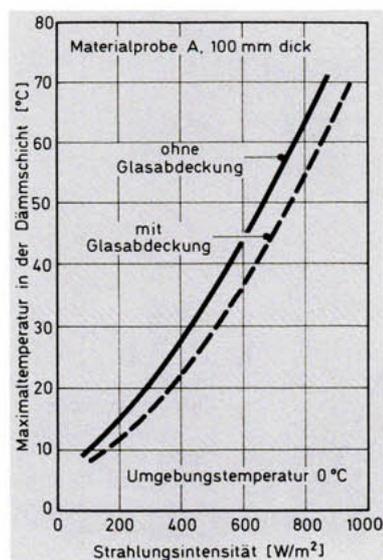
Für Schichtdicken von 100 mm ist in Bild 3 die sich jeweils im Dämmstoff bei einer Bestrahlung mit 210 W/m<sup>2</sup> einstellende örtliche



**Bild 3:** Örtliche Temperaturverteilung in fünf verschiedenen 100 mm dicken Mineralwolledämmschichten bei einer Strahlungsintensität von 210 W/m<sup>2</sup> und einer Umgebungslufttemperatur von 18 °C.

Temperaturverteilung dargestellt. Bis zu einer Schichttiefe von 10 bis 15 mm steigt die Temperatur in den Proben kontinuierlich an und fällt mit zunehmender Schichttiefe wieder ab. Bei nahezu gleichem Strahlungseindringvermögen fällt die Erwärmung jedoch unterschiedlich aus. Das heißt, in der energetischen Wirkung spielen verschiedene Materialparameter eine Rolle. Erste orientierende theoretische Parametereinflussabschätzungen wurden in [5] durchgeführt. Danach sind die günstigsten energetischen Auswirkungen mit großen Faserdurchmessern und niedrigen Rohdichten zu erwarten.

Am Beispiel eines Materials ist in **Bild 4** der Einfluß der Strahlungsintensität auf die maximale Erwärmung im Dämmstoff angegeben. Bei Umgebungslufttemperaturen um 0 °C wurde eine 10 cm dicke Dämmschicht mit und ohne Glasabdeckung untersucht. Schon bei Strahlungsintensitäten von nur 100 W/m<sup>2</sup> tritt eine Temperaturerhöhung um ca. 10 K gegenüber Umgebungslufttemperatur in der Dämmschicht auf. Bei 800 W/m<sup>2</sup> beträgt die Maximaltemperatur in der Dämmschicht nahezu 65 °C. In ersten bautechnischen Anwen-

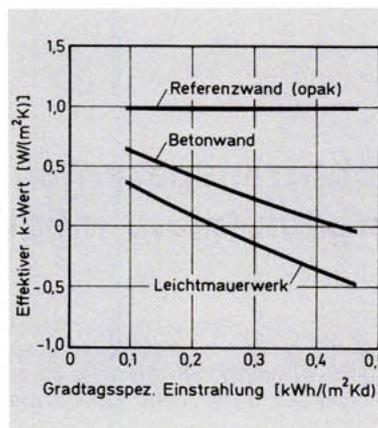


**Bild 4:** Einfluß der Strahlungsintensität auf die Maximaltemperatur in der 100 mm dicken Materialprobe A bei 0 °C Umgebungslufttemperatur.

dungen wurden Materialien in unterschiedlichen Dicken und konstruktiven Varianten an einem 24 cm dicken Leichtmauerwerk und an einer 20 cm dicken Normalbetonwand experimentell untersucht. Als Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in **Bild 5** die effektiven k-Werte angegeben. Klimakenngroße ist die gradtagspezifische Einstrahlung:

$$E_{Gt} = \frac{E}{Gt} \quad (2)$$

Dies ist der Quotient aus der Einstrahlungssumme und der Gradtagzahl. An Südwänden sind im Herbst gradtagspezifische Einstrahlungen von 0,4 kWh/(m<sup>2</sup>Kd) festzustellen. Im Dezember fällt der Wert auf 0,1 kWh/(m<sup>2</sup>Kd). Das Heizperiodenmittel beträgt 0,15 bis 0,2 kWh/(m<sup>2</sup>Kd). Der effektive k-Wert der Wände mit transparenter Bekleidung ist wesentlich günstiger (niedriger) als derjenige der opaken Referenzwand; er nimmt mit zunehmender gradtagspezifischer Einstrahlung ab. Im Heizperiodenmittel werden k-Werte von 1 W/(m<sup>2</sup>K) auf effektive Werte zwischen 0,5 bis 0,1 W/(m<sup>2</sup>K) reduziert.



**Bild 5:** Effektive k-Werte verschiedener Wandkonstruktionen in Abhängigkeit von der gradtagspezifischen Einstrahlung.  
**Referenzwand** Wärmedämmverbundsystem mit opaker (üblicher) Außenbeschichtung; auf Betonwand, k-Wert 1 W/(m<sup>2</sup>K).  
**Testwände** Betonwand und Leichtmauerwerk mit Mineralwolledämmstoff und transparenter Außenbekleidung, mit k-Werten von 1 W/(m<sup>2</sup>K) bzw. 0,7 W/(m<sup>2</sup>K).

## 5. Zusammenfassung und Ausblick

Werden Mineralwolledämmstoffe anstatt mit der üblichen opaken mit einer transparenten Außenbekleidung versehen, kann Solarstrahlung zwischen den Fasern in den Dämmstoff eindringen. Die Strahlungsabsorption führt im Dämmstoff zu einer Erwärmung, die bei Sonnenbestrahlung an der Fassade einen Gegenheizungseffekt bewirkt, der einen Wärmeabfluß zeitweilig verhindert oder zumindest reduziert. Der Wärmedurchgang an derartigen Wandkonstruktionen kann dadurch im Vergleich mit üblichen opaken Außenbekleidungen deutlich reduziert werden. Sonnenschutzvorkehrungen sind nicht erforderlich und damit die Voraussetzungen für wirtschaftliche Anwendungen günstig. Nach ersten vielversprechenden Ergebnissen im energetischen Verhalten sind nun Systemoptimierungen durchzuführen.

## 6. Literaturverzeichnis

- [1] Werner, H.: Auswirkung der Strahlungsabsorption von Außenwandoberflächen und Nachtabsenkung der Raumlufttemperaturen auf den Transmissionswärmeverlust und den Heizenergieverbrauch. IBP-Bericht EB-8/85. Holzkirchen (1985).
- [2] Saggelsdorf, R. et al.: Einfluß der Strahlungsvorgänge an der Gebäudehülle auf den Energieverbrauch. 11. IVBH-Kongreß. Wien (1980).
- [3] Gertis, K.: Zehn Jahre Energieeinsparung im Hochbau - können wir zufrieden sein? wksb 31 (1986) H. 20, S. 1-7.
- [4] Schreiber, E.; Boy, E.; Bertsch, K.: Heizenergieeinsparung durch Wände mit transparenten Wärmedämmschichten - Rechenergebnisse unter idealisierten Innenrandbedingungen. IBP-Bericht SA 4/85, Stuttgart (1985).
- [5] Caps, R.; Fricke, J.: Fibrous Insulations with Transparent Cover for Passive Use of Solar Energy. Proc. of the 2nd Int. Workshop on Transparent Insulation. Freiburg (1988).