

21 (1994) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

E. Lindauer, H. Leonhardt

Brauchwasservorerwärmung mit transparent gedämmten Bauteilen (Hybridsystem)

Der Einsatz von Außenbauteilen mit hoher Wärmedämmung ist bei heutiger Bauweise selbstverständlich. Neben hochwertigen monolithischen Wänden oder opak zusätzlich gedämmten Aufbauten werden in Zukunft Systeme zum Einsatz kommen, die unter Anwendung von transparent dämmenden Vorsatzschichten nicht nur niedrigste Wärmeverluste, sondern Wärmegewinne durch passive Sonnenenergienutzung erzielen [1 bis 3]. Diese Bauteile speichern Sonnenwärme und geben sie als Zusatzheizung zeitlich verschoben an die Innenräume ab. Die dabei umgesetzten Energiemengen bei hocheffizienten Systemen dieses Typs können in der Regel nicht in vollem Umfang genutzt werden, da Übertem-

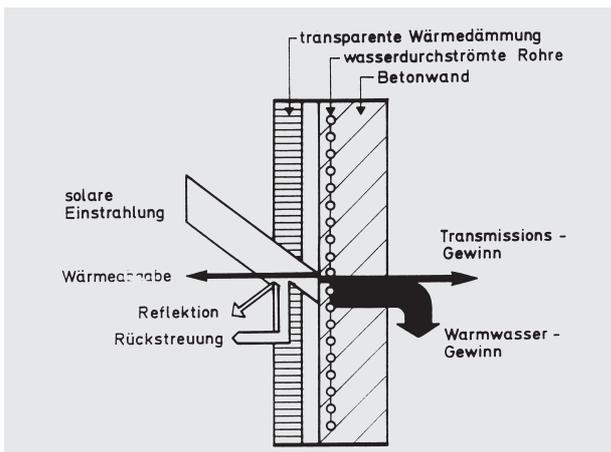


Bild 1: Schematische Darstellung der Funktion von transparent gedämmten Bauteilen mit Überschußwärmenutzung zur Brauchwasservorwärmung.

peraturen an den raumseitigen Bauteiloberflächen auftreten können. Diesem Problem wird bisher durch Ablüftung oder durch elektronisch gesteuerte Sonnenschutzrollen begegnet; weitere Lösungen sind die Teilflächenbelegung oder der Rückgriff auf weniger effiziente Systeme. Die im folgenden beschriebene Alternative stellt ein System vor, welches bei hoher energetischer Effizienz eine hinreichend kühle Wandinnenoberflächentemperatur durch zusätzliche Nutzung der Sonnenenergie, nämlich der Brauchwasservorwärmung, erzielt.

Funktionsweise eines wasserdurchströmten transparent gedämmten Bauteils

In Bild 1 schematisch dargestellter Aufbau entspricht bis auf die angedeuteten wasserführenden Rohre im wesentlichen dem einer transparent gedämmten Wand. Hinter der 10 cm dicken transparenten Dämmschicht befindet sich eine abgeschlossene Luftschicht und anschließend eine 20 cm dicke Betonplatte. In die Betonplatte sind im äußeren Bereich Rohre eingegossen. Die eingestrahlte Sonnenenergie teilt sich nach optischen und thermischen Verlusten an der transparenten Dämmschicht in einen kleineren Betrag als Transmissionswärmegewinn von außen nach innen und in einen größeren Energiegewinn für die Brauchwassererwärmung auf.

Untersuchungen am Freilandversuchsstand und Ergebnisdarstellung

Am Freilandversuchsgelände des Fraunhofer-Institut für Bauphysik in Holzkirchen wurde eine Modellfassade mit transparent gedämmten Elementen mit und ohne wasserführenden Rohrsystemen errichtet. Die in den Elementen integrierten Rohrsysteme sind mit einem im Versuchsgebäude installierten wärme gedämmten Wasserspeicher verbunden. Über eine angesteuerte Förderpumpe kann dem Element bei Bedarf Wärme entzogen und dem Speicher zugeführt werden. Die Untersuchungsergebnisse aus Sommer- und Wintermessungen zeigen deutlich, daß die Vorgabe, eine bestimmte Wandoberflächentemperatur nicht zu überschreiten, durch Wärmeentzug erfüllt werden kann und daß gleichzeitig praxisnahe Brauchwasservorwärmung möglich ist. Für einen kühlen, jedoch strahlungsreichen Wintertag wird in Bild 2 exemplarisch das herkömmliche, nicht mit Sonnenschutzmaßnahmen versehene System mit dem wasser durchströmten Aufbau verglichen. Die Wandinnenoberflächentemperatur liegt zwar immer über der Raumlufttemperatur, jedoch ist sie bei Wasserbetrieb auf ca. 28 °C begrenzt. Diese Verhältnisse stellten sich bei Wassereintrittstemperaturen von ca. 18 °C und Wasserentnahmetemperaturen von ca. 32 °C ein, wobei der Volumenstrom in der Größenordnung von konstant 20 l/m²h liegt. Durch Absenkung der Eintrittstemperaturen und Erhöhung des Wasserdurchsatzes läßt sich die Wandinnenoberflächentemperatur noch deutlicher absenken; allerdings kann eine solche Unterkühlung dazu führen, daß eine Umkehrung des Transmis-

sionswärmestromes nach außen auftritt. Um bestimmten Vorgaben zu entsprechen, z.B. Wärmeabfuhr bis zu einem effektiven k-Wert von Null (Nullenergiewand) und/oder maximale Wandinnenoberfläche von 28 °C, muß die Steuerung der Anlage den instationären Verhältnissen beim jeweiligen Wandaufbau Rechnung tragen. Im vorliegenden Fall bleibt auch bei Wassererwärmung die Wärmestromrichtung von außen nach innen erhalten, siehe Bild 2 unten.

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß durch Nutzung solarer Überschußenergie eine Brauchwasservorwärmung verbunden werden kann. So sind Wassertemperaturen je nach Sonneneinstrahlung und Betriebsweise von bis zu 40 °C erreichbar, wobei gleichzeitig ein von außen nach innen gerichteter Resttransmissionswärmestrom aufrecht erhalten werden kann. Bei Temperaturerhöhungen im Bereich von ca. 15 bis 20 K entstehen Wassermengen, die unter praktischen Randbedingungen genutzt werden können. Diese Aussagen gelten weitgehend unabhängig von der Jahreszeit. Einerseits ergeben sich bei der gewählten Fassadenneigung nur vergleichsweise geringe Unterschiede im monatlichen Strahlungsangebot, andererseits hält die Dämmwirkung der transparenten Schale den Einfluß der Außenlufttemperatur in Grenzen. Bild 3 zeigt zusammenfassend die

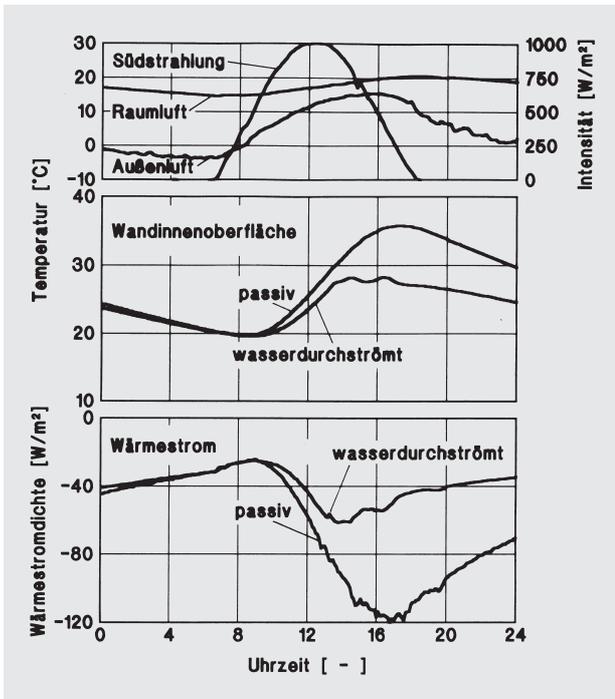


Bild 2: Zeitlicher Verlauf der Wetterdaten, der Raumluft- und Wandinnenoberflächentemperaturen sowie der daraus resultierenden Wärmestromdichten an einem strahlungsreichen Wintertag.

Abhängigkeit der temperaturspezifischen Wärmestromdichten („äquivalente“ k-Werte) vom Strahlungsangebot. Darin sind die flächenbezogenen Größen jeweils mit der Temperaturdifferenz von Außen- und Raumluft normiert. Man ersieht, daß ein Restbetrag (gestrichelte Linie) als Transmissionswärme gewonnen wird. Diese kann bei anderen Vorgaben bis zur Nullenergiewand verändert werden. Dadurch erhöht sich die für das Brauchwasser anfallende solare nutzbare Energie. Die durchgezogene Linie stellt die Summe aus Transmissions- und Warmwasserleistung dar. Diese Regressions-

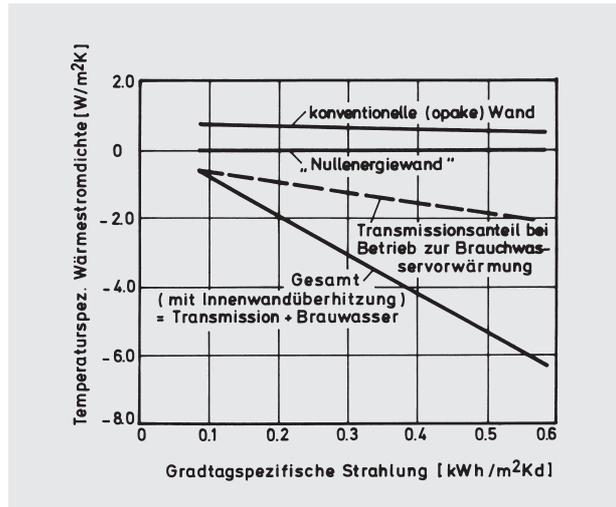


Bild 3: Abhängigkeit des „äquivalenten k-Wertes“ von der Solarstrahlung bei unterschiedlich gesteuertem Wärmeentzug zur Brauchwasservorwärmung.

gerade ist, wie sich im Experiment gezeigt hat, identisch mit der Transmissionswärmeleistung des Systems ohne Warmwassernutzung, welches zu unerwünscht hohen Wandinnenoberflächentemperaturen von bis zu 40 °C führt.

Zusammenfassung

Am Fraunhofer-Institut für Bauphysik sind transparent gedämmte Fassadenelemente auf thermisches und energetisches Verhalten untersucht worden. Bei Sonneneinstrahlung heizen sich die Fassadenelemente auf. Sie erreichen Temperaturen oberhalb der Raumlufttemperaturen und führen damit auf direktem Weg solare Energie dem Raum zu. Zur Vermeidung der temporär durch solare Einstrahlung entstehenden, unerwünscht hohen Wandinnenoberflächentemperaturen wurde ein Teil der solaren Energie über wasserführende Rohrsysteme abgeführt. Die hierbei angefallene überschüssige Wärme konnte in einem im Gebäude installierten wärmegeprägten Wasserbehälter gespeichert werden. An den Elementen waren Innenoberflächentemperaturen von maximal 28 °C zugelassen; die überschüssige Wärme wurde abgeführt. Hierbei ergeben sich nutzbare Überschußwärmemengen zur Brauchwasservorwärmung bei gleichzeitig direkter Nutzung solarer Energie zur Reduzierung des Transmissionswärmeverlustes bis hin zur Umkehrung des Transmissionswärmestromes.

Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung des Bundesministers für Forschung und Technologie durchgeführt.

Literatur

- [1] Gertis, K.: Außenwände mit transparenten Wärmedämmstoffen. Bauphysik 9 (1987), H. 5, S. 213 - 217.
- [2] Boy, E.; Bertsch, K.: Transparente Wärmedämmung: Wärmedämmung und passive Solarenergienutzung in einem System. wksb 32 (1987), H. 22, S. 29 - 33.
- [3] Boy, E.: Transparente Wärmedämmstoffe. Perspektiven und Probleme beim künftigen Einsatz. Bauphysik 11 (1989), H. 1, S. 21 - 27.



Fraunhofer Institut Bauphysik

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK (IBP)

Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis
 D-70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/9 70-00
 D-83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/6 43-0