

27 (2000) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

D. Oswald, A. Wichtler, N. König

## Heizenergieeinsparung mit einem hybriden Heizsystem ohne und mit Kachelofen

### Aufgabenstellung

Hybride Heizsysteme nutzen zeitlich auftretende Energieüberschüsse, z.B. bei Solarenergie-Gewinnen, dadurch besser, daß diese Überschüsse durch Hohlwände oder Hohldecken geleitet und so im Gebäude für Zeiten des Bedarfs gespeichert werden. Derartige Kombinationen aus baulichen und anlagentechnischen Komponenten heißen "Hybridsysteme". Die Warmluft wird meist an Südfassaden mittels Luftkollektoren erzeugt. In einem Pilotprojekt war experimentell zu untersuchen, welche Heizenergieeinsparungen sich unter praktischen Wohnbedingungen erzielen lassen, wenn die im Kollektor erzeugte Warmluft in die Decke zwischen Erd- und Dachgeschoß eines Einfamilienhauses geleitet wird.

### Gebäude und Heizsystem

Das Gebäude ist nicht unterkellert, die Wohnfläche beträgt 90,7 m<sup>2</sup>. Die räumliche Anordnung von Kollektor und Speicherdecke ist in **Bild 1** schematisch dargestellt. Die Eintrittsöffnungen der Kollektoren liegen auf der Höhe der Geschoßdecke. Die Kollektorfläche beträgt 12 m<sup>2</sup>. Die Unterseite der 200 mm dicken Betondecke ist mit einer 20 mm Dämmschicht versehen, um eine vorzeitige Wärmeabgabe zu verhindern und die eingetragene Energie länger speichern zu können. Für die Hohlraumausbildung wurden in zwei Deckenteilen 12 Wickelfalzrohre (Durchmesser 100 mm) mit ca. 150 mm Abstand voneinander einbetoniert. An der Südseite sind Anschlußstutzen für die Ventilatoren, auf der Nordseite 180°-Bögen installiert, die je zwei nebeneinander liegende Rohre miteinander verbinden. Zusätzlich sind im westlichen Deckenteil 3 Entladerohre für eine aktive Entladung integriert. Das Zusatzheizsystem besteht aus elektrischen Nachtspeicheröfen (vgl. auch [1]).

In einem Anschlußprojekt sollte während einer weiteren Heizperiode die Kombination des Hybridsystems mit einem Kachelofen bezüglich des wärmetechnischen Verhaltens untersucht werden. Bei dieser Kombination kann sich eine Heizenergieeinsparung dadurch ergeben, daß Warmluft aus dem Dauerbrand-Heizansatz in das Entlade-Röhrensystem der Hybriddecke abgesaugt wird. Dabei wird Wärmeenergie in der Decke gespeichert und wieder abgegeben, wenn der Dauerbrand-Heizansatz nicht mehr in Betrieb ist. Ein weiterer Vorteil des Kachelofens ergibt sich dadurch, daß die

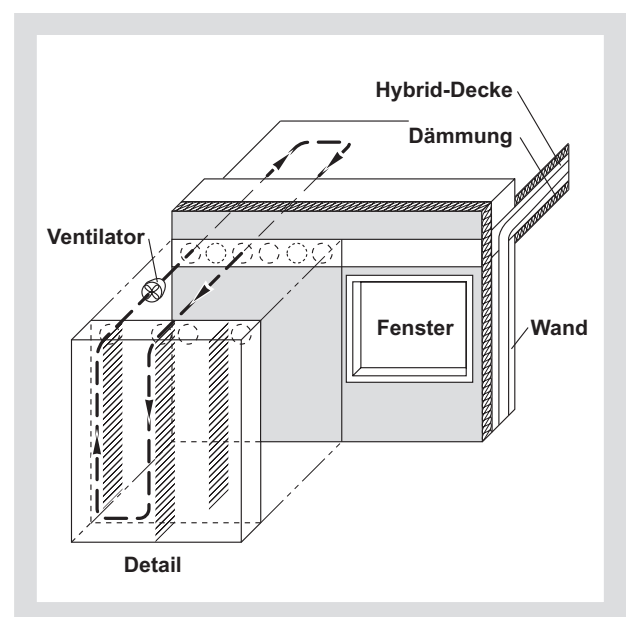


Bild 1: Schematische Darstellung eines hybriden Heizsystems mit durchströmter Decke als Speichermasse, sowie Belade- und Entladekanäle für den Fall der aktiven Kernentladung.

Kerntemperatur der vorhandenen Nachtspeicheröfen niedrig eingestellt werden kann. Dann decken die Nachtspeicheröfen nur die Grundlast des Heizenergiebedarfs ab. Darüber hinausgehender Heizenergiebedarf in strengen Frostperioden kann durch kurzfristigen Einsatz des Kachelofens erzeugt werden.

### Tagesenergieverbrauch

In **Bild 2** ist der tägliche Heizenergieverbrauch des Gebäudes in Abhängigkeit vom Tagesmittelwert der Außenlufttemperatur bei geringer, mittlerer und hoher solarer Zustrahlung auf der Südseite in der Heizperiode 1996/97 dargestellt. Das Bild zeigt, daß bei hohen Einstrahlwerten der Heizenergieverbrauch, wie zu erwarten, niedriger ist als bei kleinen Einstrahlwerten.

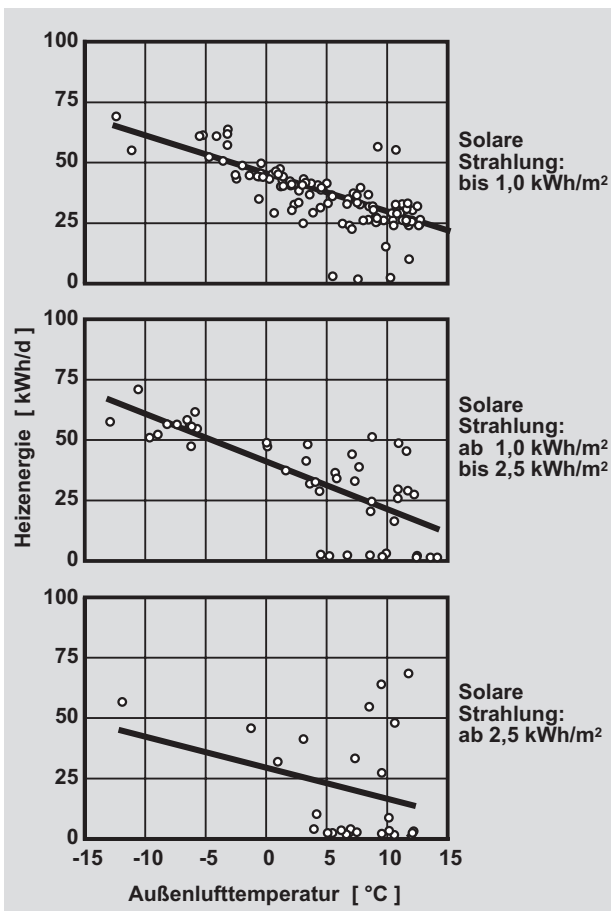


Bild 2: Täglicher Heizenergieverbrauch des untersuchten Gebäudes in Abhängigkeit von dem Tagesmittelwert der Außenlufttemperatur bei geringer, mittlerer und hoher solarer Zustrahlung auf die Südseite in der Heizperiode 1996/97.

### Heizenergieverbrauch und energetische Bewertung

Der Heizenergieverbrauch des Gebäudes in der Heizperiode 1996/97 betrug 8524 kWh. Auf die Wohnfläche bezogen ergibt sich daraus ein Wert von 93,9 kWh/m<sup>2</sup>. Wäre der Wärmeschutz des Gebäudes nach den Anforderungen der WSchV 1995 [2] ausgeführt worden, hätte der Heizenergieverbrauch höchstens 100,0 kWh/m<sup>2</sup> betragen dürfen. Das ausgeführte Gebäude lag somit im Verbrauch 6,1 % unter der Vorgabe der Wärmeschutzverordnung (vgl. Bild 3).

Die auf die Kollektoroberfläche auftretende Solarenergie, als Summe der Globalstrahlung auf die Südseite multipliziert mit der Kollektoroberfläche, betrug 6366 kWh, was 70,2 kWh/m<sup>2</sup> Wohnfläche bedeutet. Mit 976 kWh gelieferter Energie an die Hybriddecke belief sich der wohnflächenbezogene Energieeintrag in die Decke auf 10,8 kWh/m<sup>2</sup>, was 15,3 % der Zustrahlung auf den Kollektor ausmacht. Die aufgewendete elektrische Energie für die Ventilatoren betrug 78,7 kWh, woraus sich ein Verhältnis des Hybridgewinns zur Ventilatorenergie von 12,4 ergibt. In der Energiebilanz des Gebäudes betrug der Anteil der Hybriddecke an den Gewinnen 6 %. Dazu kommen noch 2 % der vom Kollektor direkt an die Außenwand abgegebenen Energie, so daß der Kollektor insgesamt mit 8 % an der Energiebilanz beteiligt war.

Energien	Wohnflächenbezogene Energieanteile [ kWh/m <sup>2</sup> a ]				
	20	40	60	80	100
Heizenergieverbrauch	[Hatched bar spanning from 20 to 80]				
Auf Kollektoroberfläche auftretende Solarenergie	[Hatched bar spanning from 20 to 60]				
Energieeintrag in die Hybriddecke	[Hatched bar spanning from 20 to 25]				
Stromverbrauch der Ventilatoren	[Hatched bar spanning from 20 to 22]				

Bild 3: Wohnflächenbezogener Heizenergieverbrauch, auf der Kollektoroberfläche auftretende Solarenergie, Energieeintrag in die Hybriddecke und Stromverbrauch der Ventilatoren in der Heizperiode 1996/97

### Kombination mit Kachelofen

Beim Vergleich des Heizenergieverbrauchs im Zeitraum November bis April der Heizperiode 1996/97 (ohne Kachelofen) und 1998/99 (mit Kachelofen) betrug der Heizenergieverbrauch in der Heizperiode 1996/97 6696 kWh bei 3244 Gradtagen und in der Heizperiode 1998/99 6345 kWh bei 3181 Gradtagen. In der Zeit mit Kachelofen wurden somit ca. 5 % weniger Heizenergie verbraucht bei einer um ca. 2 % geringeren Gradtagszahl (vgl. [3]). Die Untersuchungen zeigten weiter, daß 15 % der im Kachelofen erzeugten Wärmeenergie in der Decke gespeichert werden können.

### Zusammenfassung

In der Heizperiode 1996/97 lag der wohnflächenbezogene Heizenergieverbrauch 6,1 % unter den Anforderungen der Wärmeschutzverordnung. Der solare Deckungsanteil der Gewinne durch die Hybriddecke und Außenwand hinter dem Kollektor betrug 8 % in der Energiebilanz. Auf den Heizenergieverbrauch allein bezogen machten diese Gewinne 14 % aus. Die Hybridanlage erbrachte eine Einsparung von 1222 kWh elektrischer Energie, was bei einem kWh-Preis von DM 0,20/kWh einen jährlichen Betrag von DM 244,- ausmacht. Die Kombination mit einem Kachelofen führt zu einer Heizenergieeinsparung. Es lassen sich ca. 15 % der Wärmeenergie des Kachelofens in der Hybriddecke speichern.

### Literatur

- [1] Oswald D.; Wichtler A.: Bauteilintegrierte Heiz- und Haustechnik für die zukünftigen Baukonzepte (Hybride Heizsysteme) - Projektstufe 3/2 - Umsetzung am Einfamilienhaus Zaberfeld. Bericht GB 141/1998. Fraunhofer-Institut für Bauphysik, 1998.
- [2] Wärmeschutzverordnung: Verordnung über einen energieeinsparenden Wärmeschutz bei Gebäuden vom 16. August 1994. Bundesgesetzblatt Nr. 55 (1994), S. 2121-2132
- [3] Oswald, D., Wichtler, A.: Wärmetechnisches Verhalten eines Heizsystems als Kombination aus warmluftdurchströmter Decke und Feststoff-Brennstätte. Bericht GB 149/1999. Fraunhofer-Institut für Bauphysik, 1999



**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