Fraunhofer Institut Bauphysik

IBP-Mitteilung 272

22 (1995) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

K. Sedlbauer, N. König

Optimierung von Bauteilen und der Gesamtanlage von Hybriden Heizsystemen

1. Einleitung und Aufgabenstellung

Um Solarenergie zur Heizenergieeinsparung im Wohnungsbau zu nutzen, stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung, z.B. durch direkte Einstrahlung durch Fenster oder sogenannte hybride Heizsysteme, die im Fraunhofer-Institut für Bauphysik untersucht und entwickelt wurden [1 bis 4]. Dabei wird Warmluft durch Hohlwände oder Hohldecken geleitet und dort gespeichert. Solche Wohnraumelemente werden bisher ohnehin zur Reduzierung des Gewichts- und Materialeinsatzes verwendet. In geschlossenen Kreisläufen wird Warmluft durch massive Bauteile geführt; diese werden dadurch erwärmt und geben ihre Energie über längere Zeiträume hinweg in die darüber- und darunterliegenden Räume ab. Bild 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines hybriden Heizsystems. Eine Raumüberhitzung kann durch Anbringung von Dämmschichten verhindert werden. Zugleich kann die solarerwärmte Luft in nördliche Gebäudeteile transportiert werden. Die Aufgabe der Entwicklung und Dimensionierung von hybriden Heizsystemen liegt darin, das Verhältnis aus direkter Zustrahlung durch Fenster in Südräume und der über die Hybridbauteile in Nordräume transportierten Energiemengen zu optimieren. Solche Systeme können ebenfalls zur Kühlung der Gebäude während der Sommerperiode eingesetzt werden. Um erwärmte Wand- und Deckenbauteile zu entladen, stehen prinzipiell folgende drei Möglichkeiten zur Verfügung, deren Einfluß auf das thermische und energetische Verhalten des Gebäudes untersucht wurde:

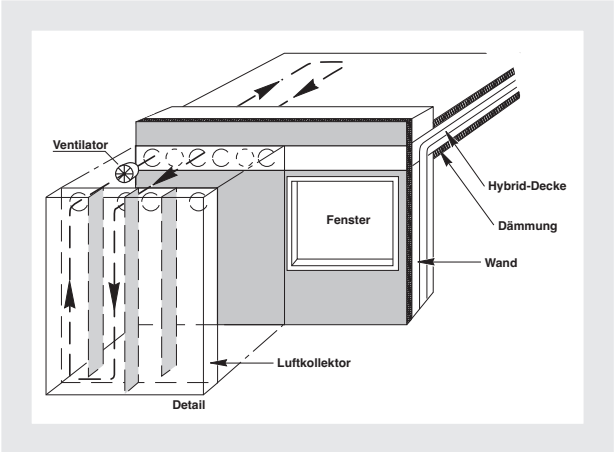

Bild 1: Schematische Darstellung eines hybriden Heizsystems mit durchströmtem Deckenelement

Passive Entladung
Die Entladung ist in erster Näherung eine Funktion der Hohlraumgeometrie sowie der Speicherkapazität und sollte deshalb nicht von den Bewohnern frei, ohne Kenntnis des Ladezustandes, beeinflußt werden. Zur Erhöhung der Zeitspanne zwischen Wärmeaufnahme und Wärmeabgabe können Dämmschichten an der wärmeabgebenden Oberfläche vorgesehen werden.

Aktive Entladung
Die Oberflächenentladung erfolgt konvektiv mittels Ventilatoren über einen Luftstrom zwischen unterseitiger Oberfläche und abgehängter Decke. Die Kernentladung erfolgt mittels Ventilatoren über zusätzliche Entladeröhren.

2. Entwicklung eines Fassadenluftkollektors

Es war ein Fassadenkollektor so zu optimieren, daß durch Weiterentwicklung der einzelnen Baugruppen und Materialien der Gesamtwirkungsgrad des Kollektors erhöht werden kann. Dabei soll der Fassadenkollektor so einfach und kostengünstig wie möglich gebaut werden. Der Einfluß der einzelnen Komponenten des Kollektors auf den Wirkungsgrad wurde untersucht und dabei ein für ein hybrides Heizsystem optimaler Kollektoraufbau angegeben. Bild 2 zeigt eine schematische Darstellung des Kollektors mit Rahmen und Rückwanddämmung.

3. Thermisches und energetisches Verhalten der Hohlbauteile

Zwei- und dreidimensionale Finite-Differenzen-Berechnungsverfahren wurden verbunden mit der dynamischen, thermischen Auslegung des gesamten Hybridsystems, um die innere Struktur der Teile zu optimieren. Für unterschiedliche Abstände und Gestaltung der Hohlräume, Wärmeleitfähigkeiten der Materialien, Deckenlängen, Luftgeschwindigkeiten und Wärmeübergangszahlen in den Röhren sowie Umlenkung des Beladerohrs im nördlichen Deckenteil wurde im Rahmen dieses Projektes ein zweidimensionales, dynamisches Modell von vier partiellen Differentialgleichungen entwickelt, das die Temperaturverhältnisse und die Belade- und Entladeleistung in den Süd- und Nordzonen für unterschiedliche innen- und außenklimatische Randbedingungen

berechnet. Die Validierung erfolgte mit einem Versuchsaufbau in realem Maßstab. Hieraus und über das Programm ließen sich die Kennwerte für die Luftkollektoren und Ventilatoren in geschlossenen Beladesystemen und im zum Raum offenen Entladekreislauf ermitteln. Darüberhinaus muß die angepaßte Dicke der Dämmschicht am Speicherbauteil in Abhängigkeit von Behaglichkeitskriterien angegeben werden. Die Optimierung des Deckenbauteils z.B. ergab folgende Parameter, die sich auf andere Randbedingungen übertragen lassen [5]:

Kanaldurchmesser:	12,5 cm
Kanalabstand:	16,5 cm
Hohlraumanteil:	37 %
Luftgeschwindigkeit im Rohrsystem (Beladung):	3,5 m/s

4. Thermische Kopplung von Heizung und Hybridsystem

Untersucht wurden verschiedene Hybridsysteme mit Decken- und Wandspeicher bezüglich Regelbarkeit, Behaglichkeit, Hygiene sowie Konstruktion und Kosten für bestimmte Raumnutzung und Raumgrößen. Einige Vor- und Nachteile der Systeme mit verschiedenen Kombinationen von Hybrid- und Zusatzheizung (z.B. Radiatorheizung) werden aufgezeigt und bewertet, wobei besonders die Integrationsfähigkeit z.B. bei gemeinsamer Benutzung von Komponenten wie Luftkanälen interessiert. In Tabelle 1 ist eine Übersicht exemplarisch ausgewählter Zusatzheizsysteme und eine Bewertung bezüglich konstruktiver Eigenschaften, Behaglichkeit und Wirtschaftlichkeit aufgezeigt.

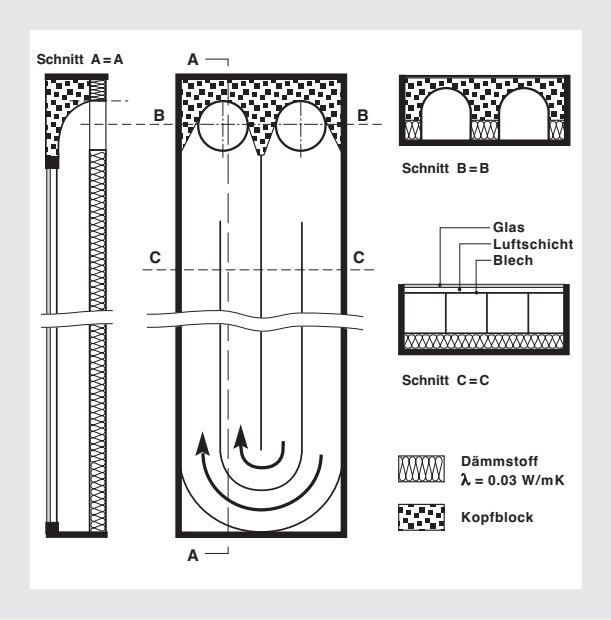

Bild 2: Schematische Darstellung eines Luftkollektors mit Rahmen- und Rückwanddämmung

5. Heizwärmeeinsparung in einem Beispielgebäude

Die Umsetzung der o.g. Erkenntnisse in einem konkreten Gebäude mit einem für dieses Einfamilienhaus optimierten hybriden Heizsystem ist angelaufen. Das Gebäude wurde mit einer Heizung aus Elektro-Nachtspeicheröfen und einer

Tabelle 1: Übersicht exemplarisch ausgewählter Zusatzheizsysteme und Bewertung derer bezüglich konstruktiver Eigenschaften, Behaglichkeit sowie Wirtschaftlichkeit

	Konstruktion				Behaglichkeit			Wirtschaftlichkeit		
Zusatzheizsystem	Schornstein/ Brennstoffvorratsraum/ Heizungsraum	Anschlüsse/ Verbindung an Endgeräte bzw. Auslässe	Platzbedarf der Leitungen/ Endgeräte	Masse der Endgeräte	Reaktionszeit des Systems	Wärmeabgabe über Konvektion	Strahlung	Investitionskosten DM/kW	Betriebskosten	Wartungsfreundlichkeit
Radiatorheizung (Zentralheizung)	●	□	□	□	□	●	●	□	□	□
Elektro-Nachtspeicher	⊗	+	□	-	-	●	●	□	-	□
Konvektorheizung (Zentralheizung)	●	□	+	++	+	●	⊗	+	□	□
Warmluftheizung (Zentralheizung)	●	□	+	++	+	●	⊗	-	□	□
Fußbodenheizung (Zentralheizung)	●	□	++	-	- -	⊗	●	- -	-	-

Abweichungen zur Radiatorenheizung (Referenz):
ja ● ; nein ⊗ ; viel besser ++ ; besser + ; vergleichbar □ ; schlechter - ; viel schlechter - - ;

im Westteil des Gebäudes aktiven, im Ostteil passiven hybriden Heizung ausgestattet. Berechnungen des Heizwärmeverbrauchs mittels des Gebäuderechenprogramms SUNCODE [6] erbrachten in diesem speziellen Fall ein Energieeinsparungspotential von ca. 13 %.

6. Ausblick

In einem nächsten Projektschritt sind mehrere Gebäude mit unterschiedlichen Hybridsystemen geplant. Diese Untersuchungen und Erfahrungen werden zeigen, ob hybride Heizsysteme generell die erwarteten Energieeinsparungen und Komfortverbesserungen erbringen.

7. Literatur

[1] Gertis, K.: Belüftete Wandkonstruktionen. Veröffentlichungen aus dem Institut für Bauphysik, H. 70, S. 102 , Verlag Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin (1972).

[2] Oswald, D.; Bertsch, K.: Wärmetechnische Bauteiluntersuchungen für hybride Heizsysteme. CCI 11 (1991), S. 19-20.

[3] Erhorn, H. et al: Passive und hybride Solarenergienutzung in Mehrfamilienhäusern. IBP-Mitteilung 19 (1992), Nr. 212; GI-Gesundheits-Ingenieur 113 (1992), H. 5, S. 243-254.

[4] Erhorn, H. et al: Bauteilintegrierte Heiz- und Haustechnik für zukünftige Baukonzepte (Hybride Heizsysteme), Phase 2. Abschlußbericht zum BMFT-Vorhaben 0338928B, 1994.

[5] Steinbach, M.: Anforderungskatalog zur Planung und Entwicklung von Bauteilen für hybride Heizsysteme unter dem Aspekt der Energiebilanz und der Behaglichkeit. Diplomarbeit, Universität Stuttgart (1994).

[6] Palmitter, L. und Wheeling, T.: SUNCODE-A Program User's Manual. Ecotope Group (1981)

Die Untersuchungen wurden durchgeführt unter Förderung des BMBF und der Industriepartner Dennert KG, Ensle KG, Linzmeier GmbH und Wacker Chemie.

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

Herstellung und Druck: Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB, Satz- und Druckcenter

Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik