

DKV-Forschungsbericht Nr. 47

Martin Hornberger

Solarunterstützte Heizung und Kühlung an
Gebäuden

(vergriffen – nur als CD erhältlich!)

1994

978-3-922429-48-7



Kurzfassung

Es wurden solargestützte Heizungssysteme, bestehend aus Kollektoren, Langzeitwärmespeicher und Wärmepumpe oder Zusatzkessel, sowie kombinierte Heiz-/Kühlsysteme, bestehend aus Kollektoren, kombiniertem Wärme-/Kältespeicher und Wärmepumpe, theoretisch und experimentell untersucht.

Im theoretischen Teil wurden Berechnungsverfahren und Simulationsprogramme für unverglaste Kollektoren, einen Wasser- bzw. Kies/Wasser-Speicher, eine Elektro- und eine Gasmotorwärmepumpe erstellt. Daraus wurde je ein Simulationsprogramm für solargestützte Heizungssysteme und eines für kombinierte Heiz-/Kühlsysteme zusammengestellt.

Im experimentellen Teil wurde eine Pilotanlage mit unverglasten Kollektoren ($A_K = 211 \text{ m}^2$), Kies/Wasser-Speicher ($V_{Sp} = 1050 \text{ m}^3$), Elektrowärmepumpe (Heizleistung 66 kW) und Büro-/Laborgebäude (Nutzfläche 1375 m²) jeweils zwei Jahre lang als solargestütztes Heizungssystem bzw. als kombiniertes Heiz-/Kühlsystem betrieben.

Der Betrieb als kombiniertes Heiz-/Kühlsystem wurde mit dem Simulationsprogramm nachgerechnet und dadurch die Berechnungsverfahren überprüft. Die Berechneten Jahreswärmemengen wichen um weniger als 4 %, die Speicher- und Erdreichtemperaturen um weniger als 1,5 bzw. 2 K von den Messwerten ab.

Mit Systemsimulationen wurde gezeigt, dass solargestützte Heizungssysteme zur Deckung eines jährlichen Heizwärmeverbedarfs $Q_{GH,a}$ von 20 bis 2000 MWh/a in der Basisauslegung (Speichervolumen $V_{Sp} = Q_{GH,a} * 5 \text{ m}^3/\text{MWh}$; Kollektorfläche $A_K = Q_{GH,a} * 2 \text{ m}^2/\text{MWh}$) solare Deckungsanteile f zwischen 50 und 61,2 % erreichen. Eine 150 mm starke Wärmedämmung an der Speicherdecke und –seitenwand verbessert f gegenüber ungedämmten Flächen um bis zu 14,4 bzw. 20,5 %, eine Senkung der Rücklauftemperatur im Wärmeverteilnetz um 15 K steigert f bis um 6,6 %.

Kombinierte Heiz-/Kühlsysteme mit Elektrowärmepumpe sparen gegenüber konventionellen Anlagen (Gaskessel und Kältemaschine) bis zu 42,9% Primärenergie ein, solche mit Gasmotor-Wärmepumpe sogar bis zu 55,4%. Eine Wärmedämmung ist nur an der Speicherdecke sinnvoll. Die Beladung des Speichers mit Kollektoren ist nur sinnvoll, wenn das Verhältnis Nutzkälte/Nutzwärme geringer als 0,4 ist.

Abstract

Solar assisted heating systems, consisting of collectors, long term heat store and heat pump or additional boiler, as well as combined heating/cooling systems, consisting of collectors, combined heat/cold store and heat pump, were here investigated theoretically and experimentally.

In the theoretical part methods of calculation and simulation programs for unglazed collectors, a water or gravel/water store, an electric and a gas engine heat pump were developed. With these methods a simulation program for solar assisted heating systems as well as one for combined heating/cooling systems have been composed.

In the experimental part a pilot plant with unglazed collectors ($A_K = 211 \text{ m}^2$), gravel/water store ($V_{Sp} = 1050 \text{ m}^3$), electric heat pump (heating power 66 kW) and office/laboratory building (useful area 1375 m^2) was operated for two years as solar assisted heating system and for two years as solar assisted heating system and for two years as combined heating/cooling system.

The operation as combined heating/cooling system was recomputed by the simulation program and the methods of calculation were checked in this way. The calculated yearly amount of heat differed by less than 4 %, the store and ground temperatures by less than 1.5 and 2 K from the measured values.

It was shown by system simulations that solar assisted heating systems for a yearly heat demand $Q_{GH,a}$ between 20 and 2000 MWh/a reach with basic design (store volume

$V_{Sp} = Q_{GH,a} * 5 \text{ m}^3/\text{a/MWh}$; collector area $A_K = Q_{GH,a} * 2 \text{ m}^2/\text{a/MWh}$) solar fractions f between 50 and 61,2 %. A 150 mm thick thermal insulation on top and at the side wall of the store improves f by up to 42,9 % primary energy, those with gas engine heat pump even up to 55,4 %.

Combined heating/cooling systems with electric heat pump save, compared to conventional systems (gas boiler and refrigeration machine), up to 42,9 % primary energy, those with gas engine heat pump even up to 55,4 %.

A thermal insulation is most useful only on top of the store. Charging the store by collectors is only useful, if the ratio used cold/ used heat is less than 0.4.