

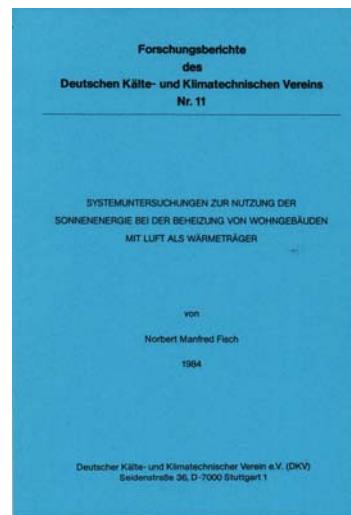
DKV-Forschungsbericht Nr. 11

Norbert Manfred Fisch

Systemuntersuchungen zur Nutzung der Sonnenenergie bei der Beheizung von Wohngebäuden mit Luft als Wärmeträger

1984

978-3-922429-10-4



Kurzfassung

Ausgehend von den Komponenten luftgekühlter Flachkollektoren und Gesteinsspeicher wurden Solaranlagen zur Beheizung von Wohngebäuden untersucht. Experimentell wurde das stationäre und instationäre thermische Verhalten dieser Komponenten sowie ihre Kopplung in einem Modellsystem ermittelt. Die Temperatur- und Wärmestromverteilung, der Wirkungsgrad, die Zeitkonstante sowie der Druckverlust eines Kollektors und eines Gesteinsspeichers wurden in Abhängigkeit vom Luftdurchsatz bestimmt.

Zur Simulation von solaren Luftheizungsanlagen wurde das Rechenprogramm „SIMUL“ mit dem Ziel erstellt, die wesentlichsten Einflussparameter numerisch zu ermitteln und eine Optimierung von Heizsystemen damit herbeizuführen. Für die Systemkomponenten Kollektor, Gesteins- und Warmwasserspeicher, Wärmeüberträger sowie Rohrleitung wurden Rechenmodelle entwickelt. Berücksichtigt wurden dabei die Wärmekapazitäten der Komponenten, ein zweidimensionales Temperaturfeld im Kollektor und eine Temperaturschichtung in den Speichern. Der Vergleich zwischen den gemessenen und berechneten Ergebnissen für einen Luftkollektor, einen Gesteinsspeicher und ein Modellsystem führte zu guten Übereinstimmungen.

Bei der Berechnung des Heizwärmeverbrauchs des Gebäudes wurden die Verteilung der Wärmekapazität (Außen-, Innenwände und Raumluft) und Wärmeverluste wie -gewinne durch unterschiedlich orientierte Fensterflächen berücksichtigt.

Die Berechnungen erfolgten jeweils über ein Jahr auf der Basis stündlicher meteorologischer Daten. Folgende Parameter wurden untersucht:

Standort (Stuttgart, Hamburg, Hohenpeißenberg), Wärmedämmsschichtdicke des Gebäudes, Systemkonfiguration, Kollektorfeldaufteilung, Luftdurchsatz, Ausrichtung des Kollektorfeldes, Kollektorparameter (Spaltweite des Strömungskanals, Selektivität und Wärmekapazität des Absorbers, Emissionsgrad der Abdeckung) und Speicherparameter (Wärmekapazität, Wärmedämmsschichtdicke, Geometrie).

Mit Solaranlagen ohne einen Wärmespeicher für die Raumheizung können maximal 10% des jährlichen Gesamtwärmeverbrauchs gedeckt werden. Durch den Einbau eines Gesteinsspeichers – der etwa eine Wärmekapazität von 0,25 MJ/K pro m² Kollektor haben soll – werden die solaren Dekkungsanteile je nach Kollektorfläche mehr als verdoppelt. Für Kollektorfeldflächen von 20 bis 60 m² liegt der optimale Luftdurchsatz zwischen 20 und 50 kg/(h*m²). Der Einfluß von Kollektorfeldaufteilung und Speichergeometrie auf den solaren Deckungsanteil ist im Vergleich zu den untersuchten Kollektorparametern gering.

Abstract

Solar air-heating systems based on the components air-cooled flat plate collector and pebble-bed store were investigated. The steady and transient thermal behaviour of these components in a model-system. The temperature- and heat flow distribution, the efficiency and the time-constant as well as pressure loss of the collector and the pebble-bed store were calculated as function of air flow rate.

The program "SIMUL" was developed to obtain knowledge on the most essential parameters and to provide a tool for optimization of heating systems. Computer-models were developed for the system components: collector, pebble-bed- an hot water store, heat exchanger piping. Heat capacities of the components, a two-dimensional temperature distribution in the collector and a thermal stratification in the stores were taken into account. Good agreement was found between the computed and the measured results of the air collector, the pebble-bed store and a model-system.

For the calculation of the heat load of the house, the distribution of heat capacities (air, outside- and inside walls) was considered as well as heat losses and gains through differently orientated windows.

All computations were performed for one year based on hourly meteorological data. The following parameters were investigated: geographical location (Stuttgart, Hamburg, Hohenpeißenberg), thickness of the thermal insulation, system configuration, sectioning of the collector field, air flow rate, collector orientation, collector parameters (gap and parameters of the stores (heat capacity, thickness of the thermal insulation, geometry).

Solar heating systems without any stores can only cover 10% of the annual heat load. With a pebble-bed store, - which should have a heat capacity of about 0.25 MJ/K per m² collector area -, the solar fraction can be more than doubled. For collector sizes between 20 an 60 m², the optimal air flow rate is 20 to 50 kg/h*m²). Effect of collector field sectioning and geometry of the store on solar fraction can be neglected.