MITTEILUNG 207

18 (1991) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

K. Sedlbauer, H. Werner

Raumluftvorerwärmung mit einem Erdreich-Luft-Wärmetauscher

Allgemeines

In den letzten Jahrzehnten wurden Überlegungen angestellt, Erdwärme als Energiereservoir bei Energiesparhäusern einzusetzen [1]. In der jüngsten Zeit ergab sich eine vermehrte Anwendung von Zentrallüftungssystemen auch aus Umwelt- und Hygienegründen. Da diese Systeme mit aus der Umgebung angesaugter Luft arbeiten, entwickelte sich der Gedanke, diese benötigte Luft mit Erdwärme vorzuwärmen und dadurch ohne großen Aufwand deutliche Energieeinsparungen zu erzielen. Gerade bei Wärmerückgewinnung in Niedrigenergiehäusern, bei denen der Hauptanteil des Energiebedarfs durch Lüftungsverluste entsteht, kann ein solcher Erdreich-Luft-Wärmetauscher (im folgenden kurz „EWT" genannt) vor allem im Auslegungsfall zur Vorerwärmung der Luft genutzt werden. Die Voraussetzung zur Vortemperierung von Luft durch das Erdreich ist gegeben, weil die Erdreichtemperaturen in der Winterperiode meist im positiven Bereich bleiben. Damit besteht eine Temperaturdifferenz von bis zu 25 K zur Außentemperatur, die für einen Wärmeaustausch genutzt werden kann. Des weiteren kann ein EWT an eine Kleinstwärmepumpe angeschlossen werden. Dazu muß man den Volumenstrom anpassen.

Prinzip und Anlagenbeschreibung

Der im Versuch eingesetzte EWT funktioniert nach folgendem Prinzip: Außenluft wird über eine 40 m lange Rohrleitungsstrecke aus Kunststoffrohren mit einem Durchmesser von 10 cm, welche ca. 1 m tief mit definierter Neigung verlegt ist, angesaugt. Die Rohre sind zur Verbesserung des Wärmeübergangs in weiträumigen Schlingen ausgelegt. Die vortemperierte Luft wird von einem Ventilator in das Haus gesaugt. Da ein Luftwechsel von 0.5 h^{-1} bis 1 h^{-1} bei Wohnungen und Einfamilienhäusern einen Luftvolumenstrom von 150 bis 250 m^3/h erforderlich macht, wurde der EWT mit einem Ventilator ausgestattet, der 160 m^3/h fördert.

Ergebnisse der Messungen

Die Betriebszeit bei den einzelnen Messungen betrug im allgemeinen 10 Stunden. Sie wurden, um möglichst ideale Bedingungen vorzufinden, in den kalten Nacht- und Morgenstunden vorgenommen. **Bild 1** zeigt die Erwärmung der durch den EWT strömenden Luft entlang der 40 m langen Rohrleitung bei verschiedenen Ansaugtemperaturen. An der ebenfalls eingezeichneten Erdreichtemperatur, die in großer Entfernung vom EWT gemessen wird, sieht man, daß sich die Luft nahezu unabhängig von der Ansaugtemperatur bis auf wenige Grade der

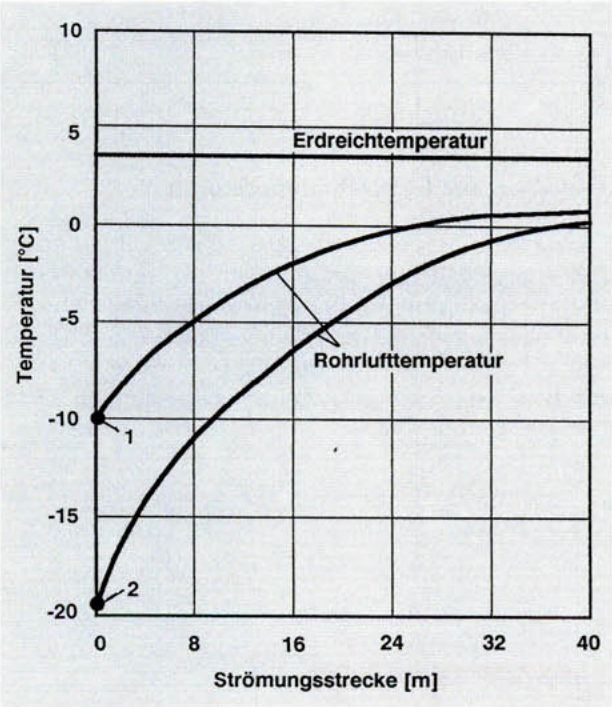

Bild 1: Temperatur der Luft bei zwei verschiedenen Ansaugtemperaturen in Abhängigkeit der Strömungsstrecke im Rohr bei 40 m Rohrlänge und einem Volumenstrom von 160 m^3/h.

Erdreichtemperatur annähert. Der Messung lag, wie oben bereits beschrieben, ein Volumenstrom von 160 m^3/h zugrunde.

Mit der Gleichung

$$\dot{Q} = \dot{V} \cdot \varrho \cdot c_{PL} \cdot \Delta\vartheta / 3600$$

kann man den Leistungsgewinn einer solchen Anlage berechnen [2],[3]. Dabei bedeuten:

$\dot{Q}$: Wärmeleistung (Wärmestrom) [kW]

$\dot{V}$: Volumenstrom der Luft [m^3/h]

ϱ : Dichte der Luft [kg/m^3]

c_{PL} : spezifische Wärmekapazität der Luft [KJ/kgK]

$\Delta\vartheta$: Temperaturdifferenz der Luft zwischen Ansaug- und Austrittstemperatur [K].

Tabelle 1 zeigt den Energie- und den mittleren Leistungsgewinn aus einer zehnstündigen Messung. Es stellt sich heraus, daß Leistungen bis ca. 1 kW erreicht werden können. Im Winterbetrieb (Erwärmung der Luft mit Erdwärme) zählt die Ventilatorleistung (ca. 50 W) als Energiegewinn.

Tabelle 1: Energieausbeute und Leistung des EWT bei zehnstündigen Laufzeiten in Abhängigkeit von der über zehn Stunden gemittelten Außenlufttemperatur bei einem Volumenstrom von 160 m^3/h.

Außenlufttemperatur [°C]	Energieausbeute [kWh]	Leistung [kW]
- 17.8	9.3	0.93
- 17.6	9.1	0.91
- 14.0	7.5	0.75
- 11.4	6.2	0.62
- 8.3	4.5	0.47
- 6.5	3.9	0.39

Verhalten der Erdreichtemperaturen

Die großen Temperaturerhöhungen der Luft im ersten Drittel der EWT-Rohrstrecke lassen die Vermutung zu, daß vor allem dort die Erdreichtemperaturen nahe am Rohr absinken. Um diesen Sachverhalt besser überprüfen zu können, wurde der EWT in einer 10-Tage-Messung bei extremen Witterungsbedingungen (-5 °C und -25 °C) untersucht.

Es stellte sich heraus, daß die Erdreichtemperatur im ersten Drittel des EWT bis zu 20 cm vom Rohr entfernt kleiner als Null war. Dies hatte aber auf die Energieausbeute kaum Auswirkung. Bei Laufzeiten von 8 Stunden täglich konnten sich - bei Regenerationspausen von 16 Stunden zwischen zwei Versuchen - die Erdreichtemperaturen am Rohr wieder dem Ausgangszustand angleichen. Bei den gegebenen Randbedingungen der Winterversuche stellten sich im Erdreich keine bleibenden Temperaturerniedrigungen ein; die Regenerationsfähigkeit war somit ausreichend.

Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Die Messungen haben ergeben, daß die Dimensionierung des EWT bei einer gewählten Rohrlänge von 40 m und einem Rohrinnendurchmesser von 10 cm und einer Verlegetiefe von 1 m ausreichend war, um bei einem Volumenstrom von 150 bis 250 m^3/h die Lufttemperatur am Rohraustritt nahezu der Erdreichtemperatur anzugleichen. Bei den Wintermessungen konnte eine Wärmeleistung von maximal 1.0 kW aus dem Erdreich entzogen werden. Hinzu kommt noch ein nutzbarer elektrischer Hilfsenergieanteil (elektrische Ventilatorleistung) von ca. 50 W.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß der untersuchte Luft-Erdreich-Wärmetauscher aufgrund seiner Einfachheit und seines geringen Preises, bedingt durch die geringen Materialkosten und der Möglichkeit der Verlegung in der Baugrube, und der unkritischen Dimensionierung weitere Aufmerksamkeit verdient [4].

Literatur

[1] Faskel, B.: Die Alten bauten besser. Energiesparen durch klimabewußte Architektur. Eichborn-Verlag, Frankfurt (1982).

[2] VDI-Wärmeatlas. VDI-Verlag, Düsseldorf (1981).

[3] Wagner, W.: Wärmeübertragung. Vogel-Buchverlag, Würzburg (1988).

[4] Fischer, R.; Lindauer, E.; Werner, H.: Experimentelle Voruntersuchungen eines Erdwärmetauschers zur Luftvorerwärmung bzw. -kühlung. Bericht des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik, EB-28/1990.

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK
Leiter: o.Prof. Dr. Dr. h.c. Karl Gertis

7000 Stuttgart 80, Nobelstraße 12, Tel.(0711)970-00
8150 Holzkirchen (OBB), Postf. 1180, Tel. (08024)643-0

Herstellung und Druck:
SDSC, Informationszentrum RAUM und BAU
der Fraunhofer-Gesellschaft, Stuttgart

Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik