

KLIMAFREUND WÄRMEPUMPE?

FORTSETZUNG: LUFT-LUFT – KOMPAKT-WÄRMEPUMPE FÜR EIN PASSIVHAUS MIT EINEM ERDREICH-KOLLEKTOR, EINER KONTROLLIERTEN WOHNRAUMLÜFTUNG UND EINER SOLAREN WARMWASSERBEREITUNG



Beschreibung und Messtechnik

Ein 100 m Erdkolektor erwärmt in einer ersten Stufe die Umgebungsluft (Bild 1: roter Luftstrang links oben). Er ist in drei parallel verschalteten Kunststoffrohren von je 33 m Länge und einem Durchmesser von 20 cm in einer Tiefe von 1,2 m verlegt.

Die im Winter vorewärmte und im Sommer abgekühlte Luft gelangt anschließend über einen Kreuzgegenstrom-Wärmetauscher, der in einer zweiten Stufe der Abluft des Hauses einen großen Teil der Wärme entzieht, zum Kondensator der Wärmepumpe. Er erhöht in einer dritten und letzten Stufe die Temperatur der Zuluft auf die erforderliche Höhe von maximal 45°C.

Die Abluft des Passivhauses (blauer Luftstrang oben Mitte) heizt die vorewärmte Umgebungsluft („Frischlufte“ im Bild) im Kreuzgegenstrom-Wärmetauscher auf, kühlt sich im Verdampfer der Wärmepumpe weiter ab und geht als Fortluft wieder an die Umgebung.

Eine 13 m² große Sonnenkollektoranlage in Verbindung mit einem 500 l

Jahresarbeitszahl

Die Jahresarbeitszahl JAZ einer Wärmepumpe ist definiert als das Verhältnis von jährlich erzeugter Wärme am Ausgang zum notwendigen Strom an deren Eingang.

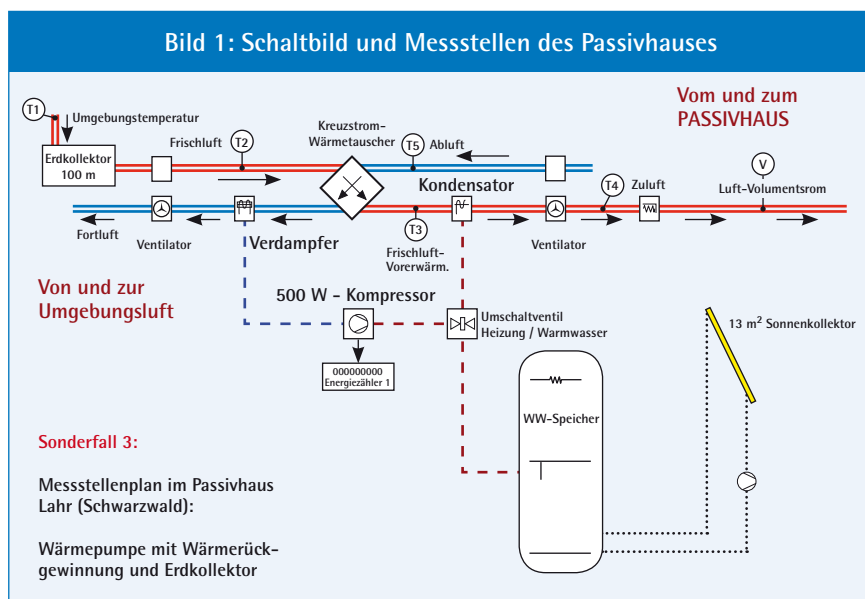
Laut der Deutschen Energieagentur (dena) in Berlin und des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes (RWE) in Essen muss die Jahresarbeitszahl größer als JAZ = 3 sein, um Wärmepumpen als „energieeffizient“ und größer als JAZ = 3,5 sein, um sie als „nennenswert energieeffizient“ bezeichnen zu können.

Im Rahmen des „Feldtests Elektro-Wärmepumpen“ hat die Lokale Agenda 21 – Gruppe Energie Lahr (Schwarzwald) in der Phase 1 als Sonderfall 3 auch die Energieeffizienz einer 500 Watt-elektrischen Luft-Luft – Kompakt-Wärmepumpe in einem Passivhaus ermittelt (www.agenda-energie-lahr.de). Das Einfamilienhaus aus dem Jahre 2005 steht in Lahr (Schwarzwald) und verfügt über eine beheizte Wohnfläche von 130 m².

Wasser-Latentwärmespeicher (Paraffin) unterstützt die Wärmepumpe bei der Heizung (Heizkörper im Bad) und der Trinkwarmwasserbereitung. Sie ist aber nicht Gegenstand der Untersuchung. Die nachfolgenden Ergebnisse beziehen sich nur auf den Beitrag der Luft/Luft-Wärmepumpe zur Heizung in den Wintermonaten.

Ein automatischer Datenaufnehmer tastet im Rhythmus von zwei Sekunden die in Bild 1 eingezeichneten Messstellen und die elektrischen Kenngrößen ab und speichert alle 10 Minuten die Mittelwerte. Das Auslesen der Daten in ein Notebook erfolgt einmal im Monat.

Bild 1: Schaltbild und Messstellen des Passivhauses



Ergebnisse

Das Bild 2 zeigt die Arbeitszahlen der Kompakt-Wärmepumpe in der Heizperiode des Winters 2006/07, und zwar in Abhängigkeit der Komponenten Wärmepumpe, Wärmerückgewinnung (WRG) und Erdkolektor. Die Definition der Arbeitszahl geht aus der INFO-BOX hervor.

Die Arbeitszahl des gesamten Wärmepumpensystems liegt mit JAZ = 3,3 (blaue Säule) deutlich über der erforderlichen Mindest-Arbeitszahl von 3,0. Ursache dafür ist der Erdkolektor, der mit 0,5-Arbeitszahlpunkten zum gesamten

Bild 2: Die Arbeitszahlen im Winter 2006/2007

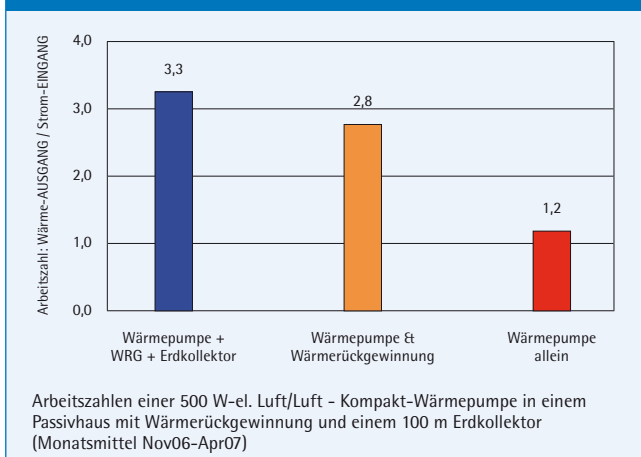
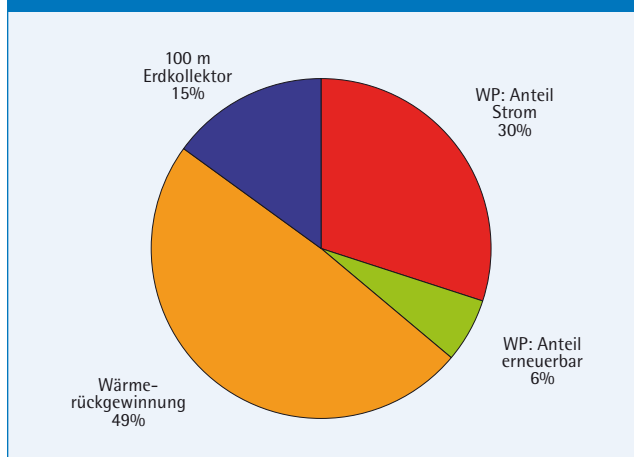


Bild 3: Die prozentualen Beiträge am Wärmebedarf des Passivhauses



Ergebnis beiträgt. Den größten Anteil zur Deckung des Heizwärmebedarfes liefert aber die Wärmerückgewinnung (orange-farbene Säule): Sie erhöht die Arbeitszahl der Wärmepumpe von 1,2 (rote Säule) auf 2,8!

Bild 3 zeigt die prozentualen Beiträge der einzelnen Komponenten am Heizwärmebedarf. Die Wärmerückgewinnung stellt mit rund der Hälfte den größten Anteil dar. Zusammen mit dem Erdkollektor liefert sie fast zwei Drittel der erforderlichen thermischen Energie.

Der elektrische und erneuerbare Beitrag der Wärmepumpe am Heizwärmebedarf kommen zusammen auf einen Anteil von 36% und tragen zum Wärmebedarf des Passivhauses zu gut einem Drittel bei.

Bild 4 zeigt die elektrischen und thermischen Leistungen des Wärmepumpensystems in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur. Bei +5°C (etwa mittlere Umgebungstemperatur der Heizperiode

eines Normaljahres) beträgt die Heizlast rund 1 kW-thermisch (blaue Kurve). Der 100 m Erdkollektor deckt sie mit 20%; im Mittel über die Heizperiode sind es nur 15% (siehe Bild 3). Der Erdkollektoranteil nimmt zum Frühjahr hin mit steigender Umgebungs- und sinkender Bodentemperatur ab. Bei +12°C, wenn im Passivhaus kein Wärmebedarf mehr besteht, trägt er nichts mehr zum Wärmeeintrag bei: Das Erdreich ist ab April kälter als die Umgebungsluft und kühlt bei Bedarf das Haus.

Beurteilung

Die 500 Watt-elektrische Luft-Luft – Kompakt-Wärmepumpe erreicht auch mit der Wärmerückgewinnung nicht die erforderliche Energieeffizienz mit einer Jahresarbeitszahl von größer als 3. Das gelingt erst mit einem 100 m-Erdkollektor.

Aber: Auch ohne den Erdkollektor soll-

te man berücksichtigen, dass es einen konventionellen Heizwärmeerzeuger mit einer maximalen thermischen Leistung von 2 kW nicht gibt und dass allein mit der Errichtung eines Passivhaus 75–80% Primärenergie gegenüber einem Niedrigenergiehaus eingespart wurde. Darüber hinaus wird für den Antrieb der Wärmepumpe und für den Haushaltsstrom sogenannter qualifizierter Ökostrom (kein „Ohnehin“-Ökostrom aus alten Wasserkraftwerken) bezogen. Somit wird damit bereits heute für Heizung und Warmwasser fast kein schädliches Treibhausgas CO₂ mehr emittiert.

ZUM AUTOR:

▶ *Dr. Falk Auer*
Projektleiter des „Feldtests Wärmepumpen“ Lokale Agenda 21 – Gruppe Energie Lahr (Schwarzwald)

nes-auer@t-online.de

Bild 4: Leistungen gegen Umgebungstemperatur (Monatsmittel) von Nov. 06–Jun. 07

