

A) In eine WP wird Energie hinein gesteckt und es kommt Energie heraus	Seite 1
B) Leistungs-Zahl und Wirkungsgrad	Seite 2
C) Beispielaufgaben	Seite 3
D) Lösungen	Seite 4 unten

A)

- Die meisten Wärmepumpen haben einen elektrisch betriebenen Kompressor.
- Ein Kompressor ist im Prinzip eine Luftpumpe, die mit einem elektrischen Motor angetrieben wird.
- In der Wärmepumpe ist ein geschlossener Kreislauf vorhanden. Dieser Kreislauf besteht aus einem Rohrsystem in dem ein Gas enthalten ist.
- Das Gas wird von der elektrischen Luftpumpe (Kompressor) zusammengedrückt bis es flüssig wird.
- An anderer Stelle wird der Druck wieder verringert (Düse, Expansionsventil), hier wird die Flüssigkeit dann wieder gasförmig.
- Diese Maschine ist auf der einen Seite mit der Heizungsanlage verbunden (zB. eine Fußbodenheizung). Auf der anderen Seite ist diese Maschine mit einer Wärmequelle verbunden (Erdkollektor, Wasser- oder Luft).

Würde diese Maschine (Wärmepumpe) ohne Anschluss an eine Wärmequelle (zB. Erdkollektor) laufen, würde sie trotzdem Wärme an die Heizungsanlage abgeben. (Es könnte ja sein, dass bei der Inbetriebnahme ein Hahn im Kollektorkreis nicht geöffnet wurde und so aus dem Kollektor keine Wärme entnommen werden kann.)

Die Wärmemenge, die zB. An eine Fußbodenheizung abgeben würde, wäre fast genauso groß wie die elektrische Energie, die den Kompressor antreibt. Die Verluste wäre sehr gering, da alle Verluste die entstehen (zB. durch Reibung) letztlich in Wärme umgewandelt werden. Diese Wärme wird dann genutzt um das Heizungswasser zu erwärmen.

Würde der Wärmepumpen-Motor mit einer Leistung von 1 kW betrieben, würde die Heizungsanlage auch (fast) mit 1 kW beheizt werden. Die eingesetzte elektrische Energie wird (fast) vollständig in Wärme umgewandelt und erwärmt damit die Heizungsanlage.

Der Wirkungsgrad dieser Wärmepumpe (ohne Wärmequelle) wäre fast 1.

B)

Der **Wirkungsgrad** ist folgendermaßen definiert:

$$\eta = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Aufwand}} \quad \eta \text{ (Eta)}$$

$$\eta = \frac{\text{Aus der Wärme-Pumpe herausgekommene Energie}}{\text{In die Wärme-Pumpe hinein gesteckte Energie}}$$

$$\eta = \frac{0,999 \text{ kW}}{1 \text{ kW}} = 0,999$$

Der Wirkungsgrad beträgt 0,999.

Der Wirkungsgrad ist immer kleiner als 1 , da es immer Verluste gibt.

Wird die Wärmepumpe (aus dem obigen Beispiel) an einen Wärmequelle angeschlossen (der Hahn im Kollektorkreis wird geöffnet), ändern sich die Verhältnisse.

Jetzt kommt Wärme aus dem Kollektor in die Wärmepumpe und die WP gibt diese Wärme weiter an die Heizungsanlage. Die Wärme die durch den elektrischen Antrieb des Kompressors entsteht wird auch weiterhin an die Heizungsanlage gegeben. Es wird (fast) 1 kW durch die WP selbst an die Heizungsanlage abgegeben und zusätzlich 3 kW aus dem Kollektorkreis.

Insgesamt werden dann 4 kW (1kW + 3 kW) an die Heizungsanlage abgegeben.

Der Wirkungsgrad beträgt jetzt:

$$\eta = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Aufwand}} \quad \eta \text{ (Eta)}$$

$$\eta = \frac{\text{Aus der WP herausgekommene Energie}}{\text{In die WP hinein gesteckte Energie}}$$

$$\eta = \frac{4 \text{ kW}}{1 \text{ kW}} = 4 \quad (\text{Hier vernachlässigt man die Verluste bei dem 1 kW elektrischer Leistung})$$

Dieses Ergebnis widerspricht dem Grundsatz, dass ein Wirkungsgrad immer kleiner als 1 ist.

Deshalb wird dem Wirkungsgrad einer Wärmepumpe ein anderer Name gegeben:

Die „**Leistungszahl**“ wird allgemein mit ϵ (Epsilon) und speziell für eine Wärmepumpe mit **COP** bezeichnet. COOP: Coefficient of Performance (Beizahl für die Leistung)

$$\text{COP} = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Aufwand}}$$

$$\text{COP} = \frac{\text{Aus der WP herausgekommene Energie}}{\text{In die WP hinein gesteckte Energie}}$$

$$\text{COP} = \frac{4 \text{ kW}}{1 \text{ kW}} = 4$$

COP = 4 bedeutet: Es kommt 4 mal soviel Energie heraus, wie hin ein gesteckt wurde.

1 Teil kommt aus der elektrischen Energie die hineingesteckt wurde, 3 Teile kommen aus der Wärmequelle (Wasser, Erde oder Luft).

1 kW elektr. Leistung + 3 kW Wärme (aus Wasser, Erde oder Luft)

C)

Aufgabe 1

Eine WP hat eine Leistungszahl von 2,6. Die elektrische Leistungsaufnahme beträgt 2,3 kW. Welche Wärmeleistung liefert diese WP?

$$\text{COP} = \frac{\text{Aus der WP herausgekommene Energie}}{\text{In die WP hinein gesteckte Energie}}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{COP} \cdot \text{In die WP hinein gesteckte Energie} & = & \text{Aus der WP herauskommende Energie} \\ 2,6 \cdot 2,3 \text{ kW} & = & 5,98 \text{ kW} \approx 6 \text{ kW} \end{array}$$

Aufgabe 2

Eine WP hat eine Leistungszahl von 3,6. Die Wärmeleistung der WP beträgt 4,8 kW. Wie groß ist die elektrische Leistungsaufnahme?

$$\text{COP} = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Aufwand}} \quad (\text{Aufwand} = \text{hinein gesteckte elektr. Energie})$$

$$\text{Aufwand} = \frac{\text{Nutzen}}{\text{COP}}$$

$$\text{Aufwand} = \frac{4,8 \text{ kW}}{3,6}$$

$$\text{Aufwand} = 1,33 \text{ kW}$$

Die WP nimmt 1,33 kW elektrische Energie auf.

Aufgabe 3

Eine WP hat eine Leistungszahl von 3,9. Die Wärmeleistung der WP beträgt 6,8 kW

A) Wie groß ist die elektrische Leistungsaufnahme?

B) Wie groß ist die (Wärme-) Leistungsaufnahme aus dem Kollektorkreis?

Aufgabe 4

Eine WP hat eine Leistungszahl von 3,3. Die Wärmeleistung der WP beträgt 7,2 kW

A) Wie groß ist die elektrische Leistungsaufnahme?

B) Wie groß ist die (Wärme-) Leistungsaufnahme aus dem Kollektorkreis?

Aufgabe 5

Der Kollektorkreis einer WP liefert eine Wärme-Leistung von 3 kW.

Der Wärmetauscher in der WP kann aus dem Wasser des Kollektor-Kreises nicht die gesamte Wärmemenge entnehmen. Beim Übertragen der Wärme kommen nur 42 % der Wärme auf der anderen Seite an. Die Wärmeübertragung hat einen Wirkungsgrad von 42 %.

Bei einem Wirkungsgrad von 100 % müssten im Kollektorkreis 100 Liter pro Minute fließen.

Wie viel Liter müssen bei einem Wirkungsgrad von 42% fließen?

$$\eta = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Aufwand}}$$

$$\text{Aufwand} = \frac{\text{Nutzen}}{\eta}$$

$$\text{Aufwand} = \frac{100 \text{ Liter}}{0,42}$$

$$\text{Aufwand} = 238,095 \text{ Liter}$$

Es müssen 238 Liter pro Minute fließen

Aufgabe 6

Beim Übertragen der Wärme kommen nur 52 % der Wärme auf der anderen Seite an. Die Wärmeübertragung hat einen Wirkungsgrad von 52 %.

Bei einem Wirkungsgrad von 100 % müssten im Kollektorkreis 80 Liter pro Minute fließen. Wie viel Liter müssen bei einem Wirkungsgrad von 52% fließen?

Aufgabe 7

Beim Übertragen der Wärme kommen nur 48 % der Wärme auf der anderen Seite an. Die Wärmeübertragung hat einen Wirkungsgrad von 48 %.

Bei einem Wirkungsgrad von 100 % müssten im Kollektorkreis 92 Liter pro Minute fließen. Wie viel Liter müssen bei einem Wirkungsgrad von 48% fließen?

Aufgabe 8

A) Was sagt es aus, wenn die Leistungszahl = 3,6 beträgt?

B) Wie viel elektrische Energie ist dabei? (Gesamtleistung der Anlage = 16 kW)

C) Wie viel Liter Wasser fließen im Kollektorkreis bei einem Delta-T von 4 K und einem Wirkungsgrad des Wärmetauschers von 45 % ? Im Kollektorkreis soll reines Wasser fließen.

D)

Lösungen

1	2	3	4	5	6	7	8
		P _{el.} = 1,74 kW	P _{el.} = 2,18 kW				P _{el.} = 4,44 kW
		P _{Koll.} = 5,06kW	P _{Koll.} = 5,02kW				P _{Koll.} = 11,56 kW
					V-Pkt. = 153,85 l/min	V-Pkt. = 191,66 l/min	V-Pkt. = 92,04 l/min