

## Aufgabe - Wirtschaftlichkeit Wärmeerzeugung

Eine Wärmepumpe hat eine Arbeitszahl nach Herstellerangaben (Prüfstand) von  $\beta_{\text{Test}}=4,7$ . Unter durchschnittlichen realen Betriebsbedingungen ergibt sich für das Jahresmittel aber eine Arbeitszahl von  $\beta_{\text{Betrieb}}=3,4$ .

Ein Gaskessel hat nach Herstellerangaben (Prüfstand) einen Jahresnutzungsgrad bezogen auf den Heizwert von  $\eta_{\text{Test}}=1,08$ . Unter durchschnittlichen Betriebsbedingungen ergibt sich für das Jahresmittel aber ein Nutzungsgrad von  $\eta_{\text{Betrieb}}=0,95$ .

### Aufgaben

- a) Berechnen Sie die nötigen Primärenergieeinsätze der Wärmeversorgung für die Versorgung eines Einfamilienhauses mit 10.000 kWh/a Wärme. Beachten Sie die Primärenergiefaktoren! Führen sie die Rechnung jeweils mit  $\beta$  und  $\eta$  laut Hersteller und Realität durch. Nutzen Sie für die Darstellung der Ergebnisse eine Tabelle wie die folgende:

Wärmepumpe		Gaskessel	
$\beta_{\text{Test}}=4,7$	$\beta_{\text{Betrieb}}=3,4$	$\eta_{\text{Test}}=1,08$	$\eta_{\text{Betrieb}}=0,95$
$W_{\text{El,Zu}} = \dots \text{ kWh}_{\text{El}}/\text{a}$	$W_{\text{El,Zu}} = \dots \text{ kWh}_{\text{El}}/\text{a}$	$Q_{\text{F,Zu}} = \dots \text{ kWh}_{\text{Gas}}/\text{a}$	$Q_{\text{F,Zu}} = \dots \text{ kWh}_{\text{Gas}}/\text{a}$
$f_{\text{Primär,El}}=3,0$	$f_{\text{Primär,El}}=3,0$	$f_{\text{Primär,Gas}}=1,07$	$f_{\text{Primär,Gas}}=1,07$
$Q_{\text{Primär,Zu}} = \dots \text{ kWh}/\text{a}$			

- b) Für die beiden Varianten ist eine grobe Abschätzung der jährlichen Kosten (ohne Preissteigerung) zu machen (Investition, Betrieb, Wartung). Die Anschaffungskosten sollen bei der WP für Gerät und Tiefenbohrungen gelten. Annuität sei  $a_{p,n} = 8\%$  pro Jahr. Für die Verbrauchskosten soll mit den realen Daten aus a) gerechnet werden.

Wärmepumpe	Gaskessel
<b>Investition</b>	
$I = 10000 \text{ €}$	$I = 3000 \text{ €}$
$K_a = a \cdot I = \dots \text{ €/a}$	$K_a = a \cdot I = \dots \text{ €/a}$
<b>Betrieb</b>	
Preis für Elektroenergie: $k_{\text{el}} = 0,12 \text{ €/kWh}_{\text{el}}$	Preis für Energie aus Gas: $k_{\text{Gas}} = 0,04 \text{ €/kWh}_{\text{Gas}}$
$K_{\text{Betrieb,a}} = k_{\text{el}} \cdot W_{\text{El,Zu}} = \dots \text{ €/a}$	$K_{\text{Betrieb,a}} = k_{\text{Gas}} \cdot Q_{\text{F,Zu}} = \dots \text{ €/a}$
<b>Wartung/Instandhaltung</b>	
ca. 1 % der Investitionskosten pro Jahr $K_{\text{Wartung,a}} = \dots \text{ €/a}$	durch Wartungsvertrag $K_{\text{Wartung,a}} = 100 \text{ €/a}$
<b>Gesamtkosten</b>	
$K_a = \dots \text{ €/a}$	$K_a = \dots \text{ €/a}$

## Lösungen

a)

	WP		Kessel	
	Test	Betrieb	Test	Betrieb
$\beta / \eta$	4,7	3,4	1,08	0,95
$W_{el,zu}$ (kWh/a)				
$Q_{F,zu}$ (kWh/a)	2.128	2.941	9.259	10.526
$f_p$	3,0	3,0	1,07	1,07
$Q_{P,zu}$ (kWh/a)	6.384	8.823	9.907	11.263

b)

	WP	Kessel
Invest	10.000 EURO	3.000 EURO
$K_a$	$0,08 \cdot 10.000 = 800 \text{ EURO/a}$	$0,08 \cdot 3.000 = 240 \text{ EURO/a}$
$K_{\text{Betrieb}}$	$0,12 \text{ EURO/kWh} \cdot 2.941 \text{ kWh/a} = 353 \text{ EURO/a}$	$0,04 \cdot 10.526 = 421 \text{ EURO/a}$
$K_{\text{Wartung}}$	$0,01 \cdot 10.000 \text{ EURO} = 100 \text{ EURO/a}$	100 EURO/a
Gesamt	1.253 EURO/a	761 EURO/a