UWIS, Energietechnik und Umwelt, Kolloquium 3

Thomas Kuster, Roman Schenk

25. April 2006

1 Vergleich zweier Energiesysteme

1.1 Grafik

	η [ ]	JAZ [ ]	ERZ [a]
Heizung mit Öl	0.80	-	0.5
Wärmepumpe	-	3.0	2.0
Kraftwerk	0.40	-	1.0

$$\begin{aligned} \dot{E}_\mathrm{H} &= \text{jährlicher Heizenergiebedarf} \\ \dot{E}_\mathrm{B} &= \text{jährlicher Brennstoffbedarf} \end{aligned}$$

Ölheizung

$$\begin{aligned} \dot{E}_\mathrm{H} &= \dot{E}_\mathrm{B}\eta_\mathrm{H} \\ \dot{E}_\mathrm{B} &= \frac{\dot{E}_\mathrm{H}}{\eta_\mathrm{H}} \\ E_\mathrm{Herstellung} &= \dot{E}_\mathrm{H} \cdot ERZ_\mathrm{H} \\ E_\mathrm{tot}(t) &= E_\mathrm{Herstellung} + \dot{E}_\mathrm{B} t \\ E_\mathrm{tot}(t) &= \dot{E}_\mathrm{H} \cdot ERZ_\mathrm{H} + \frac{\dot{E}_\mathrm{H}}{\eta_\mathrm{H}} t \\ E_\mathrm{tot}(t) &= \dot{E}_\mathrm{H} \left(ERZ_\mathrm{H} + \frac{t}{\eta_\mathrm{H}} \right) \end{aligned}$$

$$n_\mathrm{H} = \frac{E_\mathrm{tot}(t)}{\dot{E}_\mathrm{H}} = ERZ_\mathrm{H} + \frac{t}{\eta_\mathrm{H}} \tag{1}$$

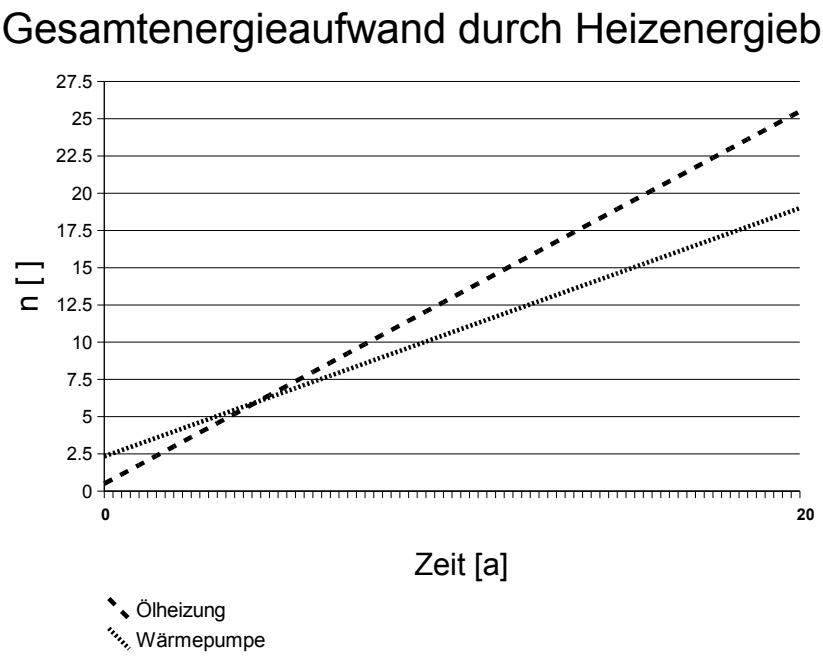

Abbildung 1: Grafik

Wärmepumpe

$$
\begin{aligned}
\dot{E}_{\mathrm{H}} &= \dot{E}_{\mathrm{e}} JAZ \Rightarrow \dot{E}_{\mathrm{e}} = \frac{\dot{E}_{\mathrm{H}}}{JAZ} \\
E_{\mathrm{tot}}(t) &= \dot{E}_{\mathrm{H}} ERZ_{\mathrm{WP}} + \underbrace{\dot{E}_{\mathrm{e}} t}_{E_{\mathrm{e}}(t)} \\
E_{\mathrm{e}}(t) &= \dot{E}_{\mathrm{e}} \left(ERZ_{\mathrm{KW}} + \frac{t}{\eta_{\mathrm{KW}}} \right) \\
E_{\mathrm{tot}}(t) &= \dot{E}_{\mathrm{H}} ERZ_{\mathrm{WP}} + \underbrace{\dot{E}_{\mathrm{e}}}_{\frac{\dot{E}_{\mathrm{H}}}{JAZ}} \left(ERZ_{\mathrm{KW}} + \frac{t}{\eta_{\mathrm{KW}}} \right) \\
E_{\mathrm{tot}}(t) &= \dot{E}_{\mathrm{H}} \left(ERZ_{\mathrm{WP}} + \frac{1}{JAZ} \left(ERZ_{\mathrm{KW}} + \frac{t}{\eta_{\mathrm{KW}}} \right) \right)
\end{aligned}
$$

$$
n = ERZ_{\mathrm{WP}} + \frac{1}{JAZ} \left(ERZ_{\mathrm{KW}} + \frac{t}{\eta_{\mathrm{KW}}} \right) \tag{2}
$$

Abbildung 1 zeigt einen Plot von (1) und (2).

1.2 Ab welcher Lebensdauer ist die Wärmepumpe besser als die Ölheizung

Folgt aus der Grafik, bzw. durch Gleichsetzen von (1) und (2).

$$\begin{aligned} ERZ_{\mathrm{H}} + \frac{t}{\eta_{\mathrm{H}}} &= ERZ_{\mathrm{WP}} + \frac{1}{JAZ}\left(ERZ_{\mathrm{KW}} + \frac{t}{\eta_{\mathrm{KW}}}\right) \\ \frac{t}{\eta_{\mathrm{H}}} - \frac{t}{\eta_{\mathrm{KW}} JAZ} &= ERZ_{\mathrm{WP}} + \frac{ERZ_{\mathrm{KW}}}{JAZ} - ERZ_{\mathrm{H}} \\ t &= \frac{ERZ_{\mathrm{WP}} + \frac{ERZ_{\mathrm{KW}}}{JAZ} - ERZ_{\mathrm{H}}}{\frac{1}{\eta_{\mathrm{H}}} - \frac{1}{\eta_{\mathrm{KW}} JAZ}} \\ t &= 4.4\,\mathrm{a} \end{aligned}$$

1.3 Einsparung nach Ablauf der Lebensdauer

$t = 20\,\mathrm{a}$ in (1) und (2) einsetzen, ergibt den aufsummiertem Gesamtenergieaufwand bezogen auf den jährlichen Heizenergiebedarf nach 20 Jahren.

Ölheizung: $n_{\mathrm{H}} = 25.5$
Wärmepumpe: $n_{\mathrm{WP}} = 19.0$

Einsparung in % gegenüber einer Ölheizung

$$1 - \frac{19.0}{25.5} = 25.5\%$$

1.4 Welche JAZ muss die Wärmepunpe aufweissen

$t = 20\,\mathrm{a}$ in (1) und (2) einsetzen, dann JAZ berechnen.

$$\begin{aligned} ERZ_{\mathrm{H}} + \frac{20}{\eta_{\mathrm{H}}} &= ERZ_{\mathrm{WP}} + \frac{1}{JAZ}\left(ERZ_{\mathrm{KW}} + \frac{20}{\eta_{\mathrm{KW}}}\right) \\ ERZ_{\mathrm{H}} + \frac{20}{\eta_{\mathrm{H}}} - ERZ_{\mathrm{WP}} &= \frac{1}{JAZ}\left(ERZ_{\mathrm{KW}} + \frac{20}{\eta_{\mathrm{KW}}}\right) \\ JAZ &= \frac{ERZ_{\mathrm{KW}} + \frac{20}{\eta_{\mathrm{KW}}}}{ERZ_{\mathrm{H}} + \frac{20}{\eta_{\mathrm{H}}} - ERZ_{\mathrm{WP}}} \\ JAZ &= 2.08 \end{aligned}$$