+

Erdwärmesonden

Investitionen, Betriebsoptimierungen und Kostenrechnung

Dr.-Ing. Klaus F. Stärk Untersiggenthal/Schweiz

Gliederung

- Prinzipien und Voraussetzungen
- Heizung mit Erd-“Wärme“- Sonden und Direkte Kühlung mit Erd-“Kälte“- Sonden
- Optimierungen und Wirtschaftlichkeit
- Vergleichsrechnungen
- Folgerungen und Ausblick

Gliederung

- Prinzipien und Voraussetzungen
- Heizung mit Erd-“Wärme“- Sonden und Direkte Kühlung mit Erd-“Kälte“- Sonden
- Optimierungen und Wirtschaftlichkeit
- Vergleichsrechnungen
- Folgerungen und Ausblick

Prinzipien

- Haben Sie einen Kühlschrank?
  Funktioniert der problemlos?
- Haben Sie eine Tiefkühltruhe?
  Haben Sie dafür einen Service-Vertrag?
  Schalten Sie sie bei Ferienabwesenheit aus?

Warum dann an Funktionsdauer und Zuverlässigkeit einer Wärmepumpe zweifeln?

Prinzipien

- Haben Sie einen Kühlschrank?
  Funktioniert der problemlos?
- Haben Sie eine Tiefkühltruhe?
  Haben Sie dafür einen Service-Vertrag?
  Schalten Sie sie bei Ferienabwesenheit aus?
- Ist die Wärmeleitung vom Energiepreis abhängig?
- Richtet sich die Wärmeleitung nach dem Verbrauch?

Heizen Kühlen

Ursachen und Analyse

Wir haben eigentlich kein

Energie - Problem,

wir haben ein

Energiespeicher - Problem

Gliederung

- Prinzipien und Voraussetzungen
- Heizung mit Erd-“Wärme“- Sonden und Direkte Kühlung mit Erd-“Kälte“- Sonden
- Optimierungen und Wirtschaftlichkeit
- Vergleichsrechnungen
- Folgerungen und Ausblick

Heizen und Kühlen

Folgerungen und Ausblick

„kostenloser“ Energiespeicher Untergrund

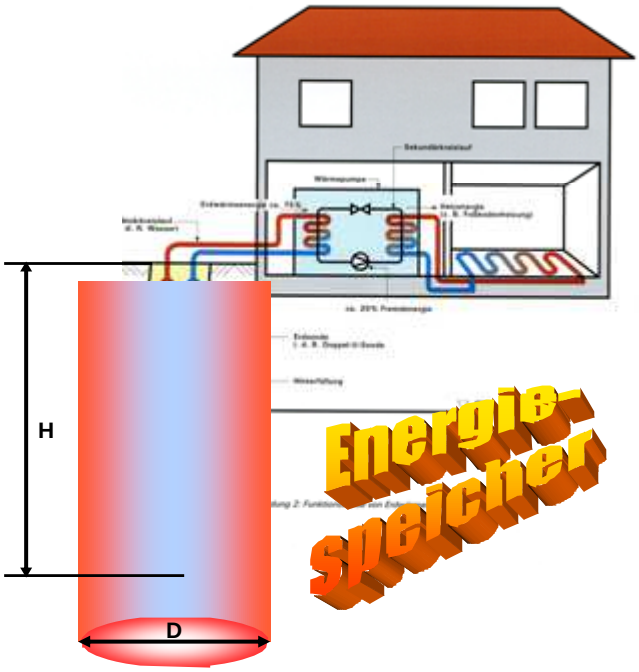
Nutzbares Volumen

$2 \cdot H \cdot D^2 \pi / 4$

6m Durchmesser D

2x60m Tiefe H

ca. 3400 m³ !!



Konsequenzen für Grundstück und Bau:

==> *kein* Oeltank

==> *kein* Tankraum

==> *kein* Kamin

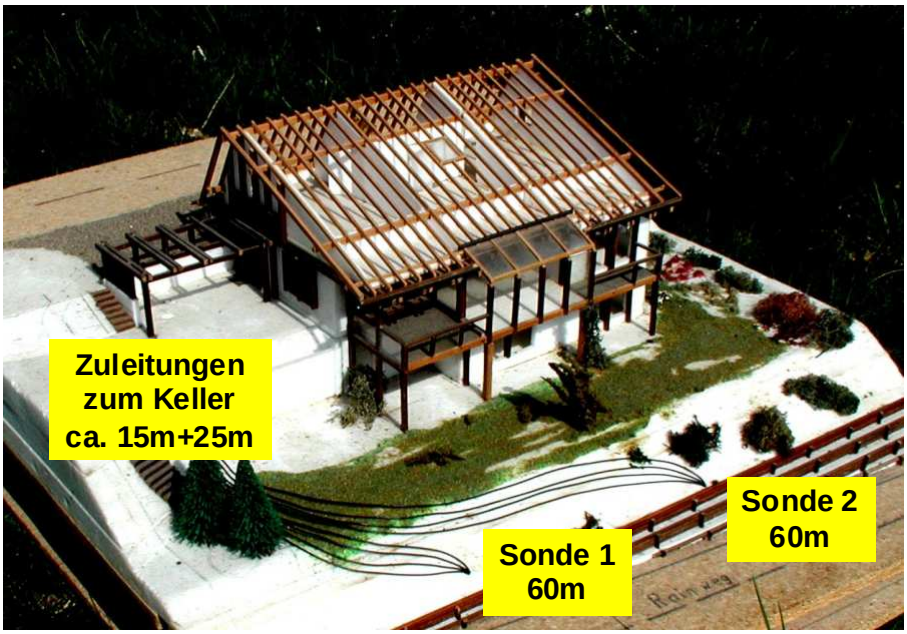
==> *kein* Gasanschluss

==> *kein* Fernheizungsanschluss

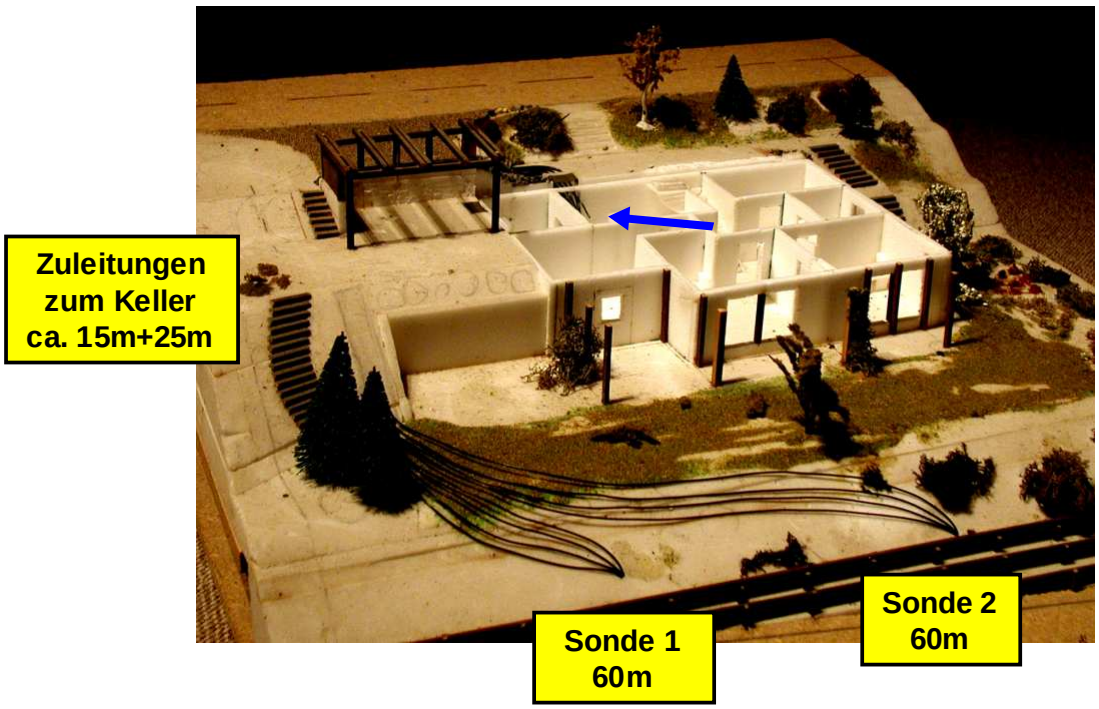
==> *keine* Zufahrt für Tanklastzug

Erdsonden 2x60m

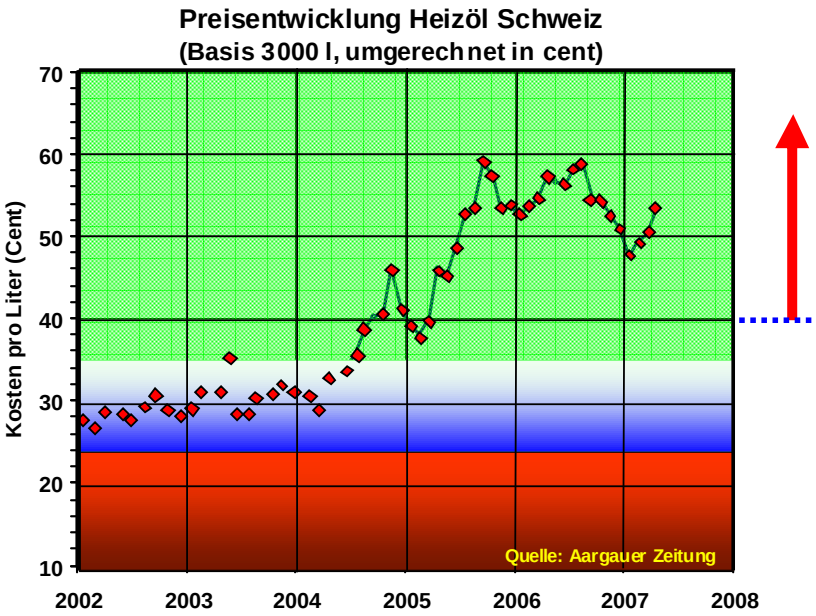
2x60m Erdsonden
+ 40m Zuleitungen



2x60m Erdsonden
+ 40m Zuleitungen



Amortisationsgrenze und Energiepreise



?

Glauben Sie nicht mehr an Ölpreise unter 40 Cent/Liter!

Gliederung

- Prinzipien und Voraussetzungen
- Heizung mit Erd-“Wärme“- Sonden und Direkte Kühlung mit Erd-“Kälte“- Sonden
- Optimierungen und Wirtschaftlichkeit
- Vergleichsrechnungen
- Folgerungen und Ausblick

Optimierte Laufzeit der Wärmepumpe

Uhrzeit	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
0^{00} - 0^{59}							
1^{00} - 1^{59}							
2^{00} - 2^{59}							
3^{00} - 3^{59}							
4^{00} - 4^{59}							
5^{00} - 5^{59}							
6^{00} - 6^{59}							
7^{00} - 7^{59}							
8^{00} - 8^{59}							
9^{00} - 9^{59}							
10^{00} - 10^{59}							
11^{00} - 11^{59}							
12^{00} - 12^{59}							
13^{00} - 13^{59}							
14^{00} - 14^{59}							
15^{00} - 15^{59}							
16^{00} - 16^{59}							
17^{00} - 17^{59}							
18^{00} - 18^{59}							
19^{00} - 19^{59}							
20^{00} - 20^{59}							
21^{00} - 21^{59}							
22^{00} - 22^{59}							
23^{00} - 23^{59}							

Laufzeit der Wärmepumpe?

falsch !

Optimierte Laufzeit der Wärmepumpe

Uhrzeit	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
0^{00} - 0^{59}							
1^{00} - 1^{59}							
2^{00} - 2^{59}							
3^{00} - 3^{59}							
4^{00} - 4^{59}							
5^{00} - 5^{59}							
6^{00} - 6^{59}							
7^{00} - 7^{59}							
8^{00} - 8^{59}							
9^{00} - 9^{59}							
10^{00} - 10^{59}							
11^{00} - 11^{59}							
12^{00} - 12^{59}							
13^{00} - 13^{59}							
14^{00} - 14^{59}							
15^{00} - 15^{59}							
16^{00} - 16^{59}							
17^{00} - 17^{59}							
18^{00} - 18^{59}							
19^{00} - 19^{59}							
20^{00} - 20^{59}							
21^{00} - 21^{59}							
22^{00} - 22^{59}							
23^{00} - 23^{59}							

Laufzeit der Wärmepumpe?

Sperrzeiten
durch
Fernsteuerung EW
ca. 28h/Woche
≈ 28/168 ≈ 17%
d.h. Auslegung auf
ca. 80% Laufzeit

Optimierte Laufzeit der Wärmepumpe

Uhrzeit	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
0^{00} - 0^{59}							
1^{00} - 1^{59}							
2^{00} - 2^{59}							
3^{00} - 3^{59}							
4^{00} - 4^{59}							
5^{00} - 5^{59}							
6^{00} - 6^{59}							
7^{00} - 7^{59}							
8^{00} - 8^{59}							
9^{00} - 9^{59}							
10^{00} - 10^{59}							
11^{00} - 11^{59}							
12^{00} - 12^{59}							
13^{00} - 13^{59}							
14^{00} - 14^{59}							
15^{00} - 15^{59}							
16^{00} - 16^{59}							
17^{00} - 17^{59}							
18^{00} - 18^{59}							
19^{00} - 19^{59}							
20^{00} - 20^{59}							
21^{00} - 21^{59}							
22^{00} - 22^{59}							
23^{00} - 23^{59}							

NT= 9Rp/kWh
86h/Woche
ca. 86/168 ≈ 51%

HT= 18Rp/kWh
54h/Woche
ca. 54/168 ≈ 32%

EW-Sperrzeit
ca. 28h/Woche
≈ 28/168 ≈ 17%

Laufzeit der Wärmepumpe?

Optimierte Laufzeit der Wärmepumpe

Heizen in der Über-gangszeit

und

Kühlen im Sommer ohne WP nur im Niedertarif

Uhrzeit	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
0^{00} - 0^{59}	X	X	X	X	X	X	X
1^{00} - 1^{59}	X	X	X	X	X	X	X
2^{00} - 2^{59}	X	X	X	X	X	X	X
3^{00} - 3^{59}	X	X	X	X	X	X	X
4^{00} - 4^{59}	X	X	X	X	X	X	X
5^{00} - 5^{59}	X	X	X	X	X	X	X
6^{00} - 6^{59}	X	X	X	X	X	X	X
7^{00} - 7^{59}							X
8^{00} - 8^{59}							X
9^{00} - 9^{59}							X
10^{00} - 10^{59}							X
11^{00} - 11^{59}							
12^{00} - 12^{59}							
13^{00} - 13^{59}						X	X
14^{00} - 14^{59}						X	X
15^{00} - 15^{59}						X	X
16^{00} - 16^{59}						X	X
17^{00} - 17^{59}						X	X
18^{00} - 18^{59}							
19^{00} - 19^{59}							
20^{00} - 20^{59}						X	X
21^{00} - 21^{59}	X	X	X	X	X	X	X
22^{00} - 22^{59}	X	X	X	X	X	X	X
23^{00} - 23^{59}	X	X	X	X	X	X	X

X WP-Betriebszeiten
Übergangszeit
Frühjahr + Herbst

NT= 9Rp/kWh

HT= 18Rp/kWh

EW-Sperrzeit

mit Wärmepumpen-Zeitschaltuhr

Optimierte Laufzeit der Wärmepumpe

Heizen in normalem Winter

Uhrzeit	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
0^{00} - 0^{59}	X	X	X	X	X	X	X
1^{00} - 1^{59}	X	X	X	X	X	X	X
2^{00} - 2^{59}	X	X	X	X	X	X	X
3^{00} - 3^{59}	X	X	X	X	X	X	X
4^{00} - 4^{59}	X	X	X	X	X	X	X
5^{00} - 5^{59}	X	X	X	X	X	X	X
6^{00} - 6^{59}	X	X	X	X	X	X	X
7^{00} - 7^{59}							X
8^{00} - 8^{59}							X
9^{00} - 9^{59}	X	X	X	X	X		X
10^{00} - 10^{59}	X	X	X	X	X		X
11^{00} - 11^{59}							
12^{00} - 12^{59}							
13^{00} - 13^{59}	X	X	X	X	X	X	X
14^{00} - 14^{59}	X	X	X	X	X	X	X
15^{00} - 15^{59}						X	X
16^{00} - 16^{59}						X	X
17^{00} - 17^{59}	X	X	X	X	X	X	X
18^{00} - 18^{59}							
19^{00} - 19^{59}							
20^{00} - 20^{59}	X	X	X	X	X	X	X
21^{00} - 21^{59}	X	X	X	X	X	X	X
22^{00} - 22^{59}	X	X	X	X	X	X	X
23^{00} - 23^{59}	X	X	X	X	X	X	X

X WP-Betriebszeiten normaler Winter

NT= 9Rp/kWh

HT= 18Rp/kWh

EW-Sperrzeit

mit Wärmepumpen-Zeitschaltuhr

Optimierte Laufzeit der Wärmepumpe

Uhrzeit	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
0^{00} - 0^{59}	X	X	X	X	X	X	X
1^{00} - 1^{59}	X	X	X	X	X	X	X
2^{00} - 2^{59}	X	X	X	X	X	X	X
3^{00} - 3^{59}	X	X	X	X	X	X	X
4^{00} - 4^{59}	X	X	X	X	X	X	X
5^{00} - 5^{59}	X	X	X	X	X	X	X
6^{00} - 6^{59}	X	X	X	X	X	X	X
7^{00} - 7^{59}	X	X	X	X	X	X	X
8^{00} - 8^{59}	X	X	X	X	X	X	X
9^{00} - 9^{59}	X	X	X	X	X	X	X
10^{00} - 10^{59}	X	X	X	X	X	X	X
11^{00} - 11^{59}							
12^{00} - 12^{59}							
13^{00} - 13^{59}	X	X	X	X	X	X	X
14^{00} - 14^{59}	X	X	X	X	X	X	X
15^{00} - 15^{59}	X	X	X	X	X	X	X
16^{00} - 16^{59}	X	X	X	X	X	X	X
17^{00} - 17^{59}	X	X	X	X	X	X	X
18^{00} - 18^{59}							
19^{00} - 19^{59}							
20^{00} - 20^{59}	X	X	X	X	X	X	X
21^{00} - 21^{59}	X	X	X	X	X	X	X
22^{00} - 22^{59}	X	X	X	X	X	X	X
23^{00} - 23^{59}	X	X	X	X	X	X	X

X WP-Betriebszeiten extreme Kälte < -10°C (1986/87)

NT= 9Rp/kWh

HT= 18Rp/kWh

EW-Sperrzeit

mit Wärmepumpen-Zeitschaltuhr

keine Energieersparnis lediglich Kostenersparnis !

Optimierte Laufzeit der Wärmepumpe

Heizen bei extremer Kälte <-10°C

Uhrzeit	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
0^{00} - 0^{59}	X	X	X	X	X	X	X
1^{00} - 1^{59}	X	X	X	X	X	X	X
2^{00} - 2^{59}	X	X	X	X	X	X	X
3^{00} - 3^{59}	X	X	X	X	X	X	X
4^{00} - 4^{59}	X	X	X	X	X	X	X
5^{00} - 5^{59}	X	X	X	X	X	X	X
6^{00} - 6^{59}	X	X	X	X	X	X	X
7^{00} - 7^{59}	X	X	X	X	X	X	X
8^{00} - 8^{59}	X	X	X	X	X	X	X
9^{00} - 9^{59}	X	X	X	X	X	X	X
10^{00} - 10^{59}	X	X	X	X	X	X	X
11^{00} - 11^{59}							
12^{00} - 12^{59}							
13^{00} - 13^{59}	X	X	X	X	X	X	X
14^{00} - 14^{59}	X	X	X	X	X	X	X
15^{00} - 15^{59}	X	X	X	X	X	X	X
16^{00} - 16^{59}	X	X	X	X	X	X	X
17^{00} - 17^{59}	X	X	X	X	X	X	X
18^{00} - 18^{59}							
19^{00} - 19^{59}							
20^{00} - 20^{59}	X	X	X	X	X	X	X
21^{00} - 21^{59}	X	X	X	X	X	X	X
22^{00} - 22^{59}	X	X	X	X	X	X	X
23^{00} - 23^{59}	X	X	X	X	X	X	X

X WP-Betriebszeiten extreme Kälte < -10°C (1986/87)

NT= 9Rp/kWh

HT= 18Rp/kWh

EW-Sperrzeit

mit Wärmepumpen-Zeitschaltuhr

Optimierte Laufzeit der Wärmepumpe

Sonneneinstrahlung

Optimierte Laufzeit der Wärmepumpe

>23°C Mischventil zu

mit Decken-thermostat

eine Energieersparnis und Kostenersparnis !

Gliederung

- Prinzipien und Voraussetzungen
- Heizung mit Erd-“Wärme“- Sonden und Direkte Kühlung mit Erd-“Kälte“- Sonden
- Optimierungen und Wirtschaftlichkeit
- Vergleichsrechnungen
- Folgerungen und Ausblick

JAHRES-KOSTEN-Vergleiche

(richtig + vollständig)

- **lokale Gegebenheiten**
  (Anschlüsse, Platz, Zufahrt)
- **gleiches Land**
  (Energiekosten, Zinsen, Zuschüsse, MWSt)
- **Energie frei Keller** **inkl. MWSt + Zählermiete**
  (Holz, Pellets, Öl, Gas, Fernwärme)
- **realistische Lebensdauern**
  (Betriebsdauern, Auslegung, Fabrikat)

Vergleich ÖL / WP+EWS

Vergleich	Oelheizung	WP + Erdsonde
Oeltank/Tankraum	ja	nein
Tankwanne/Brandschutztür	ja	nein
Tankrevision/-service	ja	nein
Oeleinkauf/Preisvergleich	ja	nein
Kapitalbindung/Vorauszahlung	ja	nein
Abgaswartung	ja	nein
Service Brenner bzw. WP	ja	ja/nein
Pufferspeicher	nein	ja/nein
Fussbodenheizung	ja/nein	ja
Kamin/Deckendurchbrüche	ja	nein
Schornsteinfeger	ja	nein
Abgase/Abwärme	ja	nein
Feinstaub/CO_2-Abgabe	ja	nein
Grundwassergefährdung	ja	nein
Bewilligungspflicht	nein	ja (Bohrung)
Gebäudeversicherung	ja	ja (reduz.)

KOSTEN-Vergleich

Holz ist nicht gleich Holz

Holz	Ster (CHF)	Festmeter ca. (€)
Wald, 5m, nass	45	30
Wald, gespalten, 1m, 1 Jahr alt	90	60
Hof, gespalten, 1/3 m 3 Jahre alt, Buche	180	120
Keller, neben dem Heizkessel	195	130

Eine Tonne Pellets kostet inzwischen > 250 €

KOSTEN-Vergleich

Holz ist nicht gleich Holz

Holz	Ster (CHF)	Festmeter ca. (€)
Wald, 5m, nass	45	30
Wald, gespalten, 1m, 1 Jahr alt	90	60
Hof, gespalten, 1/3 m 3 Jahre alt, Buche	180	120
Keller, neben dem Heizkessel	195	130

Holz macht 4x warm!

Vergleich
ÖL / WP+EWS

Vergleich	Oelheizung	WP + Erdsonde
Oeltank/Tankraum	ja	nein
Tankwanne/Brandschutztür	ja	nein
Tankrevision/-service	ja	nein
Oeleinkauf/Preisvergleich	ja	nein
Kapitalbindung/Vorauszahlung	ja	nein
Abgaswartung	ja	nein
Service Brenner bzw. WP	ja	ja/nein
Pufferspeicher	nein	ja/nein
Fussbodenheizung	ja/nein	ja
Kamin/Deckendurchbrüche	ja	nein
Schornsteinfeger	ja	nein
Abgase/Abwärme	ja	nein
Feinstaub/CO_2-Abgabe	ja	nein
Grundwassergefährdung	ja	nein
Bewilligungspflicht	nein	ja (Bohrung)
Gebäudeversicherung	ja	ja (reduz.)

Vergleichsrechnungen

Physik gegen
“freie Marktwirtschaft”

- **Eine Erdwärmesondenanlage besteht grob zur Hälfte aus den Erdwärmesonden und der Wärmepumpe mit Umwälzpumpen und Installation**
- **<u>Erdwärmesonden</u> werden auch für die Kinder und Enkelkinder gebohrt. Sie sind bei richtiger Hinterfüllung und Auslegung nur Temperaturen von ca. 0℃ bis 14℃ ausgesetzt und können mit einer Lebensdauer >50 Jahren angesetzt werden!**

Vergleichsrechnungen

Physik gegen "freie Marktwirtschaft"

- Wärmepumpen haben eine Lebensdauer von ca. 20 Jahren (unsere Wärmepumpe läuft seit 1985 mit einer jährlichen Betriebsdauer von ca. 1600 bis 1800 Stunden)
- 50% der Kosten sind also mit ≥ 50 Jahren, die andere Hälfte mit ca. 20 Jahren zu amortisieren.
- Eine "Sanierung" bedeutet bei einer Wärme-pumpenheizung mit Erdwärmesonden lediglich den Ersatz der Wärmepumpe etc.,
  also nur ca. der Hälfte der Investitionen.

Vergleichsrechnungen

Physik gegen "freie Marktwirtschaft"

- Eine moderne Wärmepumpe mit Scroll-Kompressor hat in Kombination mit einer Erdwärmesonde eine Jahresarbeitsziffer von >3.4, d.h. nur noch 29% der Heizleistung müssen durch den Antriebsstrom der Wärmepumpe und Umwälzpumpen erzeugt werden.
- Dort wo es möglich ist, lässt sich die Wärmepumpe mit einer simplen Zeitschaltuhr vorwiegend bei 50% der Stromkosten im Niedertarif betreiben (unsere Anlage hat über das Jahr ca. 75 bis 80% NT-Laufzeiten, was die Kostenrechnung weiter verbessert).

Vergleichsrechnungen

Physik gegen “freie Marktwirtschaft”

- Eine Wärmepumpe für ein EFH mit einem hermetisch isolierten Kompressor ist entweder dicht oder kaputt. Ein Service erübrigt sich.
- Eine Heizung mit Erdwärmesonden ist die einzige Anlage, mit der sich im Sommer ein Haus fast zum Nulltarif kühlen lässt!
- Eine Erdwärmesondenheizung braucht sehr wenig Platz und praktisch keinen Service. Mit einer guten Steuerung kann man die jährliche Umschaltung Sommer-Winter-Sommerbetrieb auch noch lassen.

Kostenvergleich

Quelle: Natürlich - das Magazin für Mensch, Umwelt und Natur, T. Vogel, MZ 11.01.06

Heizungssystem		Öl Stahl-Heiz-kessel	Öl Guss-Heiz-kessel	Erdgas Brenn-wert-kessel	Holz Stück-holz-kessel	Holz Pellet-Kessel	Kachel-ofen mit Ab-sorber	Wärme-pumpe Luft-Wasser	Wärme-pumpe Sole-Wasser
Anschaffungskosten (ohne Wärmeverteilung)									
Neubau (inkl. Lagerraum, Kamin)		17000	19000	16000	32000	28000	23000	22000	28000
Sanierung		*13000*	*15000*	*13000*	*32000*	*24000*	*23000*	*22000*	*28000*
Kapitalkosten		1408	1077	1325	2125	1859	1274	2186	2782
Durchschnittliche Lebenserwartung		15	25	15	20	20	25	12	12
Amortisation		1226	863	1154	1773	1551	1044	[illegible]	2487
Verlust bei 1 % Zinsen		182	214	171	352	308	[illegible]	[illegible]	295
Betrieb und Unterhalt / Jahr		470	470	485	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	250
Kaminfeger 1)		120	120	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0
Tankreinigung 2)		100	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0
Service 3)		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	150
Grundtaxen 4)		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	100
Energiekosten für 25.000kWh	2500	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1206
Rohstoffpreis (pro Energie-Einheit)		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0.19	0.19
Heizwert Öl kWh/l	10.3								
Heizwert Gas (kWh/m^3)	10.1								
Heizwert Stückholz (kWh/Ster)	1950				1026		1282		
Heizwert Pellets (kWh/t)	5000					1600			
Wirkungsgrad Luft/Wasser WP_{scroll}	3.30							1441	
Wirkungsgrad Sole/Wasser WP_{scroll}	3.94								1206
Totale Kosten pro Jahr	CHF	4096	3765	3295	3616	3924	2916	3877	4238

?

?

Quelle: Natürlich - das Magazin für Mensch, Umwelt und Natur, T. Vogel, MZ 11.01.06 (sFr.)

Kostenvergleich

Umrechnung in € + Rohstoffpreise + Wirkungsgrade + Strom-NT/HT/MWSt/Zählermiete

Heizungssystem		Öl	Öl	Erdgas	Holz	Holz	Kachel-	Wärme-	Wärme-
		Stahl-	Guss-	Brenn-	Stück-	Pellet-	ofen	pumpe	pumpe
Anschaffungskosten		Heiz-	Heiz-	wert-	holz-	Kessel	mit Ab-	Luft-	Sole-
(ohne Wärmeverteilung)		kessel	kessel	kessel	kessel		sorber	Wasser	Wasser
Neubau (inkl. Lagerraum, Kamin)		11333	12667	10667	21333	18667	15333	14667	18667
Sanierung		*8667*	*10000*	*8667*	*21333*	*16000*	*15333*	*14667*	*18667*
Kapitalkosten		939	718	883	1417	1239	849	1457	1855
Durchschnittliche Lebenserwartung		15	25	15	20	20	25	12	12
Amortisation		817	575	769	1182	1034	696	1303	1658
Verlust bei 1 % Zinsen		121	143	114	235	205	153	155	197
Betrieb und Unterhalt / Jahr		313	313	323	310	310	240	148	148
Kaminfeger 1)		80	80	40	160	160	160	0	0
Tankreinigung 2)		67	67	0	0	0	0	0	0
Service 3)		167	167	150	150	150	80	100	100
Grundtaxen 4)		0	0	133	0	0	0	48	48
Energiekosten für 25.000kWh (thermisch)	25000	1643	1643	1233	2083	1471	2604	833	631
Rohstoffpreis (pro Energie-Einheit)		60.9	60.9	0.47	130	250	130	0.09	0.09
Heizwert Öl (kWh/l) (η=0.98)	10.3	1479	1479						
Heizwert Gas (kWh/m^3) (η=1.00)	10.1			1172					
Heizwert Stückholz (kWh/Ster)(η=0.80)	1950				1667		2083		
Heizwert Pellets (kWh/t) (η=0.82)	5000					1250			
Wirkungsgrad Luft/Wasser WP_{scroll}	2.60							833	
Wirkungsgrad Sole/Wasser WP_{scroll}	3.44								631
Totale Kosten pro Jahr	€ (Euro)	2895	2675	2440	3810	3020	3694	2439	2633

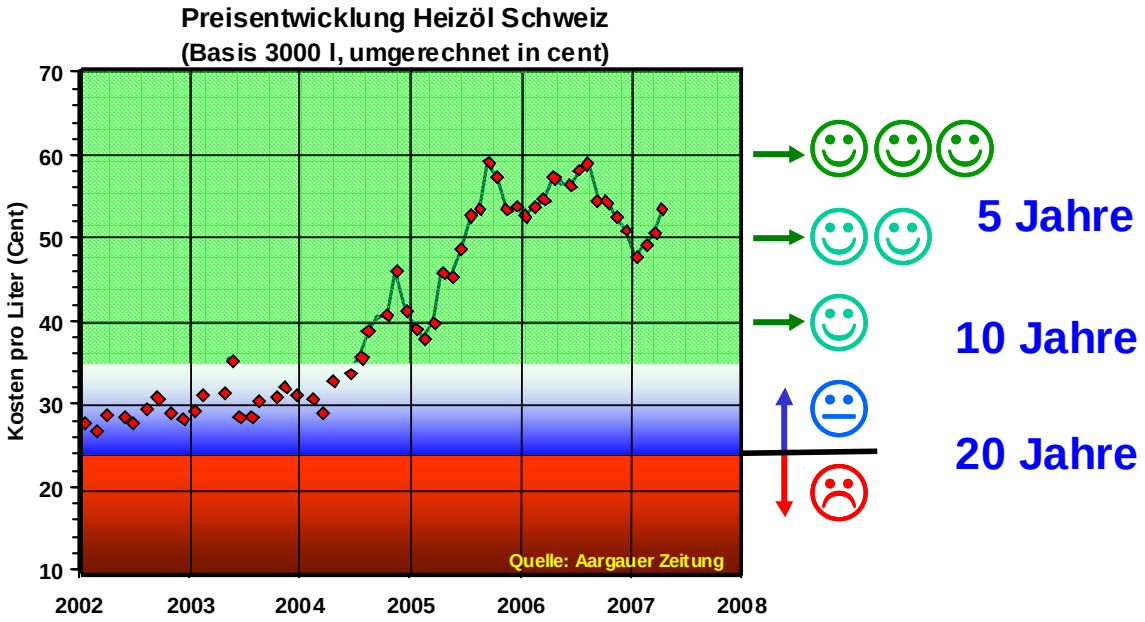
Kostenvergleich

Umrechnung in € + Splitting EWS/WP + Service + Sanierung + Amortisation

Heizungssystem		Öl	Öl	Erdgas	Wärme-	Wärme-	Erd-
		Stahl-	Guss-	Brenn-	pumpe	pumpe	wärme-
Anschaffungskosten		Heiz-	Heiz-	wert-	Luft-	Sole-	sonde
(ohne Wärmeverteilung)		kessel	kessel	kessel	Wasser	Wasser	EWS
Neubau (inkl. Lagerraum, Kamin)		11333	12667	10667	14667	9333	9333
Sanierung		*8667*	*10000*	*8667*	*14667*	*9333*	*0*
Kapitalkosten		949	727	894	986	627	363
Durchschnittliche Lebenserwartung		15	25	15	20	20	
Lebenserwartung Erdwärmesonde >							50
Amortisation (bei 3% Zinsen)		949	727	894	986	627	363
Betrieb und Unterhalt / Jahr		313	313	323	0	0	0
Kaminfeger 1)		80	80	40	0	0	0
Tankreinigung 2)		67	67	0	0	0	0
Service 3)		167	167	150	0	0	0
Grundtaxen 4)		0	0	133	0	0	0
Energiekosten für 25.000kWh (thermisch)	25000	1643	1643	1233	833	631	0
Rohstoffpreis (pro Energie-Einheit)		60.9	60.9	0.47	0.09	0.09	0.00
Heizwert Öl (kWh/l, η=0.98)	10.3	1479	1479				
Heizwert Gas (kWh/m^3, η=1.00)	10.1			1172			
Wirkungsgrad Luft/Wasser WP_{scroll}	2.60				833		
Wirkungsgrad Sole/Wasser WP_{scroll}	3.44					631	
Totale Kosten pro Jahr	€ (Euro)	2906	2684	2451	1819	1258	363
				Summe WP+EWS (€):			1621

zusammen

Amortisationsgrenze und Energiepreise



Vergleich ÖL / WP+EWS

Fazit:

- Rechnet man <u>nur die Energiekosten</u> ist die WP mit EWS ab 24 Cents für den Liter Heizöl-leicht günstiger !!
- Rechnet man <u>alle Gestehungskosten</u> dazu, ist die WP mit EWS ab 34 Cents für den Liter Heizöl-leicht günstiger !!

Vergleichsrechnungen

Physik gegen
“freie Marktwirtschaft”

Fazit bei fairem Vergleich:

Rechnet man eine Erdwärmesondenheizung richtig, gehen die Gesamtkosten gemäss Tabelle auf ca. 2/3 runter und sind mit ca. €1600,-/Jahr deutlich niedriger als alle anderen aufgelisteten Alternativen. Bei Ölpreisen ab ca. 24 Cent/Liter sind die Energiekosten der Erdwärme günstiger als Öl.

Die Wärmeleitung im Erdreich ist unabhängig von den Preisen der Marktwirtschaft!

Vergleichsrechnungen

und…….

Glauben Sie keiner Statistik, die Sie nicht selbst gefälscht haben!

Statistik: K.F. Stärk

Gliederung

- Prinzipien und Voraussetzungen
- Heizung mit Erd-“Wärme“- Sonden und Direkte Kühlung mit Erd-“Kälte“- Sonden
- Optimierungen und Wirtschaftlichkeit
- Vergleichsrechnungen
- **Folgerungen und Ausblick**

Heizen Kühlen

Folgerungen und Ausblick

- Heizung funktioniert problemlos
- Direktkühlung funktioniert problemlos
- ökologische Lösung (Umwelt)

Heizen Kühlen

Folgerungen und Ausblick

- Heizung funktioniert problemlos
- Direktkühlung funktioniert problemlos
- ökologische Lösung (Umwelt)
- ökonomische **Lösung** (Kostenrechnung)

Heizen Kühlen

Folgerungen und Ausblick

- Heizung funktioniert problemlos
- Direktkühlung funktioniert problemlos
- ökologische Lösung (Umwelt)
- ökonomische **Lösung** (Kostenrechnung)
- Serviceaufwand sehr niedrig
- Motivation: Aus der Praxis
  für die Praxis
  Praxis überzeugt

Erdwärmesonden

Investitionen, Betriebsoptimierungen und Kostenrechnung

Dr.-Ing. Klaus F. Stärk Untersiggenthal/Schweiz