



+



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?**
- **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

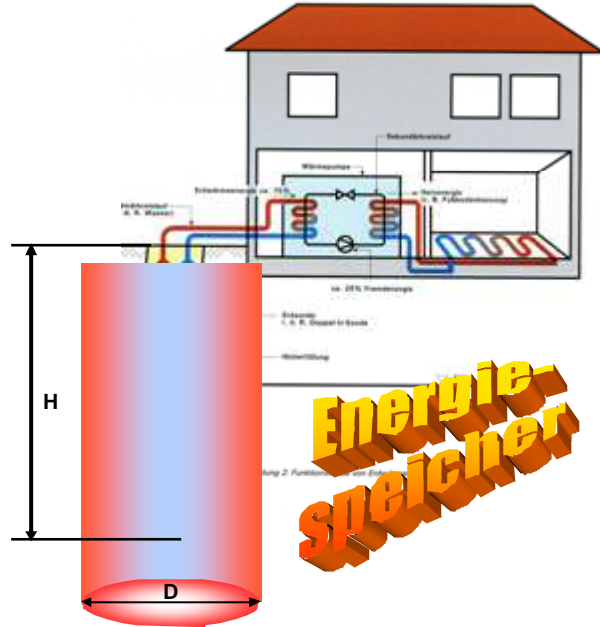
Nutzbares Volumen

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

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



Zuleitungen
zum Keller
ca. 15m+25m



Gliederung

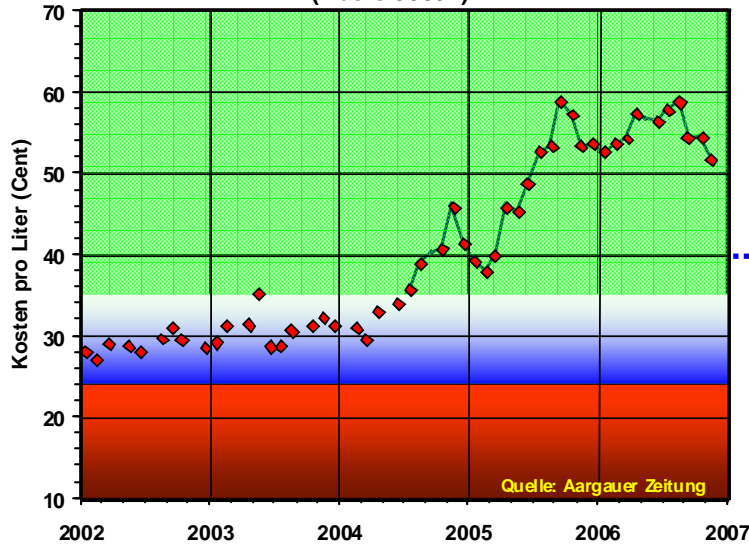
- Prinzipien und Voraussetzungen
- Heizung mit Erd-“Wärme“- Sonden und Direkte Kühlung mit Erd-“Kälte“- Sonden
- Optimierungen und Wirtschaftlichkeit
- Vergleichsrechnungen
- Folgerungen und Ausblick



Amortisationsgrenze und Energiepreise



Preisentwicklung Heizöl Schweiz
(Basis 3000 l)



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



Optimierte Laufzeit der Wärmepumpe



Uhrzeit	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
0 ⁰⁰ - 0 ³⁹							
1 ⁰⁰ - 1 ³⁹							
2 ⁰⁰ - 2 ³⁹							
3 ⁰⁰ - 3 ³⁹							
4 ⁰⁰ - 4 ³⁹							
5 ⁰⁰ - 5 ³⁹							
6 ⁰⁰ - 6 ³⁹							
7 ⁰⁰ - 7 ³⁹							
8 ⁰⁰ - 8 ³⁹							
9 ⁰⁰ - 9 ³⁹							
10 ⁰⁰ - 10 ³⁹							
11 ⁰⁰ - 11 ³⁹							
12 ⁰⁰ - 12 ³⁹							
13 ⁰⁰ - 13 ³⁹							
14 ⁰⁰ - 14 ³⁹							
15 ⁰⁰ - 15 ³⁹							
16 ⁰⁰ - 16 ³⁹							
17 ⁰⁰ - 17 ³⁹							
18 ⁰⁰ - 18 ³⁹							
19 ⁰⁰ - 19 ³⁹							
20 ⁰⁰ - 20 ³⁹							
21 ⁰⁰ - 21 ³⁹							
22 ⁰⁰ - 22 ³⁹							
23 ⁰⁰ - 23 ³⁹							

Laufzeit der Wärmepumpe?

falsch !




Optimierte Laufzeit der Wärmepumpe



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

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	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
1 ⁰⁰ - 1 ⁵⁹	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
2 ⁰⁰ - 2 ⁵⁹	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
3 ⁰⁰ - 3 ⁵⁹	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
4 ⁰⁰ - 4 ⁵⁹	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
5 ⁰⁰ - 5 ⁵⁹	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
6 ⁰⁰ - 6 ⁵⁹	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
7 ⁰⁰ - 7 ⁵⁹	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green
8 ⁰⁰ - 8 ⁵⁹	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green
9 ⁰⁰ - 9 ⁵⁹	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green
10 ⁰⁰ - 10 ⁵⁹	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green
11 ⁰⁰ - 11 ⁵⁹	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
12 ⁰⁰ - 12 ⁵⁹	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
13 ⁰⁰ - 13 ⁵⁹	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green
14 ⁰⁰ - 14 ⁵⁹	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green
15 ⁰⁰ - 15 ⁵⁹	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green
16 ⁰⁰ - 16 ⁵⁹	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green
17 ⁰⁰ - 17 ⁵⁹	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green
18 ⁰⁰ - 18 ⁵⁹	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
19 ⁰⁰ - 19 ⁵⁹	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
20 ⁰⁰ - 20 ⁵⁹	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green
21 ⁰⁰ - 21 ⁵⁹	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green
22 ⁰⁰ - 22 ⁵⁹	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
23 ⁰⁰ - 23 ⁵⁹	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green

 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 Übergangszeit

und

Kühlen im Sommer ohne WP nur im Niedertarif

Uhrzeit	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
0 ⁰⁰ - 0 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
1 ⁰⁰ - 1 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
2 ⁰⁰ - 2 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
3 ⁰⁰ - 3 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
4 ⁰⁰ - 4 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
5 ⁰⁰ - 5 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
6 ⁰⁰ - 6 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
7 ⁰⁰ - 7 ³⁰							X
8 ⁰⁰ - 8 ³⁰							X
9 ⁰⁰ - 9 ³⁰							X
10 ⁰⁰ - 10 ³⁰							X
11 ⁰⁰ - 11 ³⁰							
12 ⁰⁰ - 12 ³⁰							
13 ⁰⁰ - 13 ³⁰						X	X
14 ⁰⁰ - 14 ³⁰						X	X
15 ⁰⁰ - 15 ³⁰						X	X
16 ⁰⁰ - 16 ³⁰						X	X
17 ⁰⁰ - 17 ³⁰						X	X
18 ⁰⁰ - 18 ³⁰							
19 ⁰⁰ - 19 ³⁰							
20 ⁰⁰ - 20 ³⁰						X	X
21 ⁰⁰ - 21 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
22 ⁰⁰ - 22 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
23 ⁰⁰ - 23 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X

X WP-Betriebszeiten
Übergangszeit
Frühjahr + Herbst



NT= 9Rp/kWh



HT= 18Rp/kWh



EW-Sperzeit

mit Wärmepumpen-Zeitschaltuhr



Optimierte Laufzeit der Wärmepumpe



Heizen in normalem Winter

Uhrzeit	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
0 ⁰⁰ - 0 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
1 ⁰⁰ - 1 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
2 ⁰⁰ - 2 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
3 ⁰⁰ - 3 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
4 ⁰⁰ - 4 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
5 ⁰⁰ - 5 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
6 ⁰⁰ - 6 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
7 ⁰⁰ - 7 ³⁰							X
8 ⁰⁰ - 8 ³⁰							X
9 ⁰⁰ - 9 ³⁰	X	X	X	X	X		X
10 ⁰⁰ - 10 ³⁰	X	X	X	X	X		X
11 ⁰⁰ - 11 ³⁰							
12 ⁰⁰ - 12 ³⁰							
13 ⁰⁰ - 13 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
14 ⁰⁰ - 14 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
15 ⁰⁰ - 15 ³⁰						X	X
16 ⁰⁰ - 16 ³⁰						X	X
17 ⁰⁰ - 17 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
18 ⁰⁰ - 18 ³⁰							
19 ⁰⁰ - 19 ³⁰							
20 ⁰⁰ - 20 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
21 ⁰⁰ - 21 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
22 ⁰⁰ - 22 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
23 ⁰⁰ - 23 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X

X WP-Betriebszeiten
normaler Winter



NT= 9Rp/kWh



HT= 18Rp/kWh



EW-Sperzeit

mit Wärmepumpen-Zeitschaltuhr



Optimierte Laufzeit der Wärmepumpe



Heizen bei extremer Kälte <-10°C

Uhrzeit	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
0 ⁰⁰ - 0 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
1 ⁰⁰ - 1 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
2 ⁰⁰ - 2 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
3 ⁰⁰ - 3 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
4 ⁰⁰ - 4 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
5 ⁰⁰ - 5 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
6 ⁰⁰ - 6 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
7 ⁰⁰ - 7 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
8 ⁰⁰ - 8 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
9 ⁰⁰ - 9 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
10 ⁰⁰ - 10 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
11 ⁰⁰ - 11 ³⁰							
12 ⁰⁰ - 12 ³⁰							
13 ⁰⁰ - 13 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
14 ⁰⁰ - 14 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
15 ⁰⁰ - 15 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
16 ⁰⁰ - 16 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
17 ⁰⁰ - 17 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
18 ⁰⁰ - 18 ³⁰							
19 ⁰⁰ - 19 ³⁰							
20 ⁰⁰ - 20 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
21 ⁰⁰ - 21 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
22 ⁰⁰ - 22 ³⁰	X	X	X	X	X	X	X
23 ⁰⁰ - 23 ³⁰	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



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)



JAHRES-KOSTEN- Vergleich



„realitätsnah“

	Auto Verbrauch (l/100km)	WP*+EWS Wirkungsgrad (%)
Prüfstand	8.0	500
Opt. Testlauf	9.0	440
Tagesmittel	11	380
Jahresmittel	12	340



*SCROLL-Kompressor



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 > 200 €



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	Ölheizung	WP + Erdsonde
Oeltank/Tankraum	ja	nein
Tankwanne/Brandschutztür	ja	nein
Tankrevision/-service	ja	nein
Öleinkauf/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
- Erdwärmesonden werden auch für die Kinder und Enkelkinder gebohrt. Sie sind bei richtiger Hinterfüllung und Auslegung nur Temperaturen von ca. 0°C bis 14°C 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 Wärmepumpenheizung 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 jährlich zweimalige Betätigung des Ein-Aus-Schalters 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)	17000	19000	16000	32000	28000	23000	22000	28000
Neubau (inkl. Lagerraum, Kamin)	13000	15000	13000	32000	24000	23000	22000	28000
Sanierung								
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	1999	2487
Verlust bei 1 % Zinsen	182	214	171	352	308	211	311	295
Betrieb und Unterhalt / Jahr	470	470	485	485	465	260	250	250
Kaminfeger 1)	120	120		120	120			0
Tankreinigung 2)	100							0
Service 3)								150
Grundtaxen 4)								100
Energiekosten für 25.000kWh 2500€								1206
Rohstoffpreis (pro Energie-Einheit)							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.)

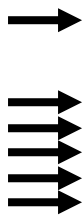


Kostenvergleich



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
	Heiz-	Heiz-	wert-	holz-	Kessel	mit Ab-	Luft-	Sole-
(ohne Wärmeverteilung)	kessel	kessel	kessel	kessel		sorber	Wasser	Wasser
Neubau (inkl. Lagerraum, Kam in)	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	1490	2604	833	631
Rohstoffpreis (pro Energie-Einheit)	60.9	60.9	0.47	130	253	130	0.09	0.09
Heizwert Öl (kWh/l) (η=0.98) 10.3	1479	1479						
Heizwert Gas (kWh/m³) (η=1.00) 10.1			1172					
Heizwert Stückholz (kWh/Ster) (η=0.80) 1950				1667		2083		
Heizwert Pellets (kWh/t) (η=0.82) 5000					1267			
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	3040	3694	2439	2633

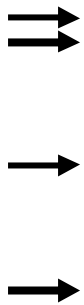


Kostenvergleich



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

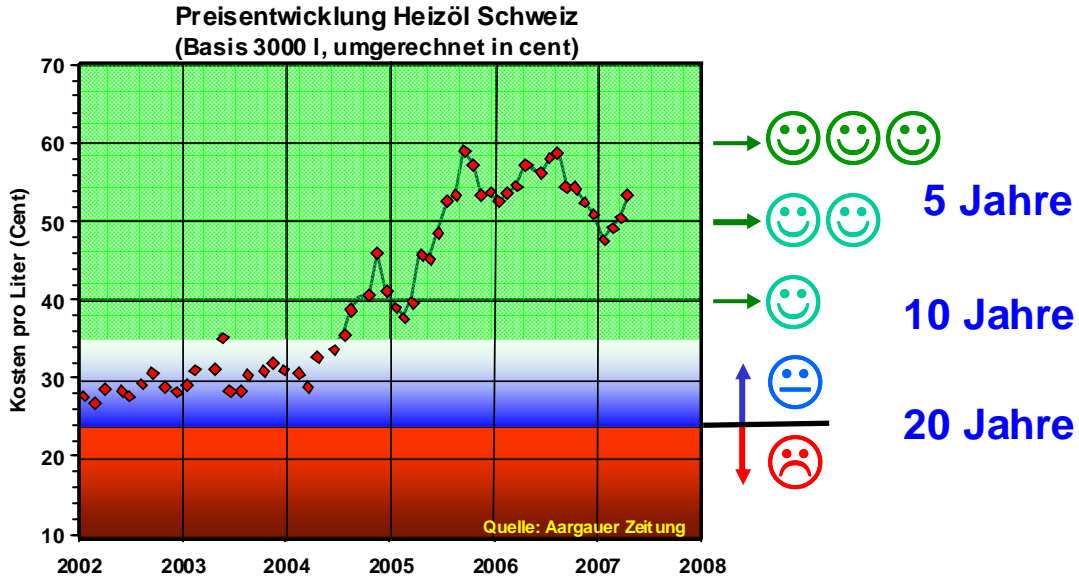
Heizungssystem	Öl	Öl	Erdgas	Wärme-	Wärme-	Erd-
	Stahl-	Guss-	Brenn-	pumpe	pumpe	wärme-
	Heiz-	Heiz-	wert-	Luft-	Sole-	sonde
(ohne Wärmeverteilung)	kessel	kessel	kessel	Wasser	Wasser	EWS
Neubau (inkl. Lagerraum, Kam in)	11333	12667	10667	14667	9333	9333
Sanierung	8667	10000	8667	14667	9333	0
Kapitalkosten	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/m³, 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 nur die Energiekosten ist die WP mit EWS ab 24 Cents für den Liter Heizöl-leicht günstiger !!
- Rechnet man alle Gestehungskosten 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!**



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