



+



Erdwärme für den Hausgebrauch

Prinzip, Investitionen,
Kostenrechnung und Betrieb

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



Erdwärme für den Hausgebrauch



Gliederung

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



Erdwärme für den Hausgebrauch



Prinzipien

- **Haben Sie einen Kühlschrank?
Funktioniert der problemlos?**
- **Haben Sie einen Tiefkühlschrank?
Haben Sie dafür einen Service-Vertrag?
Schalten Sie ihn bei Ferienabwesenheit aus?**

**Warum dann an
Funktionsdauer und
Zuverlässigkeit einer
Wärmepumpe zweifeln?**



Erdwärme für den Hausgebrauch



Prinzipien

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



Erdwärme für den Hausgebrauch



Voraussetzungen

- Bohrungsbewilligung ?
- Neubau oder Altbau ?
- Altbausanierung ?
- Verbrauch und max. Vorlauftemperatur ?
- Fussbodenheizung ?
- Brauchwarmwasser ?
- Hoch- und Niedertarif ?



Erdwärme für den Hausgebrauch



Ursachen und Analyse

Wir haben eigentlich kein

Energie - Problem,

wir haben ein

Energiespeicher - Problem



Erdwärme für den Hausgebrauch



Gliederung

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



Erdwärme für den Hausgebrauch



„Erdwärme“ woher?

„kostenloser“
Energiespeicher
Untergrund

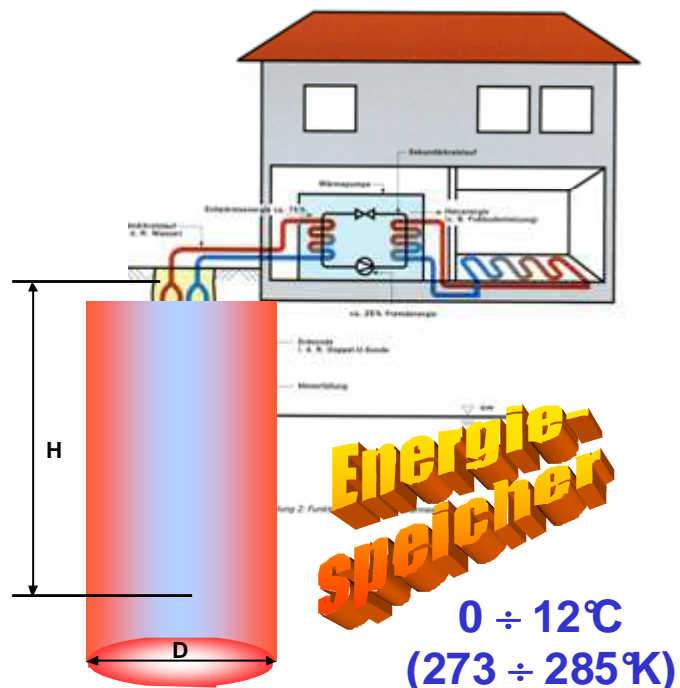
Nutzbares Volumen

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

6m Durchmesser D

2x60m Tiefe H

ca. 3400 m³ !!





Erdwärme für den Hausgebrauch



Konsequenzen für Grundstück und Bau:

- ==> *kein Oeltank*
- ==> *kein Tankraum*
- ==> *kein Kamin*
- ==> *kein Gasanschluss*
- ==> *kein Fernheizungsanschluss*
- ==> *keine Zufahrt für Tanklastzug*



Erdwärme für den Hausgebrauch



Vergleichsargumente

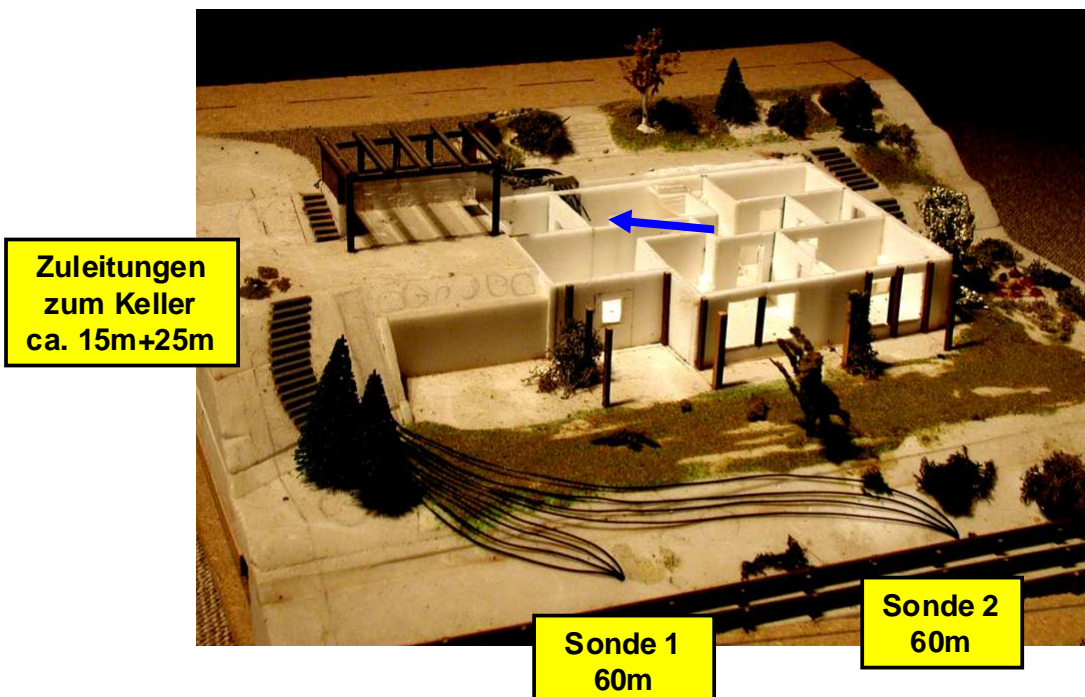
Vergleich	Oelheizung	WP + Erdsonde
Oeltank/Tankraum	ja	nein
Tankwanne/Brandschutztür	ja	nein
Tankrevision/-service	ja	nein
Oeleinkauf/Preisvergleich	ja	nein
Kapitalbindung/Vorauszahlung	ja	nein
Abgaswartung	ja	nein
Service Brenner bzw. WP	ja	ja/nein
Pufferspeicher	nein	ja/nein
Fussbodenheizung	ja/nein	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.)



Erdwärme für den Hausgebrauch 2x60m Erdsonden + 40m Zuleitungen



Erdwärme für den Hausgebrauch 2x60m Erdsonden + 40m Zuleitungen





Erdwärme für den Hausgebrauch

Erdwärmesonden?
Zuleitungen?
Kamin?



Erdwärme für den Hausgebrauch



Gliederung

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



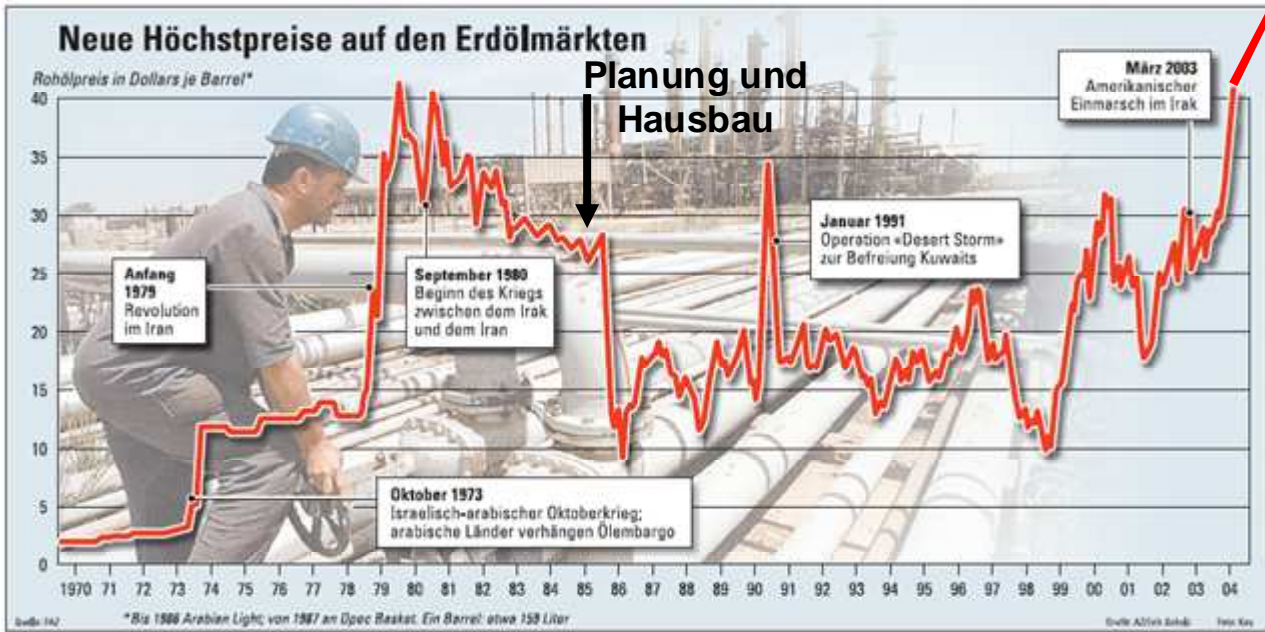
Erdwärme für den Hausgebrauch

Oelpreientwicklung 1970/2004

„Traumpreise“?



??

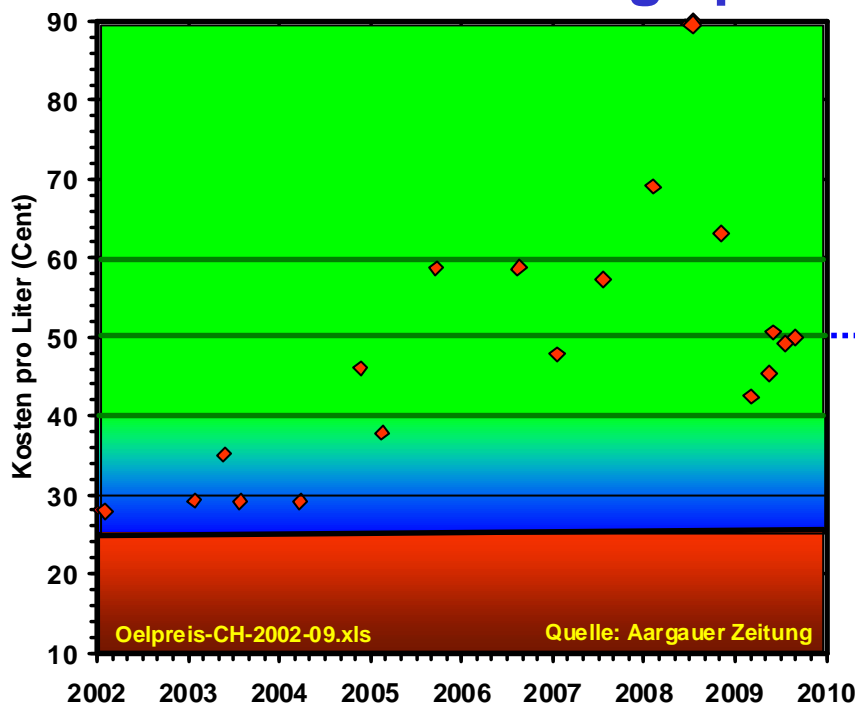


Oel-graphic.jpg



Erdwärme für den Hausgebrauch

Amortisationsgrenze und Energiepreise



↑
↑
?

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



Erdwärme für den Hausgebrauch



Gliederung

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



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	480	COP ↓ JAZ
Opt. Testlauf	9	440	
Tagesmittel	11	390	
Jahresmittel	12	350	

*SCROLL-Kompressor

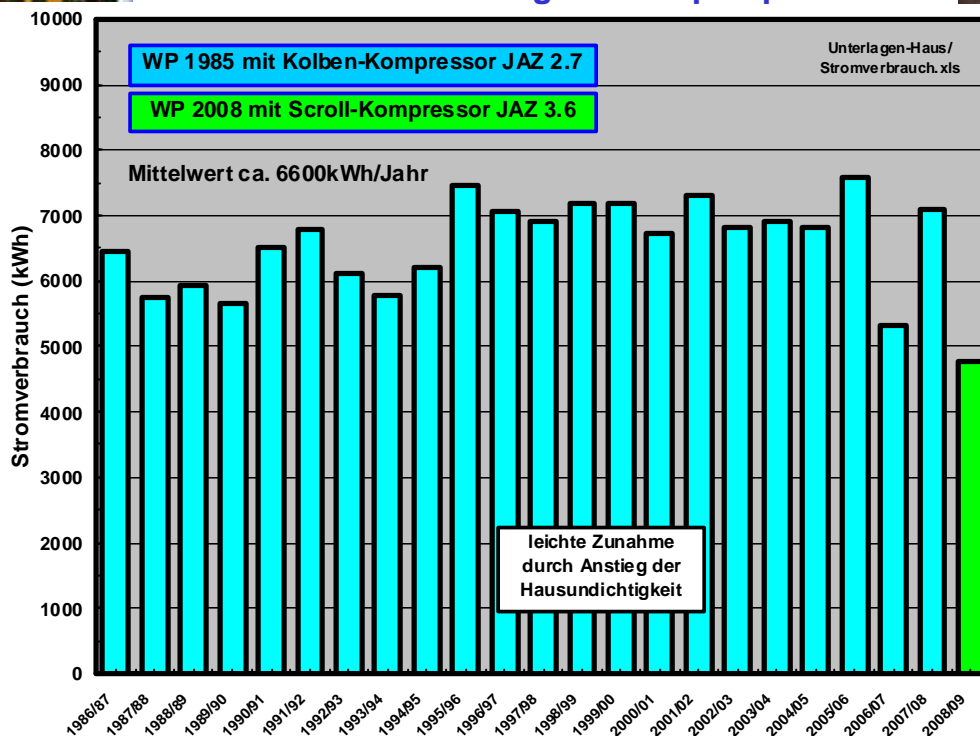


Erdwärme für den Hausgebrauch



Stromverbrauch

JAZ inkl. Heizungsumwälzpumpen



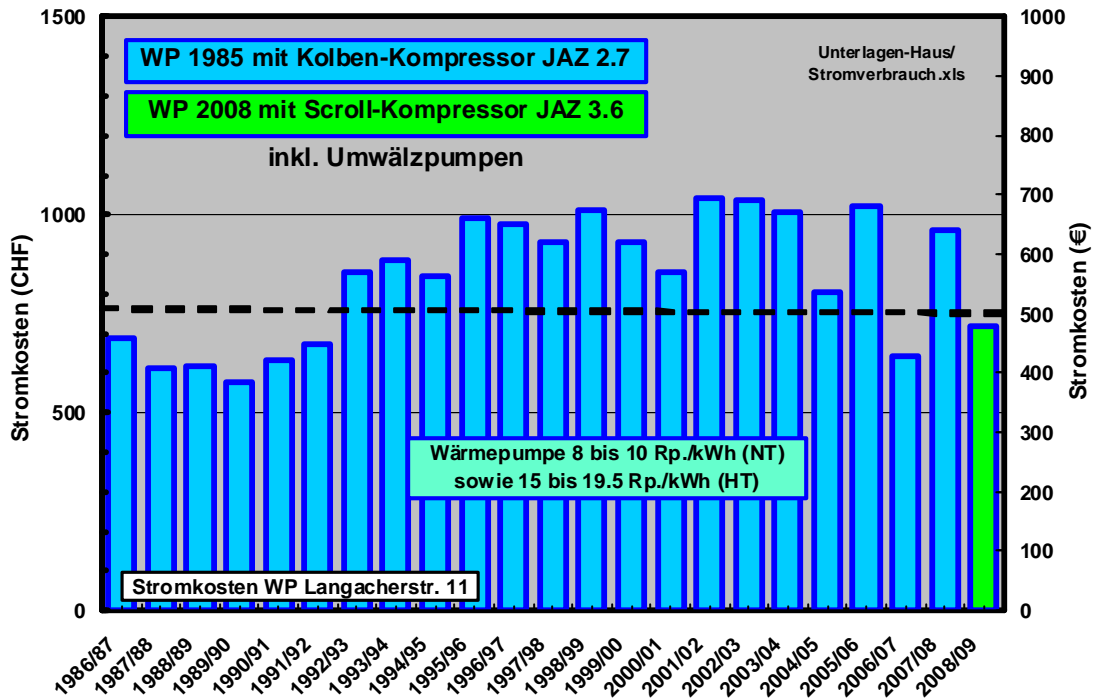


Erdwärme für den Hausgebrauch

Energiekosten



Stromkosten Wärmepumpe



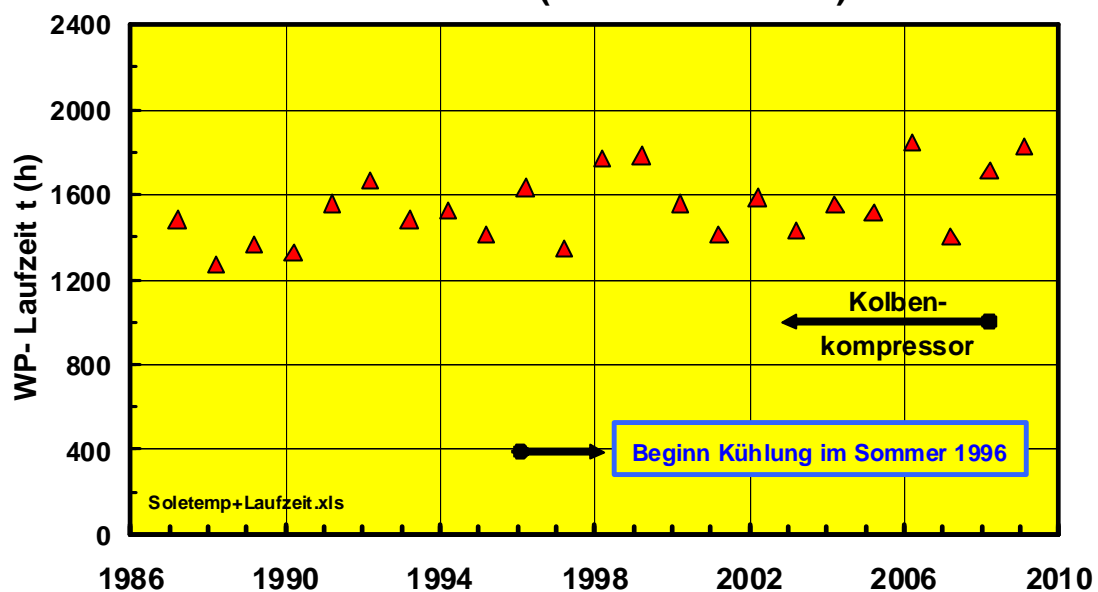
Stromverbrauch.xls



Wärmepumpenlaufzeiten



Wärmepumpenlaufzeit pro Heizperiode 1986 bis 2009 (Mittelwert 1543h)



Soletemp+Laufzeit.xls



Erdwärme für den Hausgebrauch

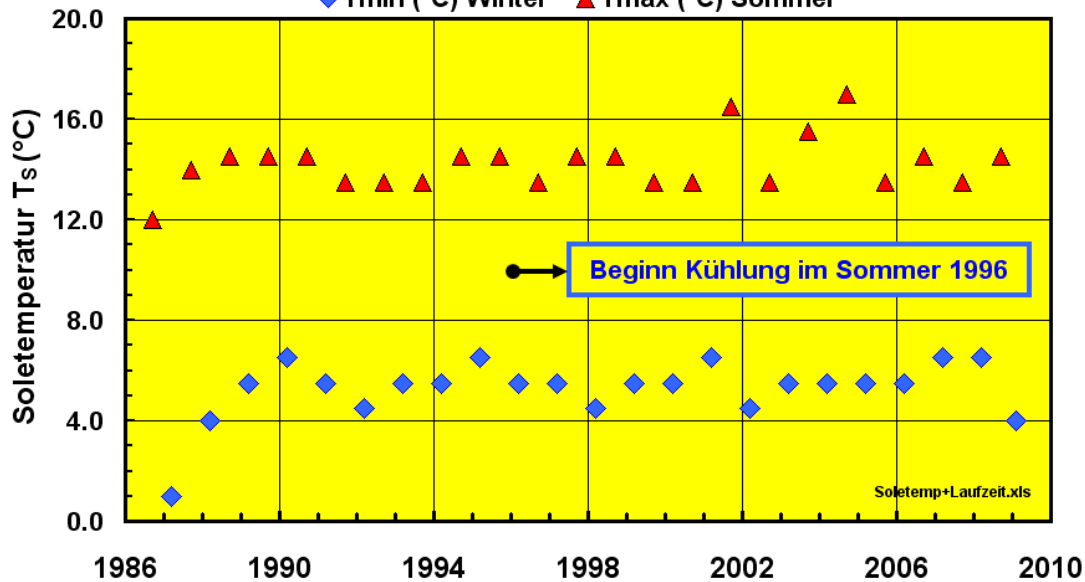
Langzeitstabilität bzw. Regenerierung



Erdsondentemperatur 1986 bis 2009

(Ruhetemp. nach 1-2h Umwälzung ohne Wärmeentzug)

◆ Tmin (°C) Winter ▲ Tmax (°C) Sommer



Soletemp+Laufzeit.xls



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”



- Eine moderne Wärmepumpe mit Scroll-Kompressor hat in Kombination mit einer Erdwärmesonde eine Jahresarbeitsziffer von >3.5 , 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% NT-Laufzeiten, was die Kostenrechnung weiter verbessert).



Vergleichsrechnungen

Physik gegen “freie Marktwirtschaft”



- Eine moderne Wärmepumpe mit Scroll-Kompressor hat in Kombination mit einer Erdwärmesonde eine Jahresarbeitsziffer von >3.5 , 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% 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

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-	
	kessel	kessel	kessel	kessel		sorber	Wasser	Wasser	
Anschaffungskosten (ohne Wärmeverteilung)									
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



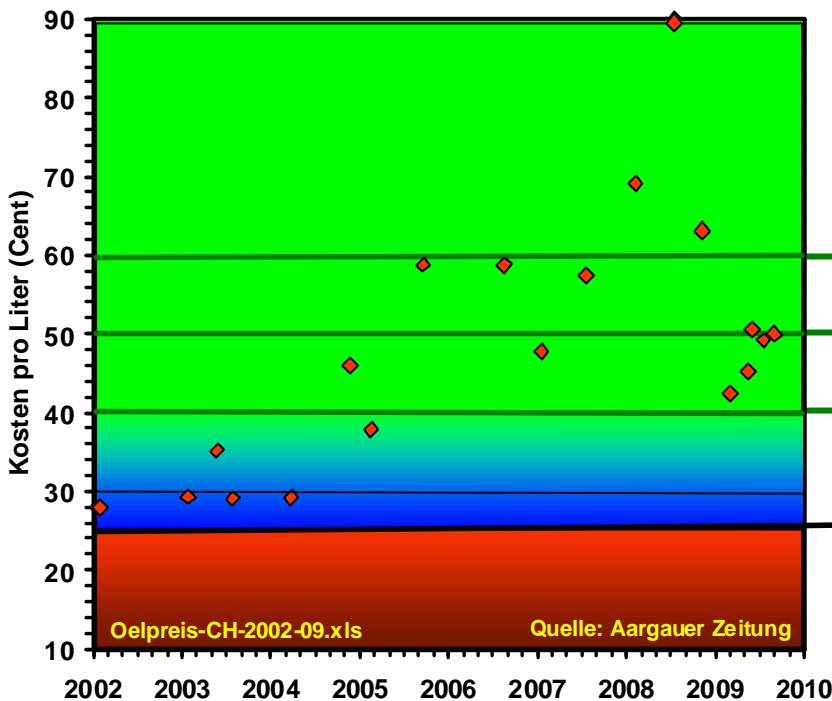
Umrechnung in € + Splitting EWS/WP
+ Service + Sanierung + Amortisation

Heizungssystem	Öl	Öl	Erdgas	Wärme-	Wärme-	Erd-	
	Stahl-	Guss-	Brenn-	pumpe	pumpe	wärme-	
	Heiz-	Heiz-	wert-	Luft-	Sole-	sonde	
	kessel	kessel	kessel	Wasser	Wasser	EWS	
Anschaffungskosten							
(ohne Wärmeverteilung)							
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



Amortisationszeit der Zusatzkosten für eine Heizung mit WP + EWS

- 😊😊😊 5 Jahre
- 😊😊 10 Jahre
- 😊 15 Jahre
- 😐 20 Jahre



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!



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 Zusatzkosten dazu, ist die WP mit EWS ab 34 Cents für den Liter Heizöl-leicht günstiger !!



Vergleichsrechnungen



und.....

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

Statistik: K.F. Stärk



Erdwärme für den Hausgebrauch



Gliederung

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



Erdwärme für den Hausgebrauch



Folgerungen

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



Erdwärme für den Hausgebrauch



Folgerungen

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





Erdwärme für den Hausgebrauch



Folgerungen

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



Erdwärme für den Hausgebrauch



Fazit Erdwärme

- ☺ **man sieht sie nicht**
- ☺ **man riecht und hört sie nicht**
- ☺ **man zahlt sie nicht**
- ☺ **sie ist weder brennbar noch explosiv**
- ☺ **sie ist unerschöpflich**
- ☺ **sie regeneriert sich von selbst**
- ☺ **sie kühlt auch spottbillig**
- ☺ **sie macht unabhängig**



Danke
Thank you



Erdwärme für den Hausgebrauch

**Dr.-Ing. Klaus F. Stärk Untersiggenthal/Schweiz
klaus.staerk@swissonline.ch**

www.staerk-erdwaerme.ch (in Vorbereitung)