

## Langzeiterfahrungen mit einer Erdwärmesondenanlage und Erneuerung einer Wärmepumpe

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



### Gliederung

- Anlage und Messungen 1985 bis 2010
- Langzeiterfahrungen, Nachhaltigkeit
- Wirkungsgrad von Wärmepumpen
- Umbau auf neue Wärmepumpe 2008
- Wo ist Handlungsbedarf?  
Was kann man tun?
- Folgerungen



Heizen und Kühlen



# „kostenloser“ Energiespeicher Untergrund

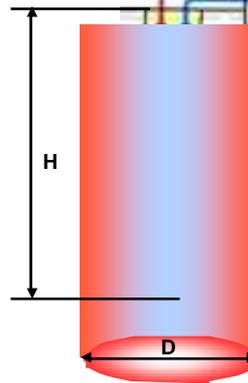
Nutzbares Volumen

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

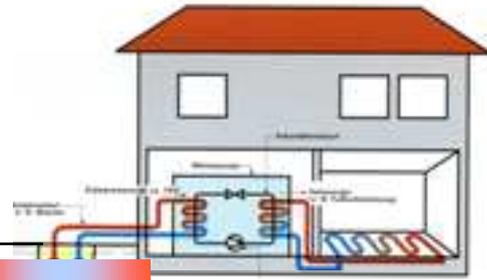
6m Durchmesser D

2x60m Tiefe H

ca. 3400 m<sup>3</sup> !!



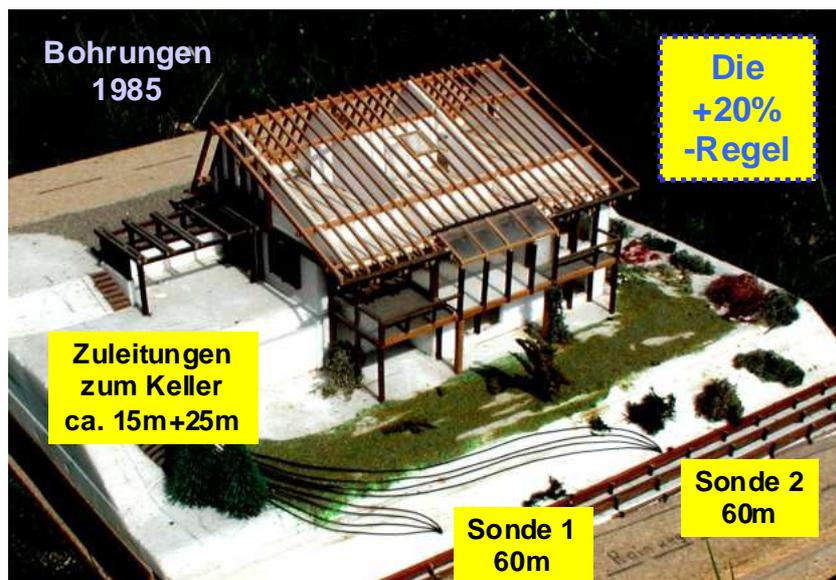
**Energiespeicher**



Schema2-Erdsonde.jpg/Rohner  
sowie EABB\_Rohner-2-KS.ppt



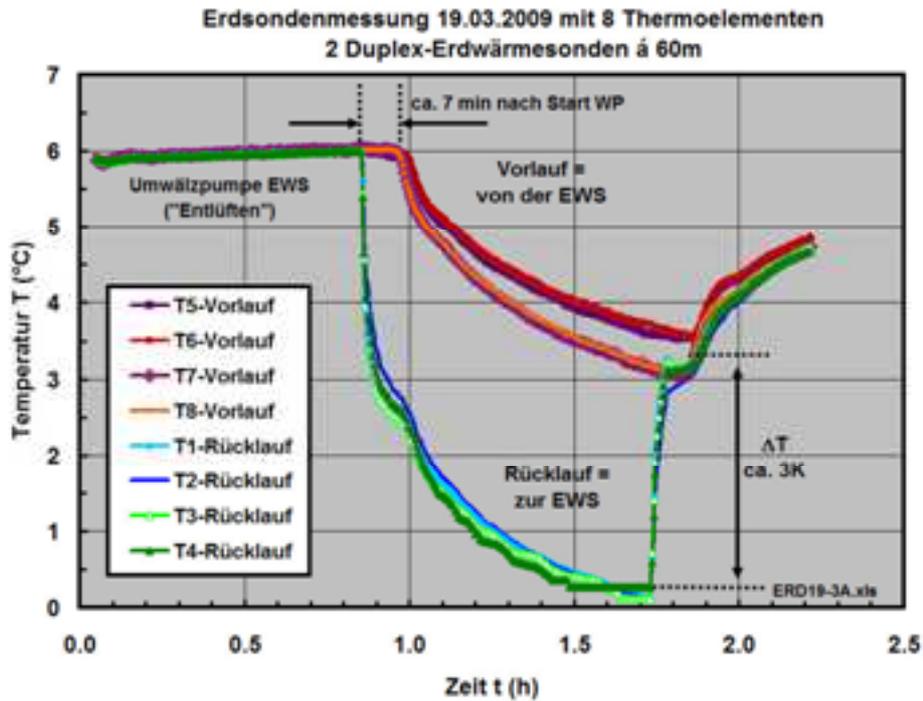
2x60m Erdsonden +  
40m Zuleitungen



Model+Erdsonde-22!!!.jpg



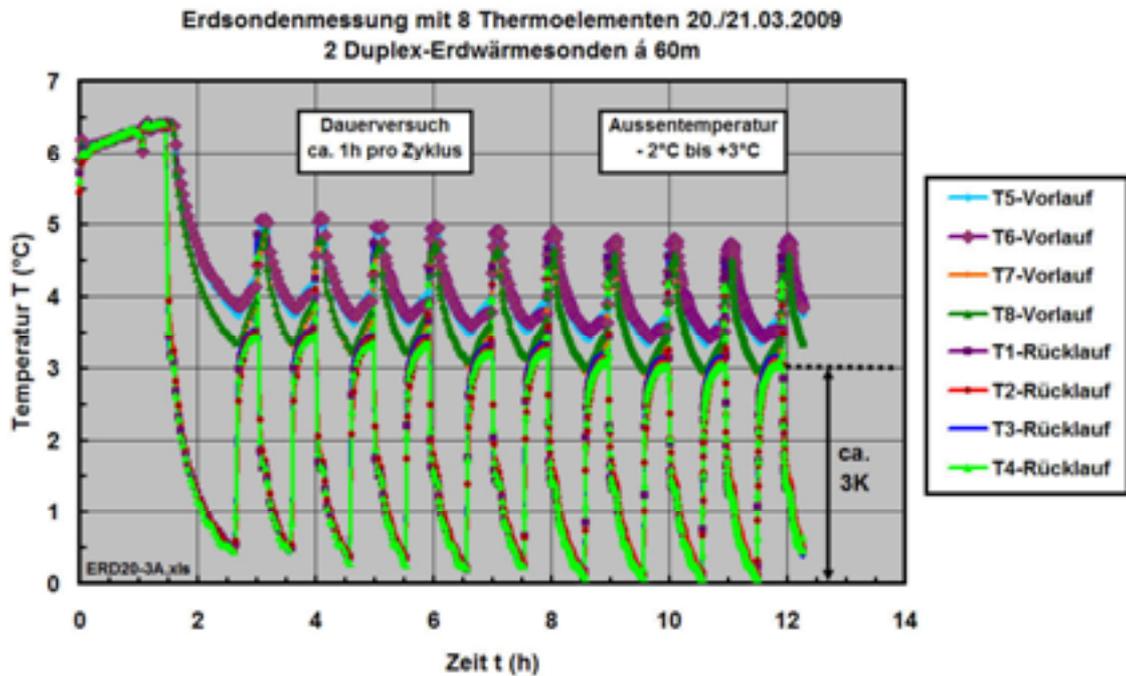
# Heizen



J03-ERD19-3A.jpg



# Heizen



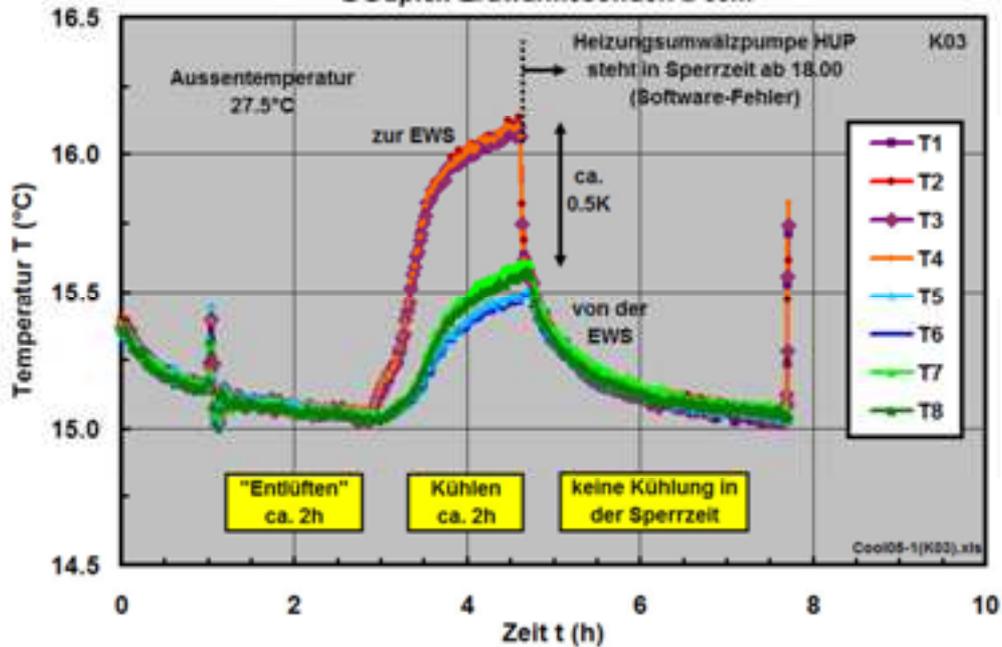
J04-ERD20-3A.jpg



## Kühlen (nur EG)



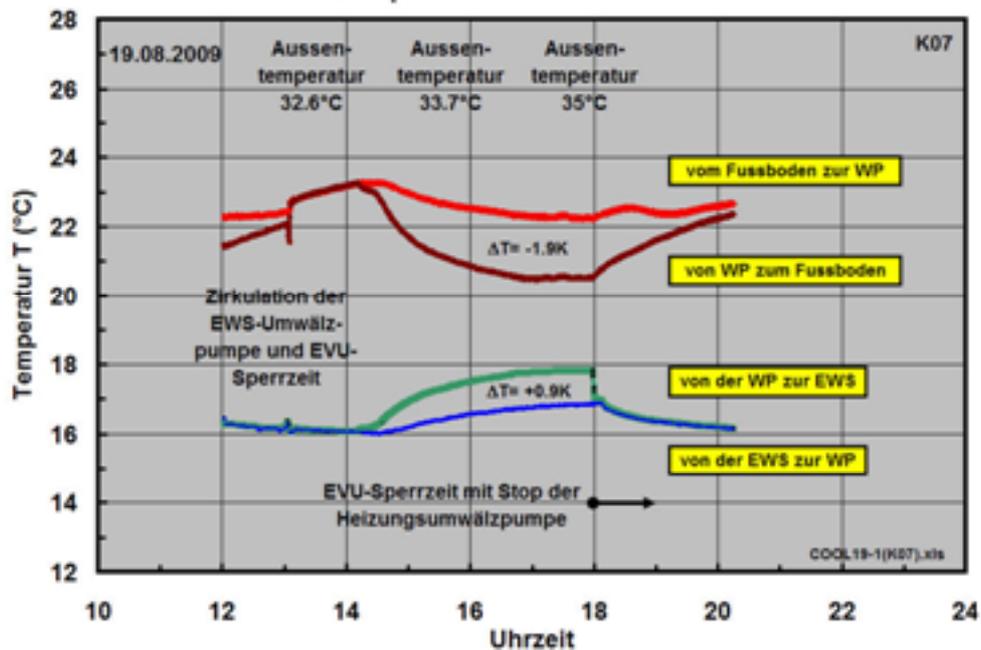
Erdsondenmessung an 8 Rohren  
2 Duplex-Erdwärmesonden à 60m



## Kühlen (nur EG)



Erd-Kälte-Sondenmessung Kühlung  
2 Duplex-Erdwärmesonden à 60m

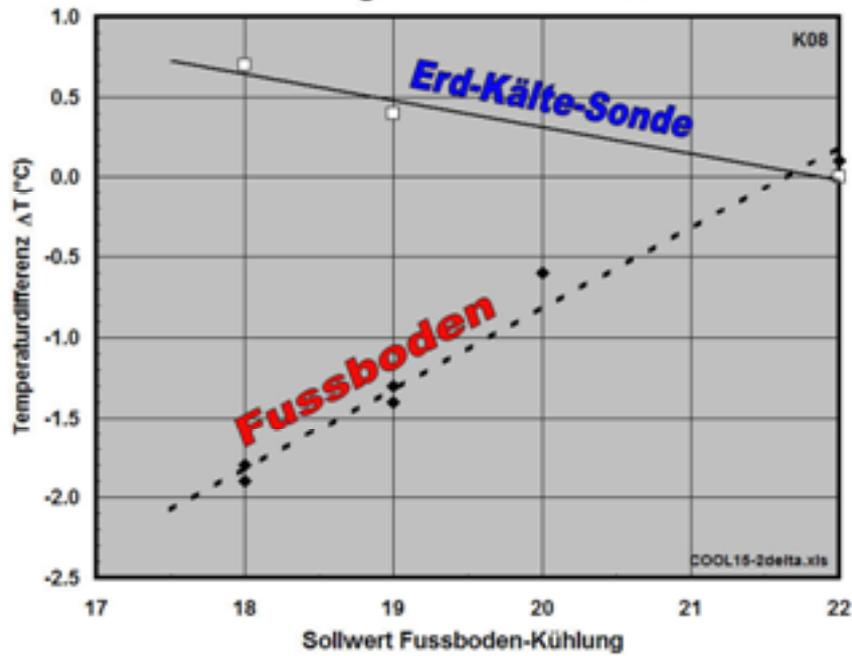




## Kühlen (nur EG)



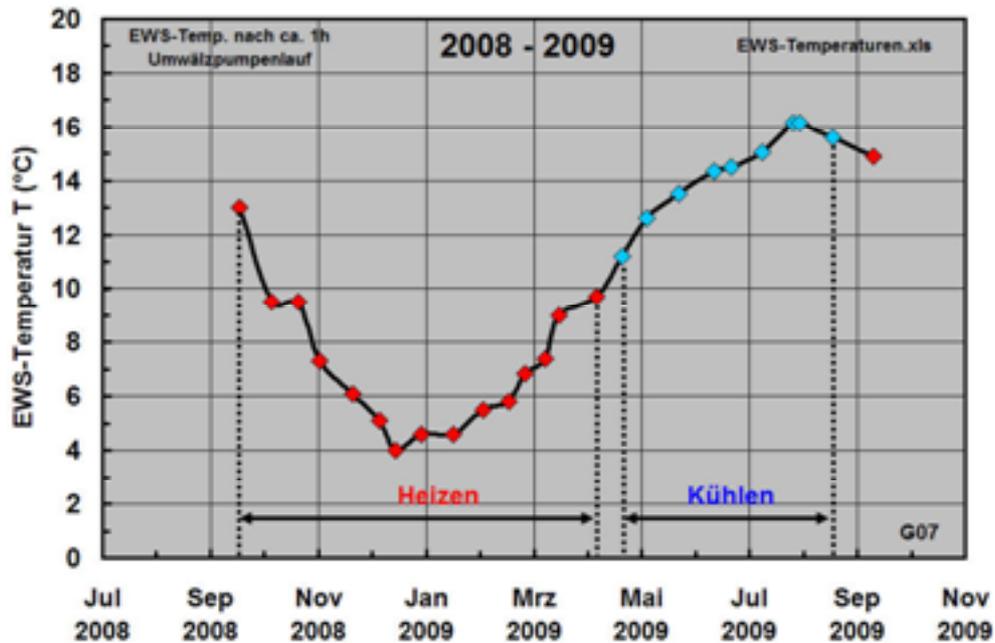
Kühlungsintensität Fussboden



## Heizen + Kühlen

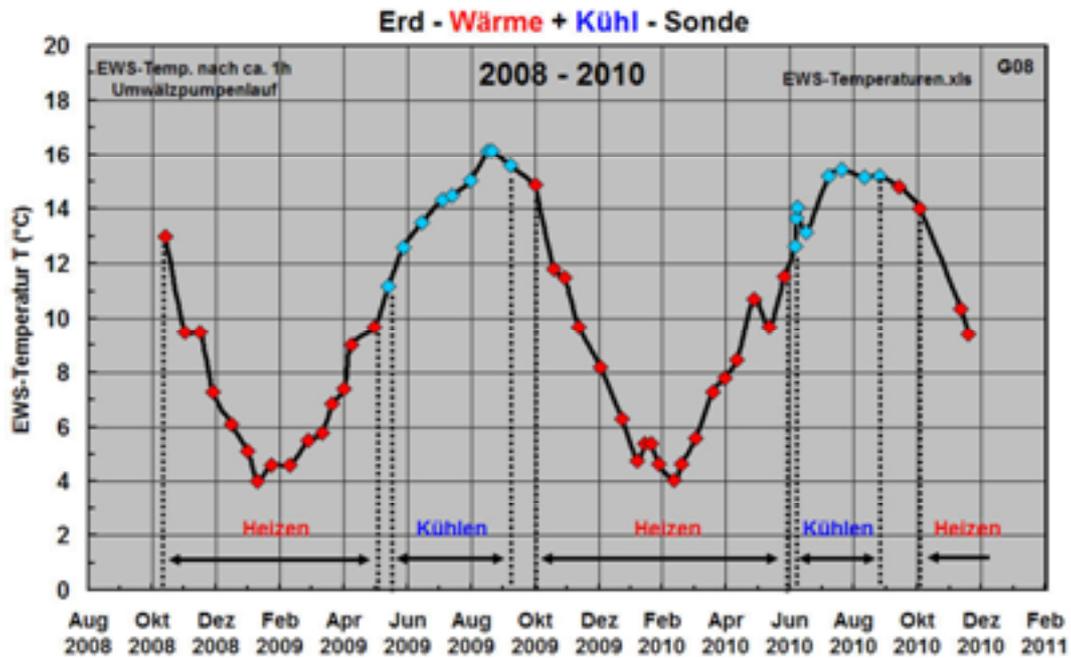


Erd - Wärme + Kühl - Sonde

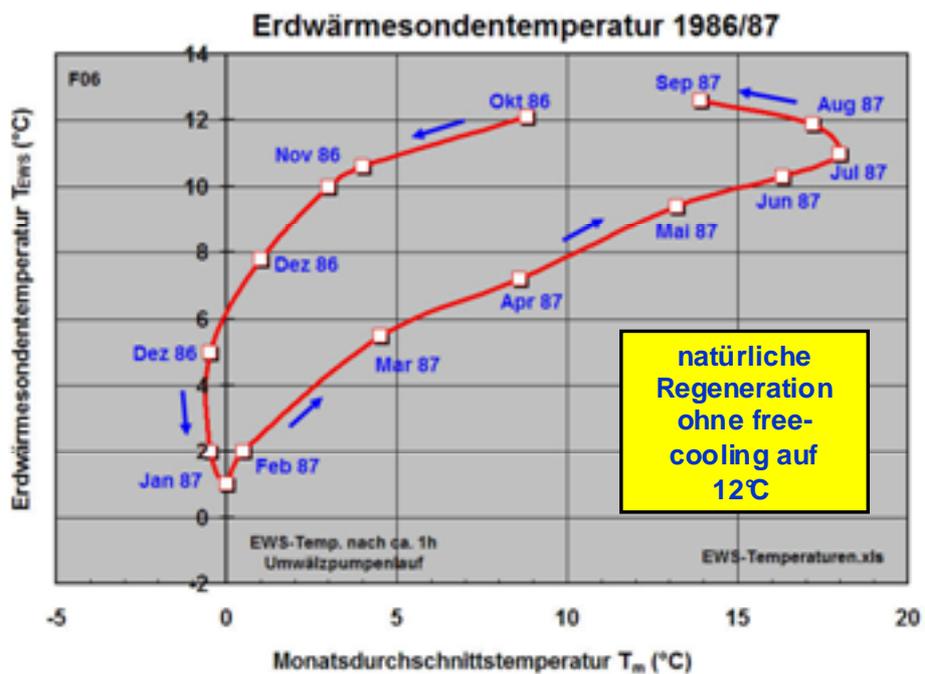




## Heizen + Kühlen



## Jahresschleife

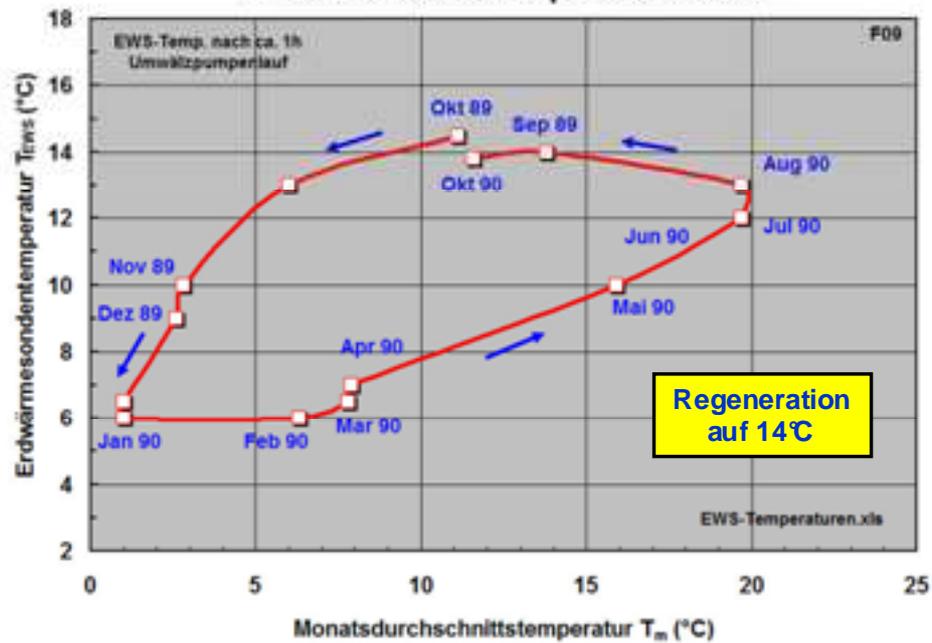




## Jahresschleife



Erdwärmesondentemperatur 1989/90



## Gliederung



- Anlage und Messungen 1985 bis 2010
- Langzeiterfahrungen, Nachhaltigkeit



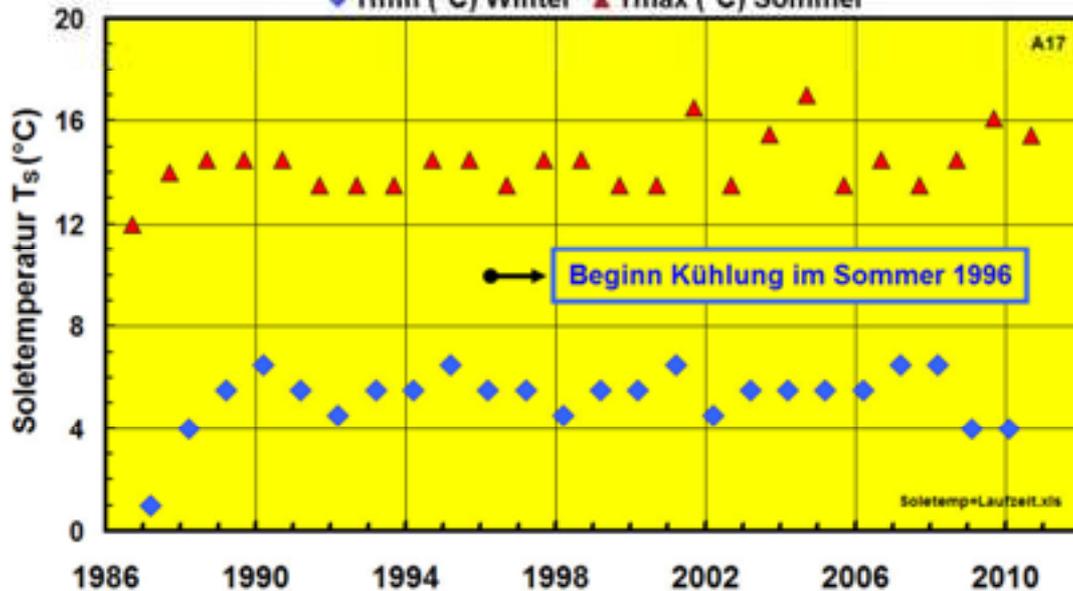
## Nachhaltigkeit



### Erdsondentemperatur 1986 bis 2010

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

◆ Tmin (°C) Winter ▲ Tmax (°C) Sommer



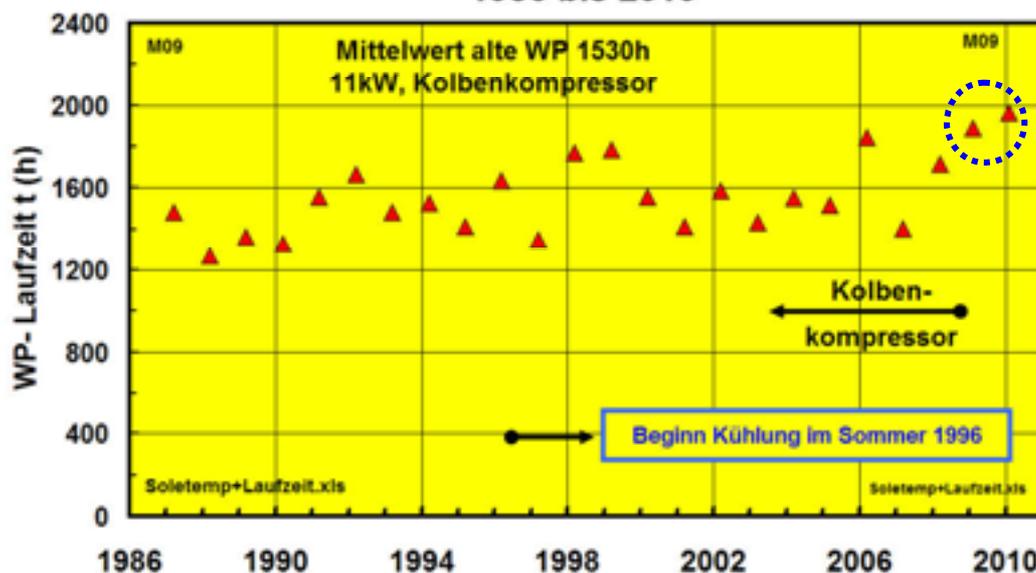
Soletemp+Laufzeit.xls



## Betriebsstunden



### Wärmepumpenlaufzeit pro Heizperiode 1986 bis 2010



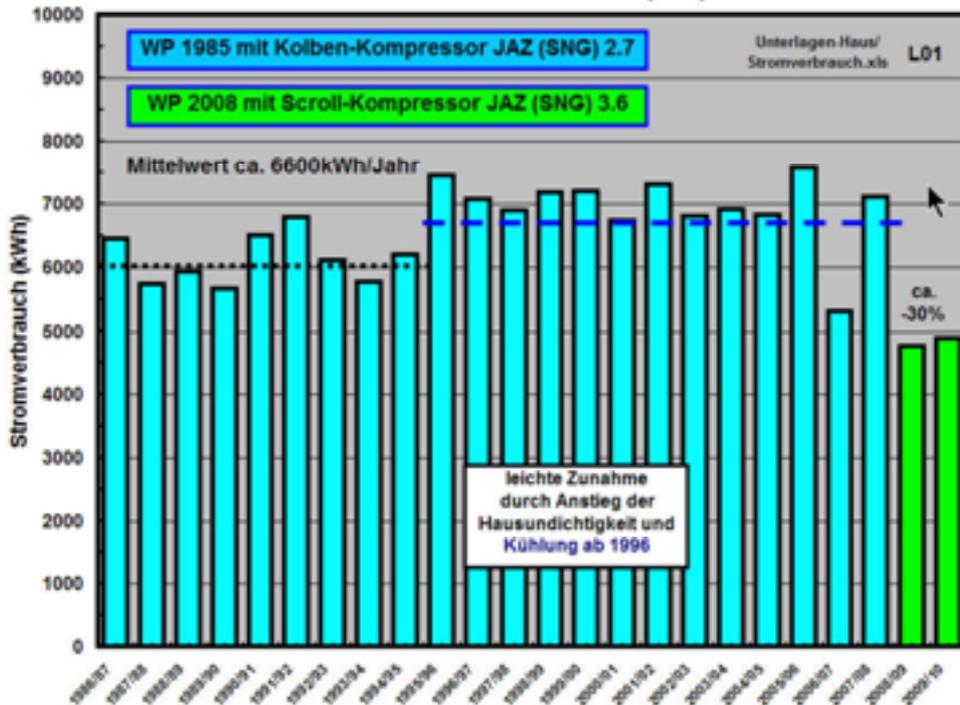
Stromverbrauch.xls



# Stromverbrauch



Stromverbrauch Wärmepumpe



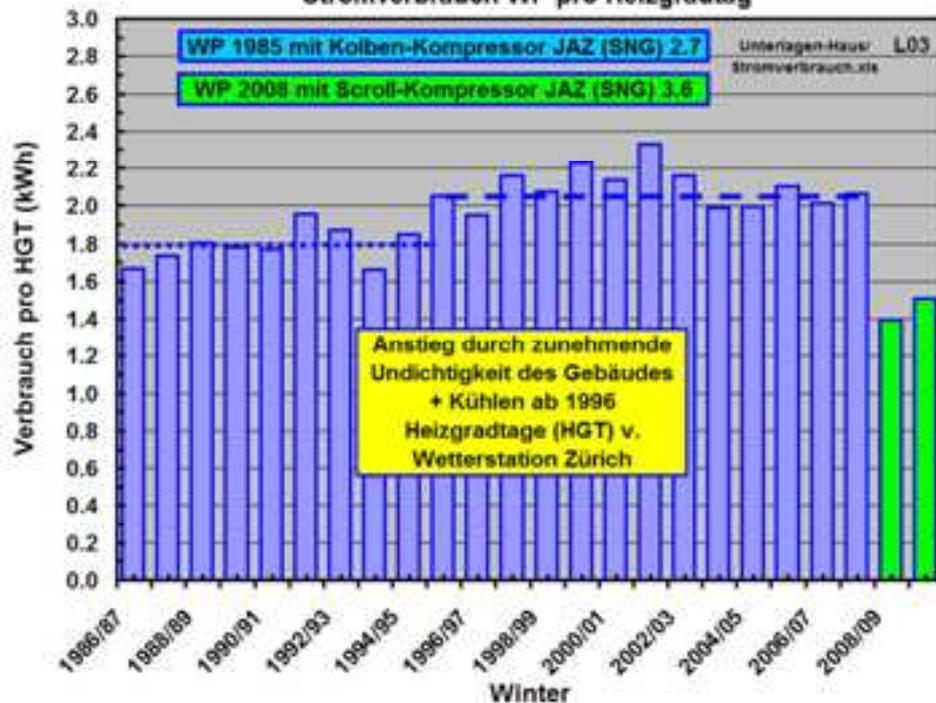
Stromverbrauch.xls



# Stromverbrauch



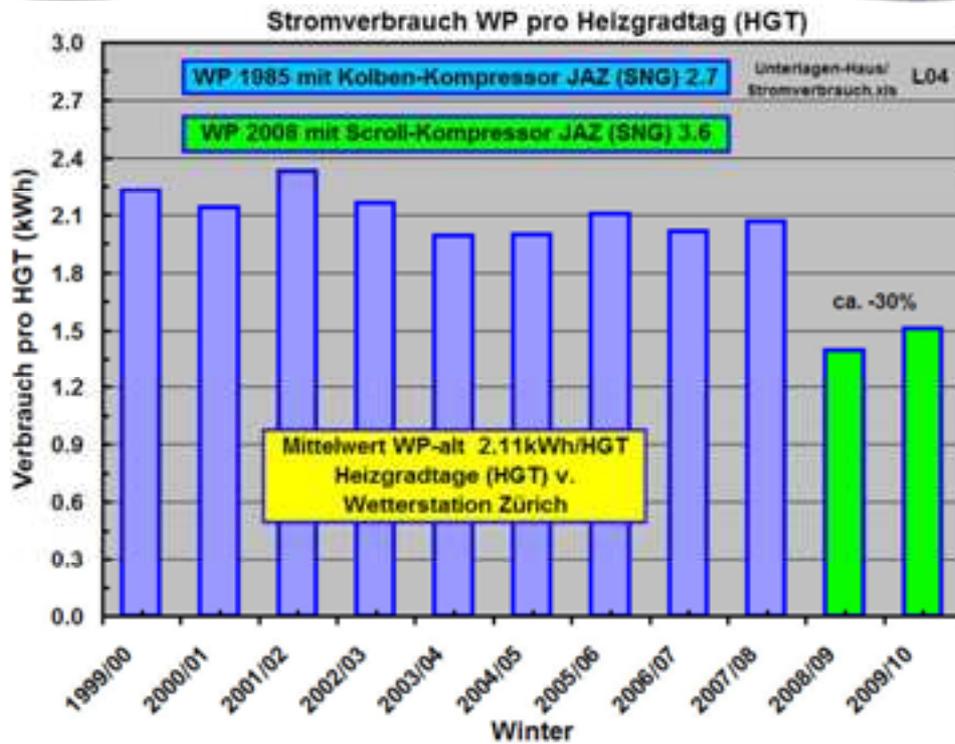
Stromverbrauch WP pro Heizgradtag



Stromverbrauch.xls



## Stromverbrauch



Stromverbrauch.xls



## Gliederung



- Anlage und Messungen 1985 bis 2010
- Langzeiterfahrungen, Nachhaltigkeit



**Jahresarbeitszahl  
JAZ**



**Wärmemenge**

**Stromverbrauch**



**:**



**= JAZ**

**kWh**

**kWh**

NeoVac-04.jpg

Stromzähler.jpg

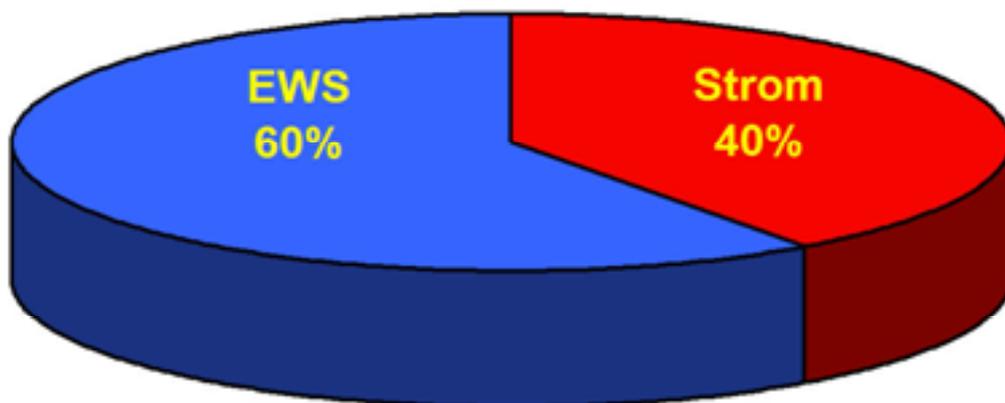


**Änderung der EWS-  
Belastung in Abhängigkeit  
von der JAZ**



**Heizleistung  
Jahresarbeitszahl 2.5**

**“schlechte  
Anlage”**

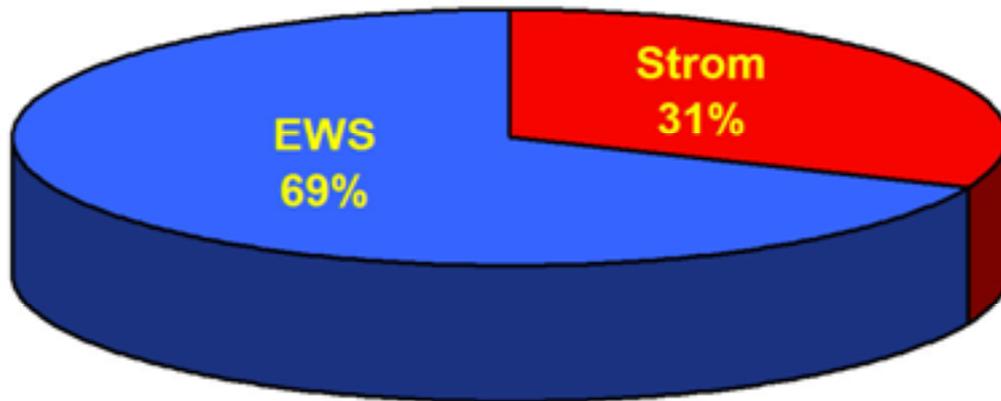




Änderung der EWS-  
Belastung in Abhängigkeit  
von der JAZ



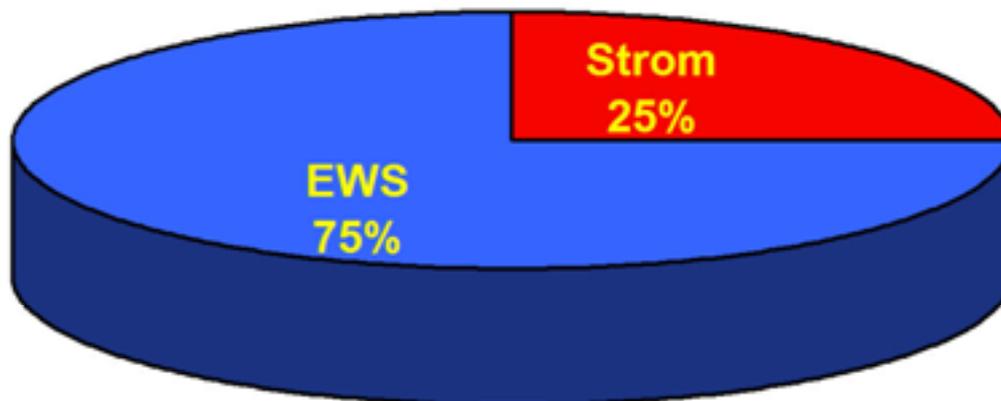
Heizleistung  
Jahresarbeitszahl 3.2



Änderung der EWS-  
Belastung in Abhängigkeit  
von der JAZ



Heizleistung  
Jahresarbeitszahl 4.0



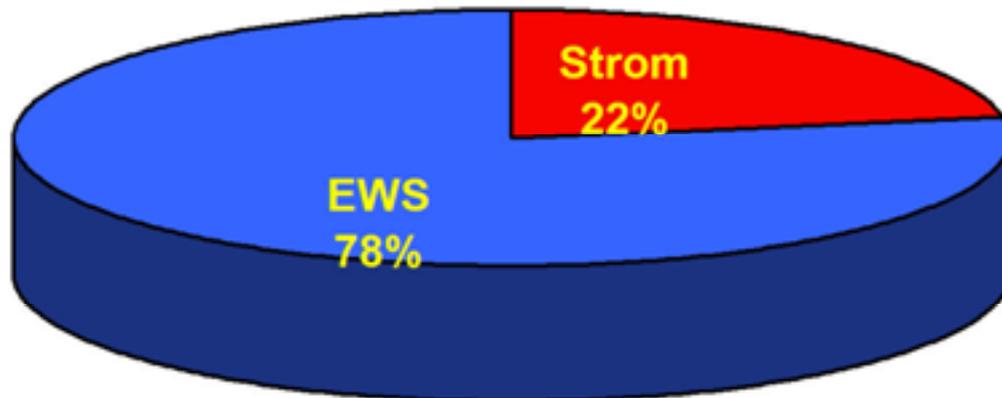


Änderung der EWS-  
Belastung in Abhängigkeit  
von der JAZ



Heizleistung  
Jahresarbeitszahl 4.5

“gute  
Anlage”



Grösserer Wirkungsgrad der WP = höhere Belastung der EWS



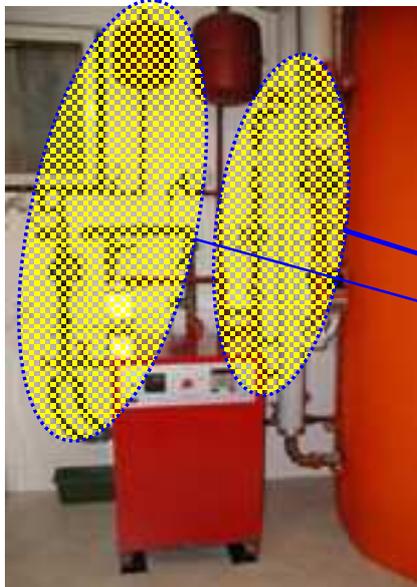
## Gliederung



- Anlage und Messungen 1985 bis 2010
- Langzeiterfahrungen, Nachhaltigkeit
- Wirkungsgrad von Wärmepumpen
- Umbau auf neue Wärmepumpe 2008



alte WP mit  
Kolben-Kompressor



1985 bis 2008

WP-Uebersicht.jpg



neue WP mit  
Scroll-Verdichter



2008 - ????

dpha-inn oTec16.jpg



## alt und neu



	alte Wärmepumpe	neue Wärmepumpe
Verdichter	Kolben-Kompressor	Scroll-Kompressor
Kältemittel	R22	R407C
Lebensdauer (geschätzt)	15-20 Jahre (>23 eff.)	20-25 Jahre
Servicevertrag	nein	nein
Warmwassererzeugung	nein	nein
Direkte Kühlung	ja	ja
* Pufferspeicher	1500 l	nein
* Heizleistung (100%)	11 kW	9 kW
* Jahresarbeitsziffer JAZ	3.2	4
Systemnutzungsgrad SNG	2.8	3.6
Wärmeanteil (elektrisch)	11/2.8= 3.9 kW (35%)	9/3.6= 2.5 kW (28%)
Wärmeanteil (Sonde)	11-3.9= 7.1 kW (65%)	9-2.5= 6.5 kW (72%)
Sondenlänge (gesamt)	2x(60m+10m)= 140 m	2x(60m+10m)= 140 m
* Sondenbelastung	7100/140= 51 W/m	6500/140= 46 W/m
* Stromverbrauch, ca.	7000 kWh	4900 kWh (-30%)
Photovoltaik-Fläche, ca.	7000/120= 60 m <sup>2</sup>	4900/120= 40 m <sup>2</sup>

Argumente WP alt+neu.jpg



## Vergleich 1985 und 2008



Anlage + Wärmepumpe	1985	2008
Aufbau	Einzelemente, einfach	Komplettlösung, perfekt
Kompressor	Kolben-Kompressor	Scroll-Kompressor
Kältemittel	R22 (stark ozonschädlich)	R407C
Verrohrung	Eisen+Messing, nicht isoliert	rostfreier Stahl+Messing, isoliert
Schläuche	nicht isoliert	isoliert
* Puffer-Speicher	1500 l	nein
* Umwälzpumpe Sole	260 W (effektiv <b>200 W</b> )	UPS 25-80 130/170/ <b>180 W</b>
* Umwälzpumpe Speicher	30/50/ <b>65 W</b> (eingest. 65 W)	nein
Umwälzpumpe Heizung	80/ <b>110</b> /125 W (eingest. 110 W)	UPS 25-60 45/65/ <b>90 W</b>
Direkte Kühlung (free cooling)	Eigenbau 1996	integriert
Regelung Direkte Kühlung	Eigenbau (Thermostat)	integriert
Zeitschaltuhr	Nachrüstung	integriert
Spülung der Heizkreisläufe	nein (Baujahr 1985)	ja
Überprüfung der Sole	nein (1985= 25% Äthylen-Glykol)	ja
* Mischventil	ja	nein
Kosten	100%	ca. 200%

WP1985+2008.jpg



## Gliederung



- Anlage und Messungen 1985 bis 2010
- Langzeiterfahrungen, Nachhaltigkeit
- Wirkungsgrad von Wärmepumpen
- Umbau auf neue Wärmepumpe 2008
- Wo ist Handlungsbedarf?  
Was kann man tun?



# Was kann man tun?



- Klare Definition der Effektivität



## Verbrauch bzw. Effektivität



„realitätsnah“

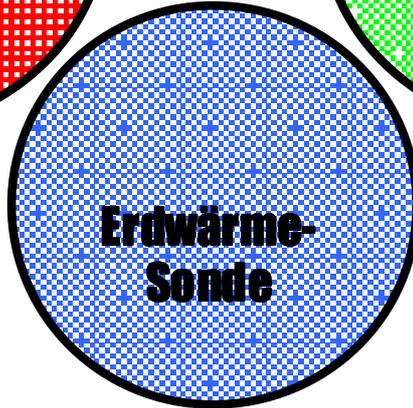
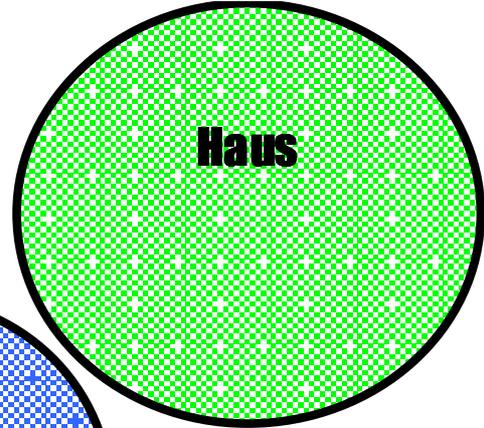
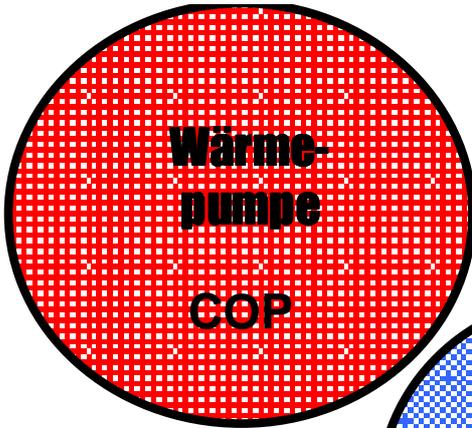
	<b>Auto</b> Verbrauch (l/100km)	<b>WP*+EWS</b> Wirkungsgrad (%)	
<b>Prüfstand</b>	<b>6</b>	<b>450</b>	<b>COP</b>
<b>Opt. Testlauf</b>	<b>7</b>	<b>420</b>	↓ <b>JAZ</b>
<b>Tagesmittel</b>	<b>9</b>	<b>380</b>	↓ <b>SNG</b>
<b>Jahresmittel</b>	<b>10</b>	<b>360</b>	



\*SCROLL-Kompressor



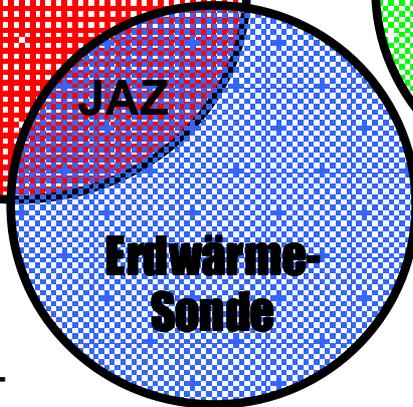
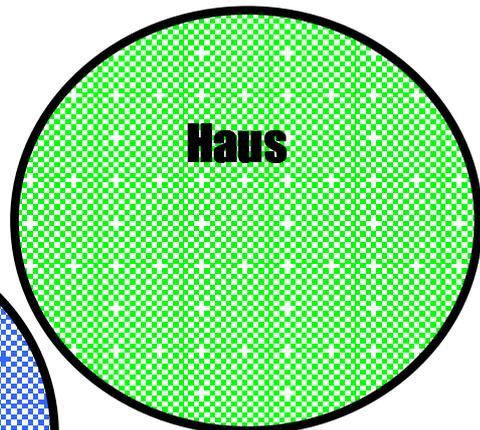
Systemgrenzen



COP =  
Coefficient of  
Performance



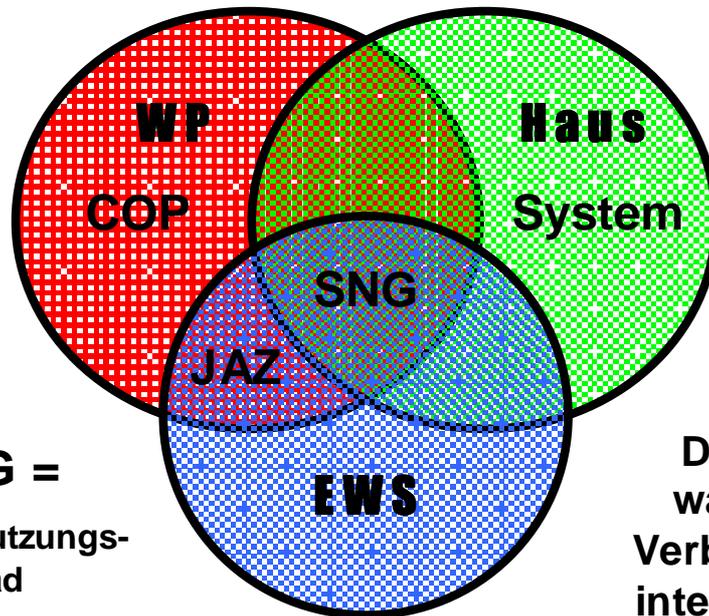
Systemgrenzen



JAZ =  
Jahresarbeits-  
zahl



## Systemgrenzen



**SNG =**  
Systemnutzungs-  
grad

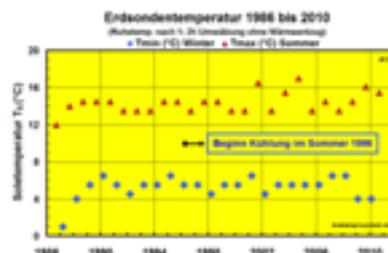
Das ist,  
was den  
Verbraucher  
interessiert!



## Was kann man tun?



- Klare Definition der Effektivität
- Nachweis der Nachhaltigkeit  
z.B. Langzeitmessungen



und Studien: z.B. Bundesamt für Energie

<http://www.bfe.admin.ch/dokumentation/energieforschung/>



## Was kann man tun?



- Klare Definition der Effektivität
- Nachweis der Nachhaltigkeit
- Seriöse Bohrfirmen mit Fixpreisen
  - kalkuliertes Risiko
  - Geologische Karten und Leitfäden
  - EWS-Gütesiegel
  - Beispiel Schweiz



## Was kann man tun?



- Klare Definition der Effektivität
- Nachweis der Nachhaltigkeit
- Seriöse Bohrfirmen mit Fixpreisen
- „Un-Sicherheitsbeiwerte“ als Standard
  - + 20% bei der Bohrtiefe und/oder
  - + 20% bei der Isolation



## Was kann man tun?



- Klare Definition der Effektivität
- Nachweis der Nachhaltigkeit
- Seriöse Bohrfirmen mit Fixpreisen
- „Un-Sicherheitsbeiwerte“ als Standard
- Anlagenoptimierung
  - EWS-Tiefe und -Anordnung
  - Wärmepumpengrösse
  - Speicher, free-cooling
  - Solarkollektor



## Was kann man tun?



- Klare Definition der Effektivität
- Nachweis der Nachhaltigkeit
- Seriöse Bohrfirmen mit Fixpreisen
- „Un-Sicherheitsbeiwerte“ als Standard
- Anlagenoptimierung
- Zukunftsplanung („Horizont“ >20 Jahre)
  - beheizte Fläche, Thermographie
  - Effektivität der Wärmepumpe



## Was kann man tun?



- Klare Definition der Effektivität
- Nachweis der Nachhaltigkeit
- Seriöse Bohrfirmen mit Fixpreisen
- „Un-Sicherheitsbeiwerte“ als Standard
- Anlagenoptimierung
- Zukunftsplanung
- Bessere EWS-Beispiele als Stufen!



## Heizen + Kühlen



## Folgerungen

- Heizung funktioniert problemlos seit 1985
- Direktkühlung funktioniert problemlos seit 1996
- ökologische Lösung (Umwelt)
- ökonomische Lösung (Kostenrechnung)
- Serviceaufwand sehr niedrig bzw. null
- Nachhaltigkeit der Erdwärmesonden erwiesen (vollständige Regeneration)

<http://www.bfe.admin.ch/dokumentation/energieforschung/>



## Urlaub 2010

**miserabler  
carbon foot print**



## Verbrauch

$$\frac{40.000\text{km} \cdot 3 \text{ Liter} \cdot 3 \text{ Personen}}{100\text{km}}$$

= ca. 3600 Liter Kerosin/Diesel  
= ca. 2 Jahre Heizen mit Öl



## Kosten

**24.000€/400€/Jahr  
= ca. 60 Jahre Heizen !**



**Danke**

Aus der  
Praxis  
für  
die  
Praxis



**Thank you**

Langzeiterfahrungen mit einer  
Erdwärmesondenanlage und Erneuerung  
einer Wärmepumpe

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

[www.staerk-erdwaerme.ch](http://www.staerk-erdwaerme.ch)