



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

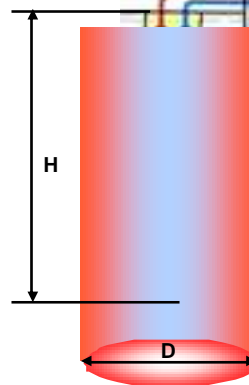
Nutzbares Volumen

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

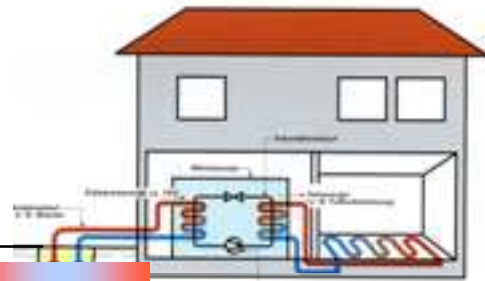
6m Durchmesser D

2x60m Tiefe H

ca. 3400 m³ !!



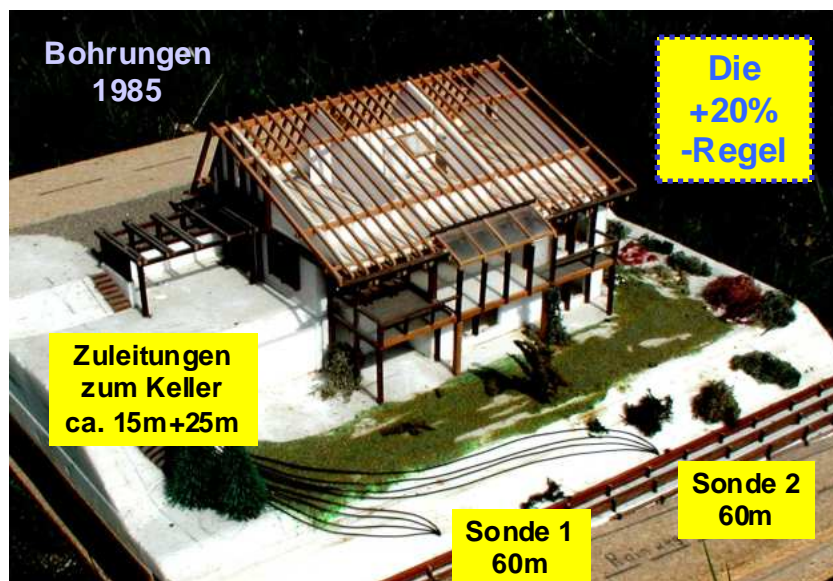
Energiespeicher



Schema2-Erdsonde.jpg/Rohner
sowie EABB_Rohner-2-KS.ppt



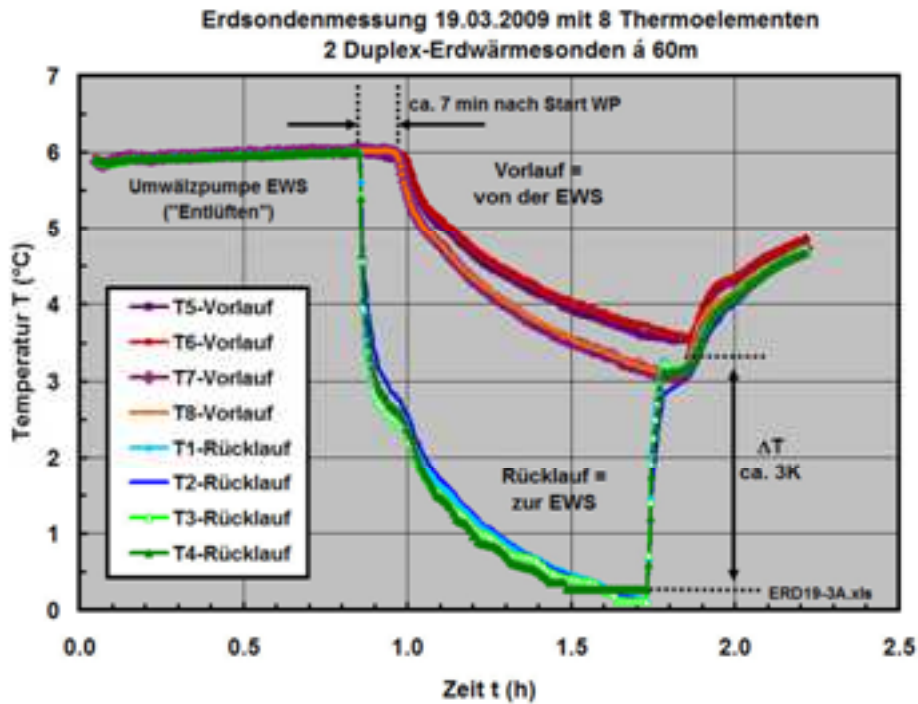
2x60m Erdsonden +
40m Zuleitungen



Model+Erdsonde-22!!!.jpg



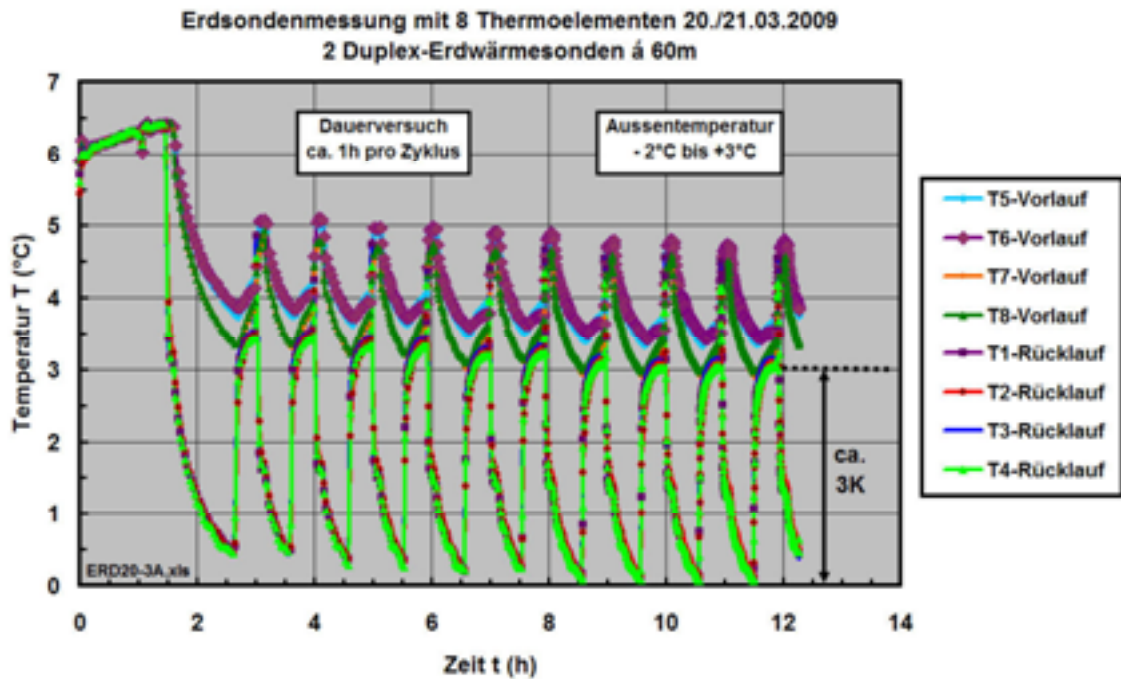
Heizen



J03-ERD19-3A.jpg



Heizen



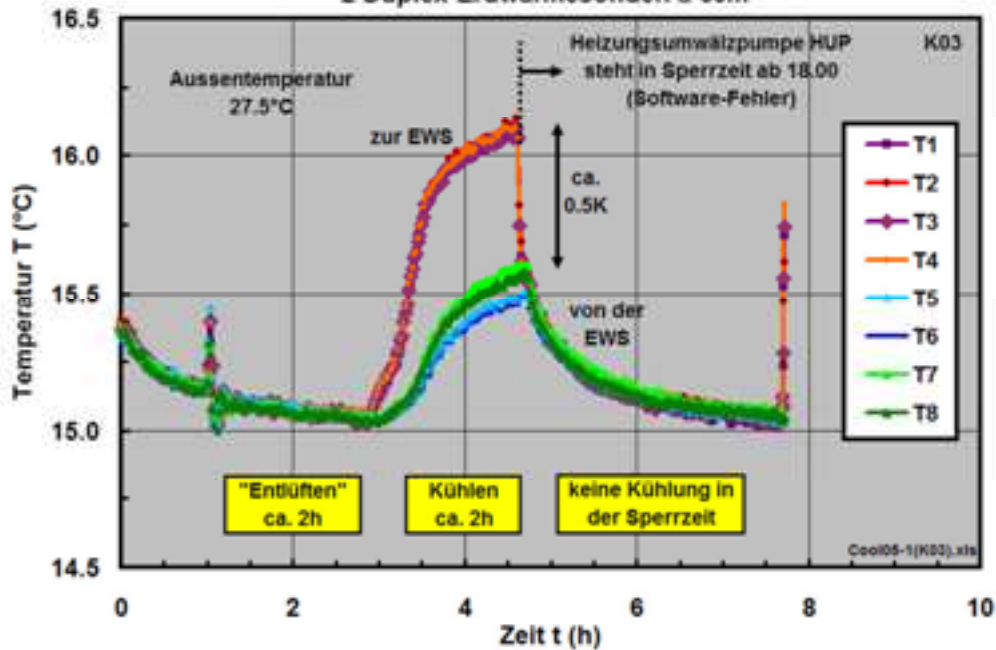
J04-ERD20-3A.jpg



Kühlen (nur EG)



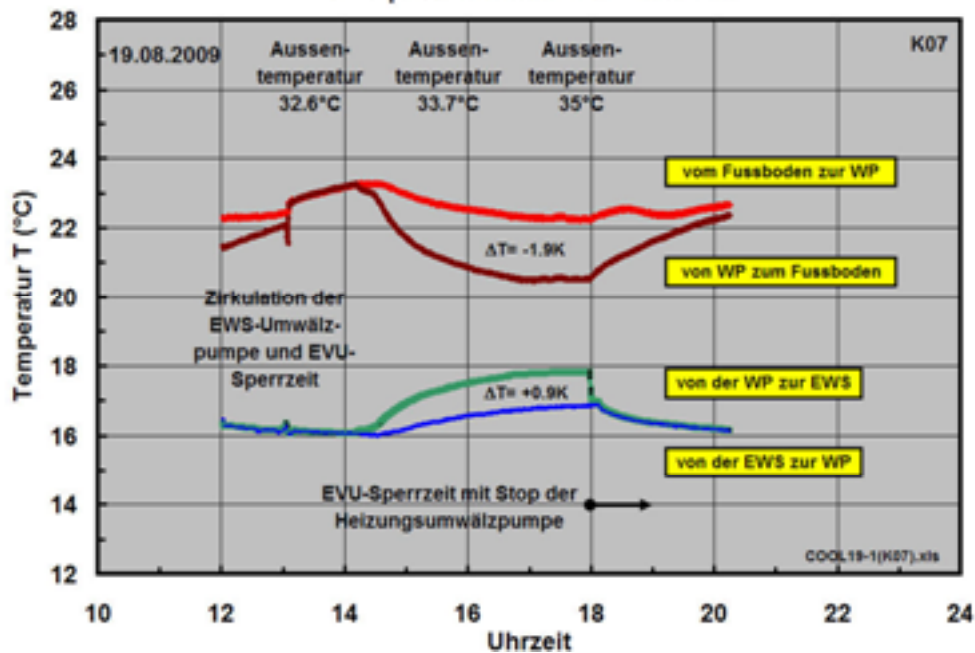
Erdsondenmessung an 8 Rohren
2 Duplex-Erdwärmesonden à 60m



Kühlen (nur EG)



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

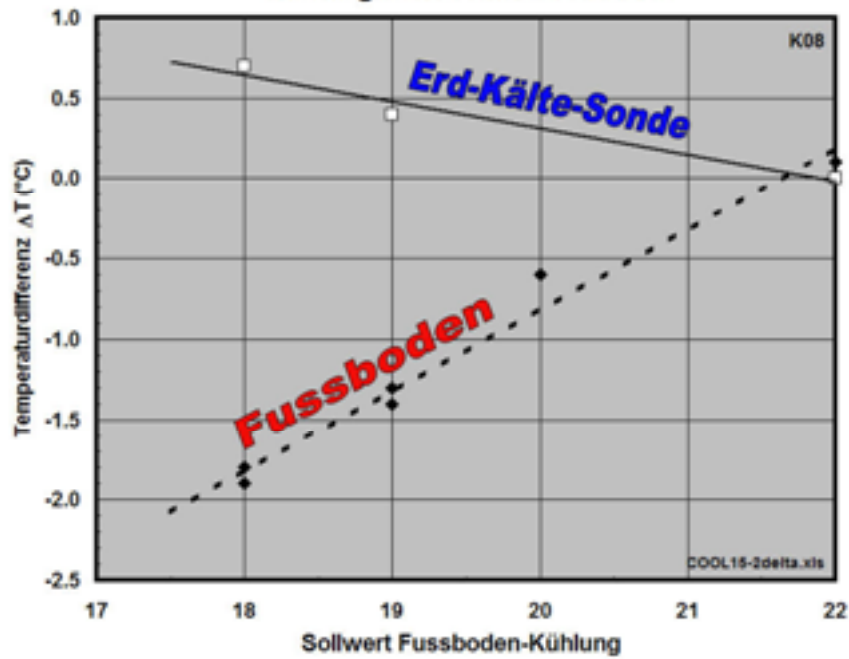




Kühlen (nur EG)



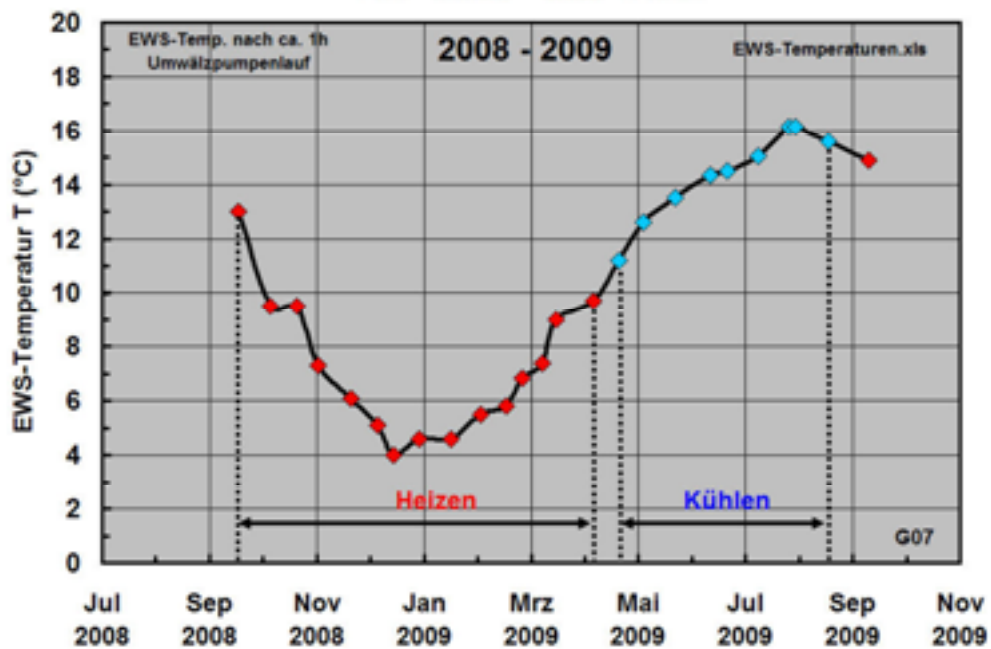
Kühlungsintensität Fussboden



Heizen + Kühlen

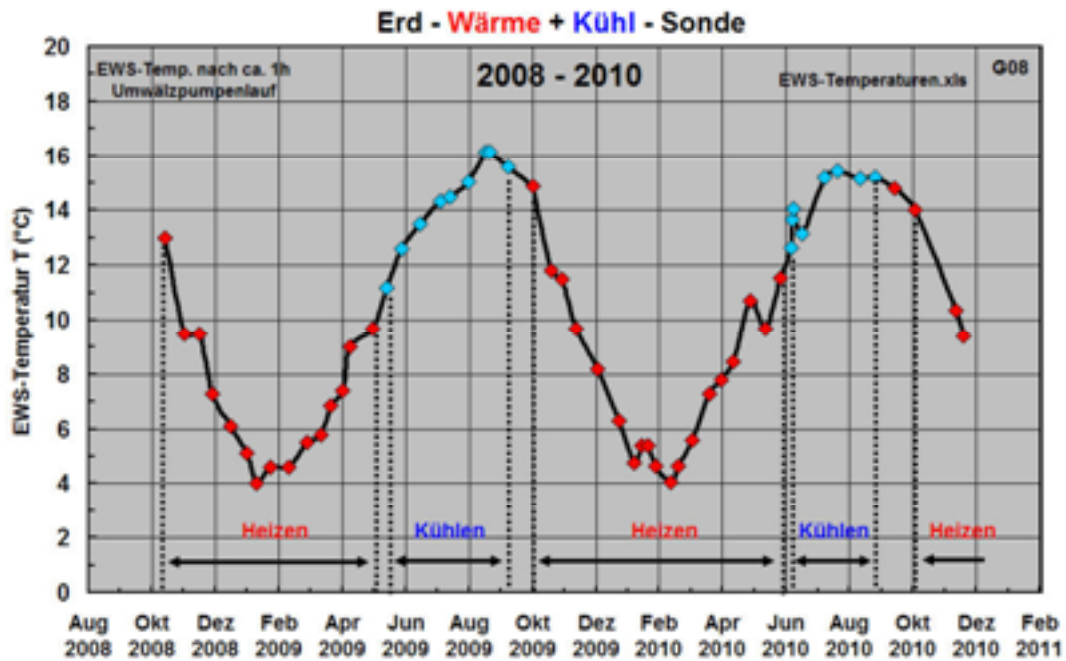


Erd - Wärme + Kühl - Sonde

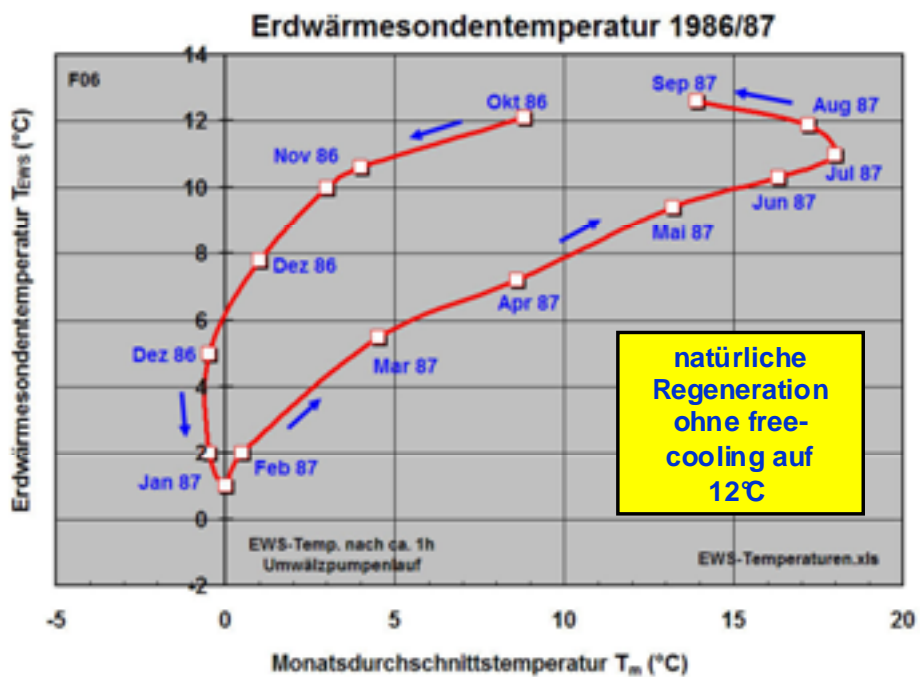




Heizen + Kühlen



Jahresschleife

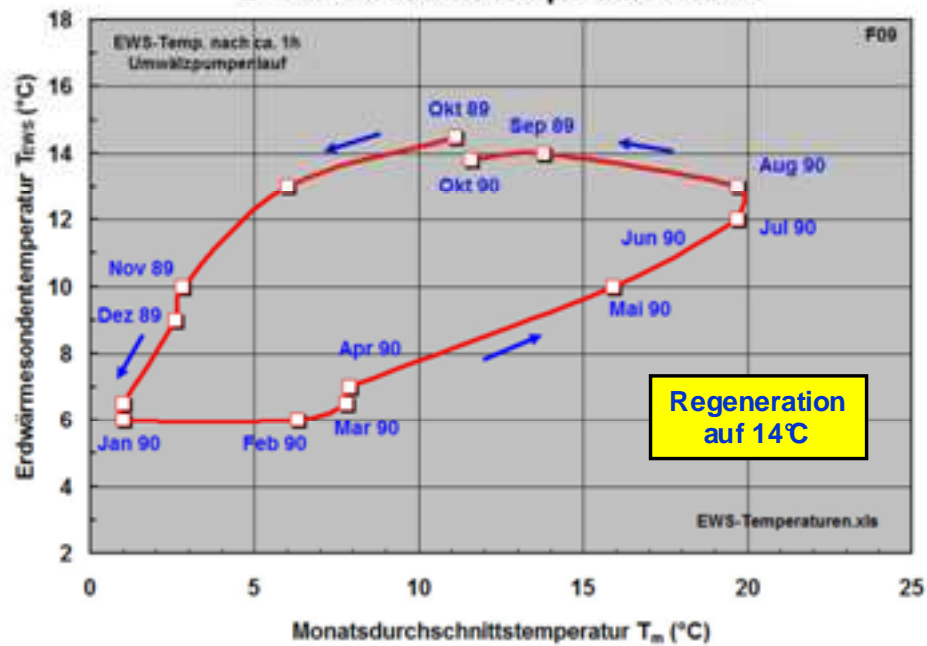




Jahresschleife



Erdwärmesondentemperatur 1989/90



Gliederung



- Anlage und Messungen 1985 bis 2010
- Langzeiterfahrungen, Nachhaltigkeit



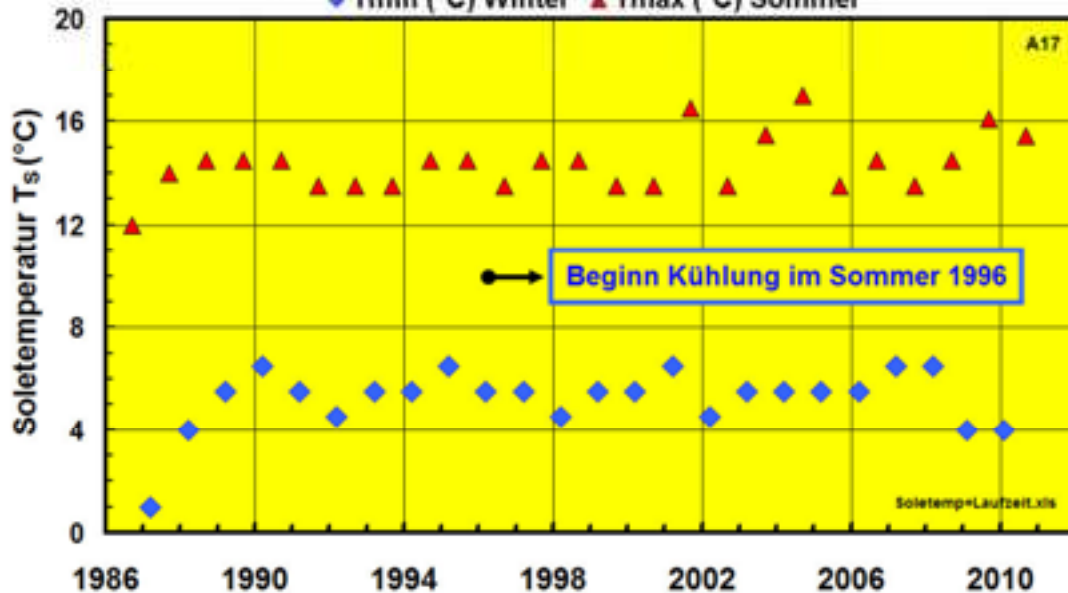
Nachhaltigkeit



Erdsondentemperatur 1986 bis 2010

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

◆ Tmin (°C) Winter ▲ Tmax (°C) Sommer



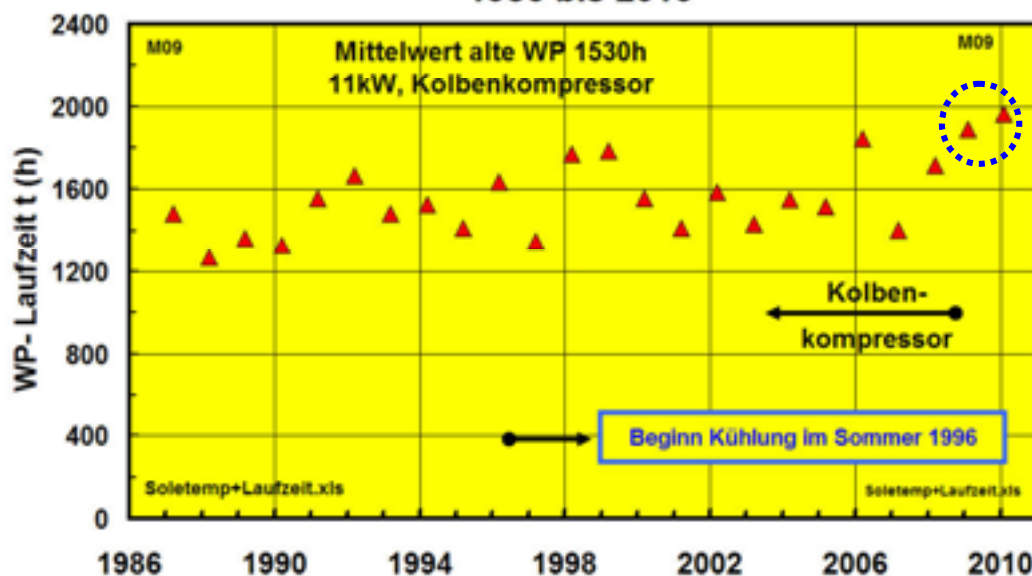
Soletemp+Laufzeit.xls



Betriebsstunden



Wärmepumpenlaufzeit pro Heizperiode 1986 bis 2010



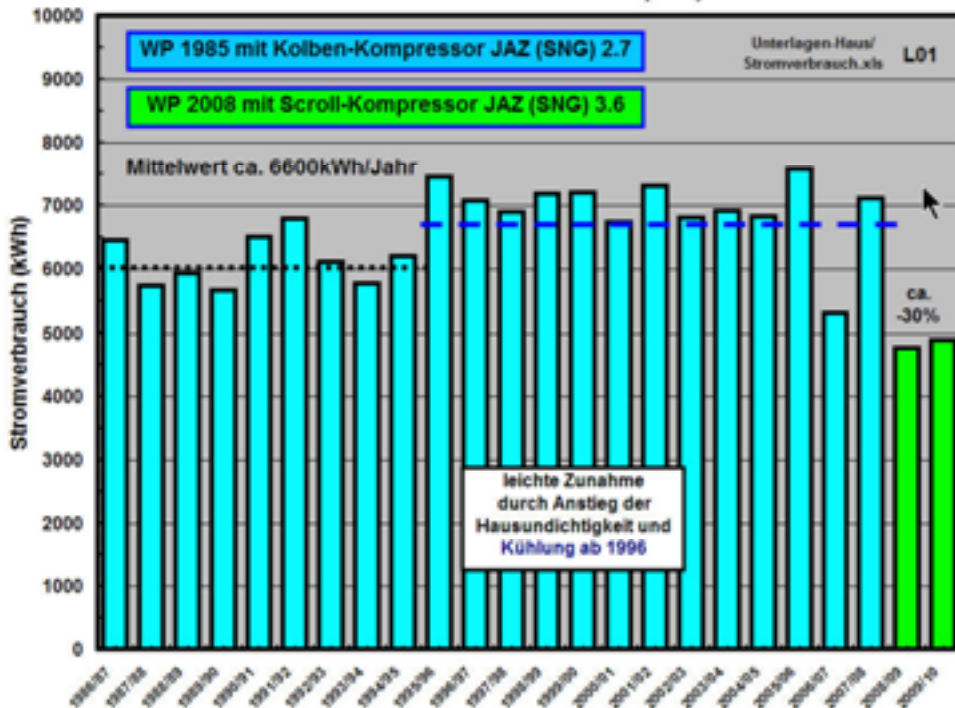
Stromverbrauch.xls



Stromverbrauch



Stromverbrauch Wärmepumpe



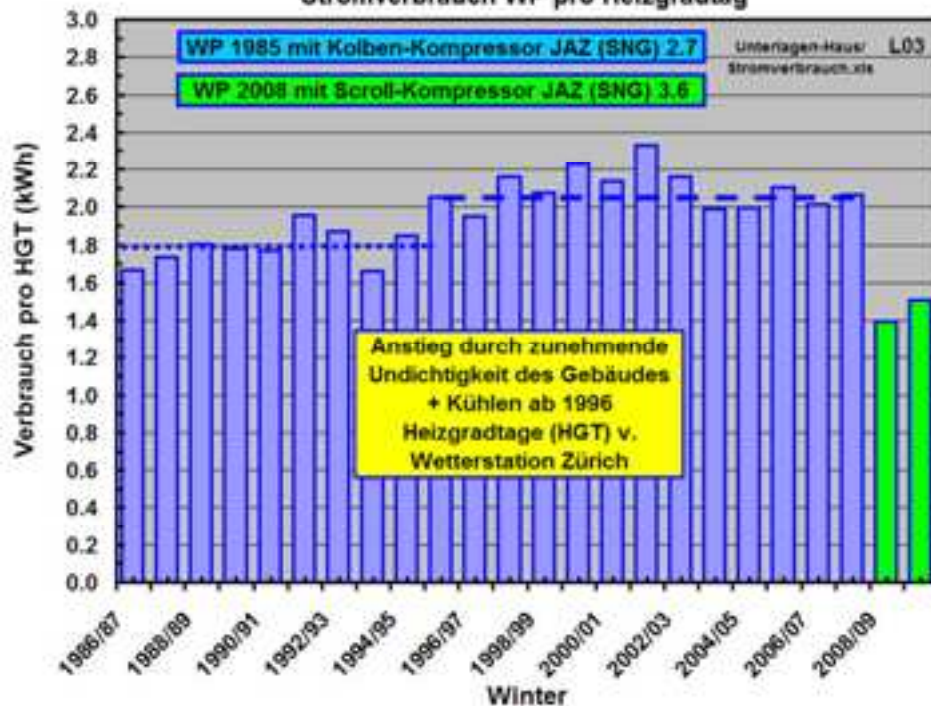
Stromverbrauch.xls



Stromverbrauch



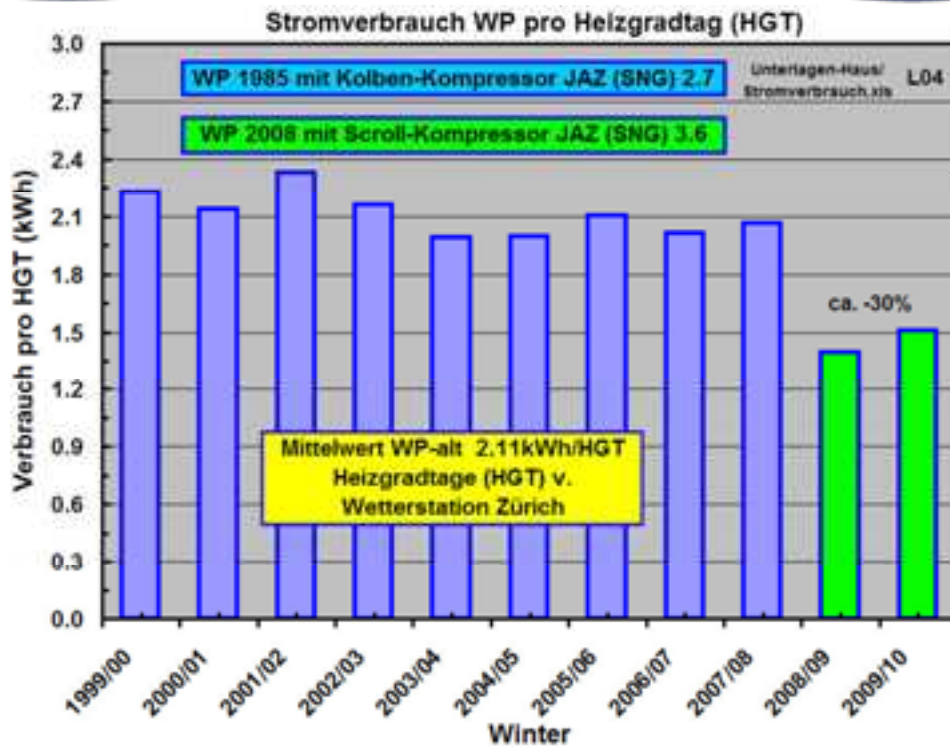
Stromverbrauch WP pro Heizgradtag



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

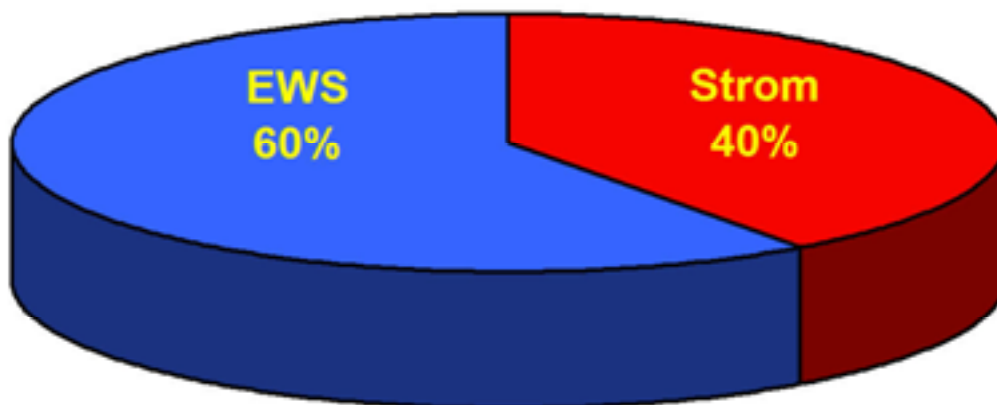


**Änderung der EWS-
Belastung in Abhängigkeit
von der JAZ**



**Heizleistung
Jahresarbeitszahl 2.5**

**“schlechte
Anlage”**

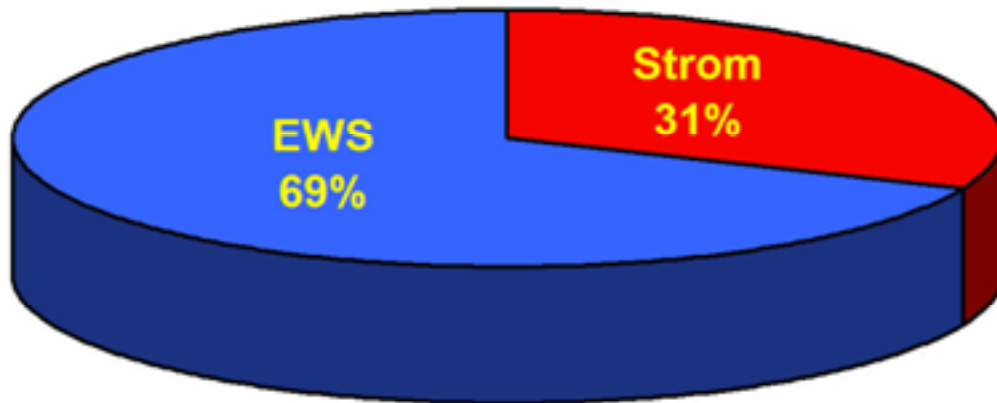




Änderung der EWS-
Belastung in Abhängigkeit
von der JAZ



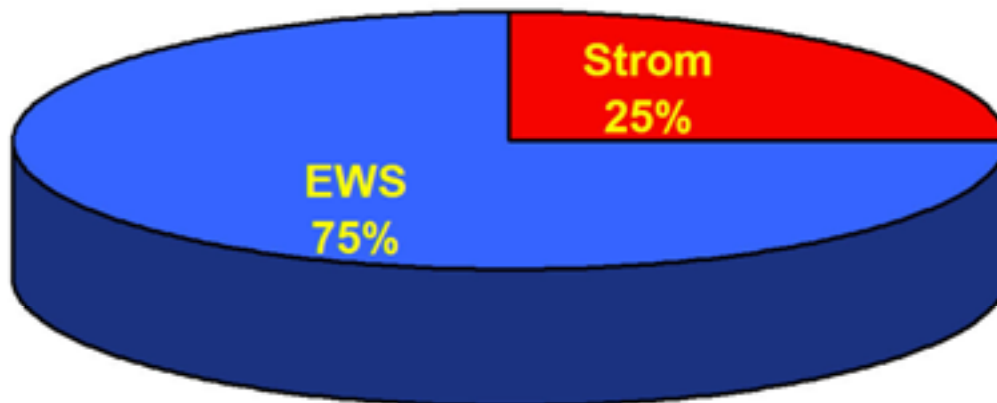
Heizleistung
Jahresarbeitszahl 3.2



Änderung der EWS-
Belastung in Abhängigkeit
von der JAZ



Heizleistung
Jahresarbeitszahl 4.0



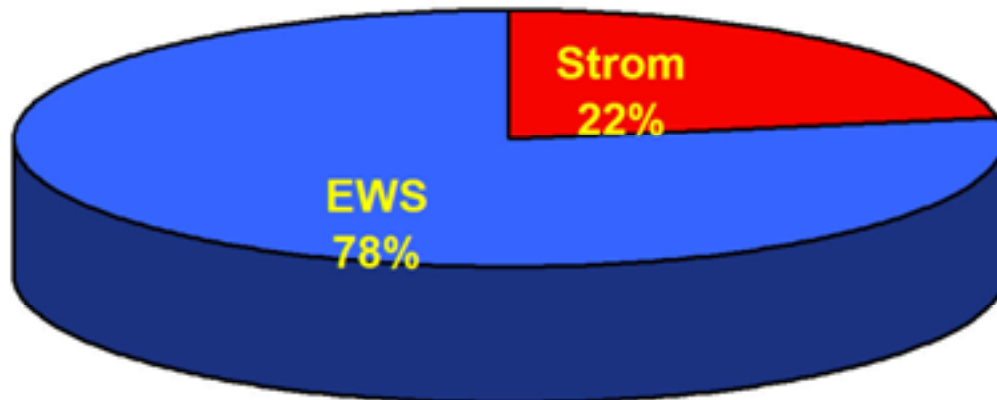


Änderung der EWS-
Belastung in Abhängigkeit
von der JAZ



Heizleistung
Jahresarbeitszahl 4.5

“gute
Anlage”



Grösserer Wirkungsgrad der WP = höhere Belastung der EWS



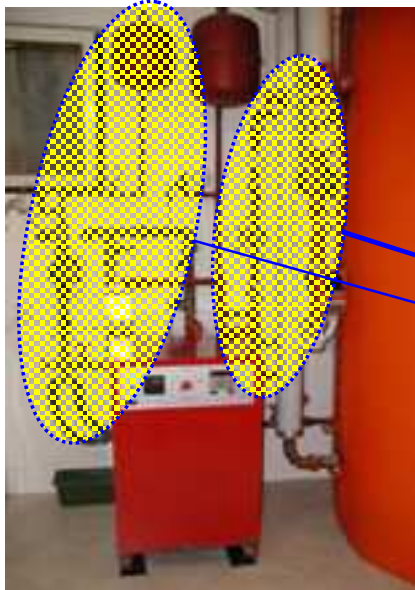
Gliederung



- 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 ²	4900/120= 40 m ²

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 200 W)	UPS 25-80 130/170/ 180 W
* Umwälzpumpe Speicher	30/50/ 65 W (eingest. 65 W)	nein
Umwälzpumpe Heizung	80/ 110 /125 W (eingest. 110 W)	UPS 25-60 45/65/ 90 W
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“

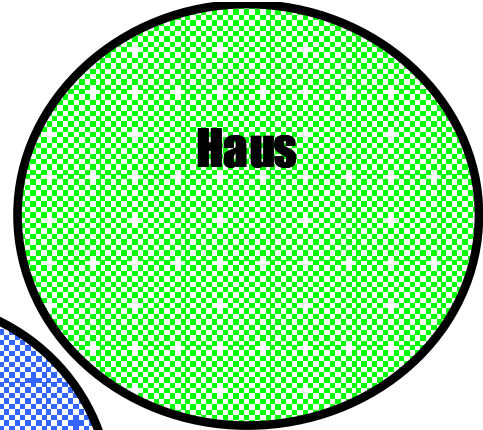
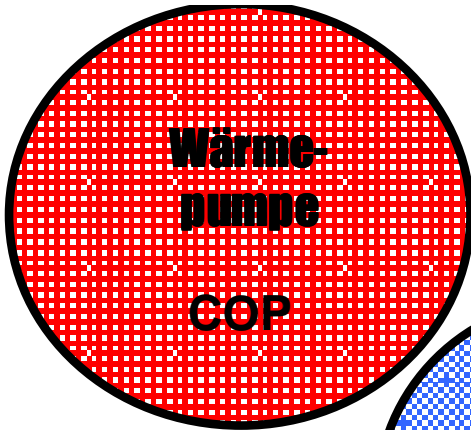
	Auto Verbrauch (l/100km)	WP*+EWS Wirkungsgrad (%)	
Prüfstand	6	450	COP
Opt. Testlauf	7	420	↓ JAZ
Tagesmittel	9	380	↓ SNG
Jahresmittel	10	360	



*SCROLL-Kompressor



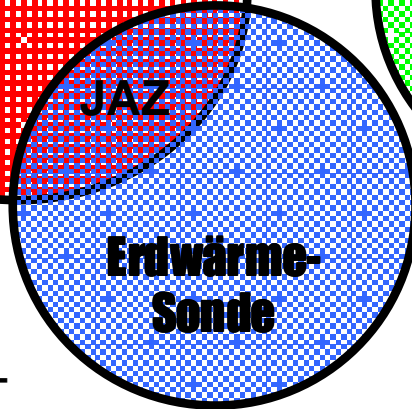
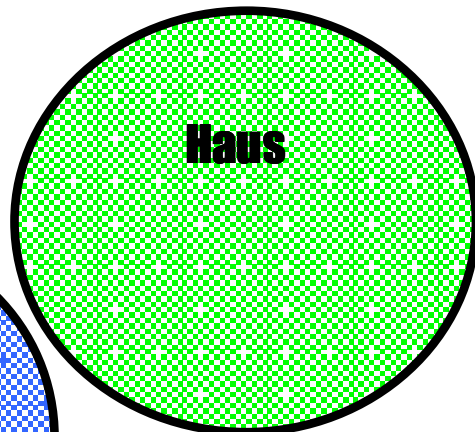
Systemgrenzen



COP =
Coefficient of
Performance



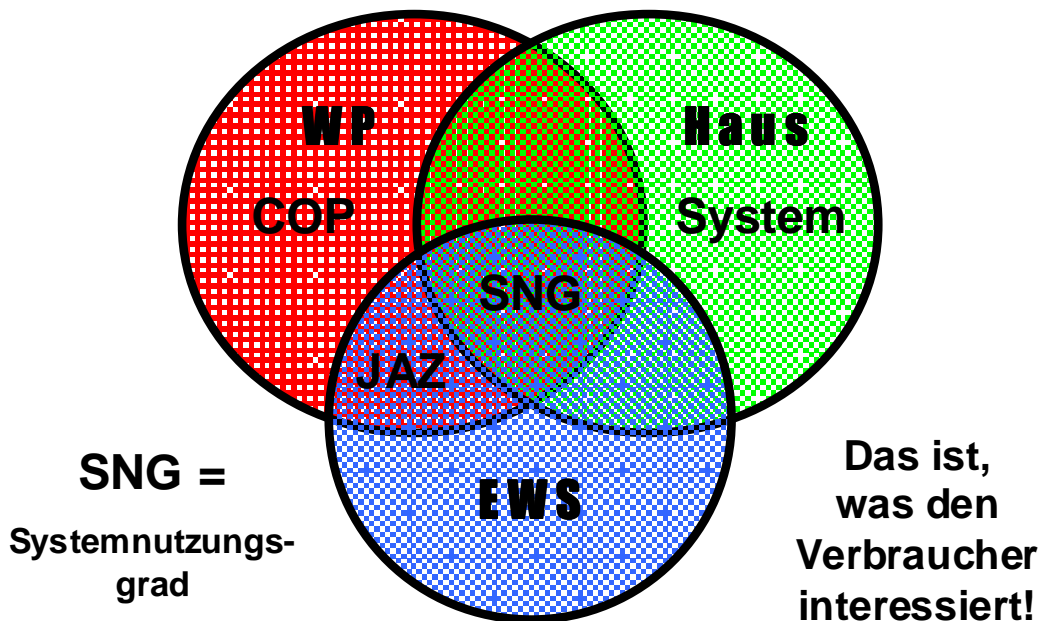
Systemgrenzen



JAZ =
Jahresarbeits-
zahl



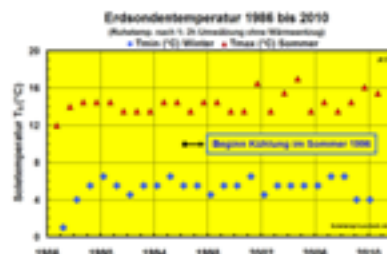
Systemgrenzen



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