

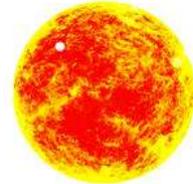
CO₂-Reduktion von "unten,,

**Geothermie – Wärmepumpe
PV & Elektromobilität**

Biberacher Geothermietag 2015

26.11.2015

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

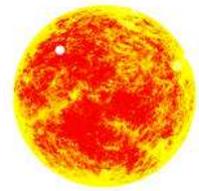


Gliederung

- **1981** Mobilität (Fahrrad)
- **1984**
- **1985**
- **1996**
- **2008**
- **2011**
- **2012**
- **2014**
- **2015**



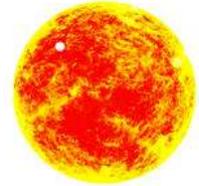
Es
geht
auch
so!



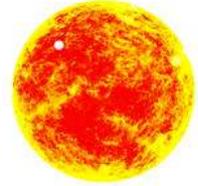
ab
1981



Gliederung



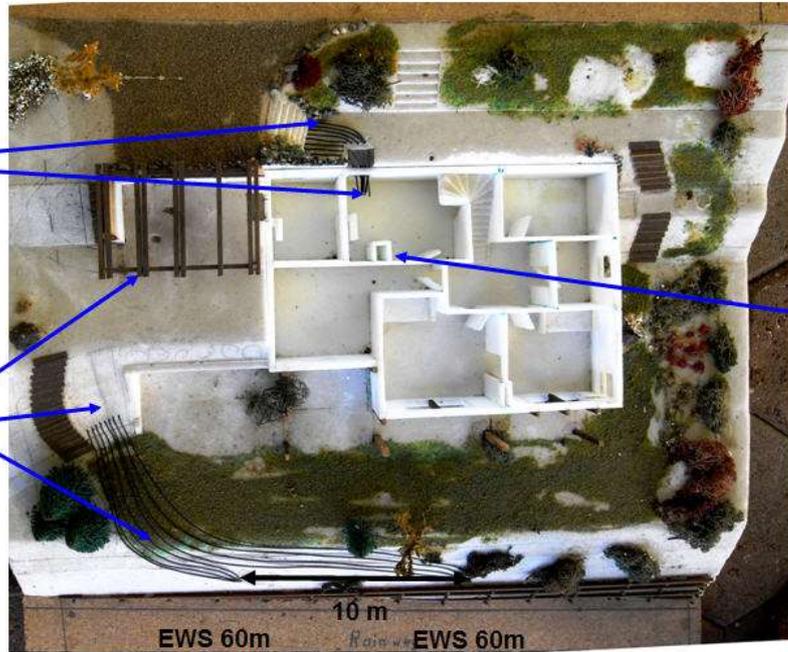
- 1981 Mobilität (Fahrrad)
- 1984 Immobilie (Planung, Modell)
- 1985
- 1996
- 2008
- 2011
- 2012
- 2014
- 2015



Modell – Untergeschoss (1:20)

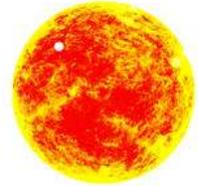
EWS-
Leitungen
zum
Heizungs-
keller mit
Wärmepumpe

EWS-
Leitungen ca.
1 m unter der
Oberfläche



Kamin?

10 m
EWS 60m EWS 60m



2x60m Erdsonden + 40m Zuleitungen

Bohrungen
1985

Die
+20%
-Regel

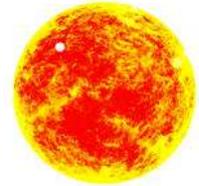
Zuleitungen
zum Keller
ca. 15m+25m

Modell
1:20



Sonde 1
60m

Sonde 2
60m



„Die 20%-Regel“

- 2x60 m EWS statt 2x50 m
- 100 mm Isolation statt 80 mm
- 3-fach Verglasung statt 2-fach
- WP 11 kW_{th} statt 9 kW_{th}

Aber längst kein Minergie-Haus !!

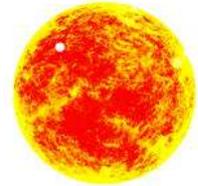


Gliederung

- 1981 Mobilität (Fahrrad)
- 1984 Immobilie (Planung, Modell)
- 1985 Geothermie Erd-“Wärme“-Sonde
- 1996
- 2008
- 2011
- 2012
- 2014
- 2015



Heizen und Kühlen



„kostenloser“
Energiespeicher
Untergrund

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

6m Durchmesser D

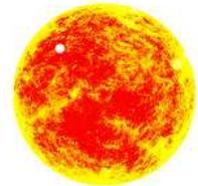
2x60m Tiefe H

ca. 3400 m³ !!

Wir haben kein
Energieproblem,
wir haben
Energiespeicher-
Probleme !

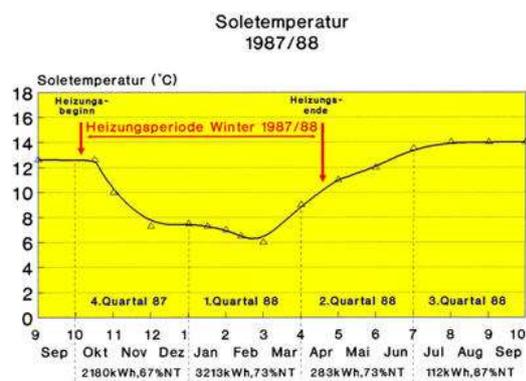
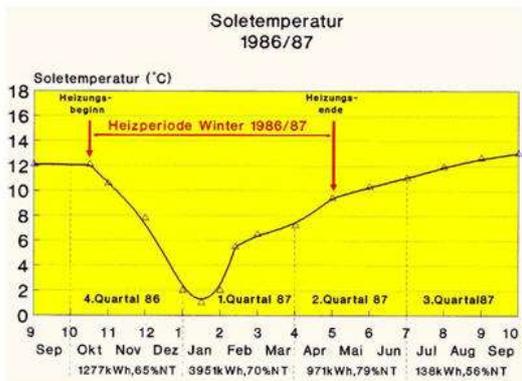


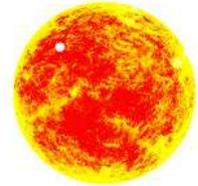
Heizen und natürliche Regeneration



kalter
Winter 86-87

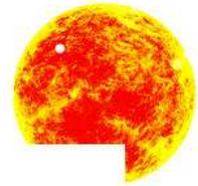
gemässiger
Winter 87-88





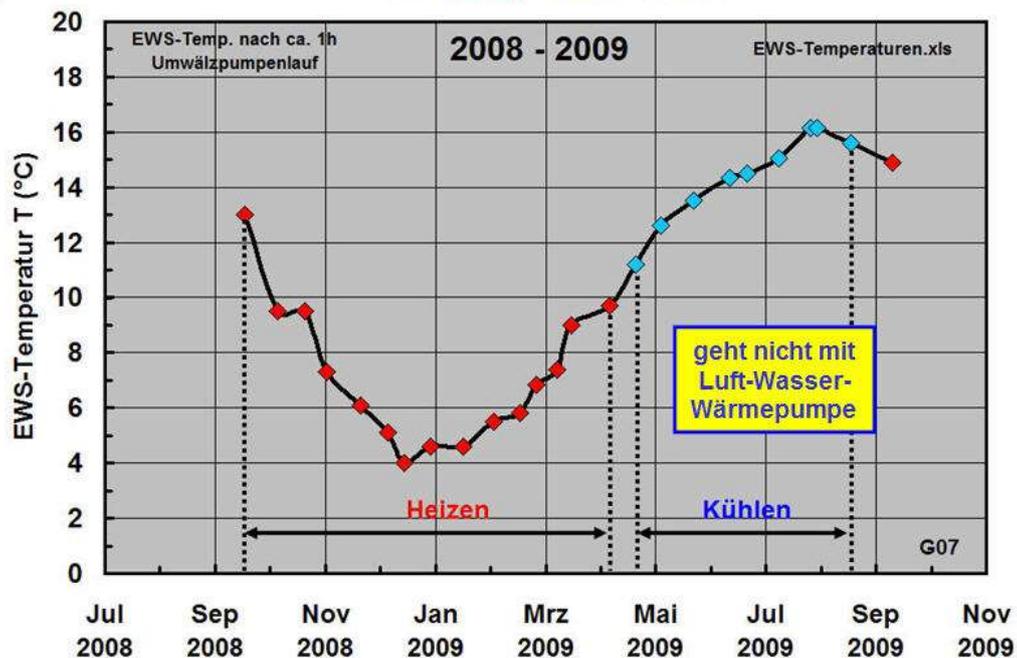
Gliederung

- 1981 Mobilität (Fahrrad)
- 1984 Immobilie (Planung, Modell)
- 1985 Geothermie Erd-“Wärme“-Sonde
- 1996 Geothermie Erd-“Kälte“-Sonde
- 2008
- 2011
- 2012
- 2014
- 2015



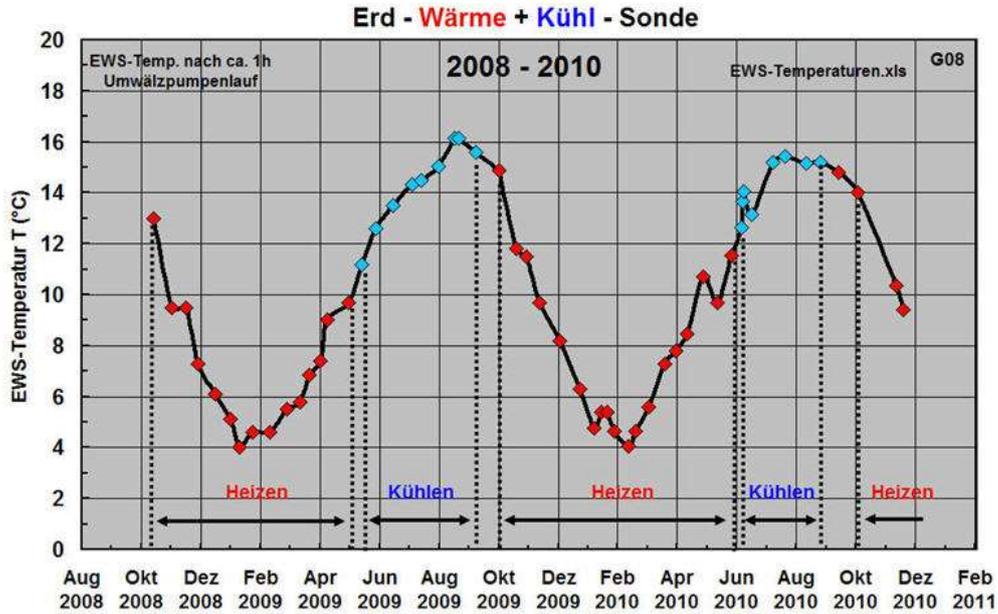
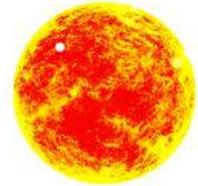
Heizen + Kühlen

Erd - Wärme + Kühl - Sonde



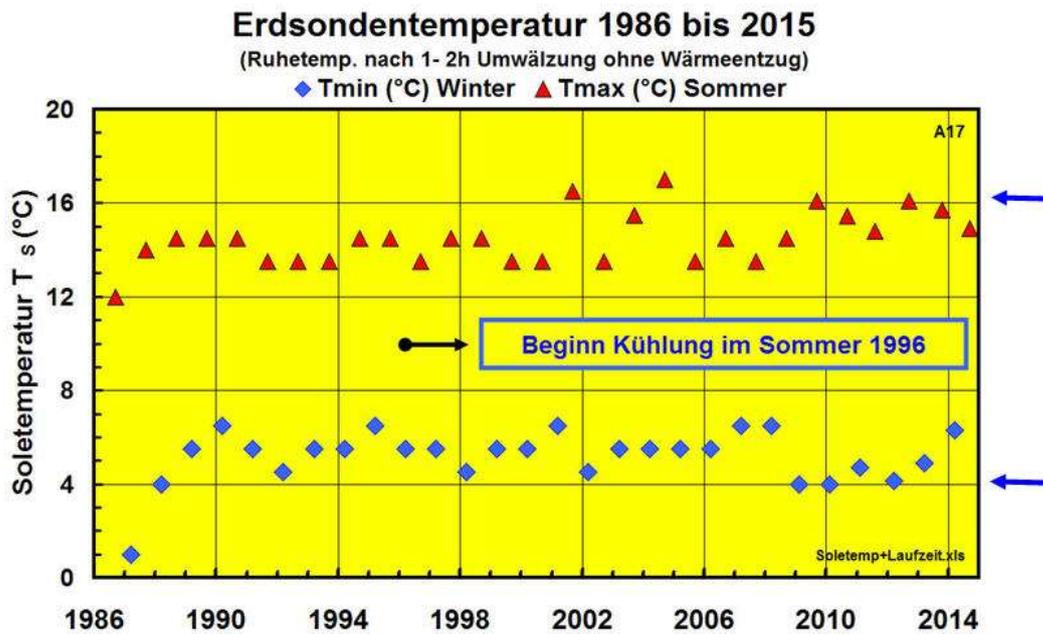
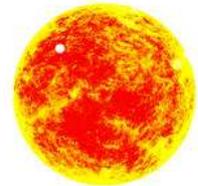


Heizen + Kühlen



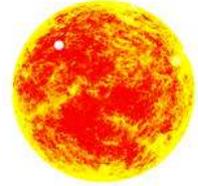
Nachhaltigkeit

die Erdsonde verbraucht sich nicht, sie ist „dauerfest“

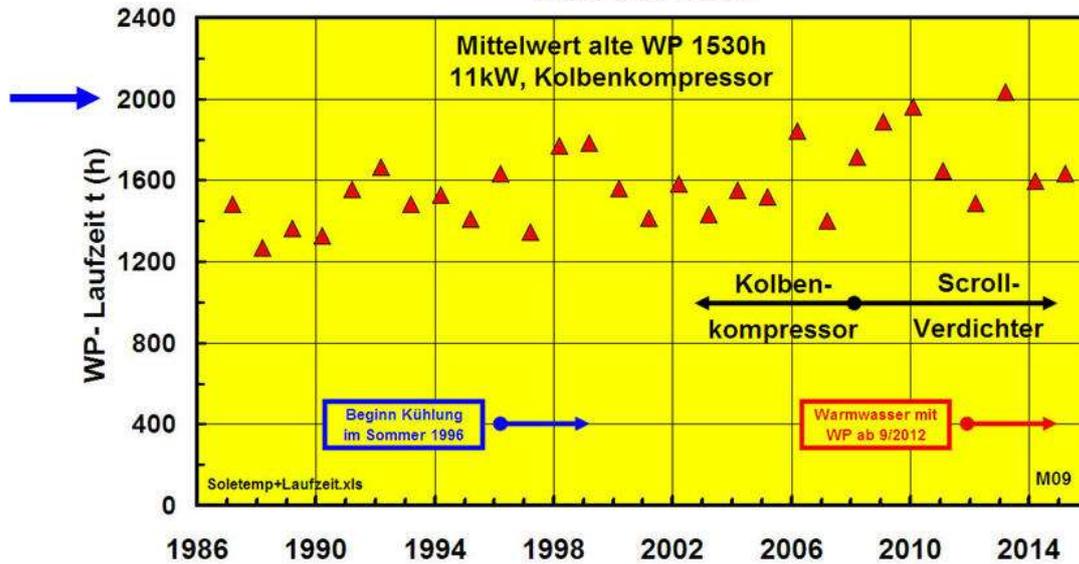




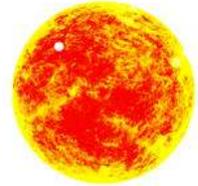
Betriebsstunden



Anlage gemessen 30 Jahre
Wärmepumpenlaufzeit pro Heizperiode
1986 bis 2015



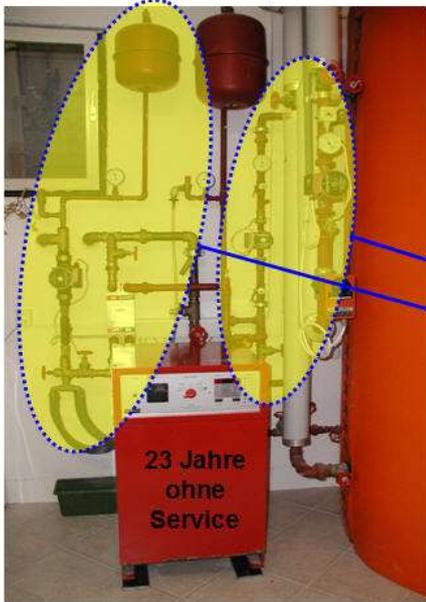
Gliederung



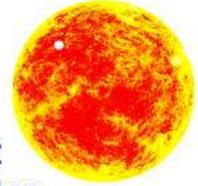
- 1981 Mobilität (Fahrrad)
- 1984 Immobilie (Planung, Modell)
- 1985 Geothermie Erd-“Wärme“-Sonde
- 1996 Geothermie Erd-“Kälte“-Sonde
- 2008 Wärmepumpe (Kolben/Scroll)
- 2011
- 2012
- 2014
- 2015



alte WP mit
Kolben-Kompressor



1985 bis 2008



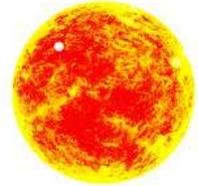
neue WP mit
Scroll-Verdichter



2008 - ????

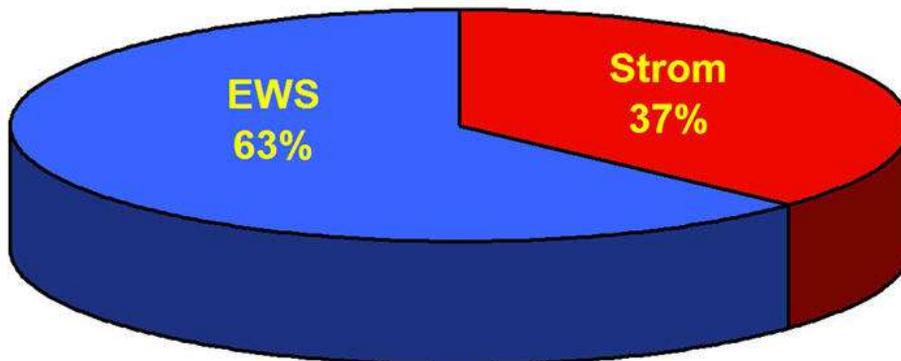


Änderung der EWS-
Belastung in Abhängigkeit
von der JAZ



Heizleistung
Jahresarbeitszahl 2.7

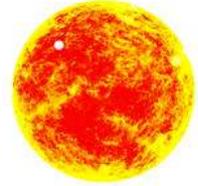
„alte Anlage
mit Kolben-
kompressor“



JAZ= mittlere Arbeitsziffer für ein ganzes Jahr inkl.
alle Elektronik und Pumpen

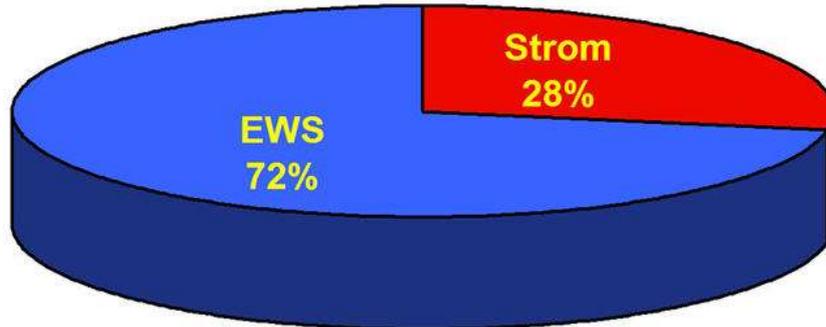


Änderung der EWS- Belastung in Abhängigkeit von der JAZ



Heizleistung
Jahresarbeitszahl 3.6

“neue
Anlage mit
Scroll-
Verdichter”

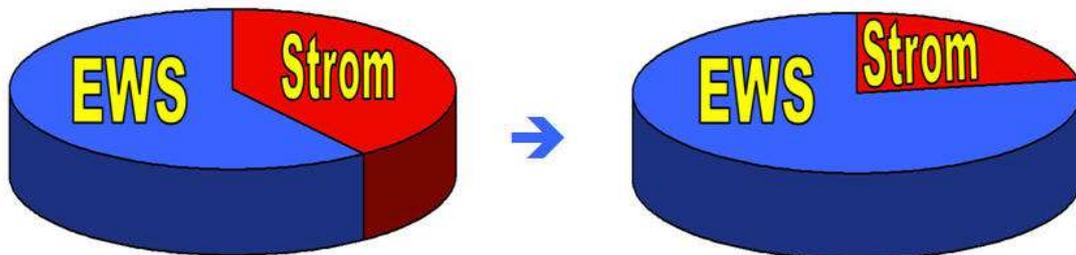
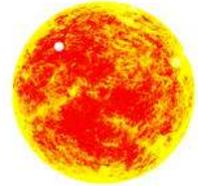


Grösserer Wirkungsgrad der WP = höhere Belastung der EWS



EWS-Wärmeentzug:

Heizung und
Warmwasser

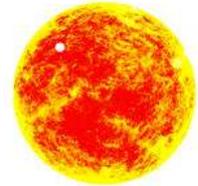


EWS-Wärmezufuhr:

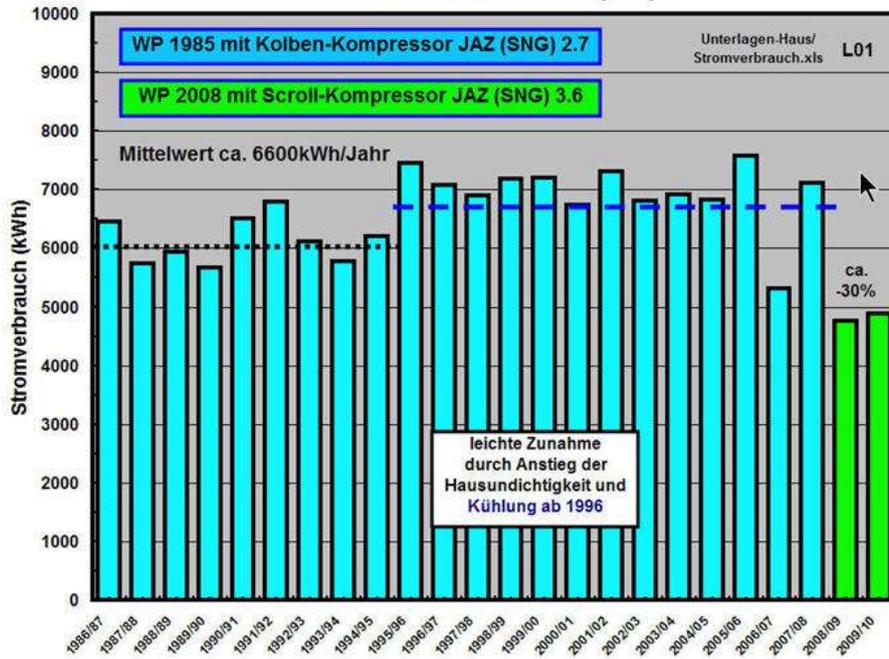
**natürliche Regeneration
und Kühlung im Sommer**



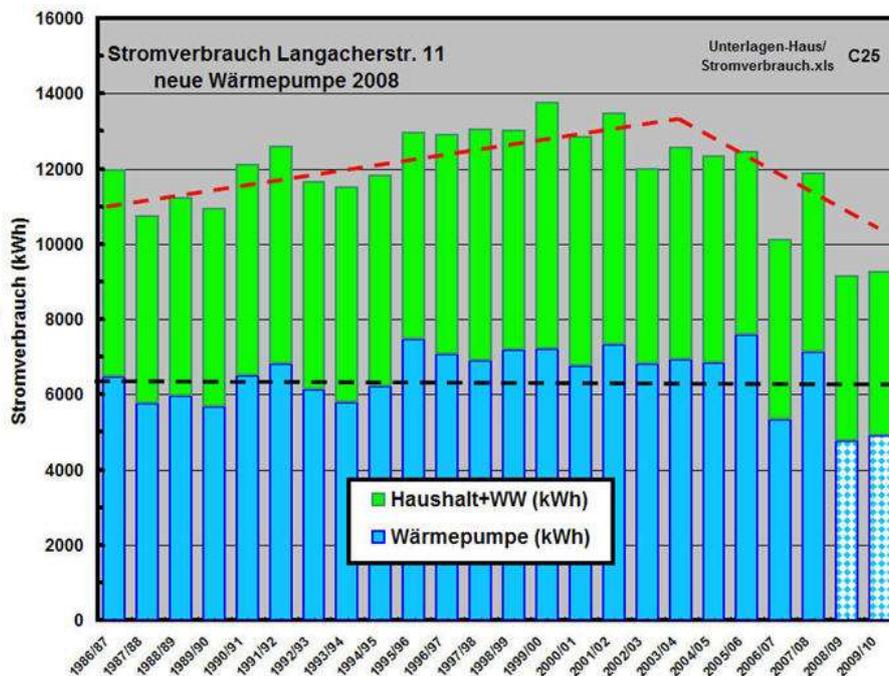
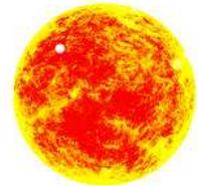
Stromverbrauch



Stromverbrauch Wärmepumpe

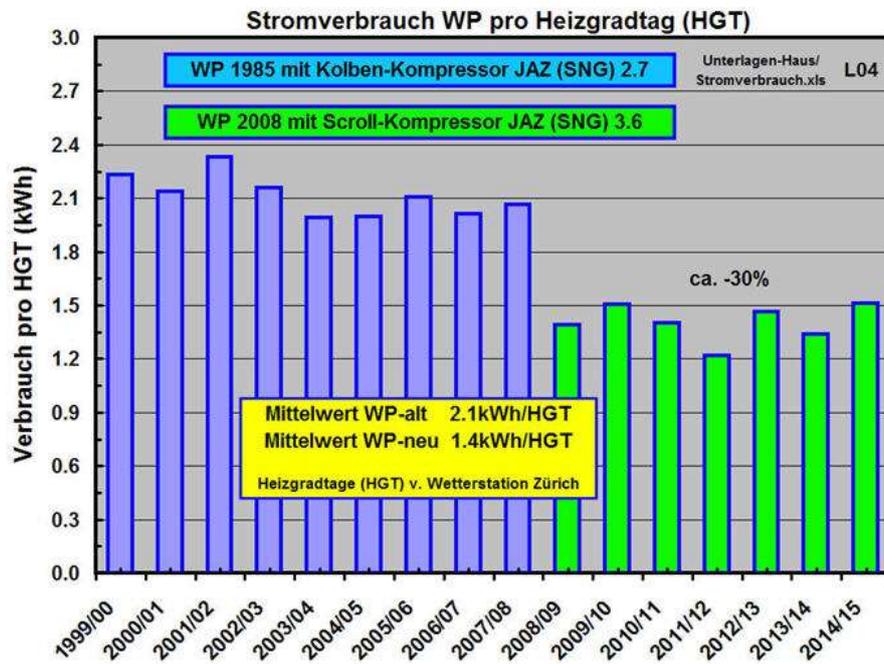
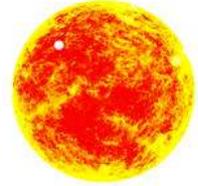


Stromverbrauch Haus inkl. Warmwasser

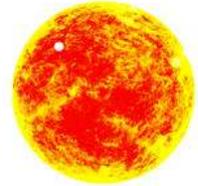




JAZ und Stromverbrauch Kolben-/Scrollverdichter



Gliederung

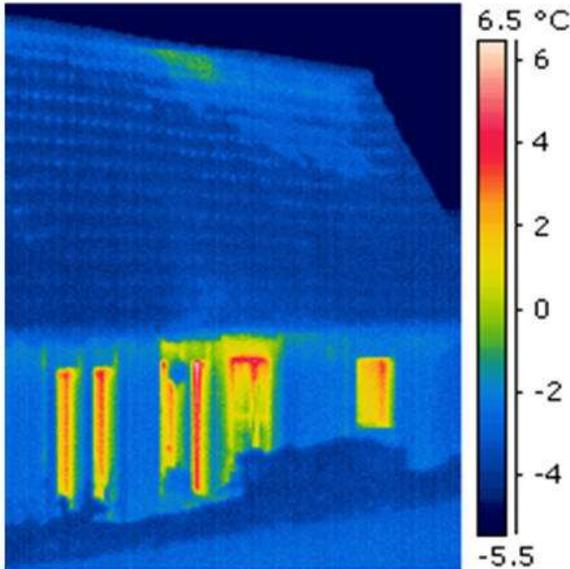
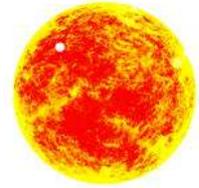


- 1981 Mobilität (Fahrrad)
- 1984 Immobilie (Planung, Modell)
- 1985 Geothermie Erd-“Wärme“-Sonde
- 1996 Geothermie Erd-“Kälte“-Sonde
- 2008 Wärmepumpe (Kolben/Scroll)
- 2011 Thermographie (Wintergarten u.a.)
- 2012
- 2014
- 2015



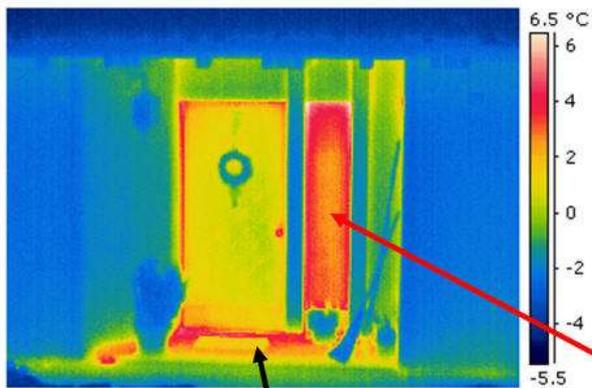
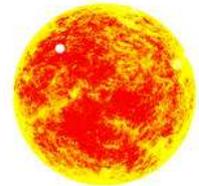
Thermographie

Eingang Nordseite sowie
Zähler- und Sicherungskasten



Thermographie

Nordseite Eingangstüre,
Vorplatz und Seitenfenster

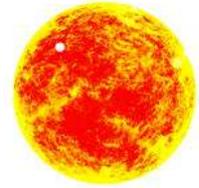


Bodenplatte zum
Keller unisoliert
(mit Fussmatte)

Seitenfenster nur
2-fach verglast



Holzbau 1985 Wintergarten



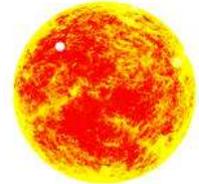
Winter-
garten

3-fach
Verglasung
ringsum
 $\lambda = 2.0 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

Stand der
Technik 1985



Leichtbau 2011 Wintergartenerneuerung

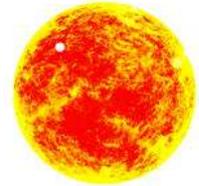


Wintergarten
3-fach
Wärmeschutz-
verglasung
 $\lambda = 0.6 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

Stand der
Technik ab
ca. 2000



Wintergarten- Isolation

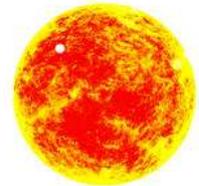


Leichtbau 2011
 $\lambda = 0.6 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

Holzbau 1985
 $\lambda = 2.0 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$



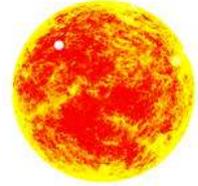
Gliederung



- 1981 Mobilität (Fahrrad)
- 1984 Immobilie (Planung, Modell)
- 1985 Geothermie Erd-“Wärme“-Sonde
- 1996 Geothermie Erd-“Kälte“-Sonde
- 2008 Wärmepumpe (Kolben/Scroll)
- 2011 Thermographie (Wintergarten u.a.)
- 2012 Warmwasser (Kombispeicher)
- 2014
- 2015



Kombispeicher für Warmwasser

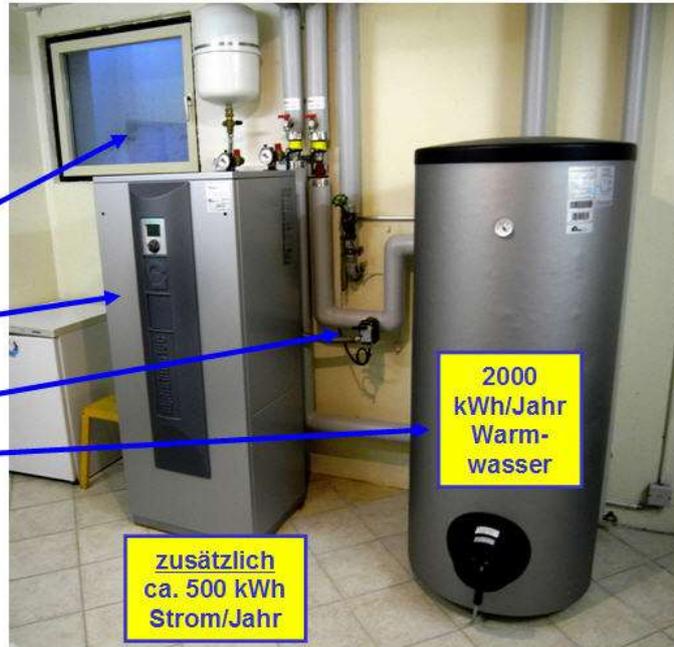


EWS-Verteiler

Wärmepumpe
mit Scroll-
Verdichter

Umschaltventil

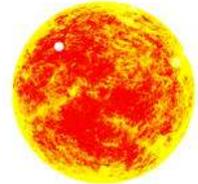
Kombispeicher



gespart
1500 kWh
pro Jahr



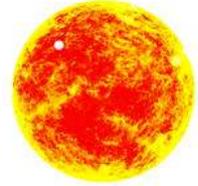
Gliederung



- 1981 Mobilität (Fahrrad)
- 1984 Immobilie (Planung, Modell)
- 1985 Geothermie Erd-“Wärme“-Sonde
- 1996 Geothermie Erd-“Kälte“-Sonde
- 2008 Wärmepumpe (Kolben/Scroll)
- 2011 Thermographie (Wintergarten u.a.)
- 2012 Warmwasser (Kombispeicher)
- 2014 PV-Anlage
- 2015



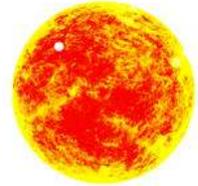
16.35 kW_p auf 80 m²
(50 Module)



der Hexakopter
macht's möglich



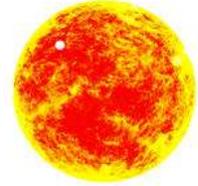
2x8 kW
Wechselrichter



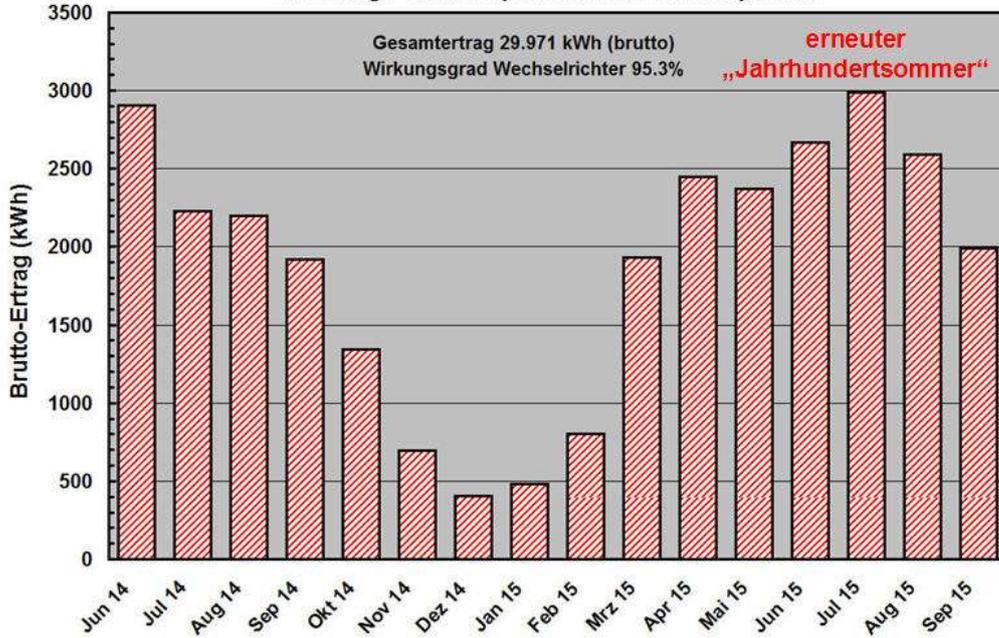
gemessener
Wirkungsgrad
95.3%



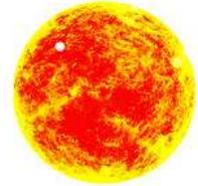
PV-Anlage (16.35 kW_p/80 m²/50 Module)



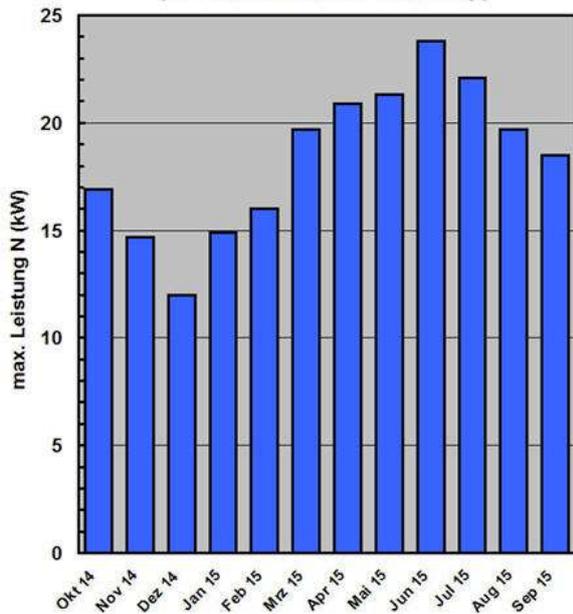
PV-Anlage 16.35 kWp ab Juni 2014 bis Sept 2015



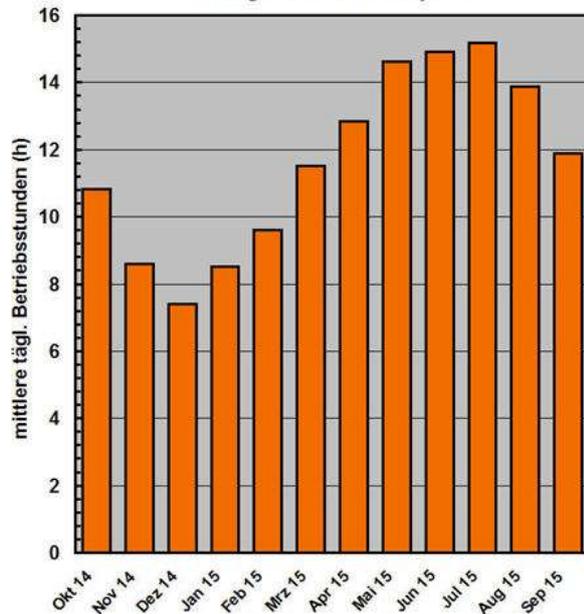
PV-Anlage (16.35 kW_p/80 m²/50 Module)

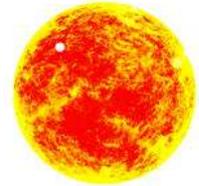


PV-Anlage Okt 14 bis Sept 15
(50 Panels nominell 16.35 kWp)



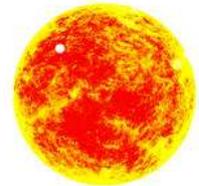
PV-Anlage Okt 14 bis Sept 15





Gliederung

- 1981 Mobilität (Fahrrad)
- 1984 Immobilie (Planung, Modell)
- 1985 Geothermie Erd-“Wärme“-Sonde
- 1996 Geothermie Erd-“Kälte“-Sonde
- 2008 Wärmepumpe (Kolben/Scroll)
- 2011 Thermographie (Wintergarten u.a.)
- 2012 Warmwasser (Kombispeicher)
- 2014 PV-Anlage
- 2015 Elektro-Mobilität
(PV-Ladestation/Eigenverbrauch)



Ladestation (wall box)



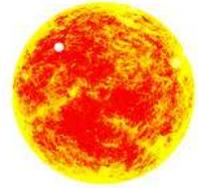
gesteuert
von der
PV-Anlage

(> 4 kW
= laden
vom Dach)

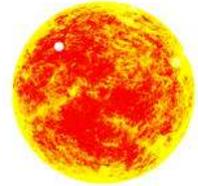
= ohne Bezug
vom Netz



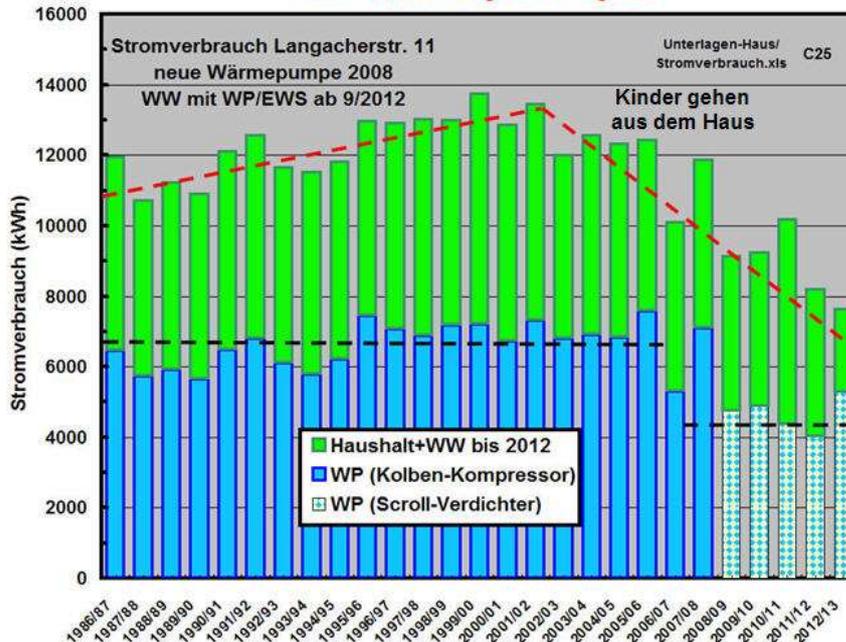
Jahrgang 2015



Zusammenfassung 1985-2015



Ziel: Runter auf die Hälfte!

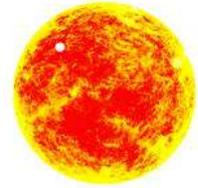


Wie?

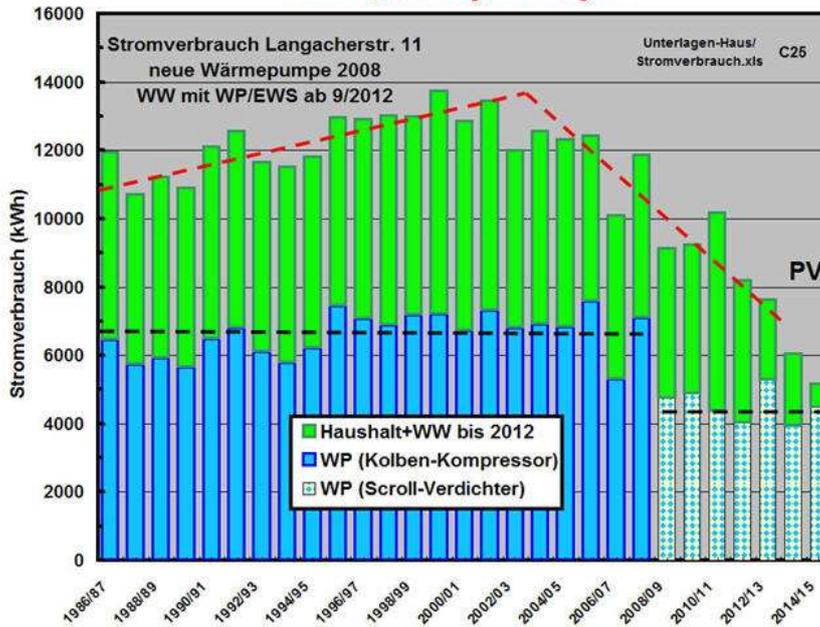
- Neue WP 2008
- Nachisolieren 2009
- Geräte erneuern A+
- Sparlampen + LED
- Wintergarten neu 2011
- WW mit WP 9/2012
- Fenster- und Türen-Dichtungen 2014



Zusammenfassung 1985-2015



Ziel: Runter auf die Hälfte!

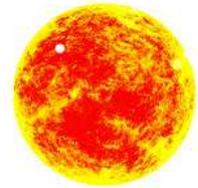


Wie?

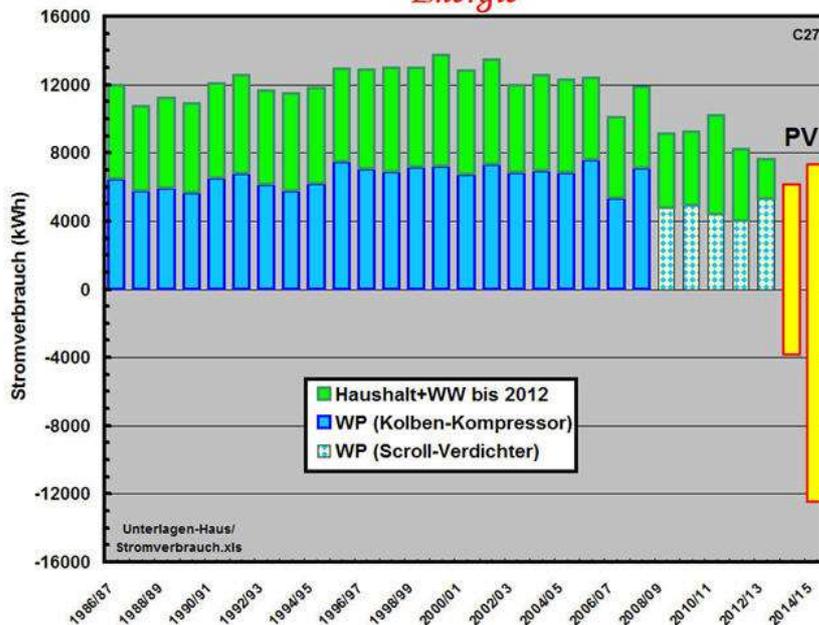
- Neue WP 2008
- Nachisolieren 2009
- Geräte erneuern A+
- Sparlampen + LED
- Wintergarten neu 2011
- WW mit WP 9/2012
- Photovoltaik 5/2014
- E-Auto 6/2015



Zusammenfassung 1985-2015

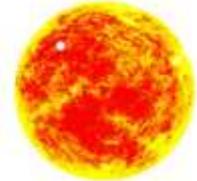


Energie

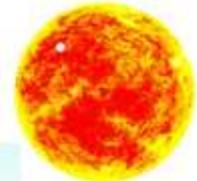


- Neue WP 2008
- Nachisolieren 2009
- Geräte erneuern A+
- Sparlampen + LED
- Wintergarten neu 2011
- WW mit WP 9/2012
- Fenster- und Türen-
Dichtungen 2014
- Photovoltaik 5/2014
- E-Auto 6/2015

ca. 3x soviel
PV-Strom als
Verbrauch



Energie-Plus-Haus
Verbrauch aktuell ca.
6.000 kWh (??)
Erzeugung PV ca.
19.000 kWh (netto)
= Energiefaktor ca. 3
d.h. 3x soviel Energie
produzieren als
verbrauchen
und Eigenverbrauch
optimieren



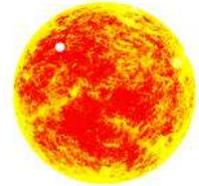
**Zusammenfassung
1981-2015**



1981 – 2015 = 2x 40.000 km



Gliederung

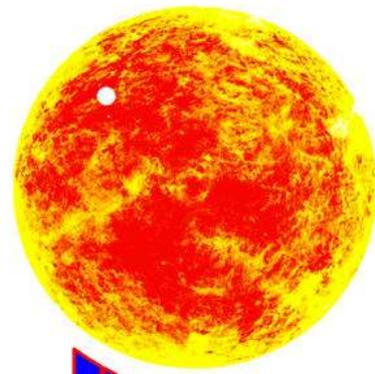


- 1981 Mobilität (Fahrrad)
- 1984 Immobilie (Planung, Modell)
- 1985 Geothermie Erd-“Wärme“-Sonde
- 1996 Geothermie Erd-“Kälte“-Sonde
- 2008 Wärmepumpe (Kolben/Scroll)
- 2011 Thermographie (Wintergarten u.a.)
- 2012 Warmwasser (Kombispeicher)
- 2014 PV-Anlage
- 2015 Elektro-Mobilität
(PV-Ladestation/Eigenverbrauch)



Danke

Aus der
Praxis
für
die
Praxis



Thank you

CO₂-Reduktion von "unten,,

**Dr.-Ing. Klaus F. Stärk Untersiggenthal/Schweiz
www.staerk-erdwaerme.ch**