



„Wie weiter nach Fukushima?“

Erdwärmennutzung im Energiemix

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

Mini-Atomkraft Nein Danke.jpg

Mini-EWS+Strom.jpg



Gliederung

- Atomkraft Nein Danke → Wärmepumpe ade?
- Neue Situation
- Was kann man (selbst) tun?
- Effektivitätsverbesserungen
- Wärmeleitung $dQ/dt = \dot{Q} = A \cdot \lambda \cdot \Delta T / \Delta d$
- Wärmespeicherung $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$
- Schlussfolgerungen heute - morgen

Münzen/Pfennig-Vorderseite_ps.jpg

Münzen/Cent-Vorderseite_ps.jpg

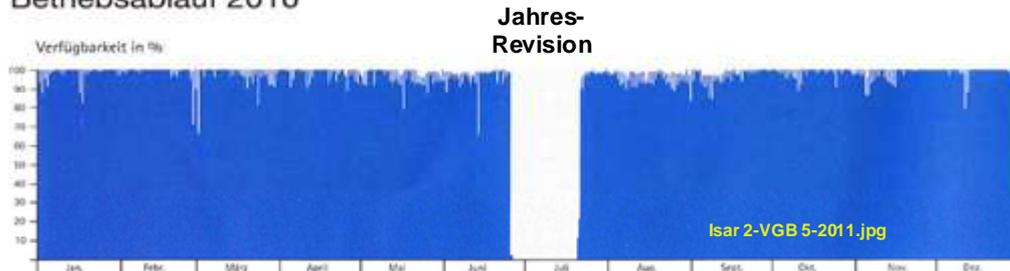


Geldmaschinen



Isar 2

Betriebsablauf 2010



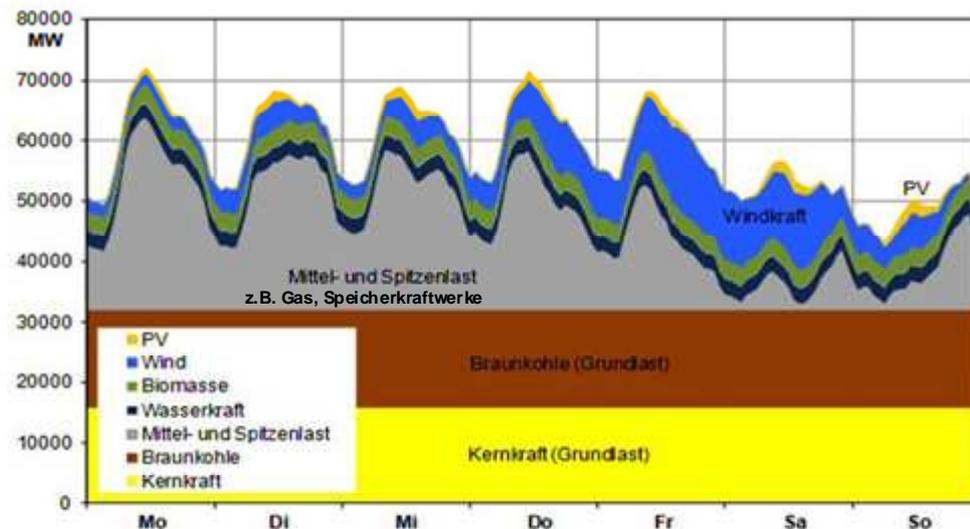
- ohne inhärente Sicherheit
- ohne Versicherungsschutz
- ohne Abfallentsorgung

Mini-Atomkraft Nein Danke.jpg

Mini-EWS+Strom.jpg



BRD Stromerzeugung



Aktuelle Stromerzeugung über eine Juliwoche (Grafiken (3): Martin Hofmann/Volker Quaschnig)

<http://www.volker-quaschnig.de/artikel/grundlast/index.php>

Juliwoche A.jpg

Mini-Atomkraft Nein Danke.jpg

Mini-EWS+Strom.jpg



Gliederung

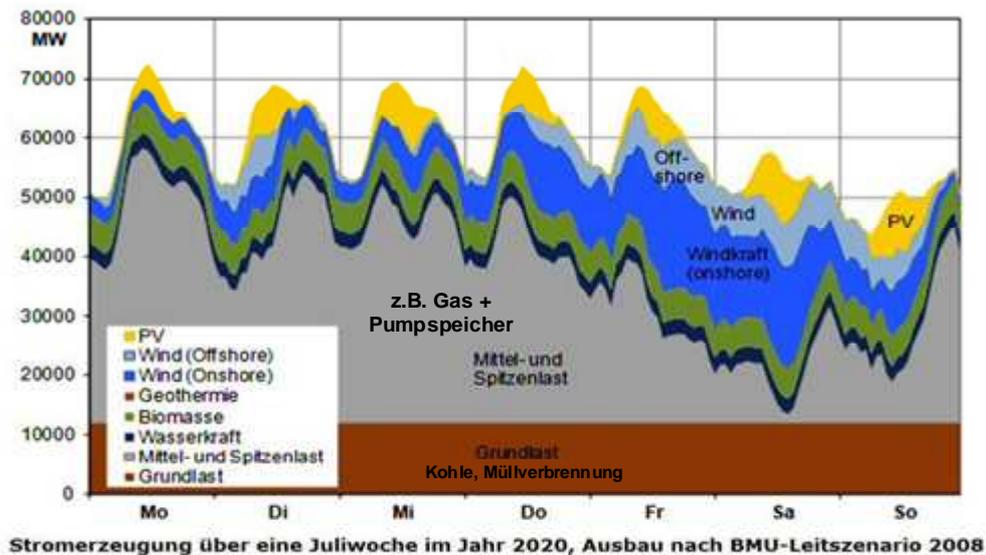
- Atomkraft Nein Danke → Wärmepumpe ade?
- Neue Situation
- Was kann man (selbst) tun?
- Effektivitätsverbesserungen
- Wärmeleitung $dQ/dt = \dot{Q} = A \cdot \lambda \cdot \Delta T / \Delta d$
- Wärmespeicherung $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$
- Schlussfolgerungen heute - morgen

Münzen/Pfennig-Vorderseite_ps.jpg

Münzen/Cent-Vorderseite_ps.jpg



BRD Stromerzeugung



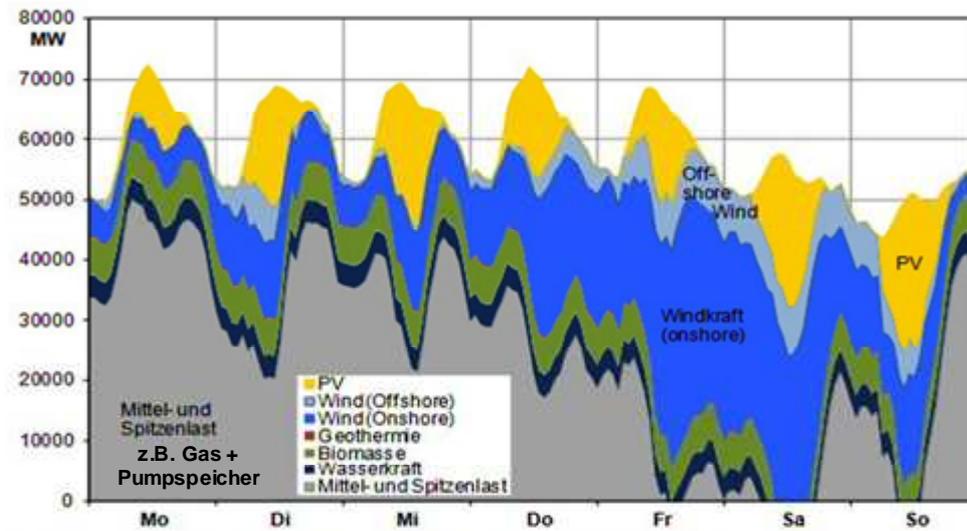
Juliwoche B.jpg

Mini-Atomkraft Nein Danke.jpg

Mini-EWS+Strom.jpg



BRD Stromerzeugung



2030?

Stromerzeugung über eine Juliwoche im Jahr 2020, Ausbau nach BEE-Prognose

Mini-Atomkraft Nein Danke.jpg

Juliwoche C.jpg

Mini-EWS+Strom.jpg



Gliederung



- Atomkraft Nein Danke → Wärmepumpe ade?
- Neue Situation führt vermutlich zu:
 - Sperrzeiten
 - Angebotsabhängigen Tarifen
 - Lastabhängigen Tarifen
 - Strom-Management (smart grid)



Gliederung

- Atomkraft Nein Danke → Wärmepumpe ade?
- Neue Situation
- Was kann man (selbst) tun?
- Effektivitätsverbesserungen
- Wärmeleitung $dQ/dt = \dot{Q} = A \cdot \lambda \cdot \Delta T / \Delta d$
- Wärmespeicherung $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$
- Schlussfolgerungen heute - morgen

Münzen/Pfennig-Vorderseite_ps.jpg

Münzen/Cent-Vorderseite_ps.jpg



Ziele und Aufgaben



- Nachweis der Nachhaltigkeit
- Klare Definition der Effektivität
- Erhöhung der Effektivität
- Erhöhung der Flexibilität

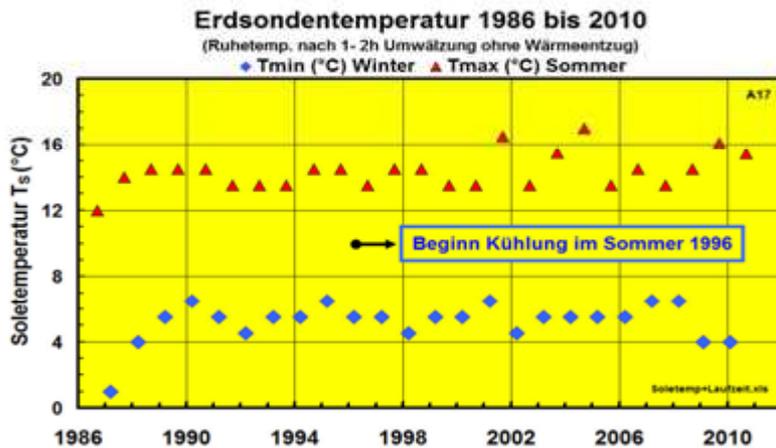




Was kann man tun?



Nachweis der Nachhaltigkeit z.B. durch Langzeitmessungen



und Studien: z.B. Bundesamt für Energie (BFE/CH)

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



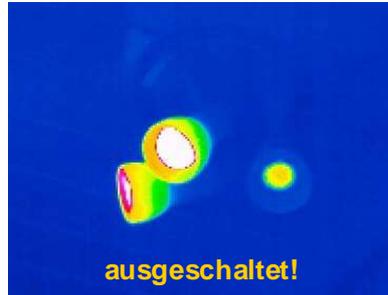
Gliederung



- Atomkraft Nein Danke → Wärmepumpe ade?
- Neue Situation
- Was kann man (selbst) tun?
- Effektivitätsverbesserungen
- Wärmeleitung $dQ/dt = \dot{Q} = A \cdot \lambda \cdot \Delta T / \Delta d$
- Wärmespeicherung $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$
- Schlussfolgerungen heute - morgen



Sparen + Effektivität



2x Standard-
Glühlampe
40W links
1x 60 LED
rechts



LED-Ampel
(Sydney)
= Ampel-
Lebensdauer

10172612.jpg

LED-Ampel Sydney (2).jpg

P1010021.jpg

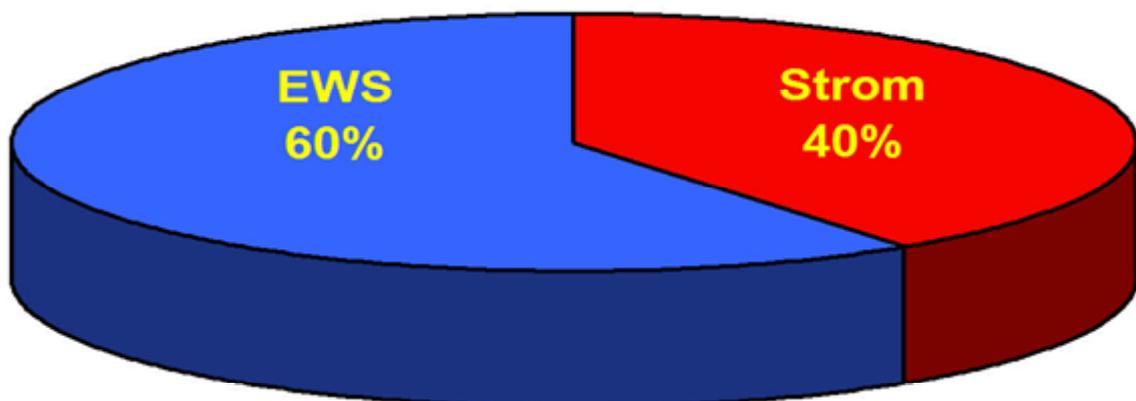


Änderung der EWS-Belastung in Abhängigkeit von der JAZ



Heizleistung
Jahresarbeitszahl 2.5

“schlechte
Anlage”

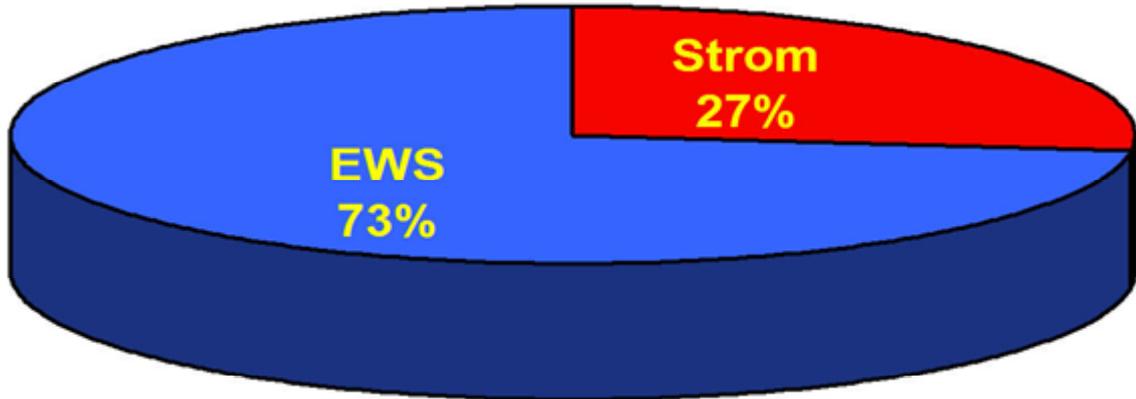




Änderung der EWS-Belastung in
Abhängigkeit von der JAZ



Heizleistung
Jahresarbeitszahl 3.7

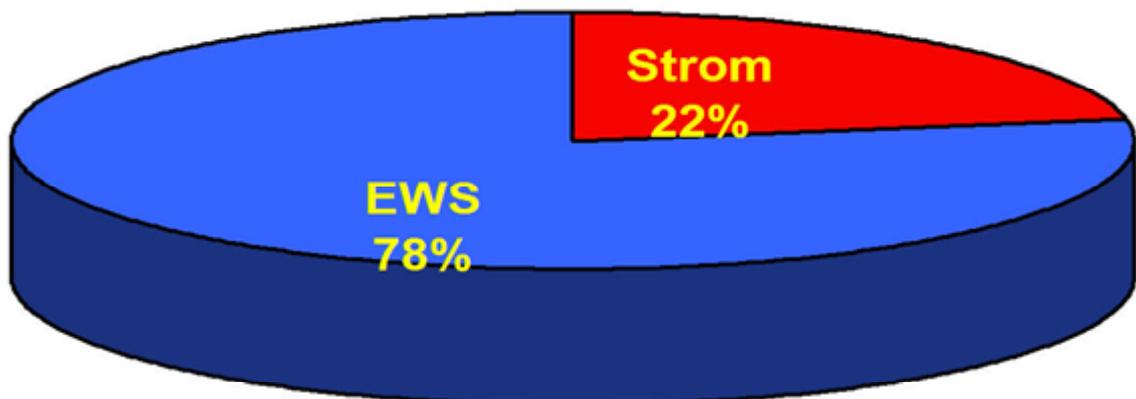


Änderung der EWS-Belastung in
Abhängigkeit von der JAZ



Heizleistung
Jahresarbeitszahl 4.5

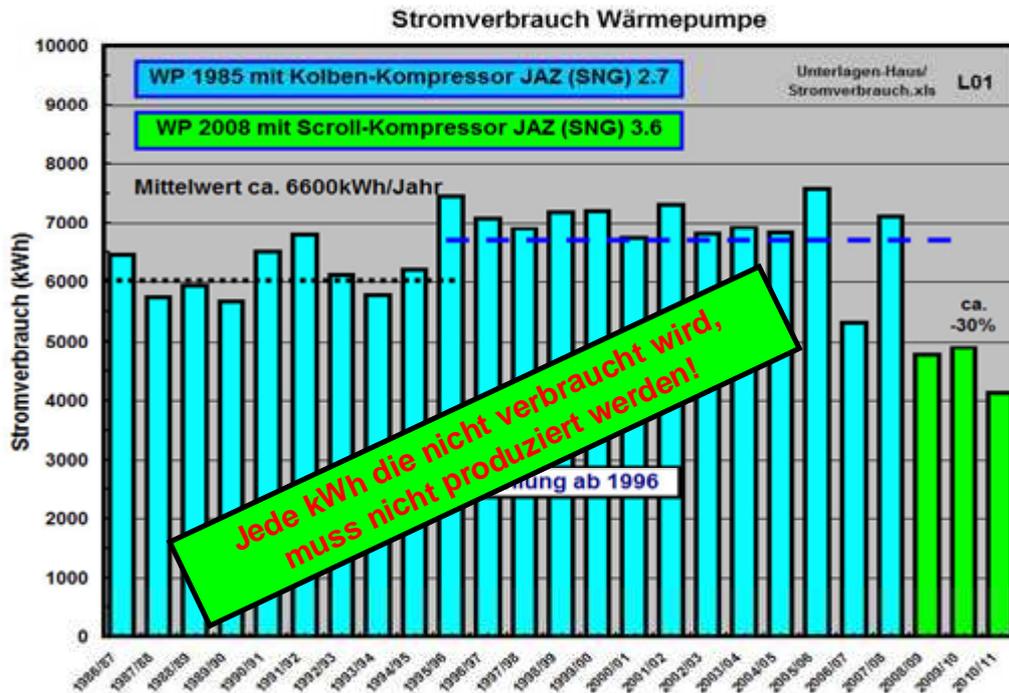
“gute
Anlage”



Grösserer Wirkungsgrad der WP ! = höhere Belastung der EWS



Stromverbrauch



Stromverbrauch.xls



Gliederung



- Atomkraft Nein Danke → Wärmepumpe ade?
- Neue Situation
- Was kann man (selbst) tun?
- Effektivitätsverbesserungen
- Wärmeleitung $dQ/dt = \dot{Q} = A \cdot \lambda \cdot \Delta T / \Delta d$
- Wärmespeicherung $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$
- Schlussfolgerungen heute - morgen



Physik

Wärmeleitung

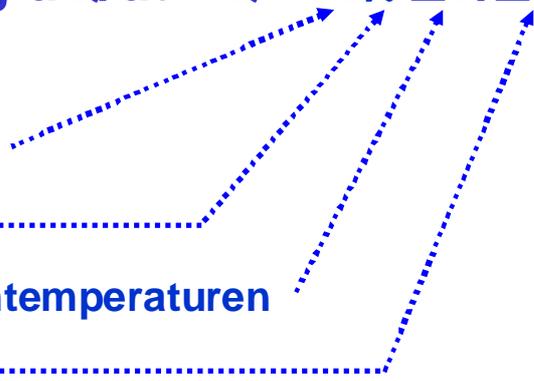
$$\text{Wärmeleitung } dQ/dt = \dot{Q} = A \cdot \lambda \cdot \Delta T / \Delta d$$

kompakt bauen

gut dämmen

individuelle Raumtemperaturen

dick dämmen

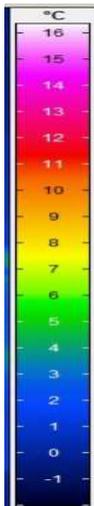


Münzen/Pfennig-Vorderseite_ps.jpg

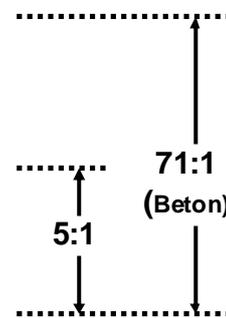
Münzen/Cent-Vorderseite_ps.jpg



Wärmeleitung (Isolieren)



• Kupfer	ca. 401	W/mK
• Stahl/Eisen	52 ÷ 80	W/mK
• Erdreich/Beton	1.2 ÷ 2.5	W/mK
• Glas	ca. 0.90	W/mK
• Holz	0.13 ÷ 0.19	W/mK
• PVC	ca. 0.17	W/mK
• PS-Schaum (Sagex/Styropor)	ca. 0.035	W/mK





Gliederung

- Atomkraft Nein Danke → Wärmepumpe ade?
- Neue Situation
- Was kann man (selbst) tun?
- Effektivitätsverbesserungen
- Wärmeleitung $dQ/dt = \dot{Q} = A \cdot \lambda \cdot \Delta T / \Delta d$
- Wärmespeicherung $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$
- Schlussfolgerungen heute - morgen

Münzen/Pfennig-Vorderseite_ps.jpg

Münzen/Cent-Vorderseite_ps.jpg



Physik

Wärmespeicherung

Wärmespeicherung $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

massiv bauen, EWS-Länge

hohe spez. Speicherkapazität

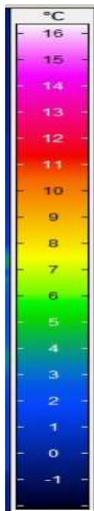
grossvolumig temperieren

Münzen/Pfennig-Vorderseite_ps.jpg

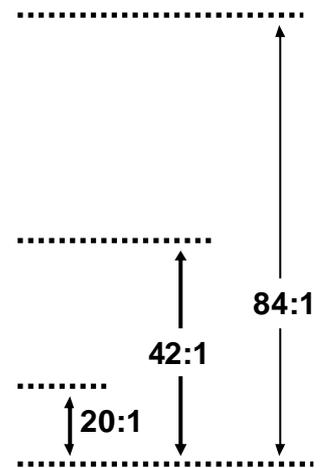
Münzen/Cent-Vorderseite_ps.jpg



Wärmekapazität (Speichern)



• Wasser	4180	kJ/m ³ K
• Stahl/Eisen	3700	kJ/m ³ K
• Glas	2200	kJ/m ³ K
• Erdreich/Beton	ca. 2100	kJ/m ³ K
• PVC	1100	kJ/m ³ K
• Holz	ca. 1000	kJ/m ³ K
• PS-Schaum (Styropor/Sagex)	ca. 50	kJ/m ³ K



Vortrag Regensburg 2011



Heizen und Kühlen



„kostenloser“
Energiespeicher
Untergrund

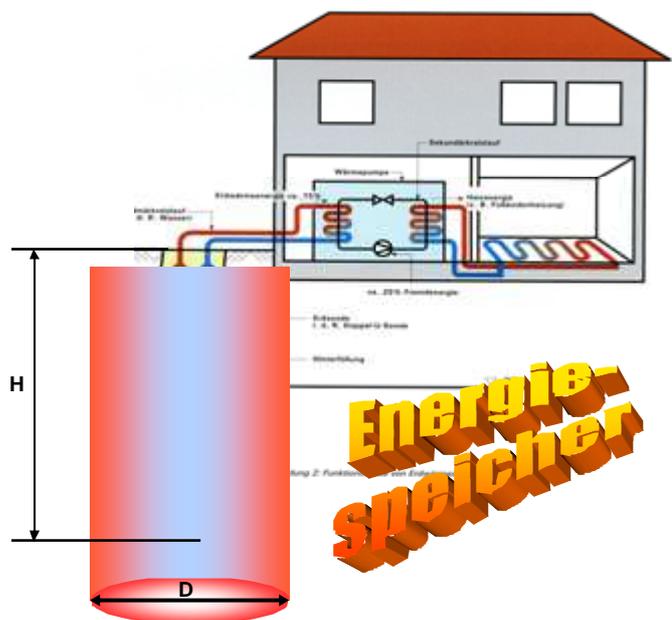
Nutzbares Volumen

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

6m Durchmesser D

2x60m Tiefe H

ca. 3400 m³ !!



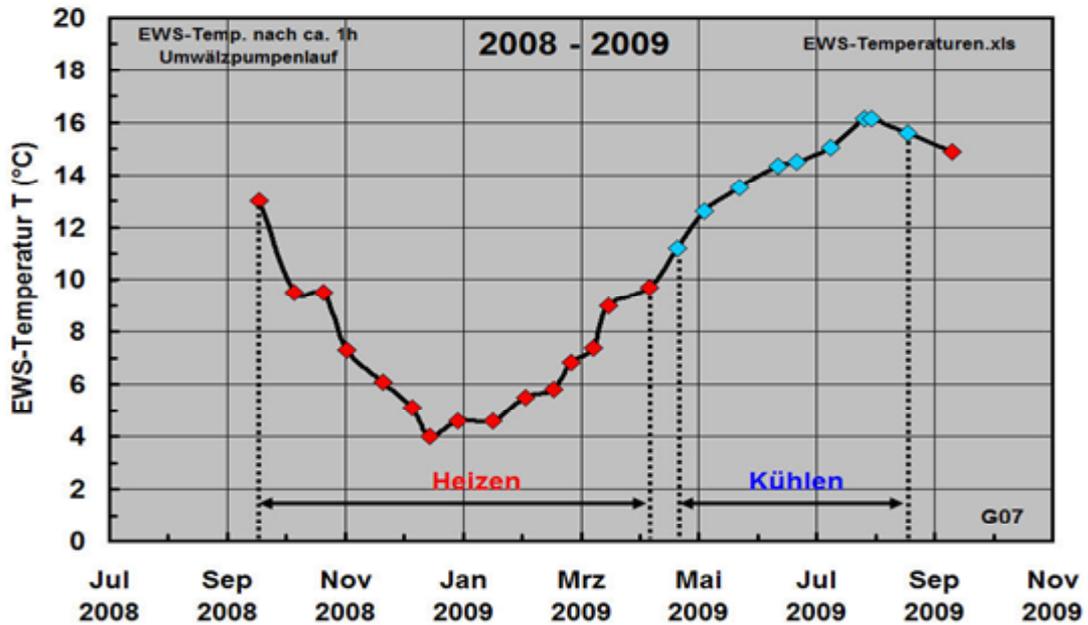
**Energie-
speicher**



Heizen + Kühlen



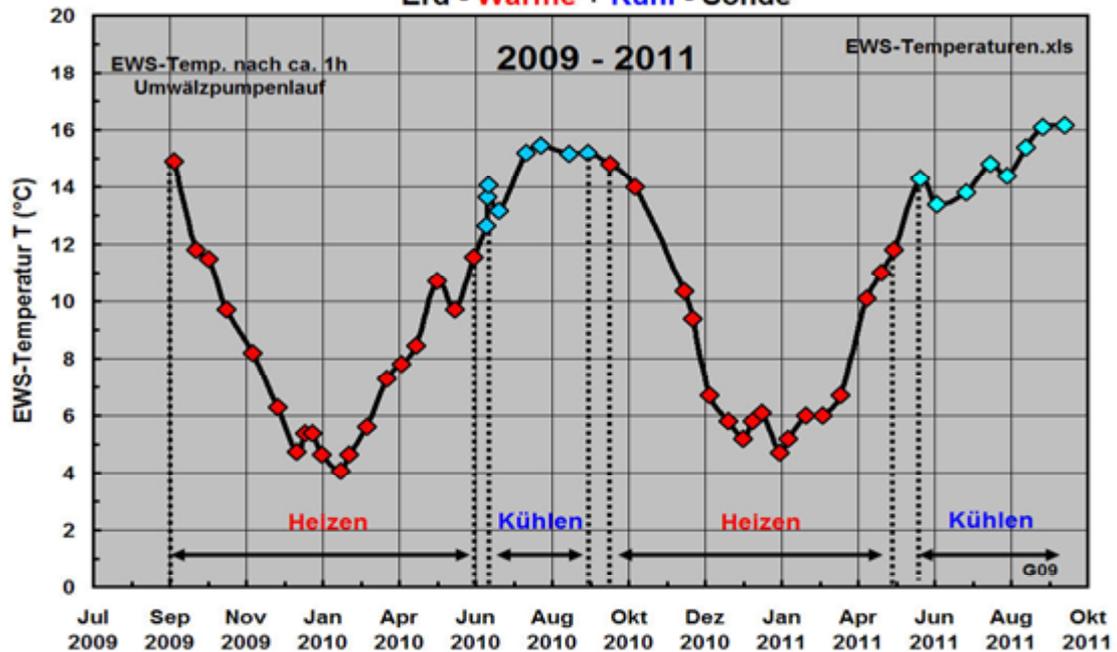
Erd - Wärme + Kühl - Sonde



Heizen + Kühlen



Erd - Wärme + Kühl - Sonde

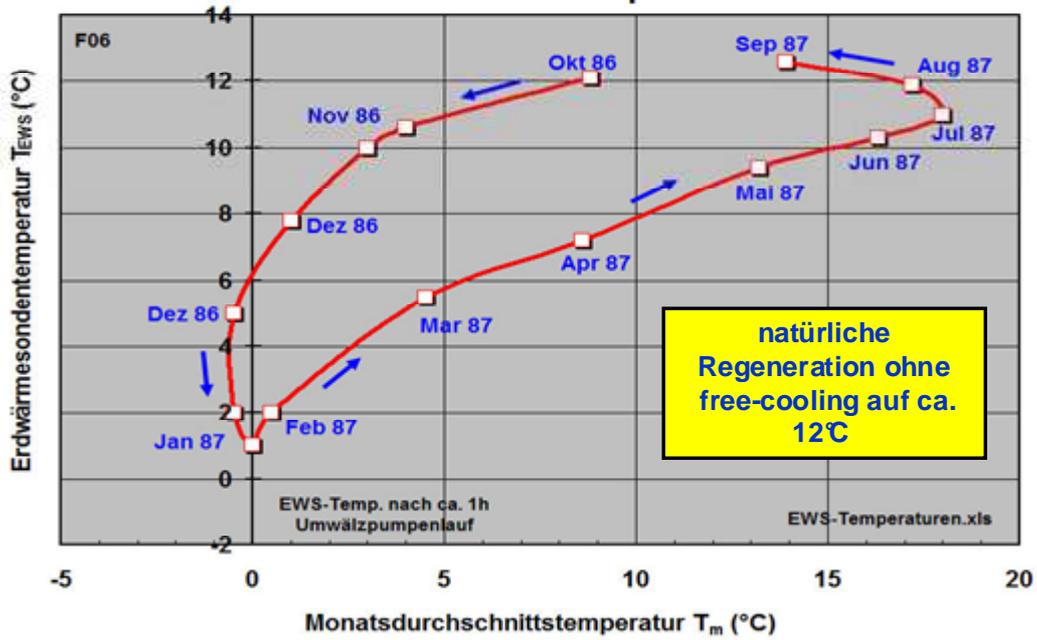




Jahresschleife



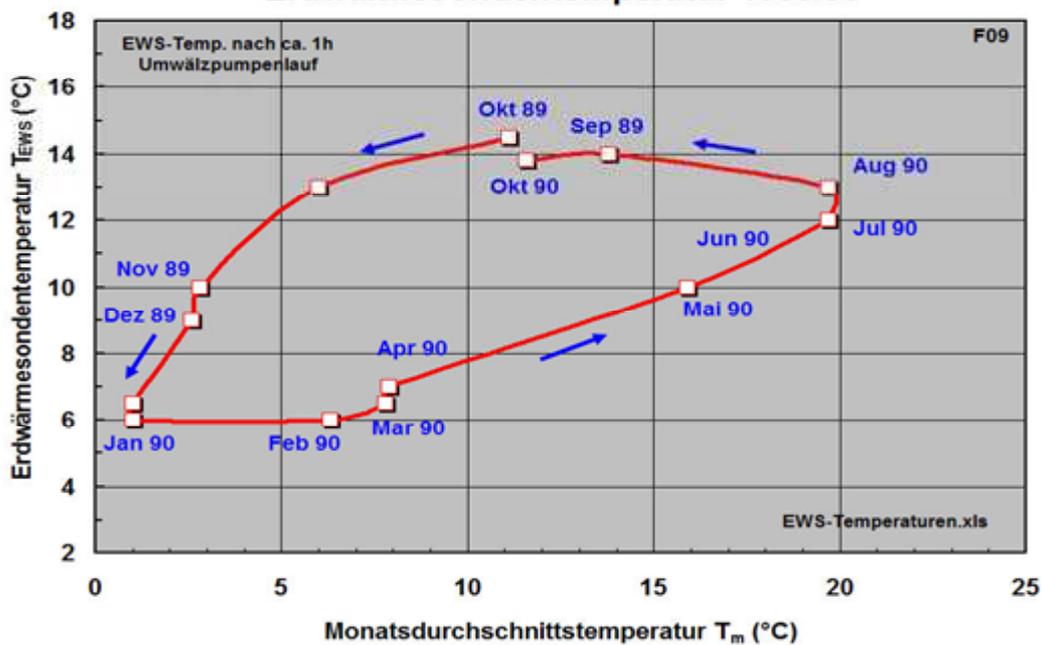
Erdwärmesondentemperatur 1986/87



Jahresschleife

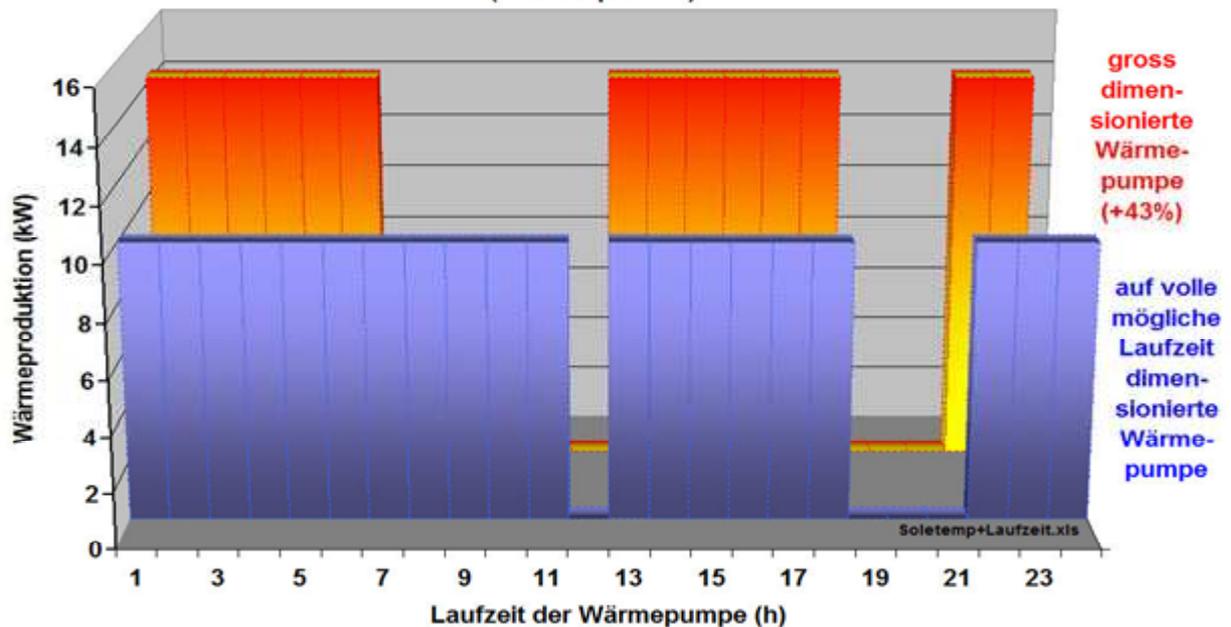


Erdwärmesondentemperatur 1989/90





Optimierung der Jahresarbeitsziffer (JAZ) (1h+3h Sperrzeit)



Soletemp+Laufzeit.xls



Folgerungen



- Ausstieg aus Atomkraft geht nicht kostenlos
- Agieren statt Re-agieren
- Reduzierung des Heiz- und Kühlbedarfs
- Erhöhung der Speicherfähigkeit
- Intelligenteres Energiemanagement
- „Un-Sicherheitsbeiwerte“ als Standard
 - + 20% bei der Bohrtiefe und
 - + 20% bei der Gebäudemasse und
 - + 20% bei der Isolationsqualität

πxD



Folgerungen



- Heute:

Nachfrage steuert das **Angebot**
und den Preis

- Morgen:

Angebot steuert die Nachfrage
und den Preis



Danke

Aus
der
Praxis
für
die Praxis



Thank you

„Wie weiter nach Fukushima?“

Erdwärmennutzung im Energiemix

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

www.staerk-erdwaerme.ch