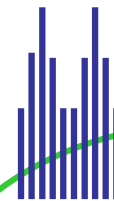


Heizen und Kühlen mit Geothermie

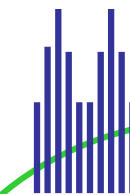
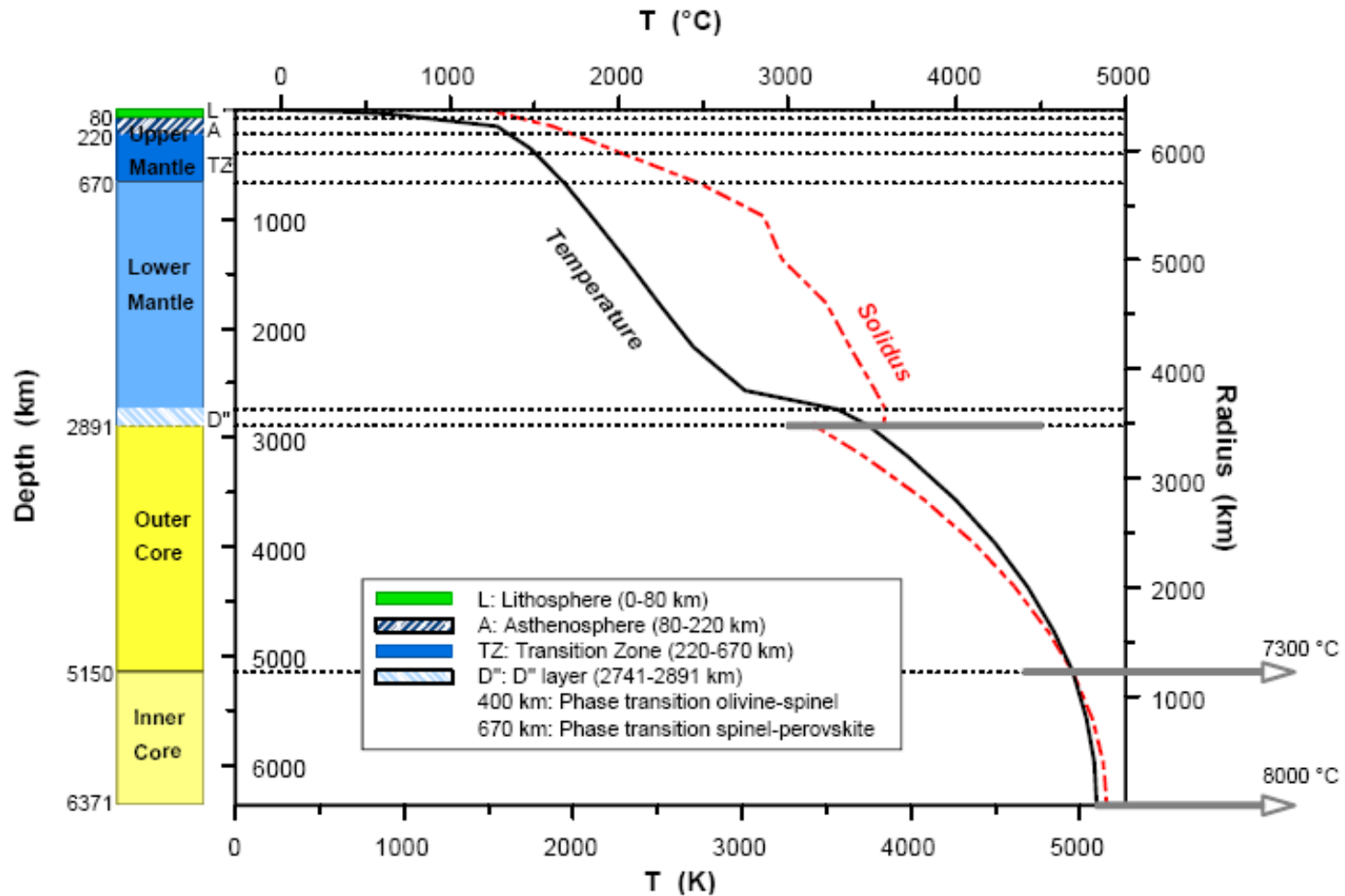


Die Erde gibt von der in ihr gespeicherten Energie täglich etwa das **2,5fache** des menschlichen **Energiebedarfs** an den Weltraum ab

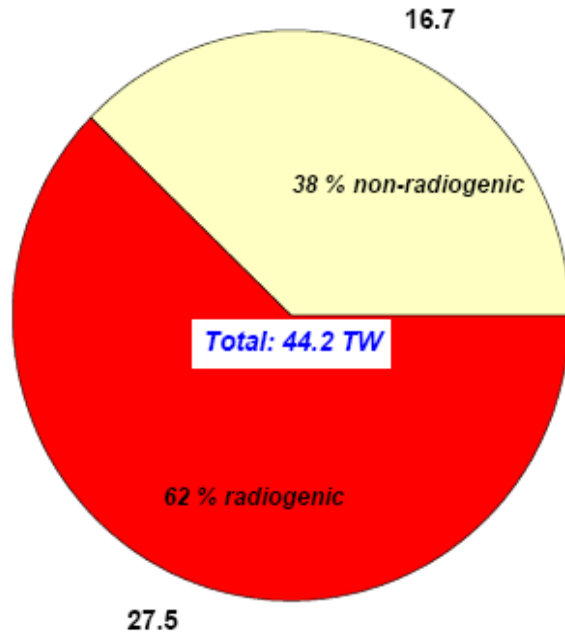
© difiton Jünger Verlag



Temperaturen im Erdinneren



Wärmebilanz der Erde



Wärmequellen:

Radioaktivität

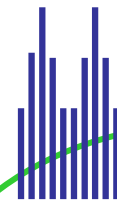
Ursprungsenergie

Reibung

Fig. 8.4. Thermal power (TW) received by the Earth from different sources.

Pre-Print from:

Clauser, C., 2006. Geothermal Energy. In: K. Heinloth (ed), *Landolt-Börnstein, Group VIII: Advanced Materials and Technologies, Vol. 3: Energy Technologies, Subvol. C: Renewable Energies*, Springer Verlag, Heidelberg-Berlin, 493-804.



Wärmebilanz der Erde

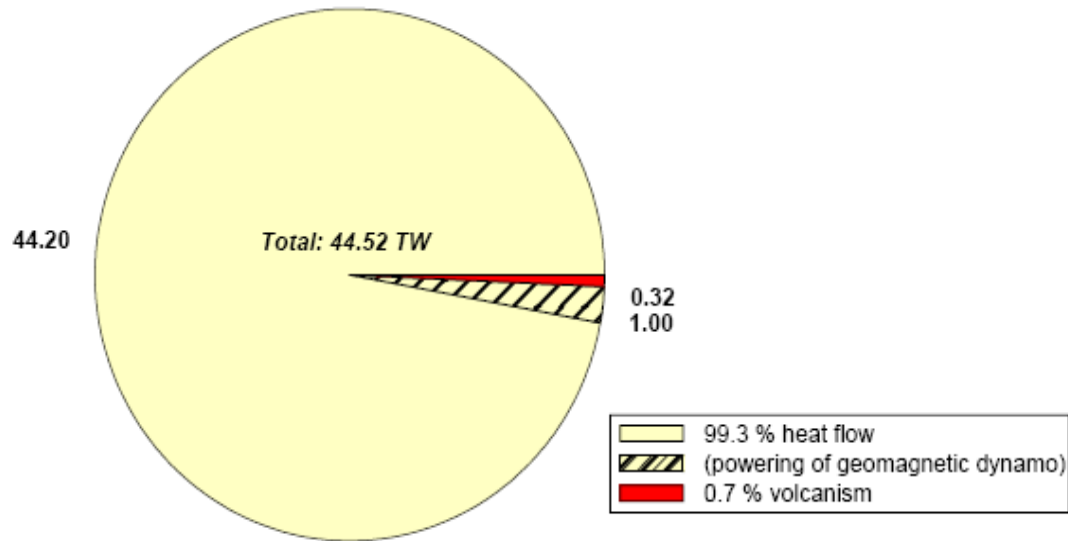
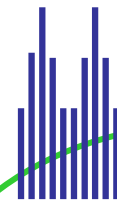
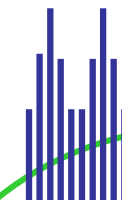
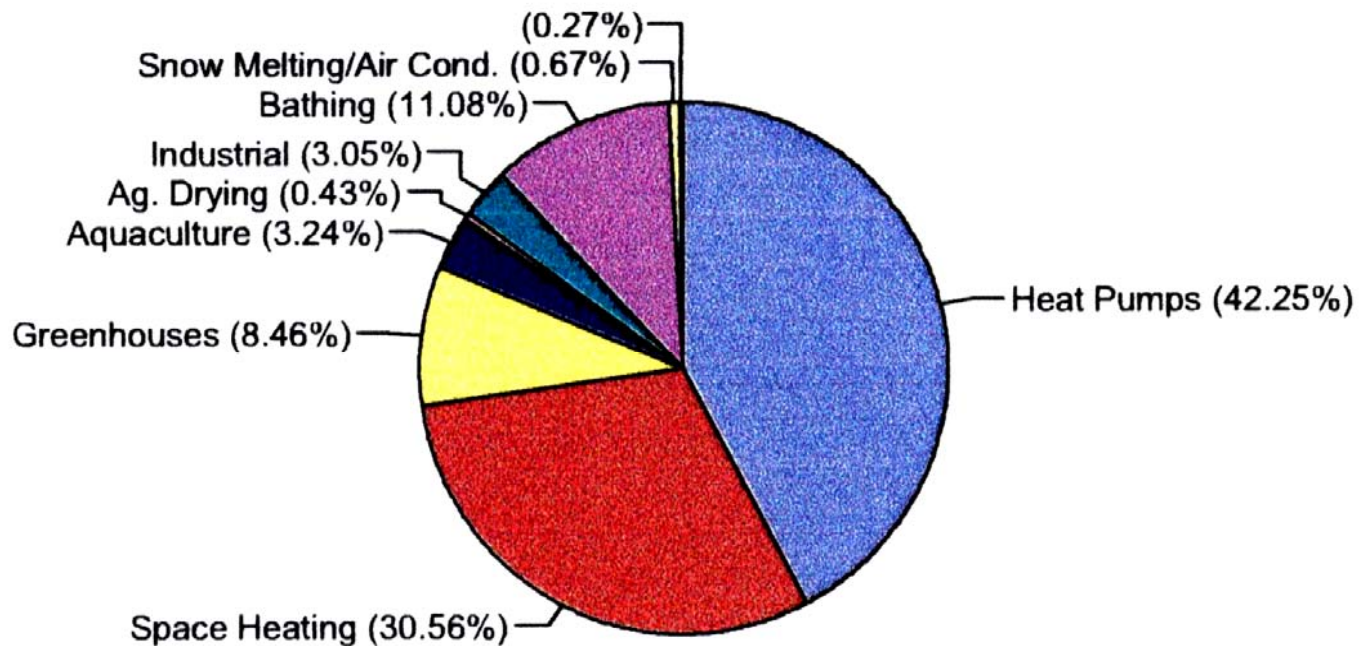


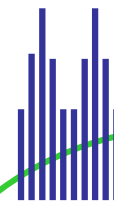
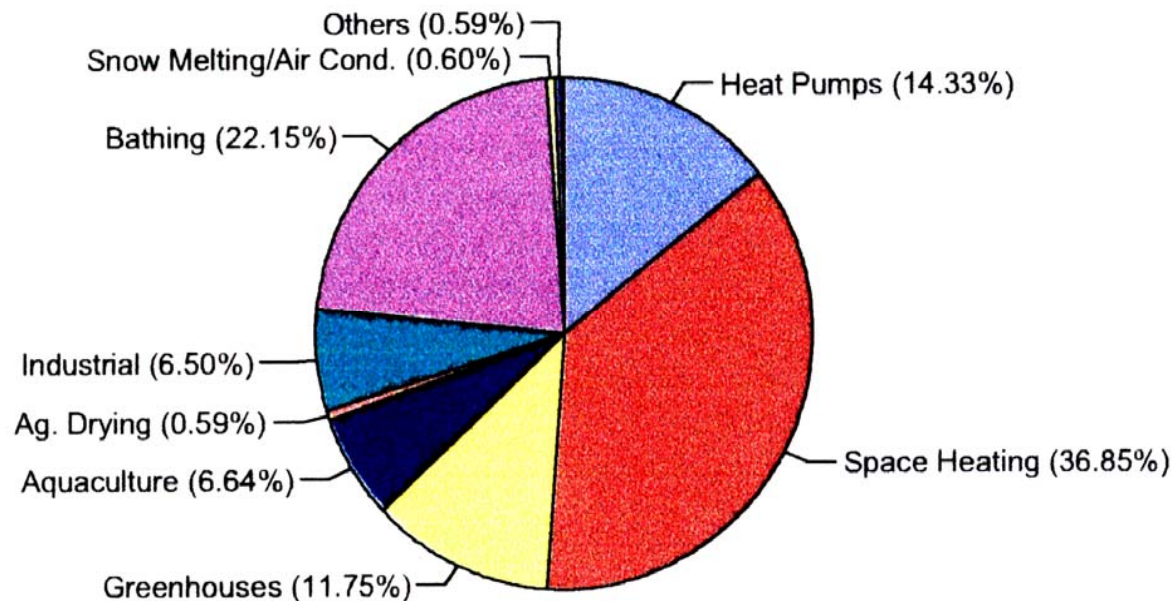
Fig. 8.5. Thermal power (TW) spent by the Earth via different processes (disregarding long-wavelength heat radiation).



Prozentuale Aufteilung der installierten Wärmeleistung geothermischer Anlagen

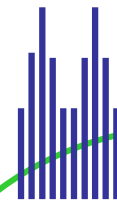


Prozentuale Aufteilung des Wärmeverbrauchs aus Erdwärme



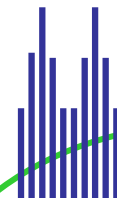
Mögliche Nutzungsarten

- Direkte Nutzung (Tiefe Geothermie)
- Wärmeauskopplung aus Geothermie-Kraftwerken
- Oberflächennahe Geothermie (Wärmepumpen)



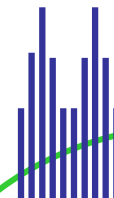
Direkte Wärmenutzung

- **Balneologie** (Heiße Quellen, Thermal- und Heilbäder)
- **Landwirtschaft** (Gewächshäuser, Bodenheizung)
- **Aquakultur** (Fisch- und Garnelenzucht)
- **Gebäudeheizung** und -kühlung, Fernwärme
- **Gebrauchswasser**



Lindal Diagramm

<i>Temperatur °C</i>	<i>Nutzungsart</i>
120	Einkochen und Verdampfen, Meerwasserentsalzung
110	Trocknung von Zementplatten
100	Trocknung von organischen Material wie Heu, Gemüse, Wolle
90	Lufttrocknung von Stockfisch
80	Raumheizung
70	Kühlung
60	Tierzucht
50	Pilzzucht, Balneologie
40	Bodenheizung
30	Schwimmbäder, Eisfreihaltung, Biologische Zerlegung, Gärung
20	Fischzucht



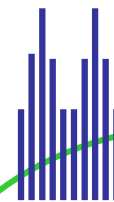
Direkte Wärmenutzung, weltweit

Direkte Nutzung geothermischer Energie in fast

100 Ländern

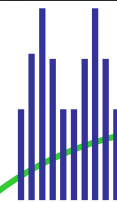
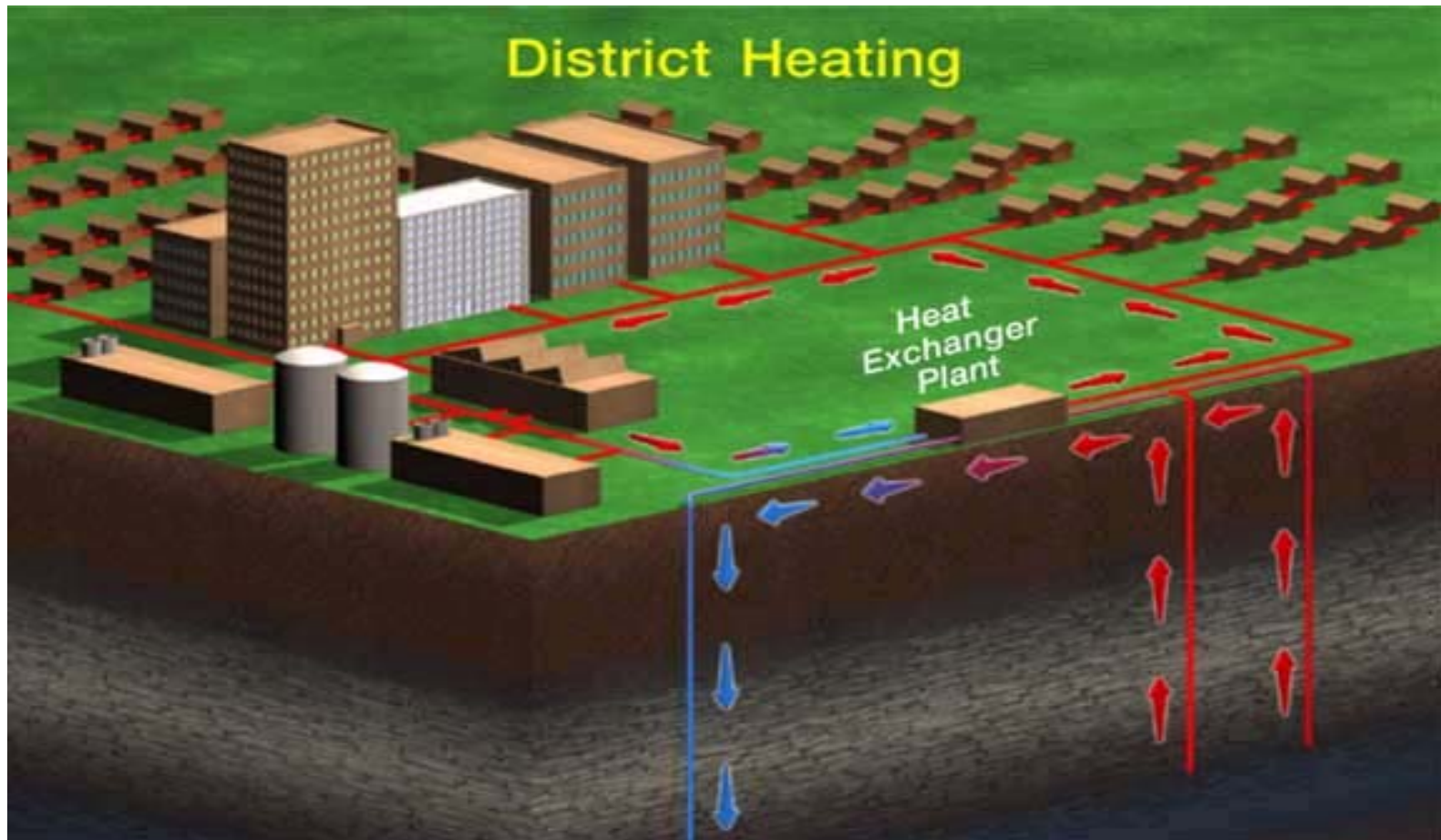
mit einer installierten Leistung von ca.

13.000 MW_{th}

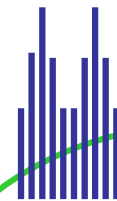
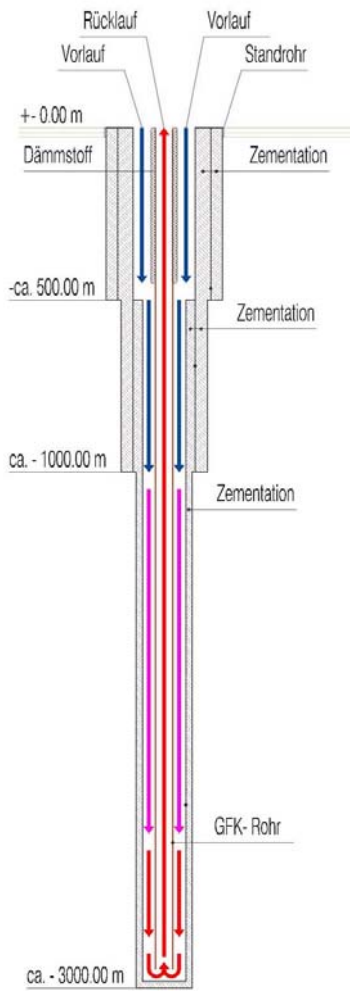


Tiefe Geothermie: Heizen und kühlen

Geothermie-Projekt Isar-Süd



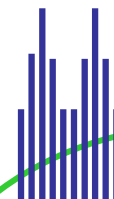
Tiefe Erdwärmesonde Arnsberg



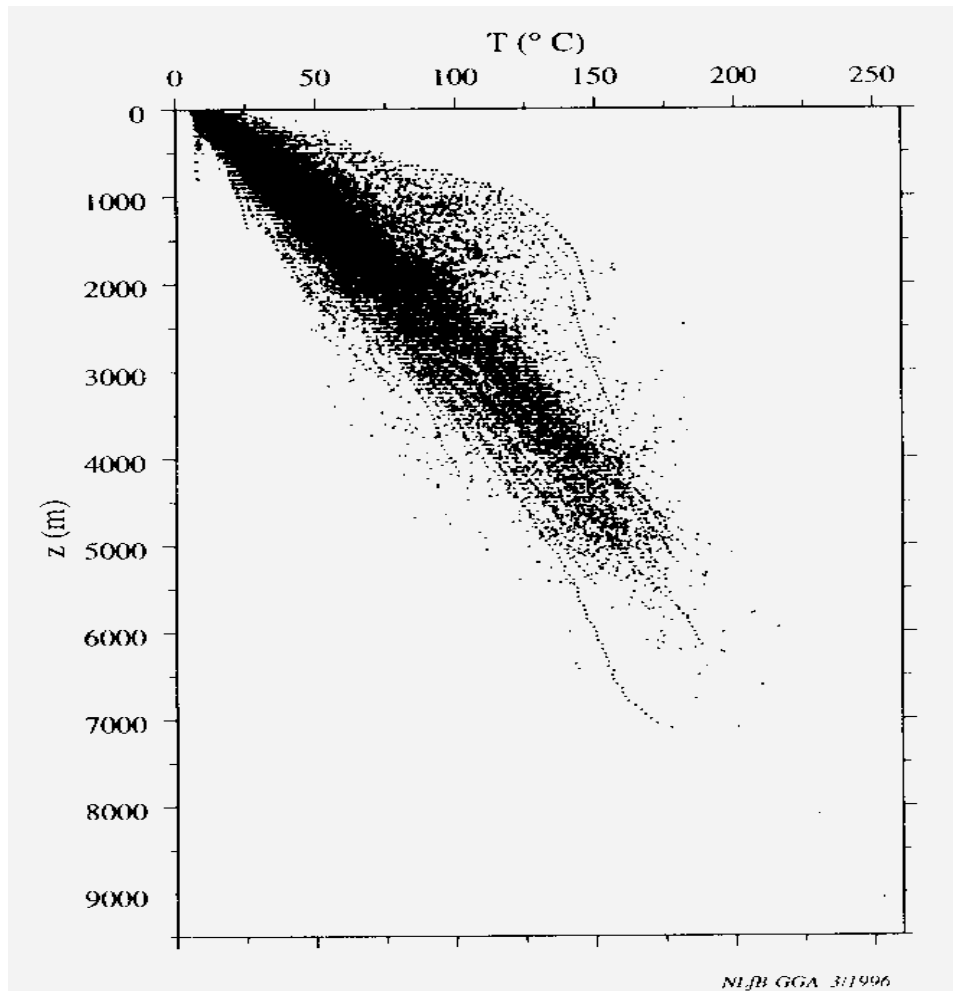
Neue Geothermische Heizwerke (seit 1993)



- Neustadt-Glewe
- Erding
- Straubing
- Simbach-Braunau
- Aachen (Tiefe Erdwärmesonde, im Bau)
- Arnsberg (Tiefe Erdwärmesonde, im Bau)
- Unterschleissheim
- Munich-Riem
- Prenzlau (Tiefe Erdwärmesonde)
- Neubrandenburg (mit Untergrund- Wärmespeicher für GUD-Kraftwerk)
- Hannover (EGS, geplant)
- Bochum (EGS, geplant)

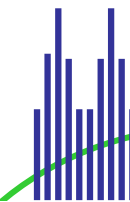


Temperaturzunahme mit der Tiefe, Deutschland

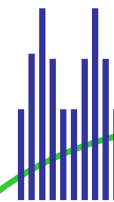
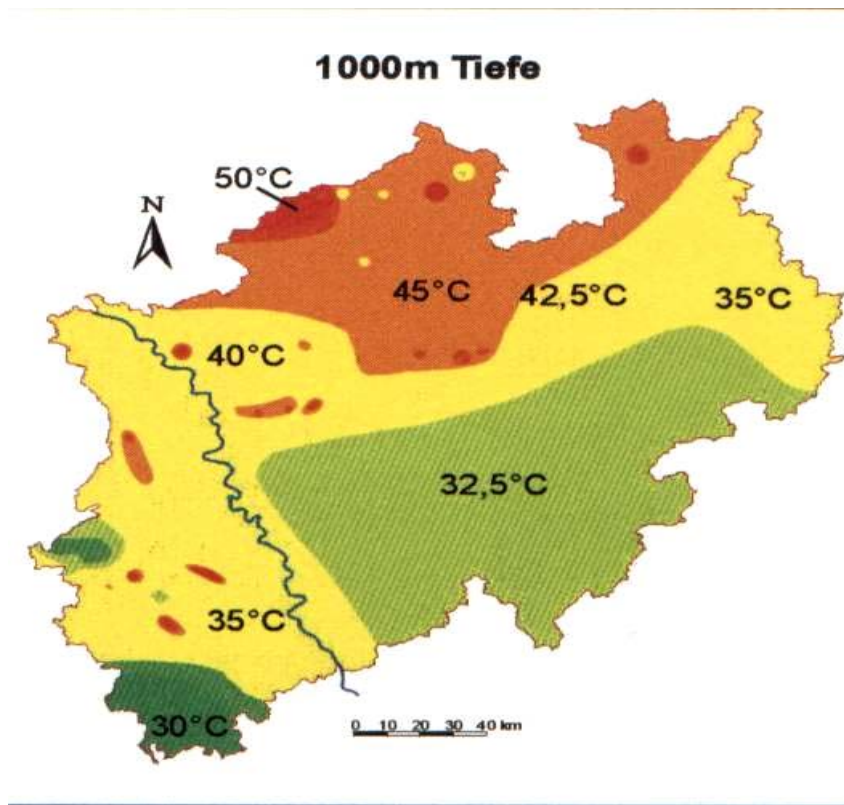


Temperatur
Vs Tiefe

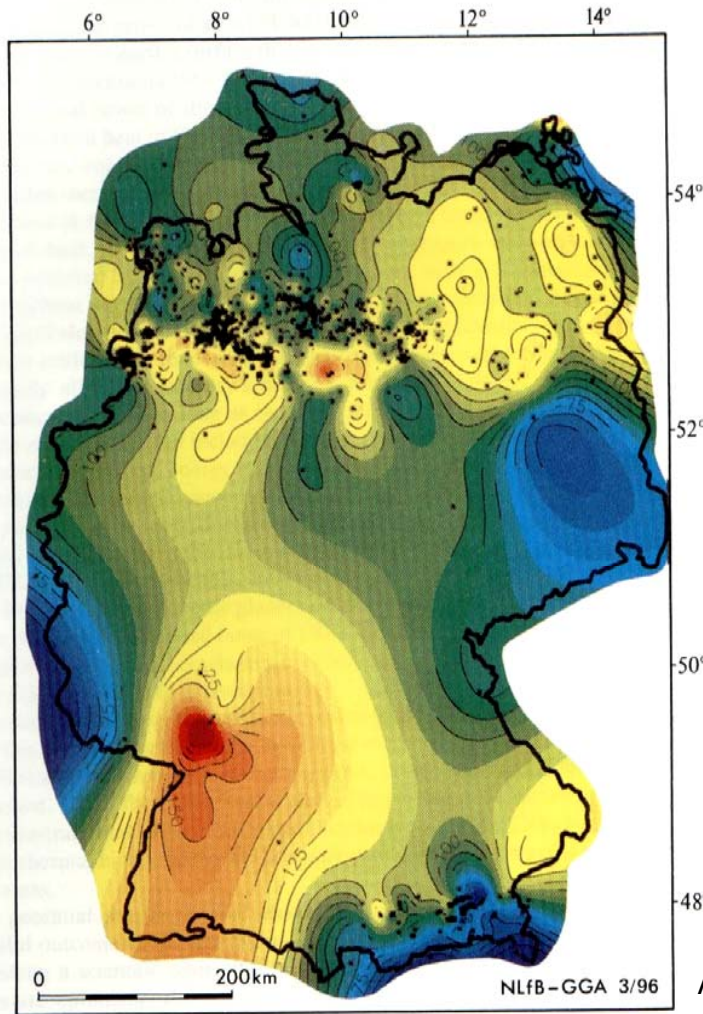
Daten aus
9067 Tiefbohrungen



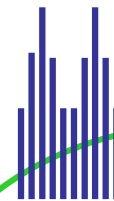
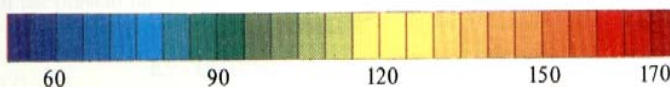
Temperaturen in 100 m Tiefe, NRW



Temperaturen in 3000 m Tiefe, Deutschland



Aus 852 Tiefbohrungen



Geothermische Heizwerke



Straubing



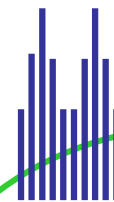
Waren



Erding



Neustadt-Glewe



Wärmespeicherung

Sommerwärme in den Winter retten und vice versa

Es stehen verschiedene Speichertechnologien bzw. -alternativen zur Verfügung (mit oder ohne Wärmepumpen)

Speichertechnik:

Aquiferspeicher

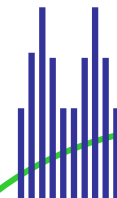
Erdwärmesondenspeicher

Wärmequellen:

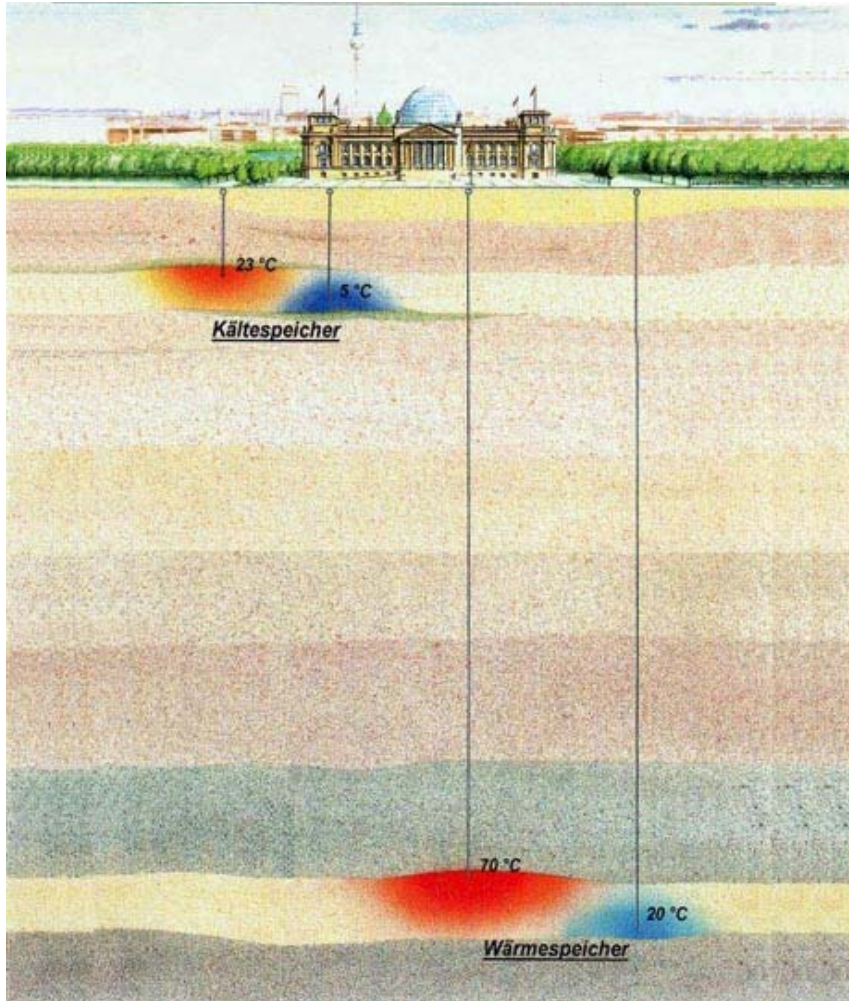
Abwärme

Umgebungswärme,

Sonnenenergie

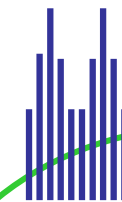


Wärmespeicherung



Reichstagsgebäude Berlin

© Geothermie Neubrandenburg GmbH



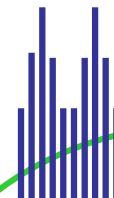
Oberflächennahe Geothermie

Im Gegensatz zur Nutzung von warmen oder heißen Wässern aus dem tiefen Untergrund wird Wärme aus dem flacheren Untergrund gewöhnlich nur mit Hilfe von **Wärmepumpen** genutzt.

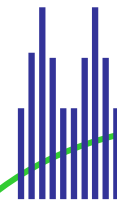
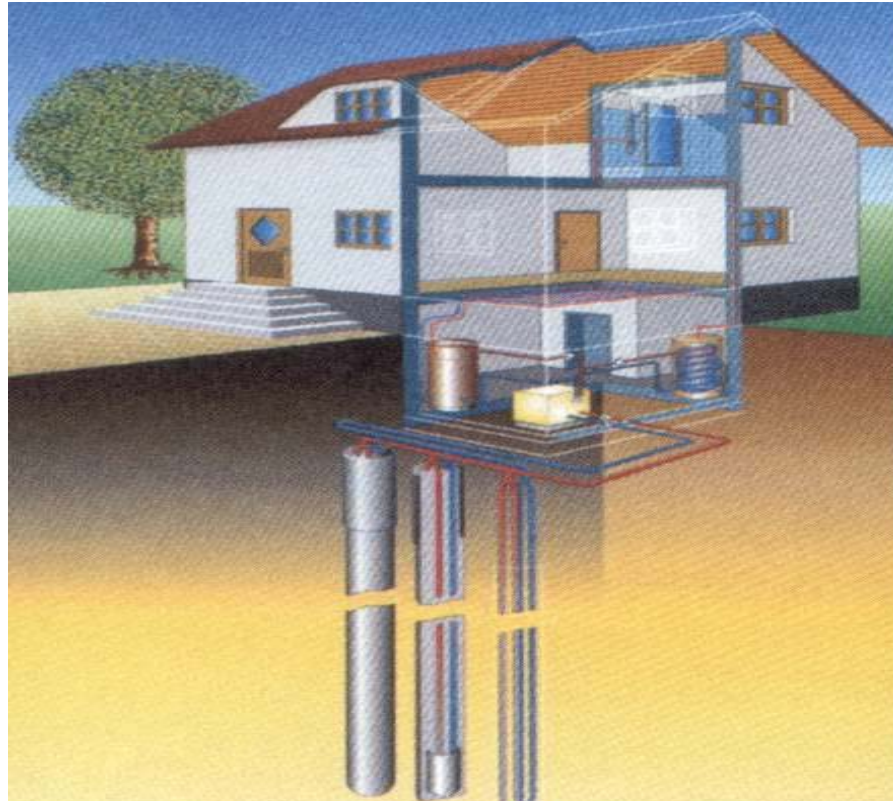
- Für den Einsatz von Wärmepumpen steht eine breite Palette an Wärmequellen bzw. Techniken zu Verfügung, um die im Untergrund vorhandene Energie nutzen zu können.

Die wichtigsten sind:

- Grundwasserwärmepumpen
- Erdwärmekollektoren
- Erdwärmesonden
- Erdberührte Betonbauteile, Energiepfähle



Erdwärmesonde



Erdwärmesonden

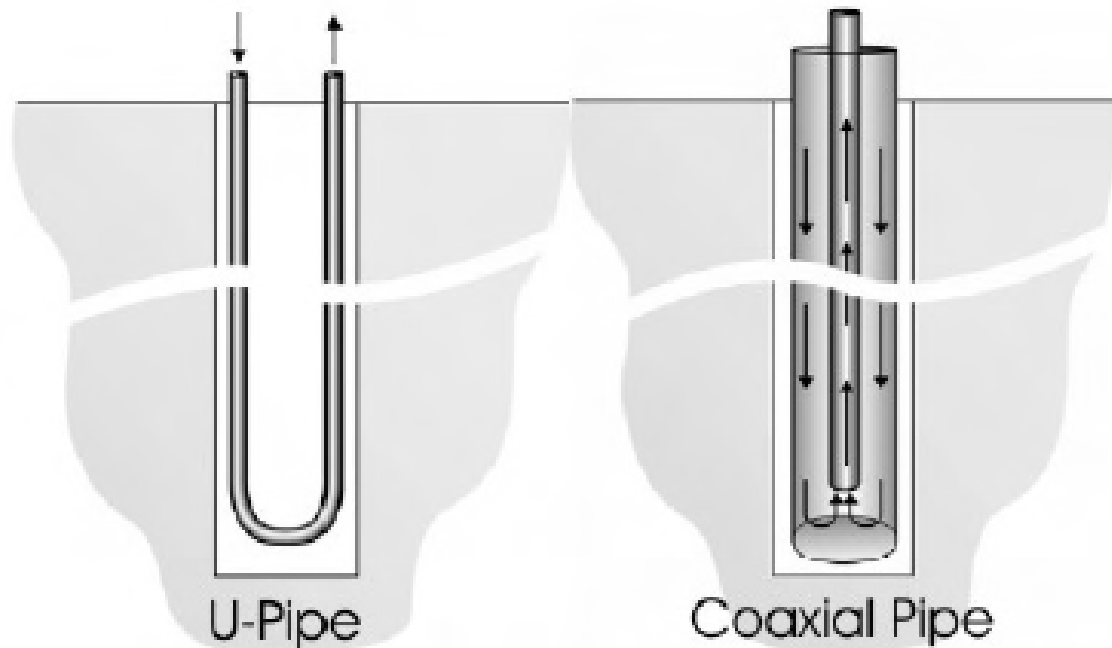
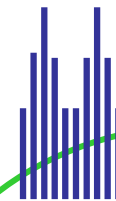


Fig. 8.30 Two common basic pipe arrangements used in borehole heat exchangers (after [2002Geh]).



Erdgekoppelte Bauteile

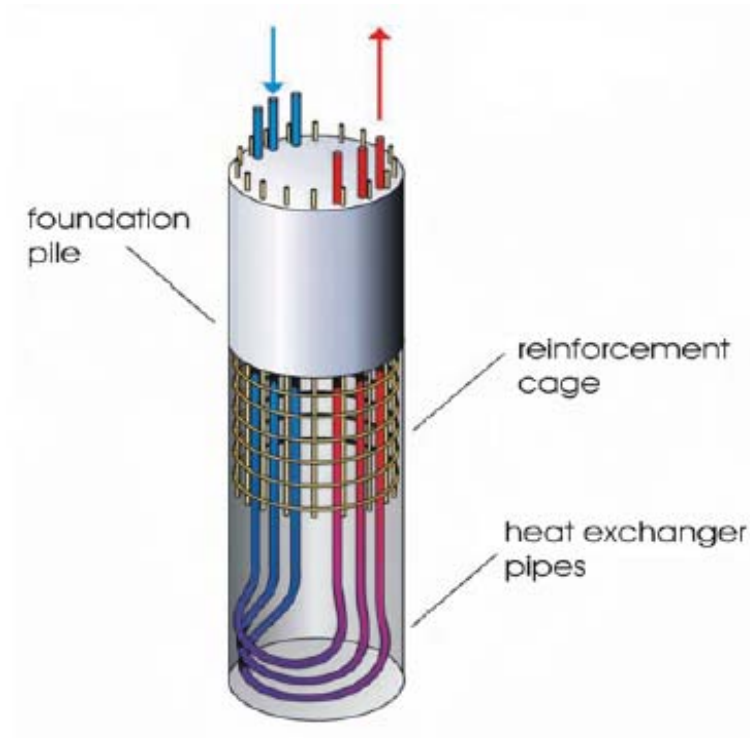
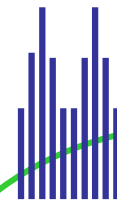


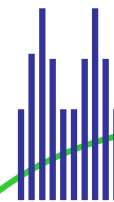
Fig. 8.31 Heat exchanger piles: Earth coupled heat exchanger pipe systems integrated in building foundation piles (after [2004Von^b]).



Kollektor



Fig. 8.28 Horizontal Earth coupled heat exchanger system (after [1999Ano^a]; yellow box in building basement: heat pump).



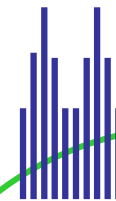
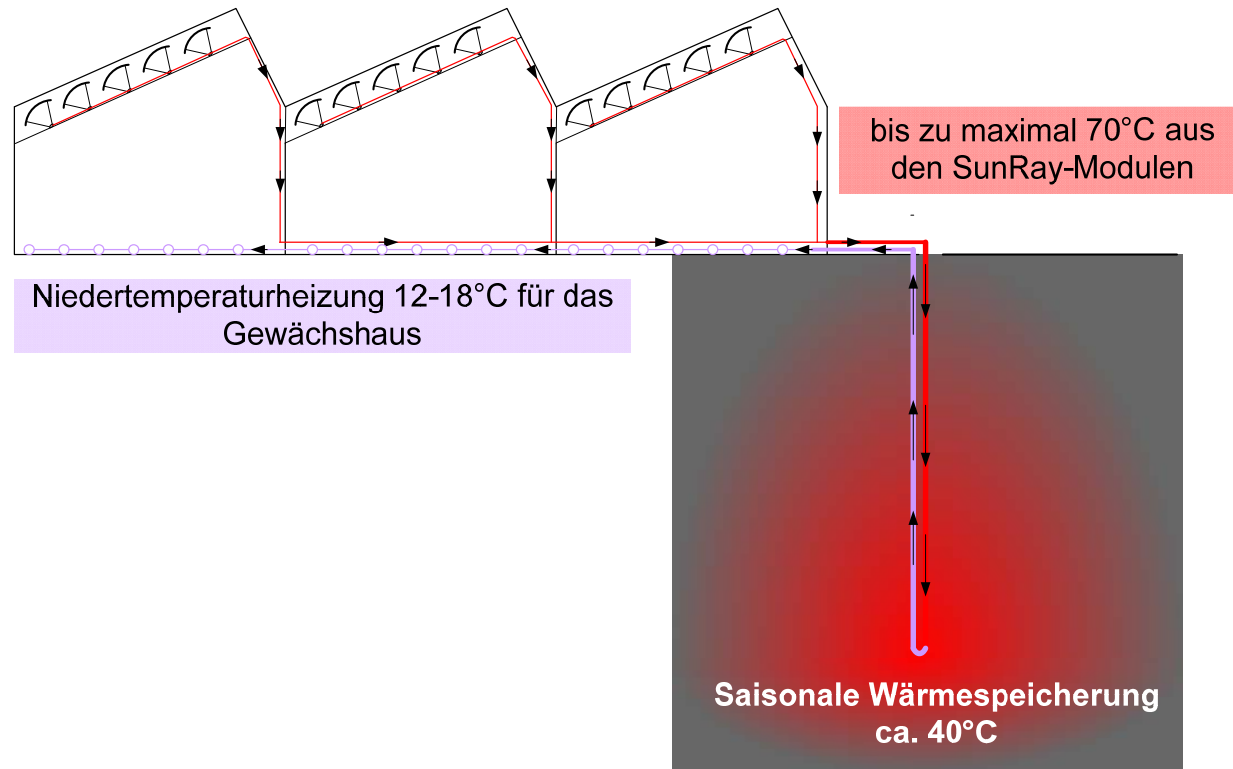
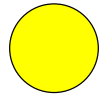
Grundwasser Dublette



Fig. 8.32 Groundwater heat pump system (after [1999Ano^a]; yellow box in building basement: heat pump).

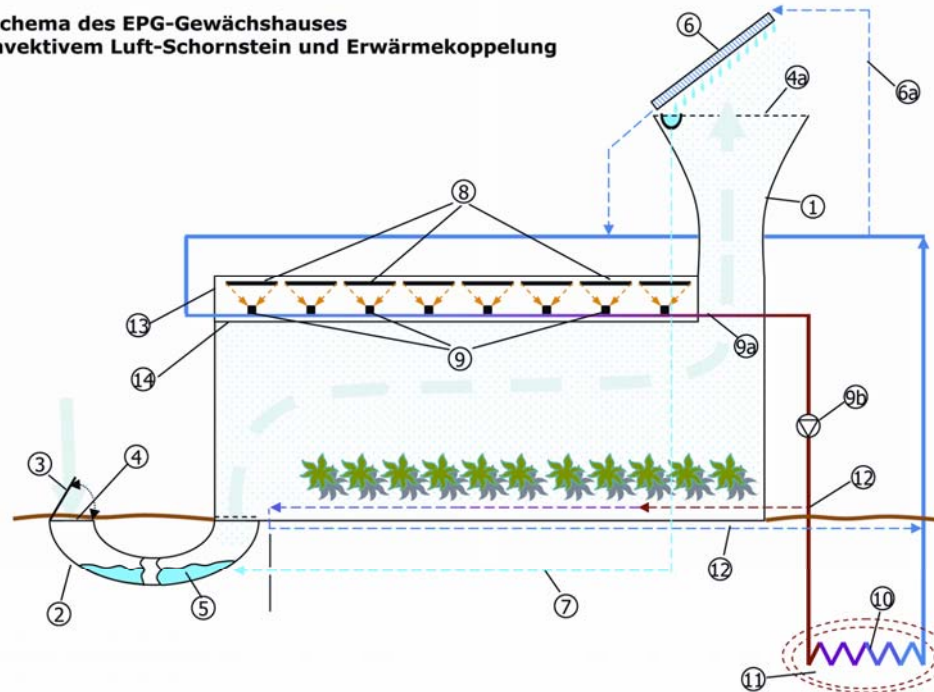


Hybride Lösungsansätze: Energie-produzierendes Gewächshaus



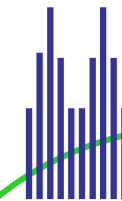
Energie produzierendes Gewächshaus

**Grundschemata des EPG-Gewächshauses
mit konvektivem Luft-Schornstein und Erwärmegekoppelung**

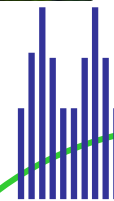


- | | | |
|---|---|--|
| 1. Konvektiver Luft-Kamin | 6a. Kühlwasserkreislauf für Kondensator | 11. Großer thermischer Erdspeicher. Typisch für Sommer-Winter Betrieb ausgelegt (Sommer „Sonne“ zur Winterheizung) |
| 2. Flache Erdkanäle (2 - 4m) | 7. Rezirkulation des Kondenswassers | 12. Entnahmerohr; typisch 30°C Warmwasser um Pflanzen über „Fußbodenheizung“ auf ca. 20°C (im Winter) zu heizen |
| 3. Klappe zur Steuerung des Luftflusses | 8. Solare Optiken (Sunray oder Sunflower); refraktiv | 13. Äußere Fluorpolymerhülle (120 to 140 µm) |
| 4. Lufteintritt | 9. PV/thermische Receiver | 14. Innere Fluorpolymerhülle (≤50 µm) |
| 4a. Feines Netz (gegen Schadinsekten) | 9a. Heißwasserleitung zur Ableitung der PV-Kühlleistung | |
| 5. Wasser für Verdunstungskühlung | 9b. Umwälzpumpe | |
| 6. Wasserdampf Kondensator | 10. Erdwärmetauscher | |

Nicht dargestellt: die aktive Belüftung + Heizung des Zwischenraumes zwischen 13. und 14. verhindert Taupunktunterschreitung und damit Tröpfchenkondensation mit negativem Einfluss auf die optische Transparenz und das Pflanzenwachstum.



Energie produzierendes Gewächshaus



Das Exergie Konzept

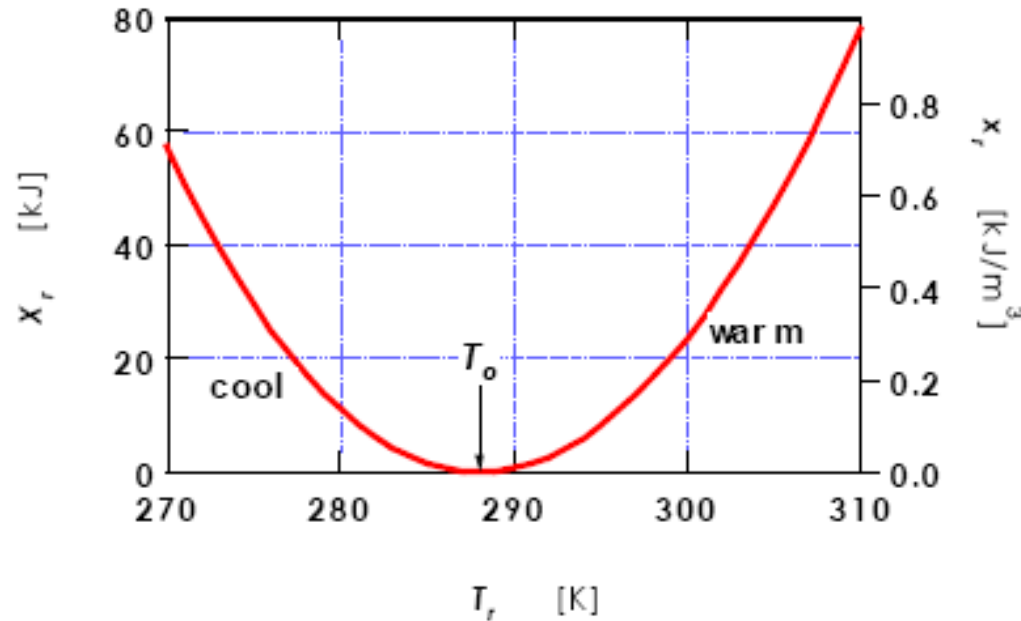
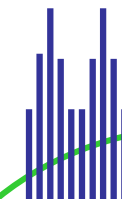


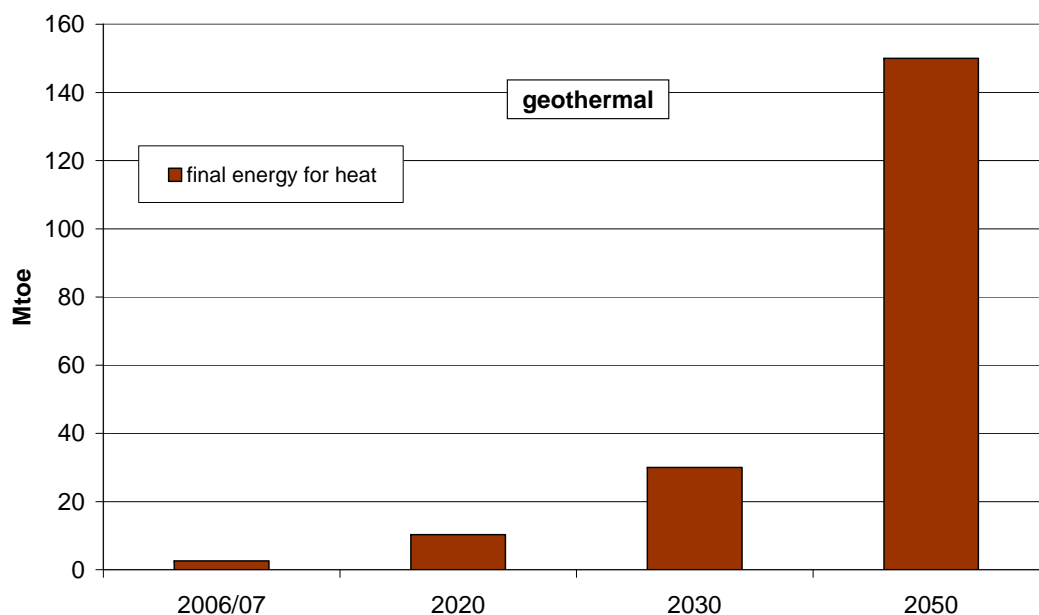
Fig. 2. Thermal exergy contained by air as a function of temperature, T_r . Air volume is assumed to be 81m^3 ($= 6\text{m} \times 5\text{m} \times 2.7\text{m}$). Environmental temperature, T_o , is 288K ($=15^\circ\text{C}$). Air at a temperature higher than the environmental temperature has “cool” exergy and the air at a temperature lower than the environmental temperature has “warm” exergy (See Appendix A, formula A.1).



Geothermal for Heat

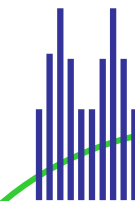
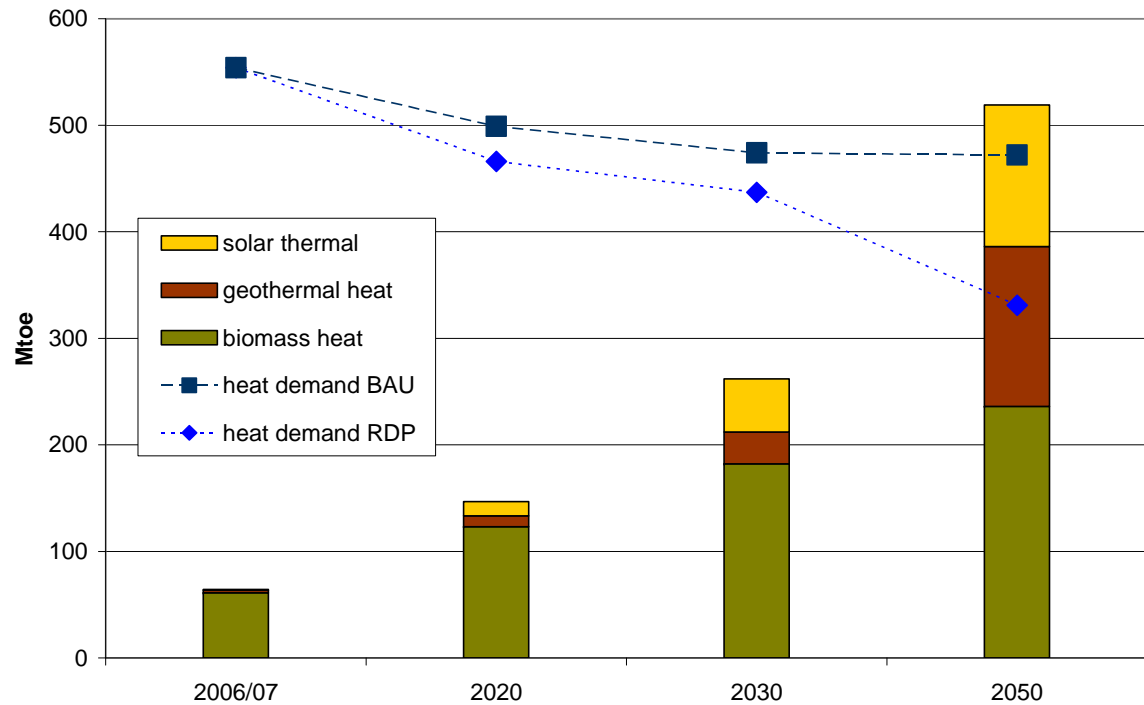
Direct use of geothermal heat is subject to the availability of resources; EGS is promising to open up all remaining area for direct heat use. Geothermal heat pumps can be used virtually everywhere.

By 2050, a value in excess of 150 Mtoe of heat production is deemed possible



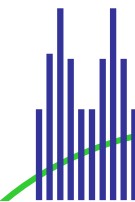
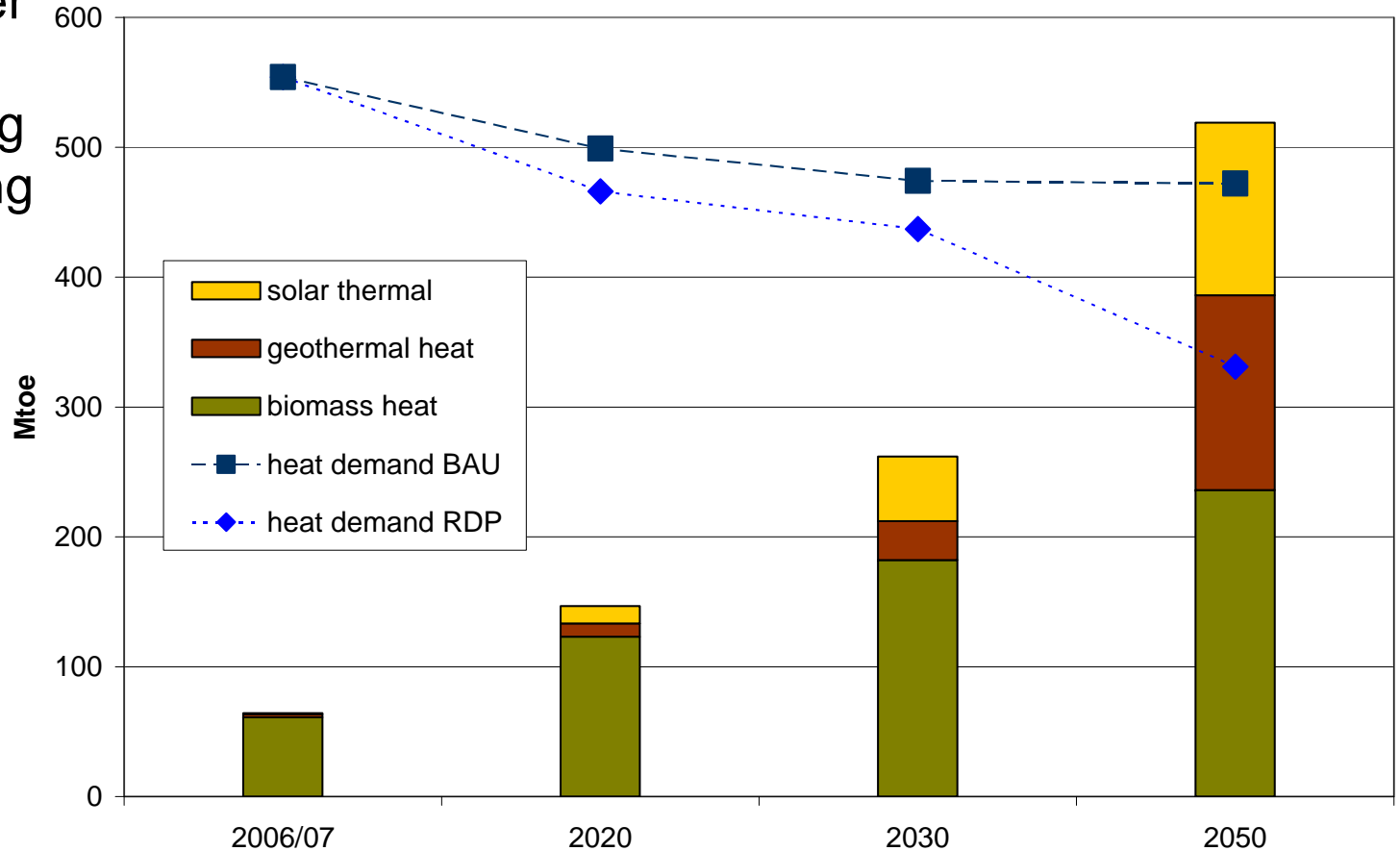
100% renewable heating and cooling 2050?

...well over
100 % of
the heating
and cooling
demand!



Conclusion / Synopsis

...well over 100 % of the heating and cooling demand!





**Erhaltet meine
Umwelt!**

Danke

