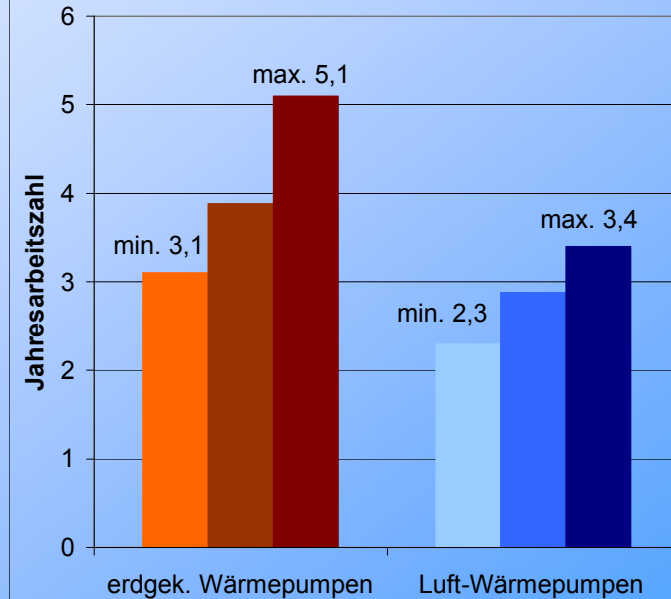
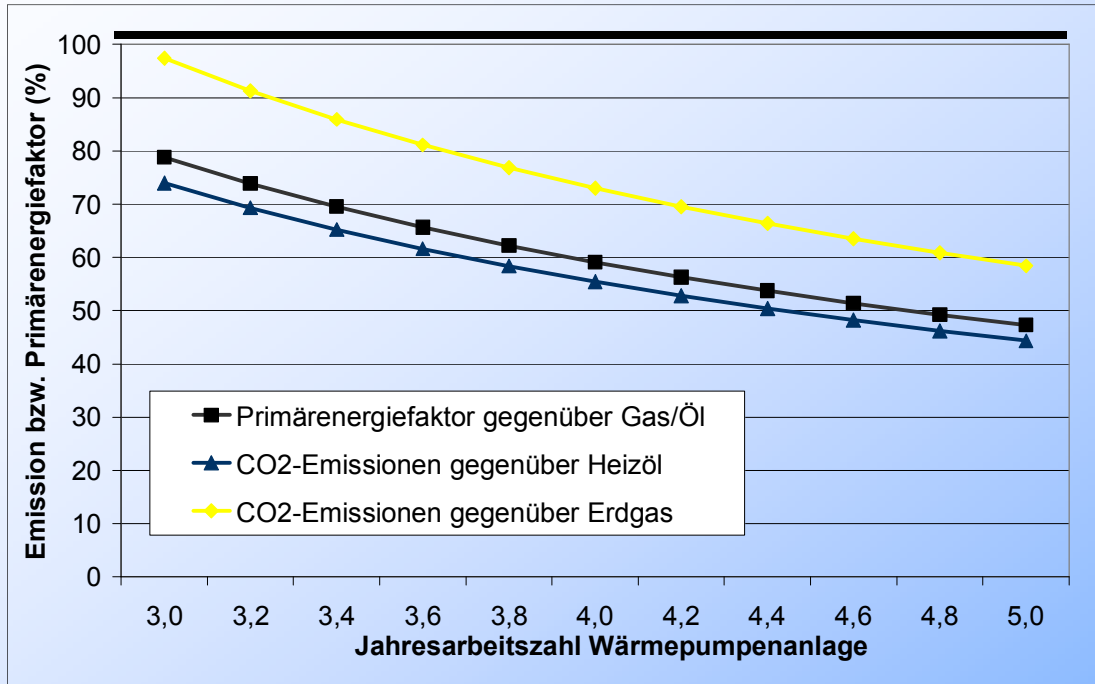


# **Chancen und Hemmnisse bei erdgekoppelten Wärmepumpen**

**Dr. Erich Mands**  
**Geologe**

**UBeG Dr. Mands & Sauer GbR**  
**Reinbergstr. 2, 35580 Wetzlar**  
**[www.ubeg.de](http://www.ubeg.de)**

## Chancen durch erdgekoppelte Wärmepumpen: Primärenergieeinsparung, CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung

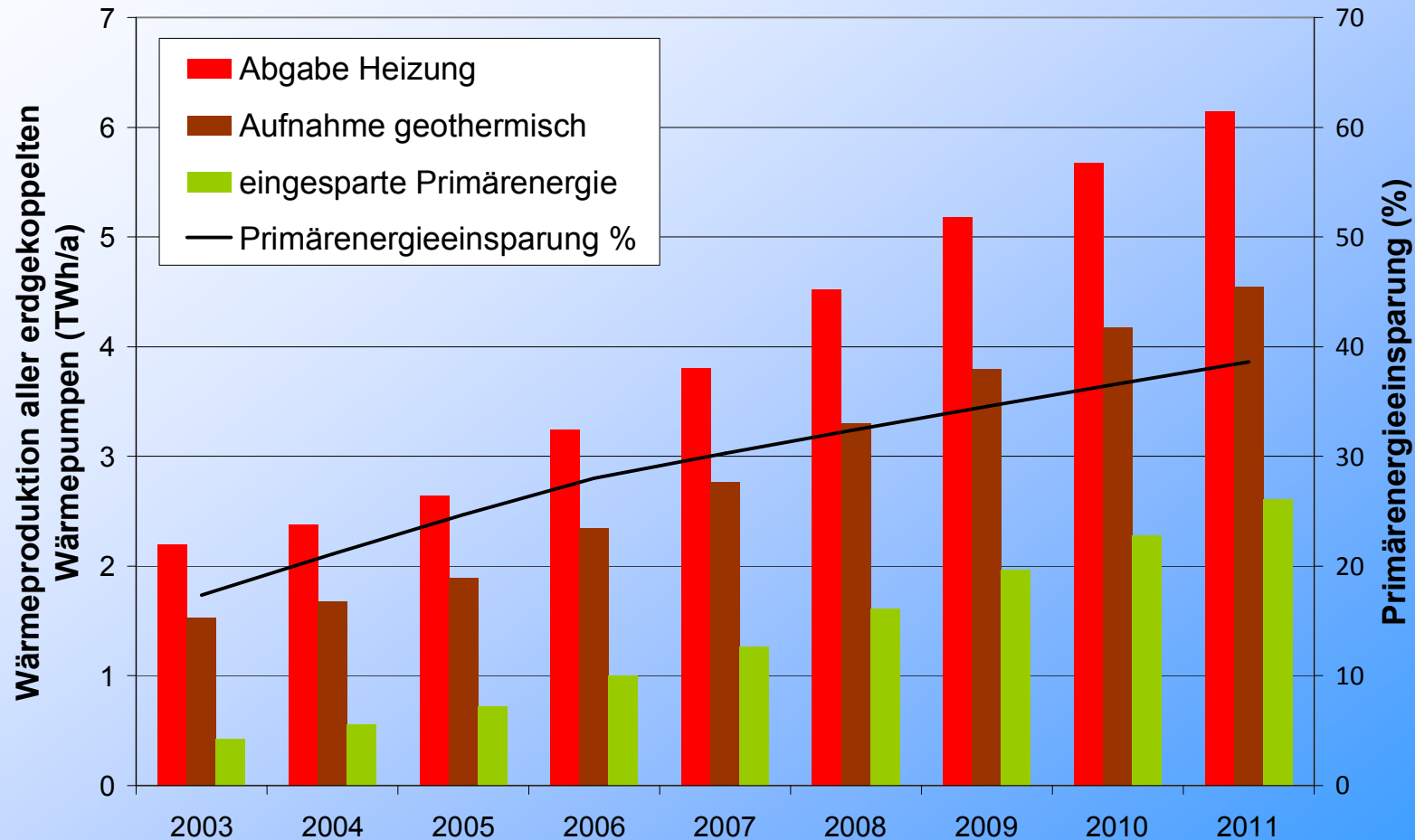


**Primärenergie (berechnet mit Werten aus EnEV 2009)**  
**CO<sub>2</sub>-Emissionen (berechnet mit Werten von BMU)**

**Jahresarbeitszahlen von Wärmepumpenanlagen aus Feldtest (nach Angaben aus Miara et al., 2011)**

***Wird mit jeder Verbesserung im Strom-Mix günstiger !***

## Erdgekoppelte Wärmepumpen tragen bereits deutlich zur Versorgung mit sauberer Heizenergie bei !



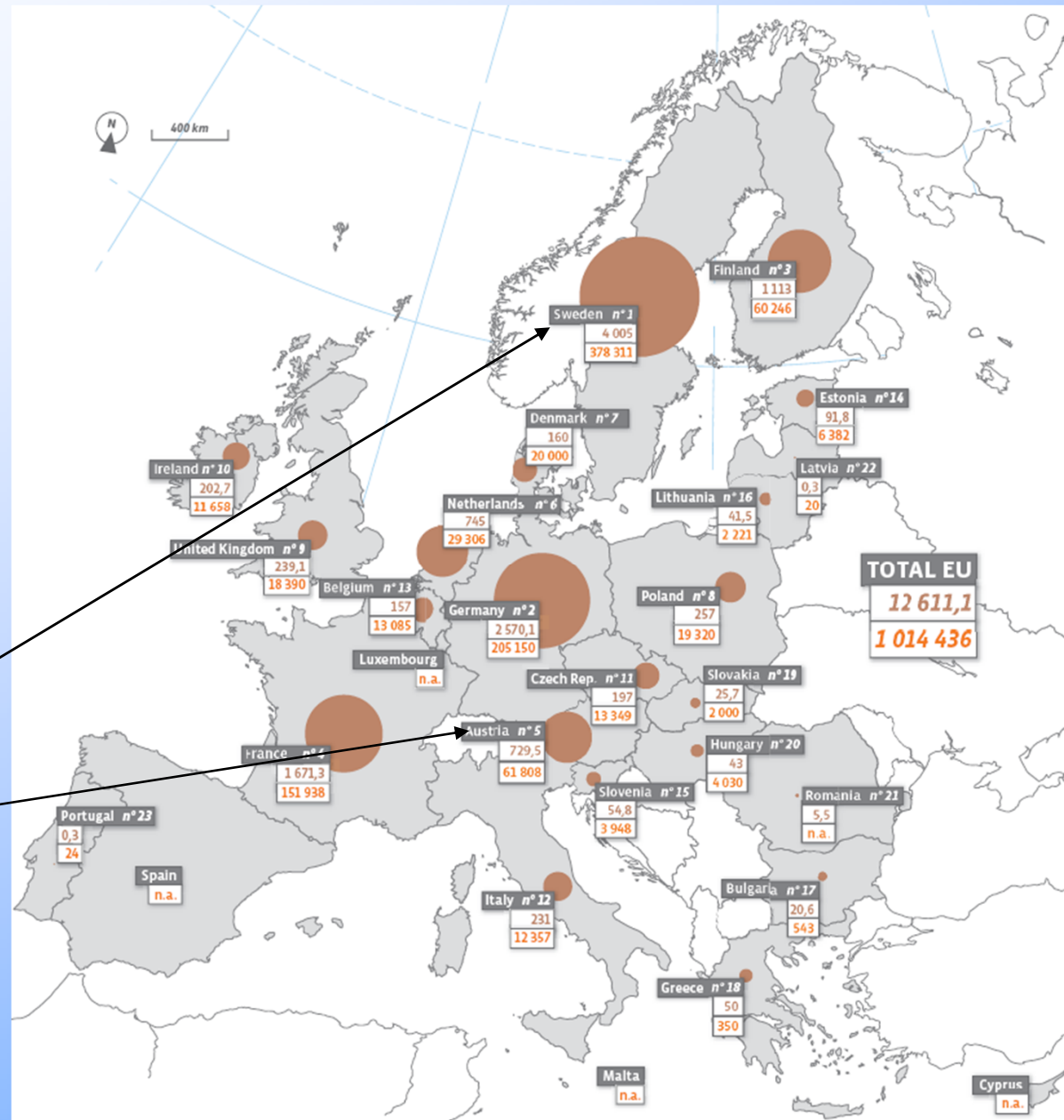
**Jährliche Wärmeproduktion erdgekoppelter Wärmepumpen in Deutschland (berechnet aus Daten BWP)**

# Verbreitung Erdgekoppelter Wärmepumpen

Anzahl Wärmepumpen (<50 kW) und installierte Leistung in der EU 2010

Zusätzliche Wichtige Märkte: Norwegen, Schweiz

aus:  
Heat Pump Barometer EUROBSERV'ER  
September 2011



**Chancen durch technische Weiterentwicklung gab es in jüngerer Zeit vor allem noch auf folgenden Gebieten:**

- **Bohrverfahren und -geräte**
- **Erdwärmesondenbau**
- **Verpressmaterial**
- **Abdichtung verschiedener Grundwasserleiter gegeneinander und zur Oberfläche, auch bei artesischen Verhältnissen**
- **Erdgekoppelte Wärmepumpen im Gebäudebestand**
- **Senkung der Investitionskosten durch technische Maßnahmen**
- **Senkung der Betriebskosten durch erhöhte Effizienz**

### **Leitfäden der Länder**

**Grundsätzlich positiv sind folgende Ansätze,**

- **Einteilung der Landesfläche in unterschiedliche Kategorien, zur Prognose bei Beginn der Planungen und für Arbeitserleichterungen während des Verfahrens**

**aber Probleme z.B. bei kurzfristigen Neueinstufungen**

- **Beigabe von Formblättern zur Vereinfachung der Antragstellung und –bearbeitung**

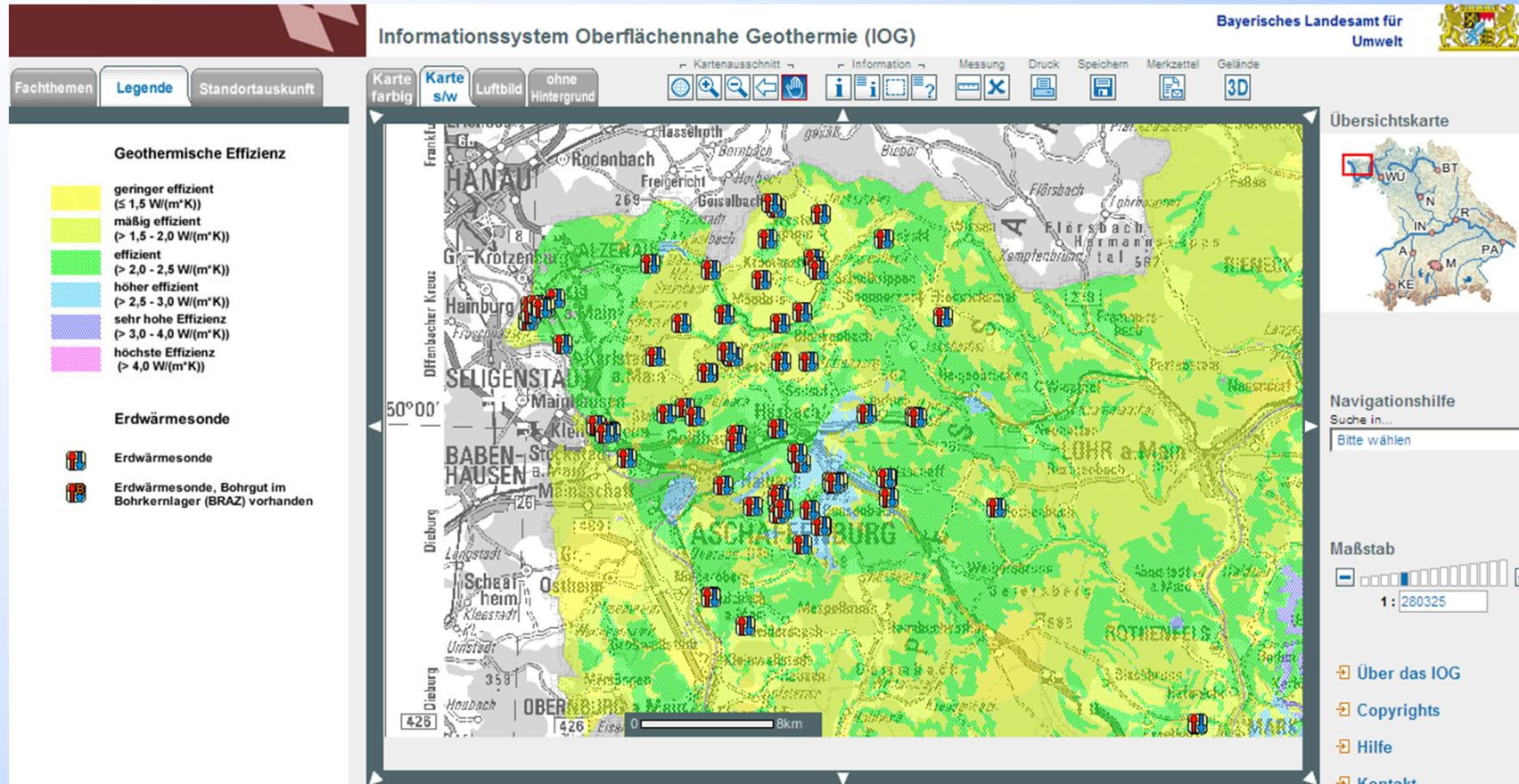
aber Gefahr des Formalismus (Zwang zur Nutzung der Formulare)

- **Verweis auf VDI 4640 für die technischen Details, Verpflichtung auf Einhaltung dieser und anderer einschlägiger Richtlinien**

aber: Ärgerlich ist es, wenn sich in Leitfäden Fehler bei der Interpretation von technischen Regeln zeigen; so z.B. im Leitfaden Saarland ein Gebot mit Bezug auf VDI 4640, grundsätzlich alle einzelnen Rohrkreise einer Doppel-U-Sonde zum Verteiler zu führen, was so gar nicht in VDI 4640 steht.

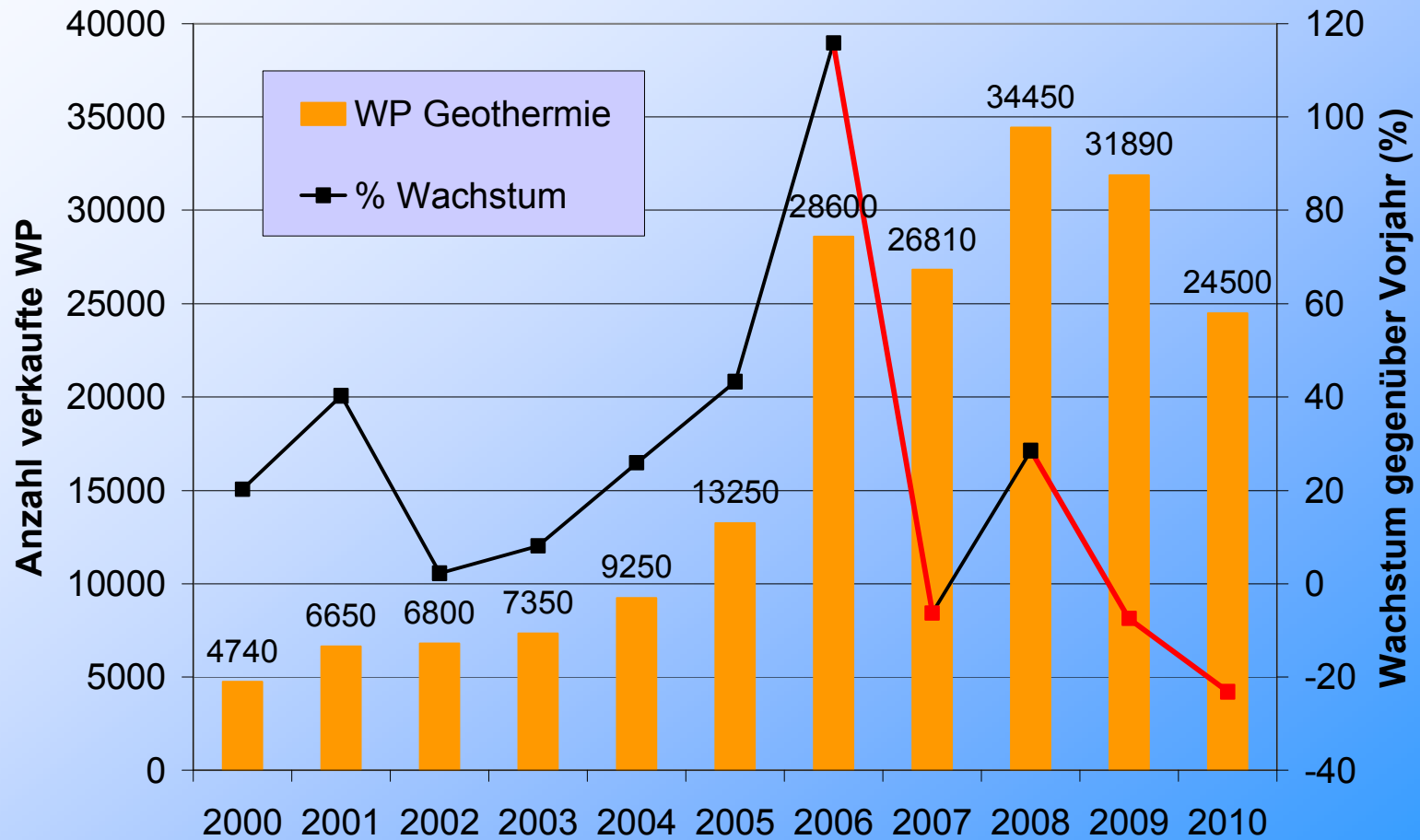


## Informationssysteme und Datenbanken der Länder



<http://www.bis.bayern.de/bis/initParams.do?role=iog>

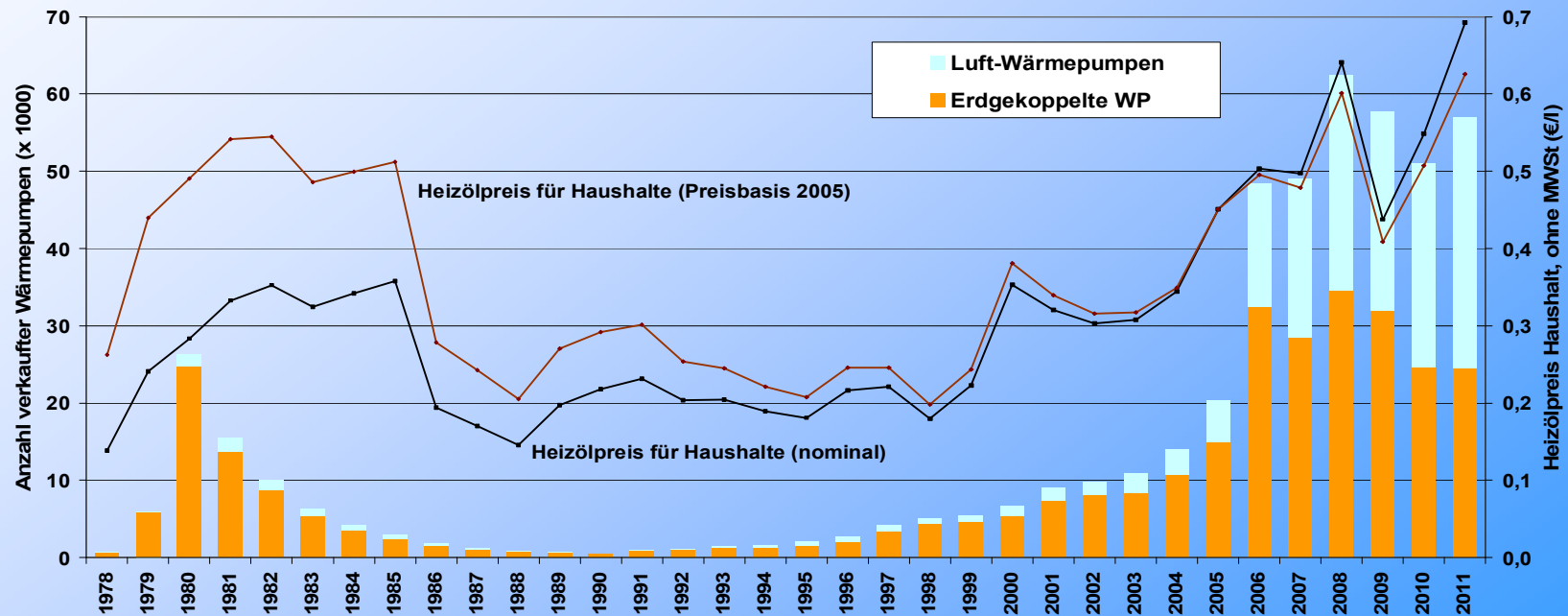
### Seit dem Rekordwachstum 2006 deutliche Rückgänge im Verkauf erdgekoppelter Wärmepumpen



Marktentwicklung 2002-2010 (nach Daten BWP)



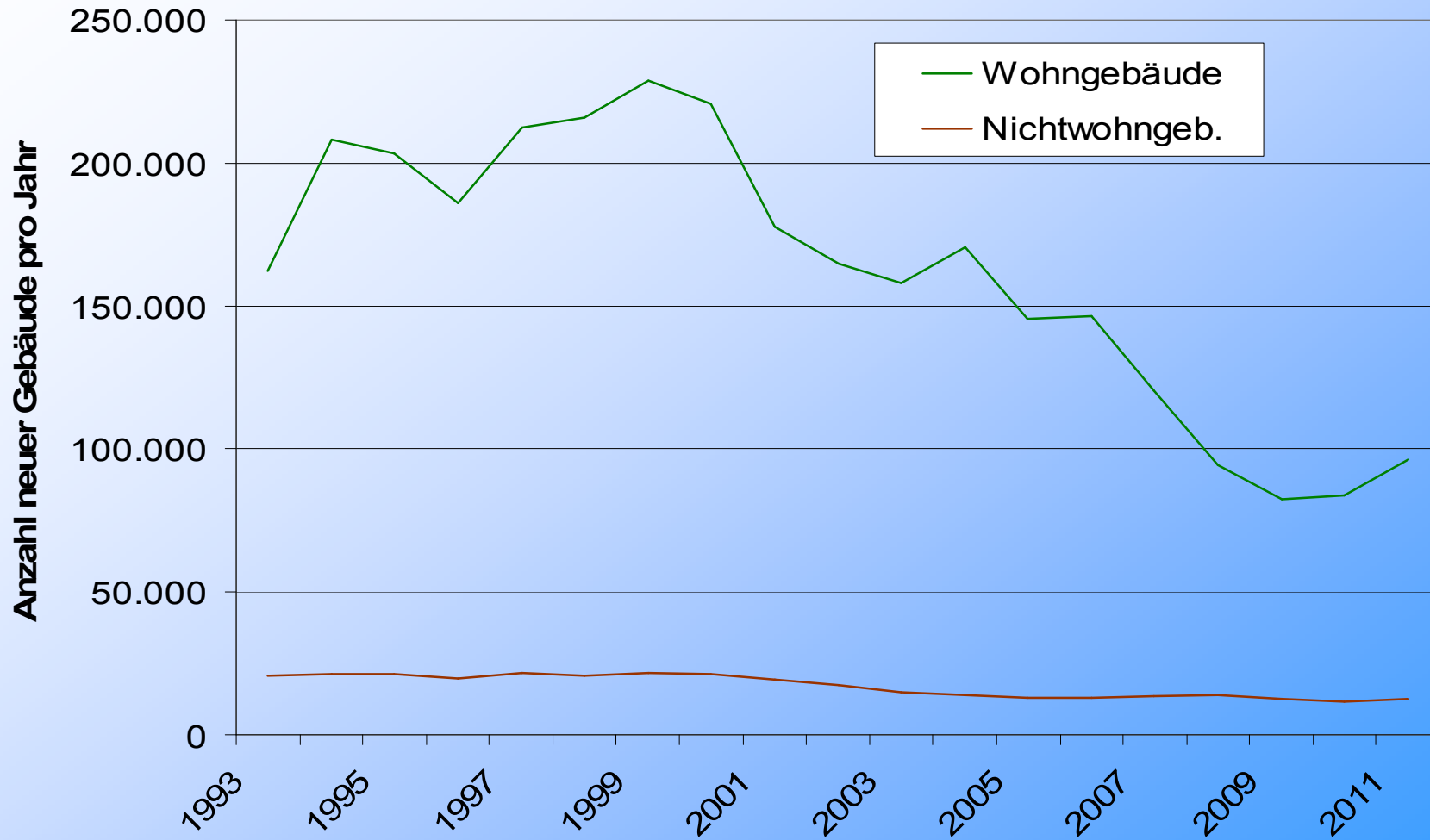
Die Entwicklung der Verkaufszahlen hat ihre wesentliche Erklärung natürlich im Preis für die Vergleichsenergie, gegen die bei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit einer Wärmepumpenanlage die möglichen Energiekosteneinsparungen gerechnet werden.



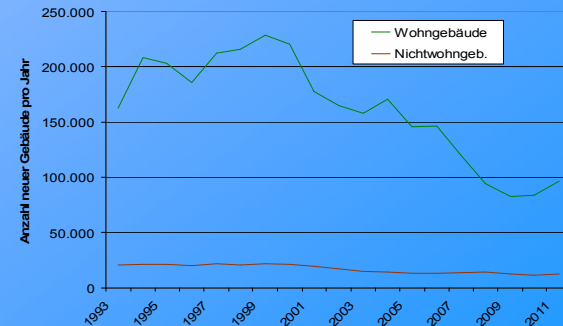
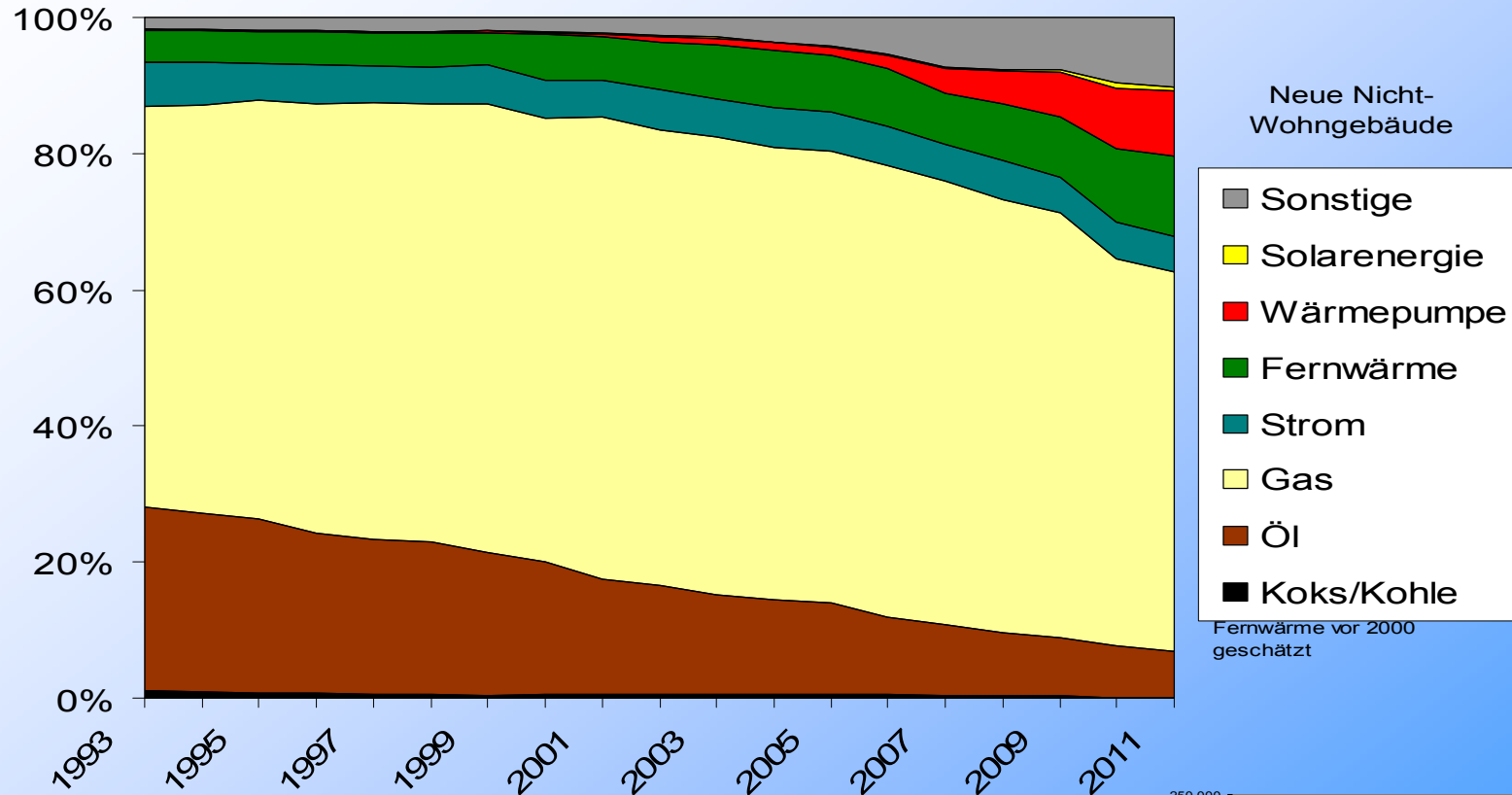
Marktentwicklung 2002-2011 (nach Daten BWP und Stat. BA)

## 5. Norddeutscher Geothermietag

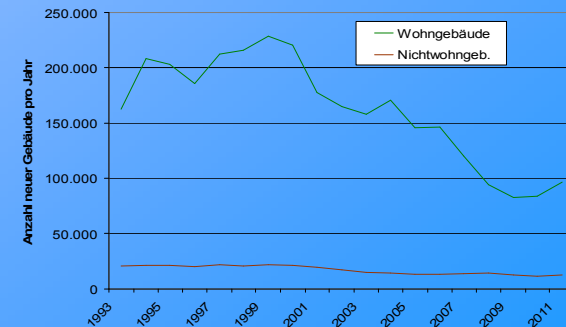
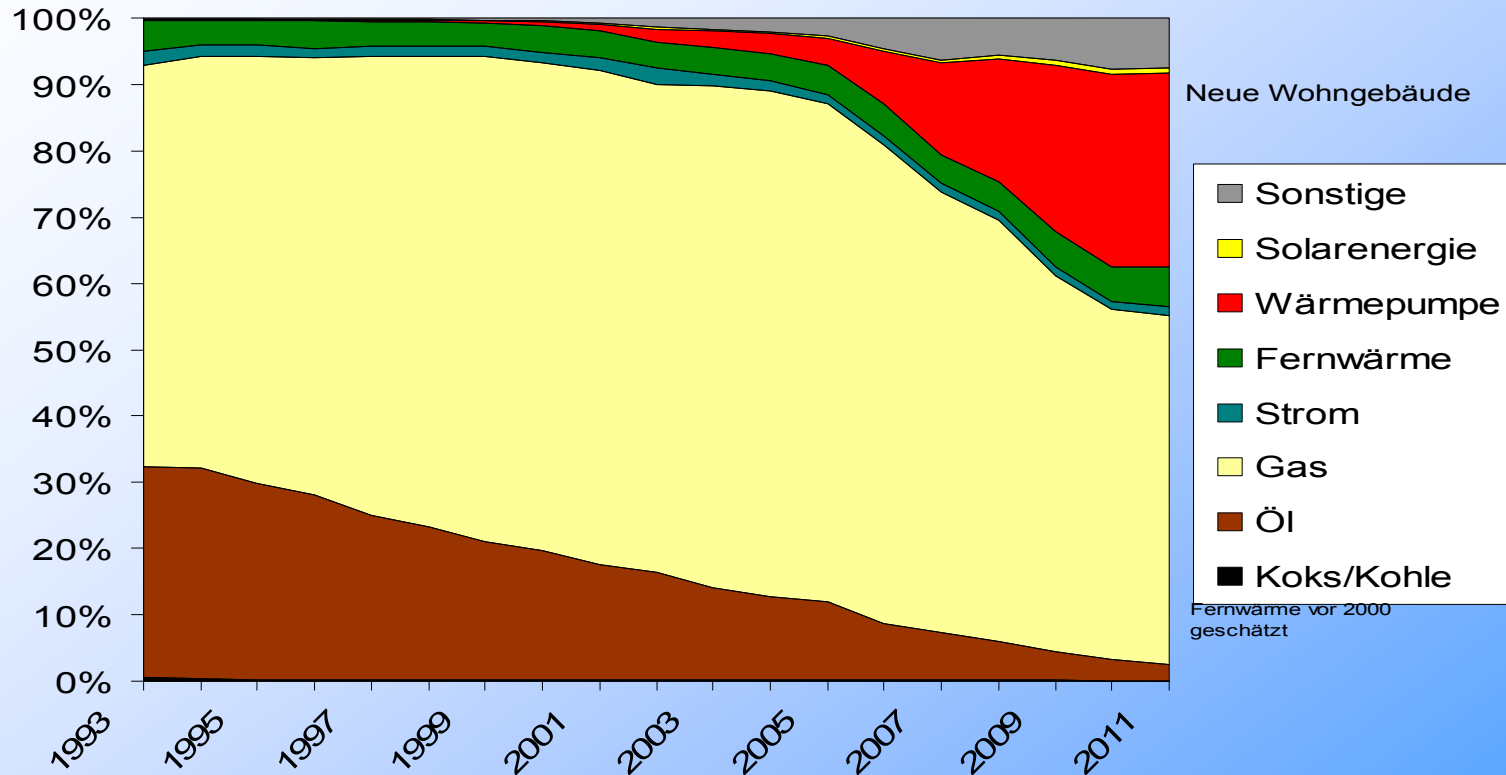
Ein weiteren Einfluss stellt die Bautätigkeit dar.



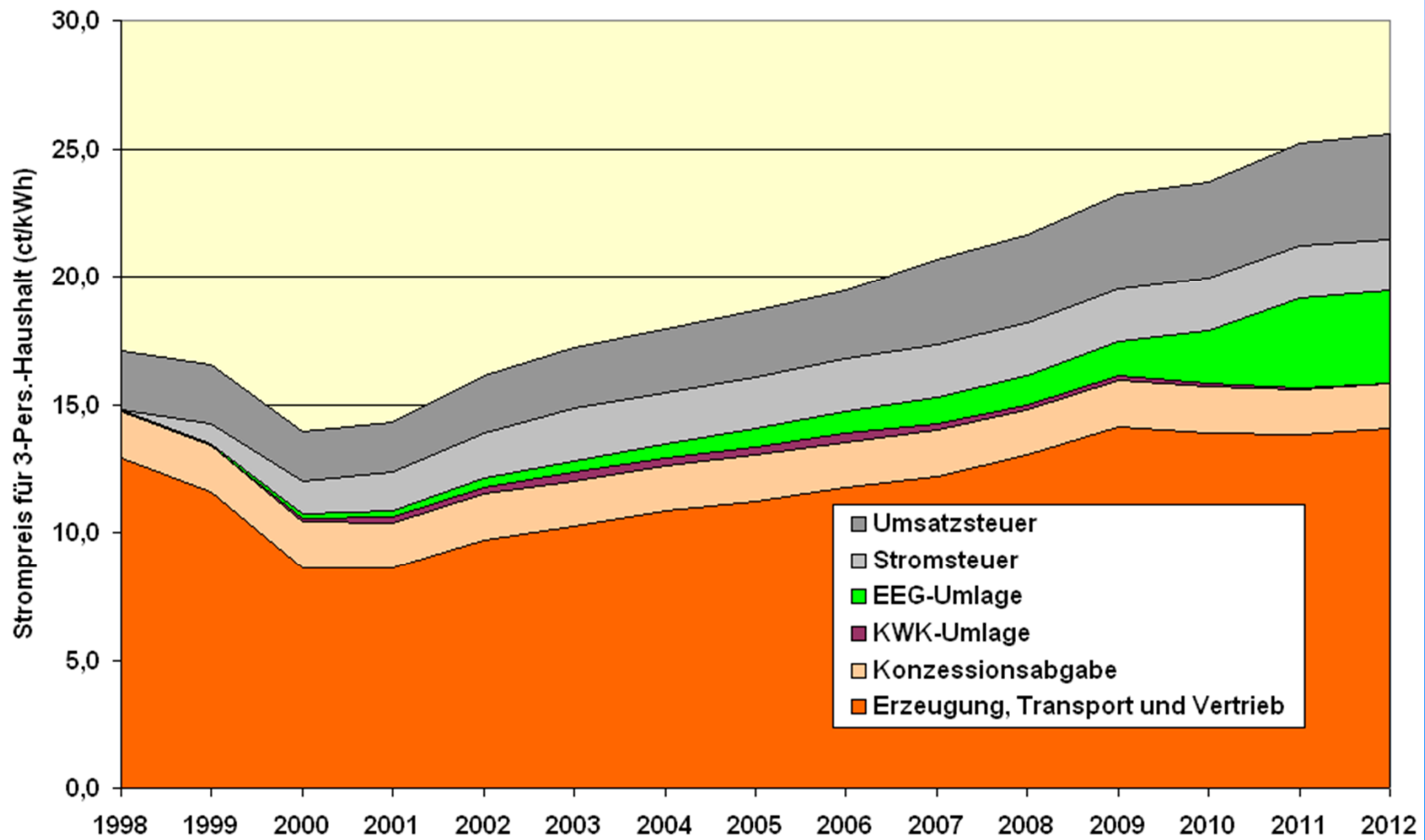
## Heizungsarten bei nicht Wohngebäuden



## Heizungsarten bei neuen Wohngebäuden



## 5. Norddeutscher Geothermietag



Beispielrechnung:

Annahmen:

Einfamilienhaus 150m<sup>2</sup> mit 25W/m<sup>2</sup> Heizlast = 3,75 KW

Warmwasser = 2,25 KW

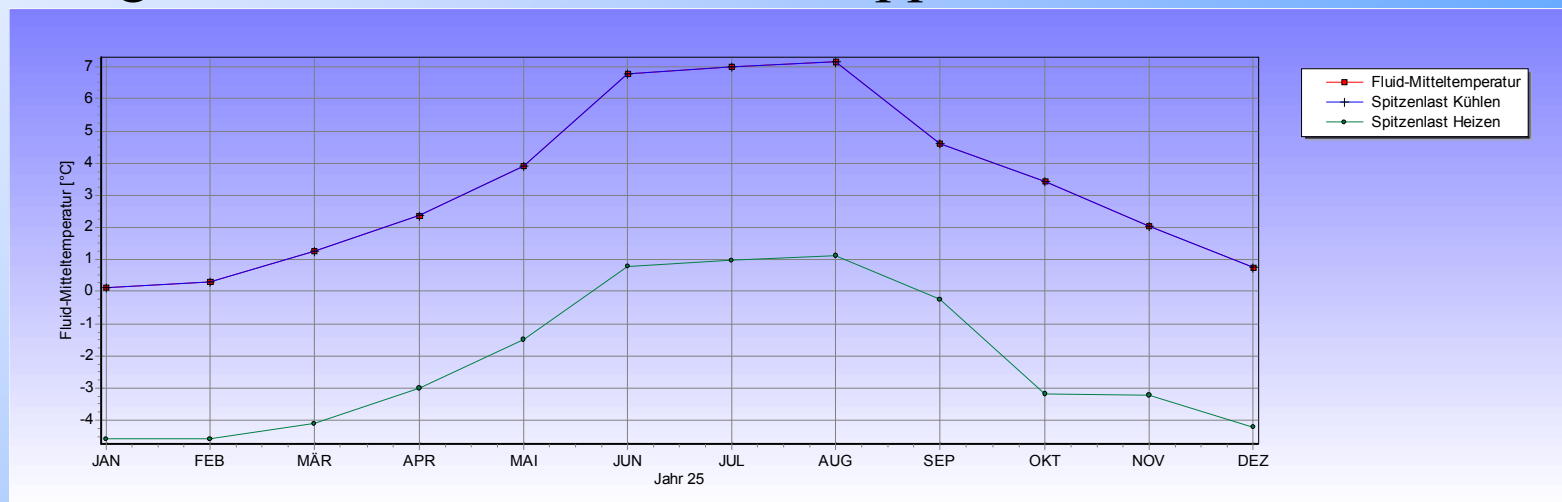
Summe = 6 KW

Untergrund mit mittlerer Wärmeleitfähigkeit von 2,3 W/mK  
Oberflächentemperatur 9° C

Auslegung bis 0° C in der Basislast und -5° C in der Spitzenlast

Arbeitszahl 4 (gesamt)

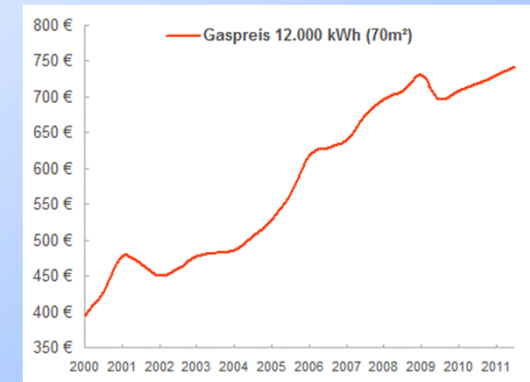
Benötigte Bohrmeter 1x110 m / Doppel U EWS





Amortisationszeit  
bei 25,23 ct/kWh Strompreis  
und 7,5 ct/kWh Gaspreis

= 17,4 Jahre



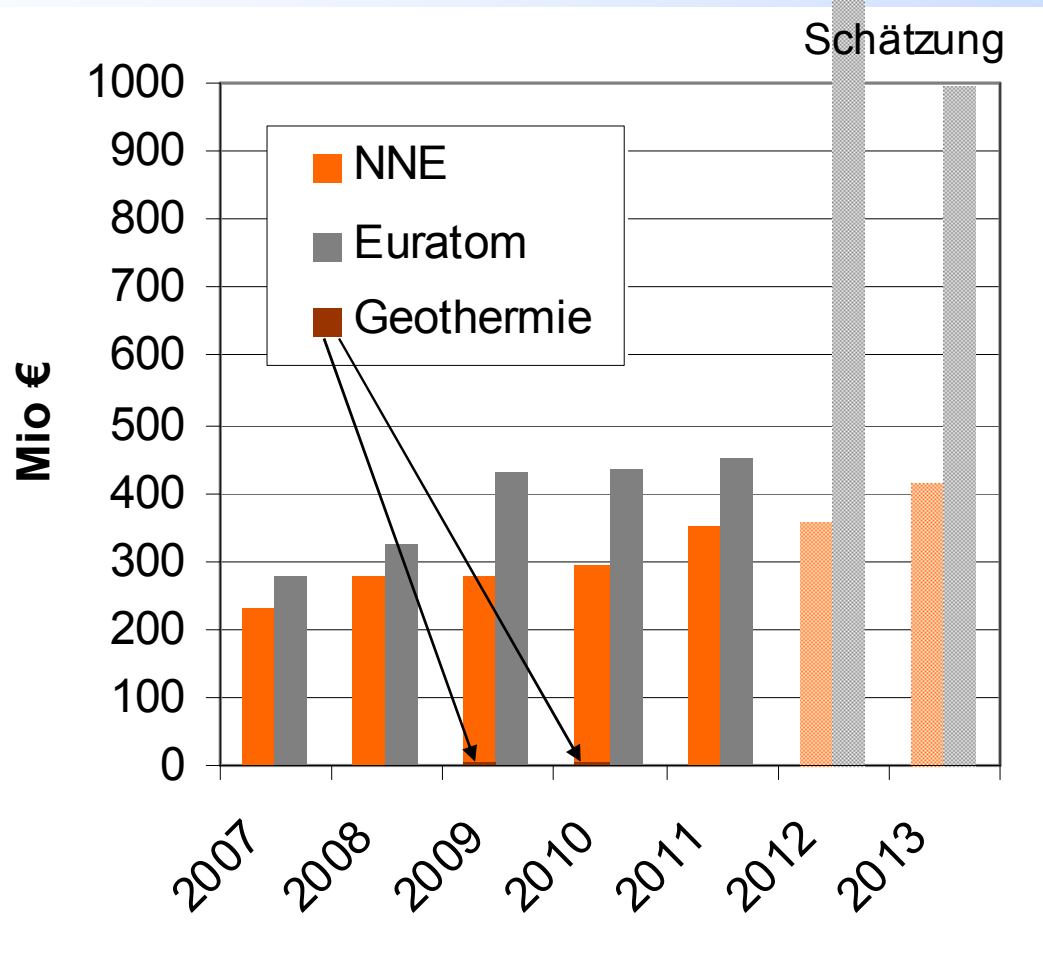
Amortisationszeit  
bei 20,99 ct/kWh (ohne EEG und KWK und anteilige MwSt.  
auf beides)  
und 7,5 ct/kWh Gaspreis

= 13,1 Jahre

Durch EEG und KWK Abgaben erhöht sich die  
Amortisationszeit  
um 4,3 Jahre

# Forschungsförderung der EU

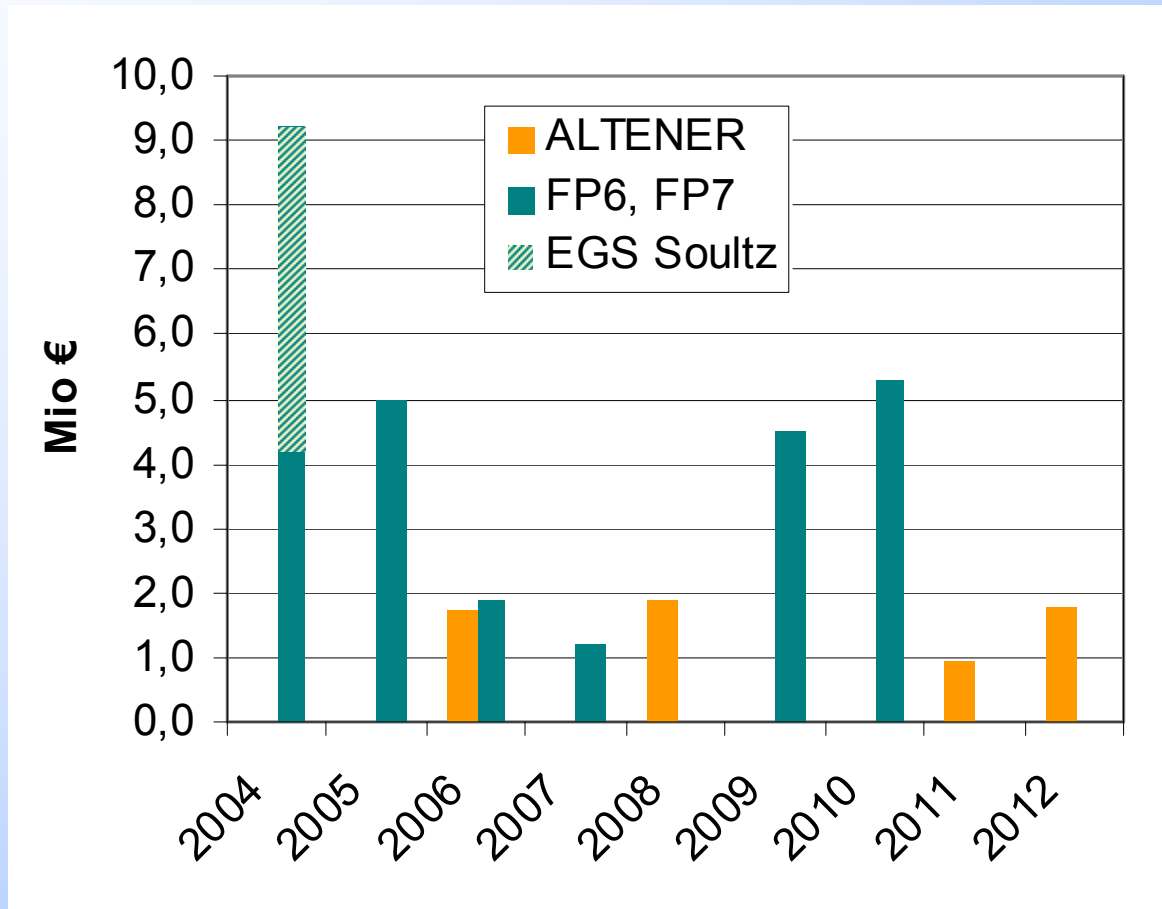
## Mittel für die Energieforschung in FP7



- für nicht-nukleare Energieforschung sind jährlich im Schnitt 314 Mio € vorgesehen
- dagegen 584 Mio € für Euratom!
- Geothermieforschung aus FP7 wie auch aus anderen Programmen wie IEE: knapp 3 Mio € pro Jahr (<1 % von NNE)

# Forschungsförderung der EU

## Mittel für die Geothermieforschung in FP6, FP7 und IEE (ALTENER)

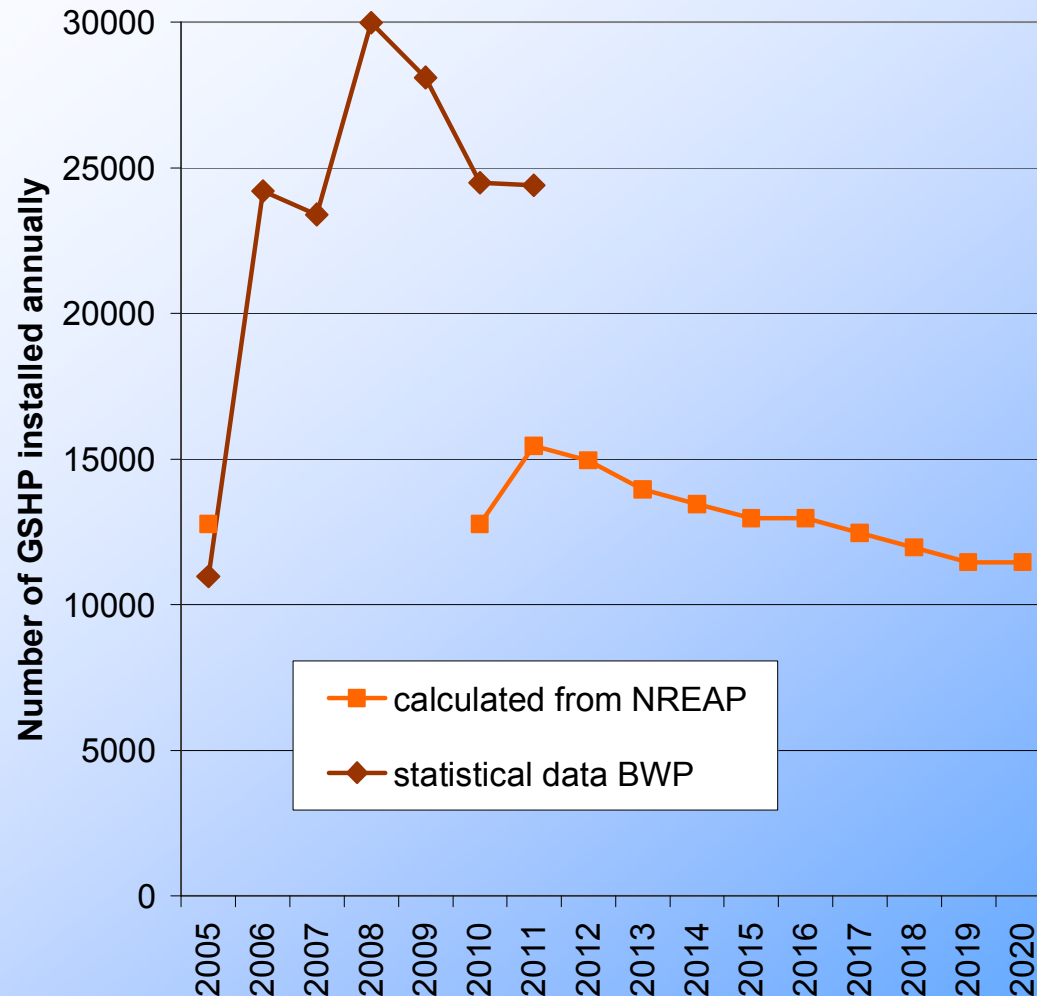


**Gesamtbudget im Jahr des Projektbeginns dargestellt**

**FP: Forschungsrahmenprogramme**

**Durch ALTENER (Teil des Programms IEE, „Intelligent Energy Europe“) werden nicht-technische Projekte gefördert**

## Anzahl jährlich verkaufter erdgekoppelter Wärmepumpen in Deutschland im Vergleich mit den Zielen im NREAP



**NREAP:**  
**National Renewable**  
**Energy Action Plan**

Daten berechnet durch  
 EGEC aus den NREAP-  
 Angaben:  
**Will die Bundesrepublik**  
**Deutschland wirklich**  
**einen schrumpfenden**  
**wärmepumpenmarkt? ?**

## Hemmnisse sind die möglichen Gefahren durch Oberflächennahe Geothermie

Mögliche Schäden	Gegenmaßnahmen
<p>Grundwassergefährdung durch unzureichende Ausführung der Arbeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kurzfristige Gefahren während Bohrarbeiten</li> <li>- Längerfristige Gefahren (Einsickern von Oberflächenwasser, Verbindung von Grundwasserleitern usw.)</li> <li>- Leckage von Wärmeträgermedien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schulung des Personals</li> <li>- Zertifizierung von Bohrfirmen</li> <li>- Überwachung der Bohr- und Installationsarbeiten (Stichproben!)</li> </ul> <p><i>Verbände, Ausbildungseinrichtungen (von Berufsschule bis Universität)</i></p>

## Mögliche Gefahren durch Oberflächennahe Geothermie

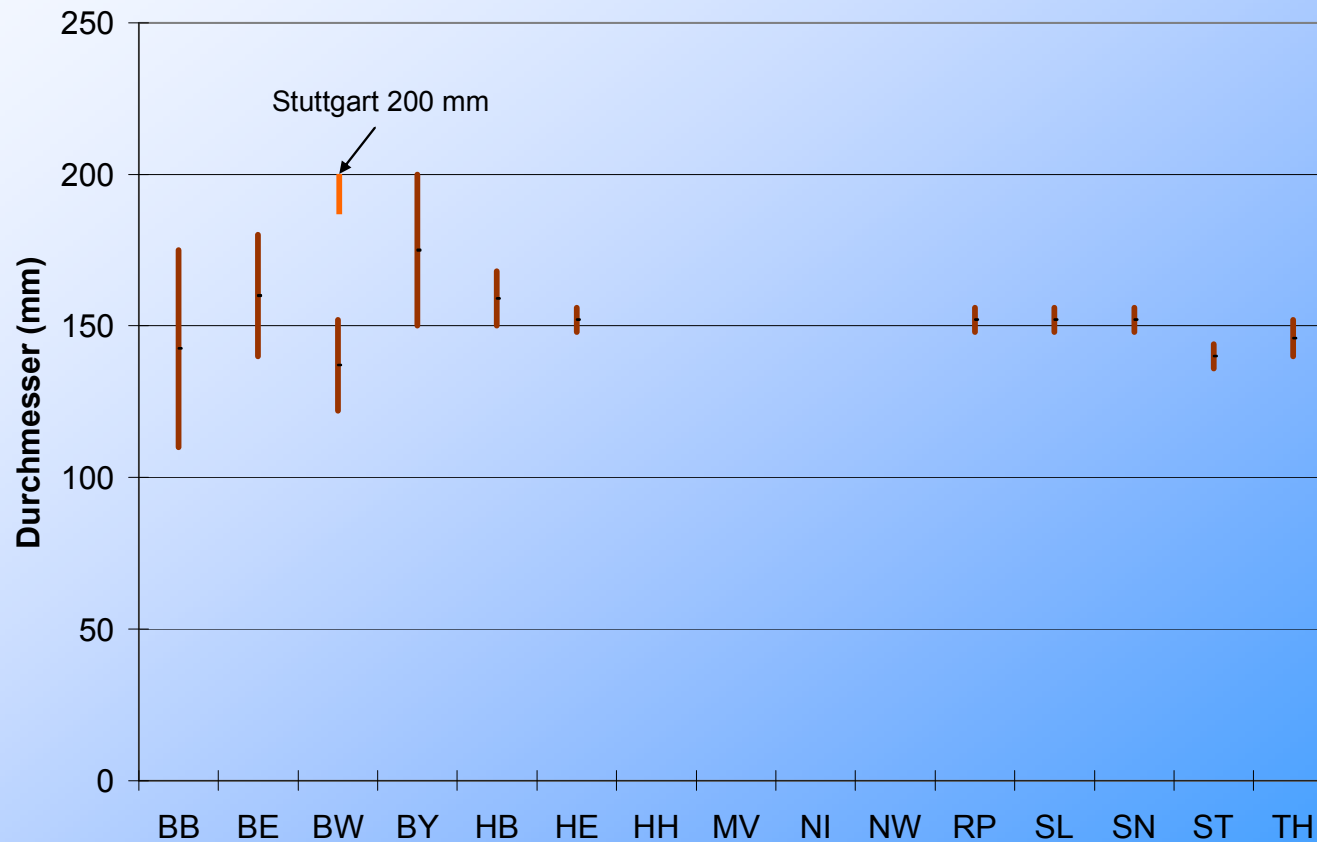
Mögliche Schäden	Gegenmaßnahmen
<p>Grundwassergefährdung durch unzureichende Ausführung der Arbeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kurzfristige Gefahren während Bohrarbeiten</li> <li>- Längerfristige Gefahren (Einsickern von Oberflächenwasser, Verbindung von Grundwasserleitern usw.)</li> <li>- Leckage von Wärmeträgermedien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schulung des Personals</li> <li>- Zertifizierung von Bohrfirmen</li> <li>- Überwachung der Bohr- und Installationsarbeiten (Stichproben!)</li> </ul> <p><i>Verbände, Ausbildungseinrichtungen (von Berufsschule bis Universität)</i></p>
<p>Geologische und hydrogeologische Risiken bei Bohrungen (unabhängig von Geothermie):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gespannte oder artesische Grundwässer</li> <li>- Abfließen von Grundwasser in tiefere Grundwasserleiter, „reziproker Arteser“</li> <li>- quellfähige oder auslaugungsfähige Gesteine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bereitstellen von Geoinformationen und Karten (<i>Behörden</i>)</li> <li>- Vorbereitet sein auf derartige Ereignisse; Gerätschaften, Material und Handlungspläne (<i>Bohrfirmen</i>)</li> </ul> <p>In letzter Konsequenz ist es eine Frage der Qualität der Bohrarbeiten; des Wissenstandes der Bohrmannschaft und der Ausrüstung vor Ort sowie der Informationen die im Vorfeld zur Verfügung gestellt werden.</p>



## Mögliche Gefahren durch Oberflächennahe Geothermie

Mögliche Schäden	Gegenmaßnahmen
<p>Grundwassergefährdung durch unzureichende Ausführung der Arbeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kurzfristige Gefahren während Bohrarbeiten</li> <li>- Längerfristige Gefahren (Einsickern von Oberflächenwasser, Verbindung von Grundwasserleitern usw.)</li> <li>- Leckage von Wärmeträgermedien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schulung des Personals</li> <li>- Zertifizierung von Bohrfirmen</li> <li>- Überwachung der Bohr- und Installationsarbeiten (Stichproben!)</li> </ul> <p><i>Verbände, Ausbildungseinrichtungen (von Berufsschule bis Universität)</i></p>
<p>Geologische und hydrogeologische Risiken bei Bohrungen (unabhängig von Geothermie):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gespannte oder artesische Grundwässer</li> <li>- Abfließen von Grundwasser in tiefere Grundwasserleiter, „reziproker Arteser“</li> <li>- quellfähige oder auslaugungsfähige Gesteine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bereitstellen von Geoinformationen und Karten (<i>Behörden</i>)</li> <li>- Vorbereitet sein auf derartige Ereignisse; Gerätschaften, Material und Handlungspläne (<i>Bohrfirmen</i>)</li> </ul>
<p>Auswirkungen aus dem Anlagenbetrieb (mögliche Schäden durch thermische Veränderungen)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausgeglichener Betrieb, Monitoring (bei erdgekoppelten Wärmepumpen Gefahr nur bei großen Anlagen und höheren Einleitertemperaturen)</li> </ul>

- ## Hemmnis Forderung nach Mindest-Bohrdurchmesser:
- sind die Unterschiede geologisch begründet ?
  - bislang keine wissenschaftliche Basis für Forderung

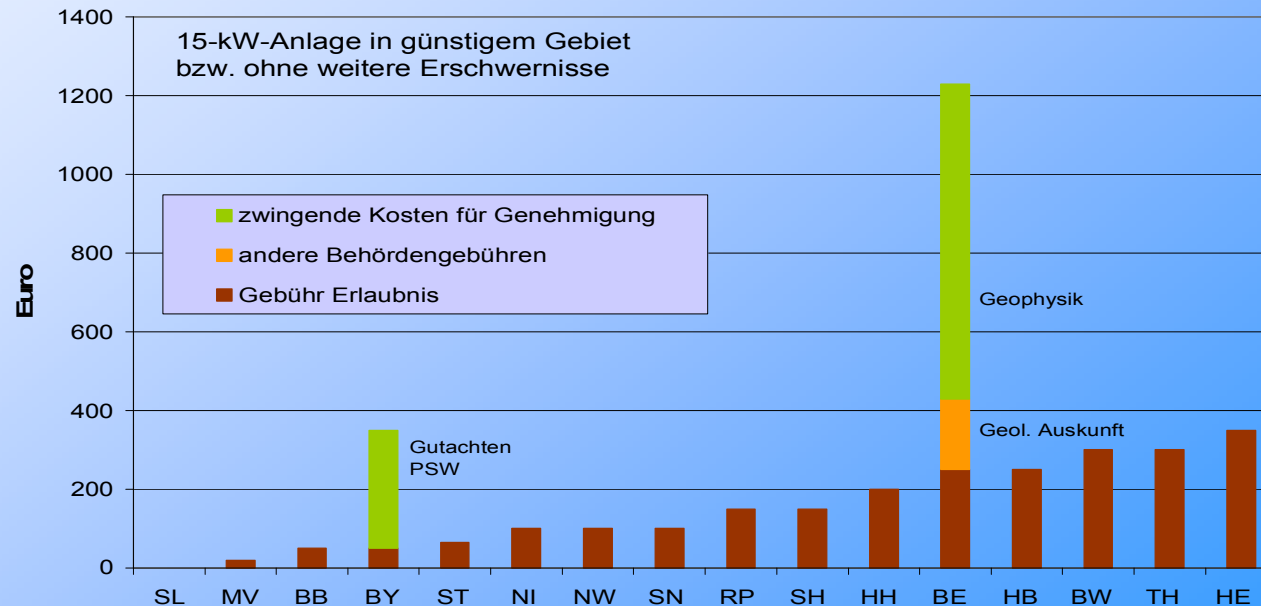


**Genehmigungsdauer in der Regel akzeptabel (im Mittel ca. 1 Monat),  
in Einzelfällen länger, teilweise aber unberechenbar.**

**Sehr negativ wirkt sich die zum Teil vollständige Fremdüberwachung  
der Bohrarbeiten aus. Diese Kosten erhöhen die Amortisationszeit bis  
hin zur Projektaufgabe.**

### Genehmigungskosten

- Kosten in den einzelnen Bundesländern stark unterschiedlich
- Bayern betreibt „Outsourcing“ der Begutachtung



### **Weitere Hemmnisse sind:**

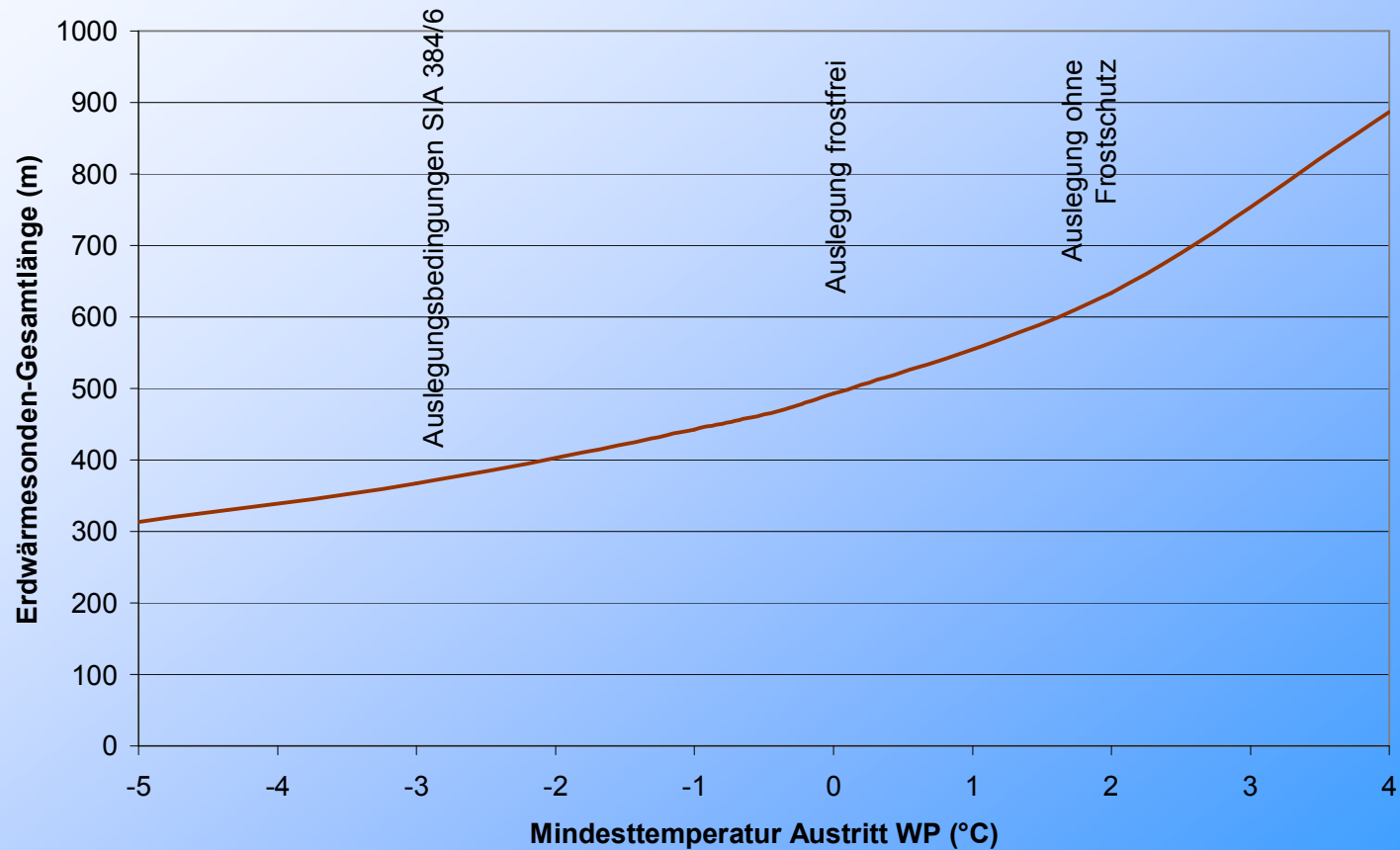
- **stark unterschiedliche Anforderungen in den Bundesländern**
- **Zusätzliche Kosten durch Auflagen (Überwachung, Abnahme)**
- **Beschränkungen der Minimaltemperatur, Bohrtiefe, Mindestbohrdurchmesser**

### **Extreme nicht nachvollziehbare Hemmnisse:**

- **Geophysik in Berlin**
- **Arbeitszahl-Einhaltung im Raum Frankfurt**
- **„Outsourcing“ in Bayern**
- **Einige Bundesländer legen das BBergG so aus, dass auch schon kleine Anlagen mit 30 KW nur noch nach Bergrecht bewilligt werden können.**

## Einhaltung Minimaltemperaturen

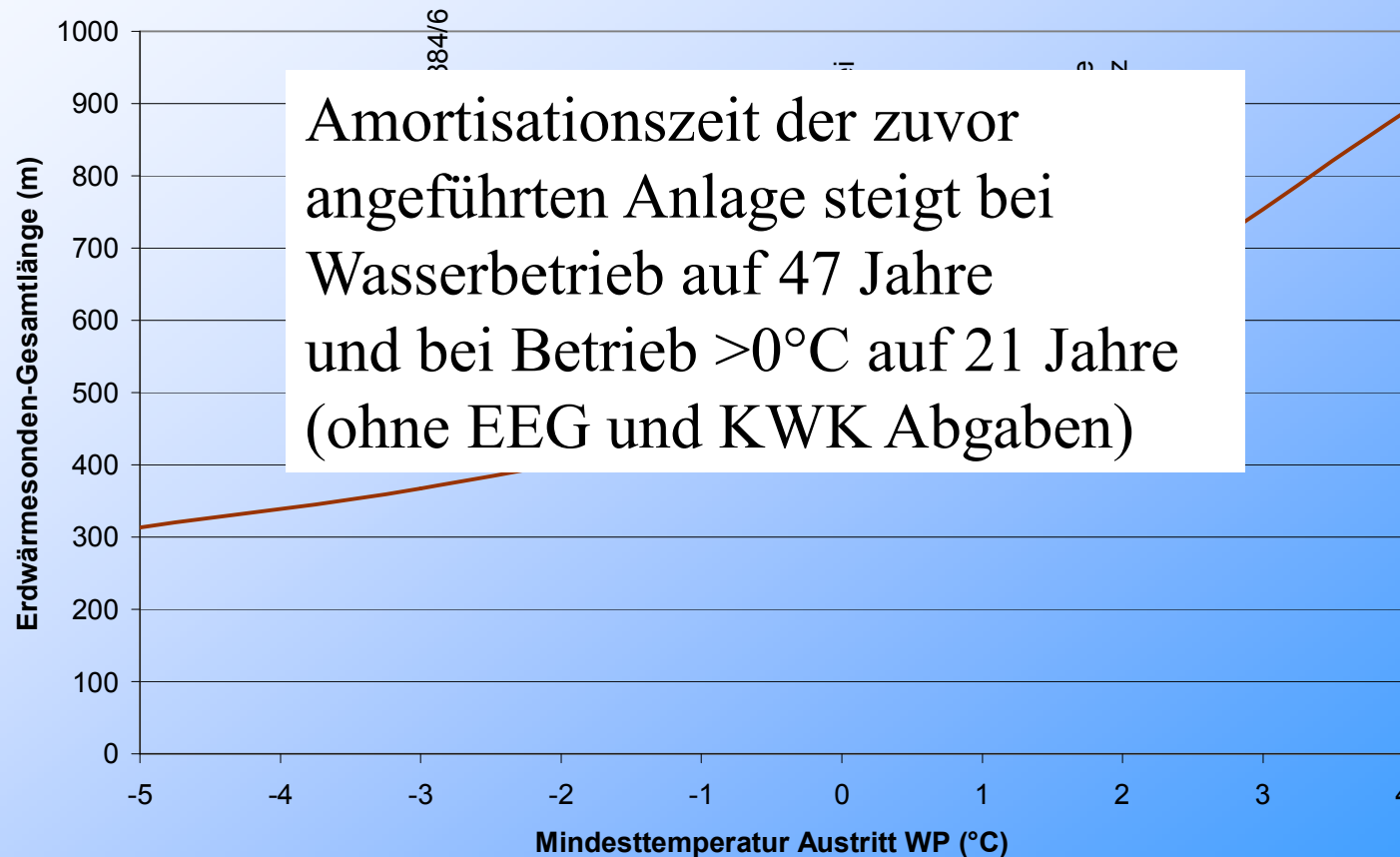
**Folgen verschiedener Minimaltemperaturen für die Auslegung  
Anlage 15 kW Heizen, 2100 h/a,  $\lambda = 2,5 \text{ W/m/K}$**



**EWS-Gesamtlänge für verschiedene Minimaltemperaturen**

## Einhaltung Minimaltemperaturen

**Folgen verschiedener Minimaltemperaturen für die Auslegung  
 Anlage 15 kW Heizen, 2100 h/a,  $\lambda = 2,5 \text{ W/m/K}$**



**EWS-Gesamtlänge für verschiedene Mindesttemperaturen**



## **Neu aufkommendes Problem Wasser-/Bergrecht: Umgang mit dem § 4 BBergG in Hessen**

- **Für kleine Anlagen (meist bis 30 kW) wird in allen Bundesländern gefordert, dass die Erdwärmesonden innerhalb des Grundstücks liegen müssen, ggf. mit einem bestimmten Grenzabstand von bis zu 5 m**
- **Für größere Anlagen muss meistens nachgewiesen werden, dass die Abkühlung des Untergrunds an der Grundstücksgrenze einen bestimmten Wert nicht überschreitet, i.d.R. 1-2 K**
- **Nur in Hessen wird der Nachweis einer Temperaturabsenkung von 0 K gefordert, also keinerlei Änderung – was aber rein physikalisch nicht möglich ist, wenn in einem Festkörper (Erdreich) an einer Stelle Wärme entzogen wird.**

**In Hessen müssten danach in Zukunft alle größeren Erdwärmeanlagen ein Bergrechtsfeld erhalten (das dann mit 1 K oder 2 K Temperaturabsenkung abgegrenzt wird)**

## **Ein Maßnahmenpaket zur Verbesserung der Genehmigungslage muss aus folgenden Säulen bestehen:**

- **Bohrfirmen**

- **Gute Ausbildung des Bohrpersonals und qualitätsorientierte Firmenphilosophie, bestätigt durch Zertifizierung**
- **Stichprobenartige Überwachung zertifizierter Unternehmen (oder von Verbands-Mitgliedsunternehmen)**
- **Ausreichende Versicherung für eigene Fehler**
- **Ausreichende Versicherung für mögliche Schäden aus Baugrundrisiko (z.B. Arteser oder Setzungen)**

*wäre eigentlich Sache des Bauherrn, sollte aber vom ausführenden Unternehmen übernommen werden, da der Endkunde das Risiko selber gar nicht einschätzen kann*

**Ein Maßnahmenpaket zur Verbesserung der Genehmigungslage muss aus folgenden Säulen bestehen:**

- **Behörden**
  - **Information und Fortbildung für die Mitarbeiter**
  - **Entscheidungen auf Basis eines praktikablen Grundwasserschutzes, ohne Einbezug sachfremder Anforderungen**
  - **Beschränkung von Auflagen auf das notwendige Minimum**
    - > **tatsächlich zum Grundwasserschutz notwendige Auflagen**
    - > **tatsächlich notwendige Untersuchungen und Überwachungsmessungen**
  - **Keine Forderung nach einem hydrogeologischen Zustand, der besser als der Zustand vor dem Bau der Erdwärmanlage ist**
  - **Niedrige Kosten für die Genehmigung selbst (Gebühren)**

## **Maßnahmenkatalog für die politischen Entscheidungsträger**

**Die Politik ist gefordert schnell zu reagieren, um zu verhindern, dass das gut gemeinte EEG nicht zu einer weiteren Benachteiligung der oberflächennahen Geothermie führt. Immerhin sind ca. 100.000 Arbeitsplätze mit der Geothermie verankert (Quelle:GTV inkl. Tiefengeothermie).**

**Das Hauptaugenmerk der Politik erscheint auf den Bereich der Stromversorgung gerichtet zu sein. Wärmerzeugung muss mehr in den Fokus rücken.**

**Gute Ansätze sind:**

**EU-Vorhaben ReGeoCities wurde im Frühjahr 2012 gestartet, um mit Teilnehmern aus 11 Ländern der EU Vorschläge für die bessere Integration von Oberflächennaher Geothermie in die Regional- und Stadtplanung zu erarbeiten.**



**Näheres unter: <http://regeocities.eu/>**

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !**