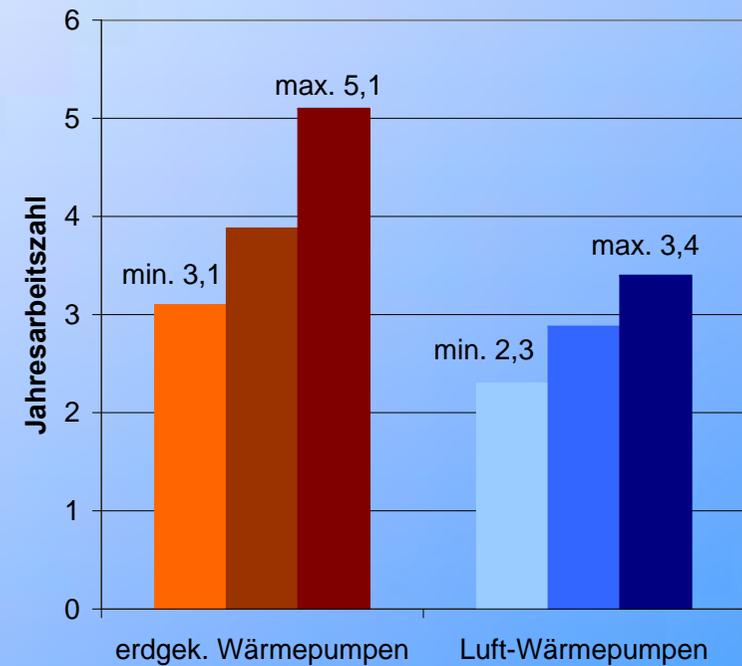
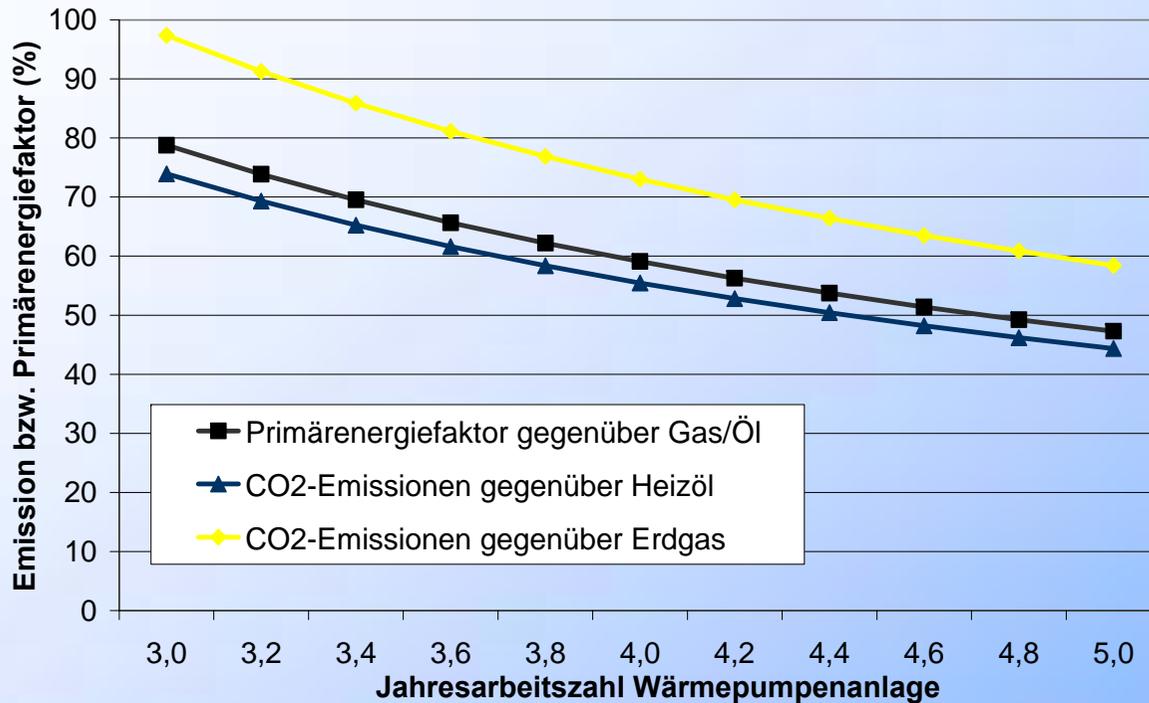


Studie zu Chancen und Barrieren bei erdgekoppelten Wärmepumpen

**Dr. Burkhard Sanner
Dr. Erich Mands**

**UBeG Dr. Mands & Sauer GbR
Reinbergstr. 2, 35580 Wetzlar
www.ubeg.de**

Chancen durch erdgekoppelte Wärmepumpen: Primärenergieeinsparung, CO₂-Emissionsminderung

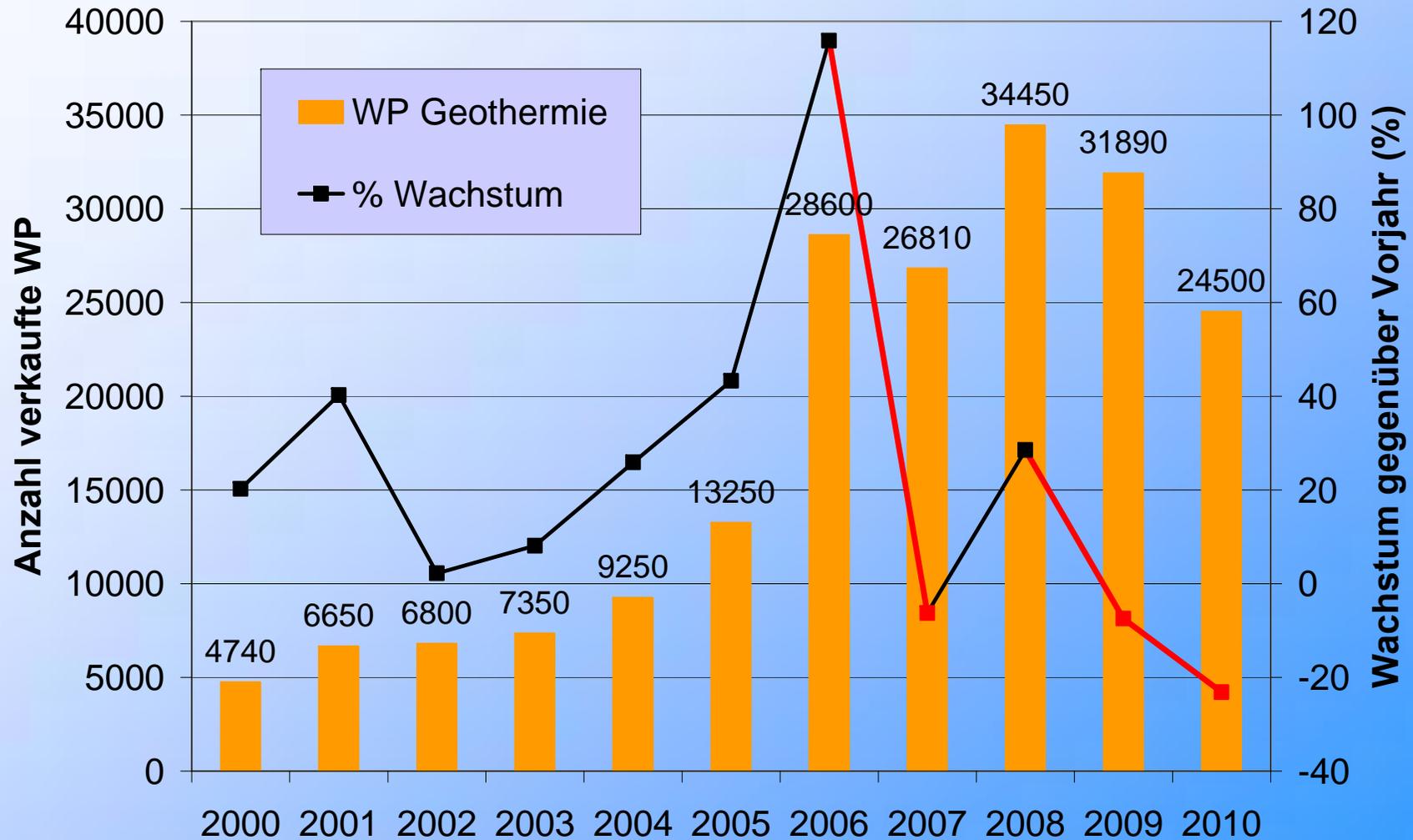


Primärenergie (berechnet mit Werten aus EnEV 2009)
CO₂-Emissionen (berechnet mit Werten von BMU)

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

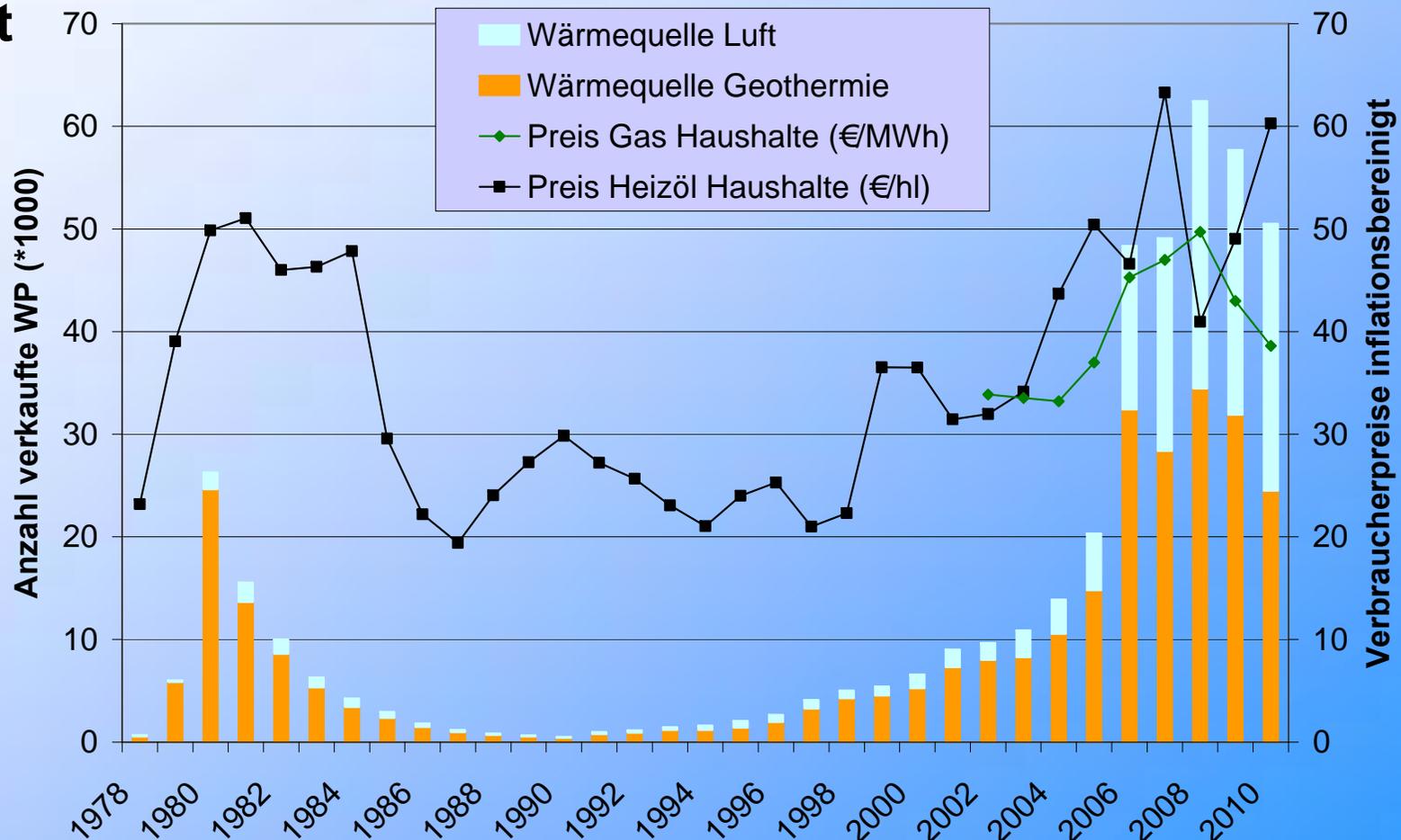
Wird mit jeder Verbesserung im Strom-Mix günstiger !

Seit dem Rekordwachstum 2006 deutliche Rückgänge im Verkauf erdgekoppelter Wärmepumpen



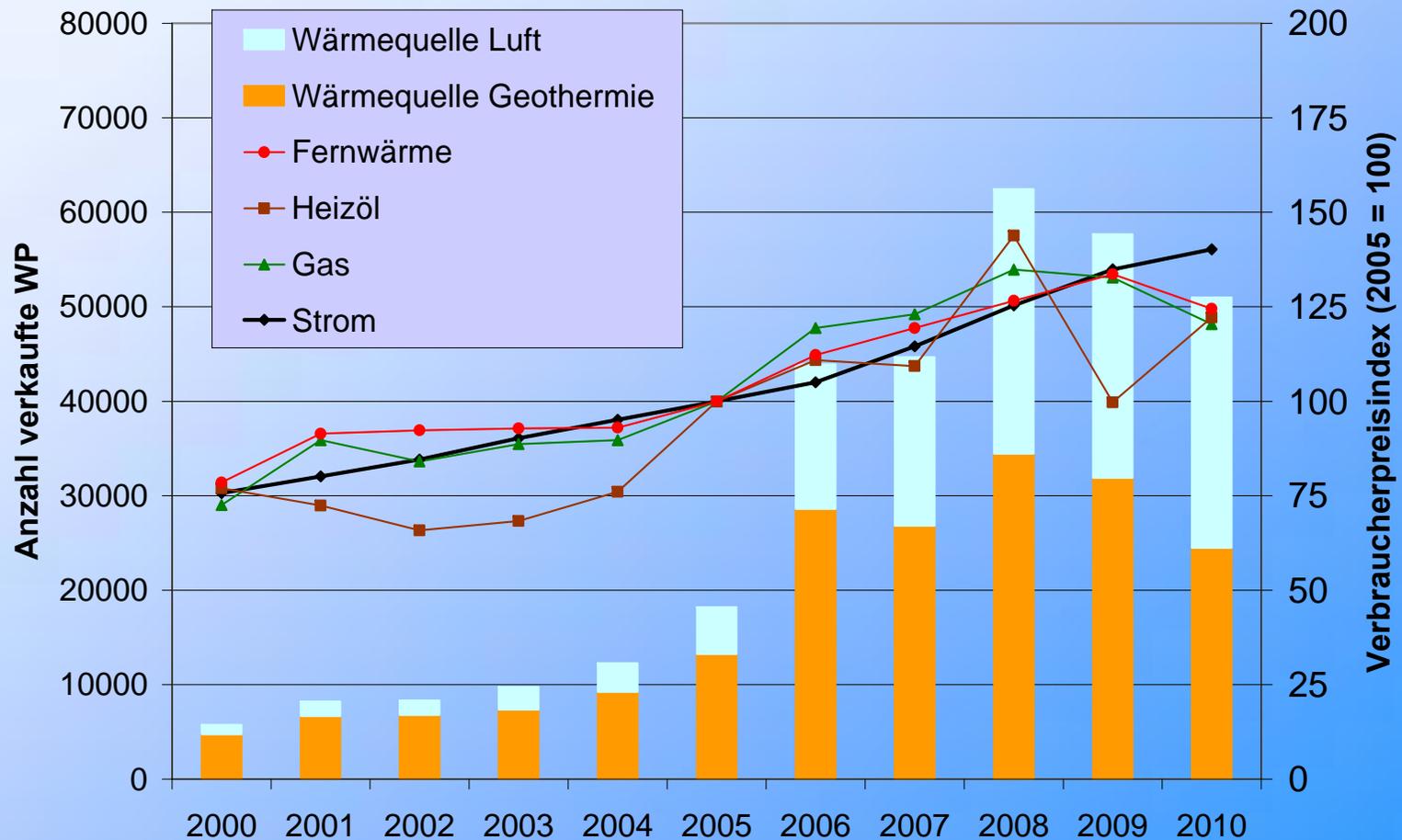
Marktentwicklung 2002-2010 (nach Daten BWP)

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.



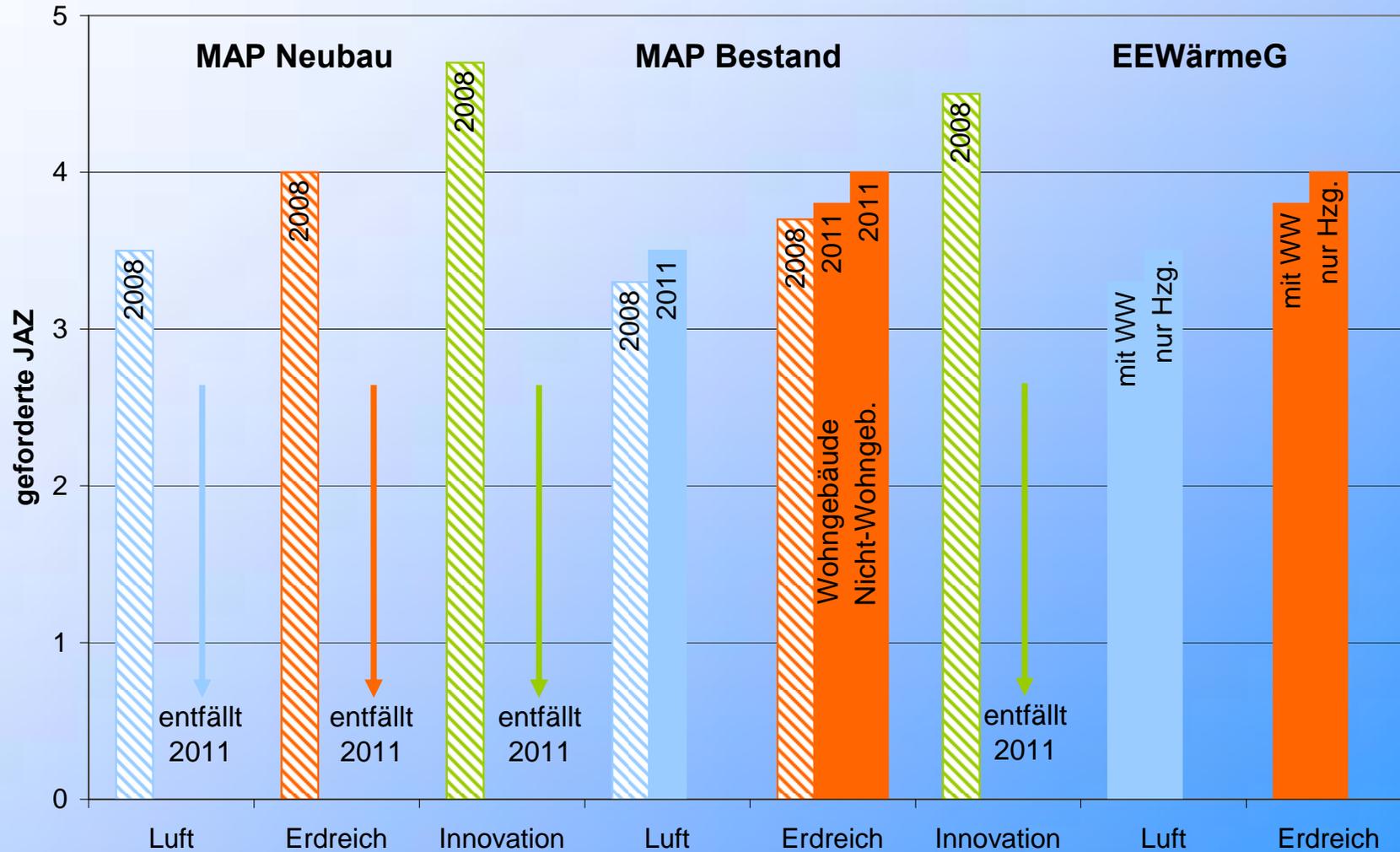
Marktentwicklung 2002-2010 (nach Daten BWP und Stat. BA)

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 2002-2010 (nach Daten BWP und Stat. BA)

Die staatlichen Anreize durch MAP und EEWärmeG sind aktuell nicht mehr hilfreich für erdgekoppelte Wärmepumpen



Geforderte Mindest-Jahresarbeitszahlen in MAP und EEWärmeG

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

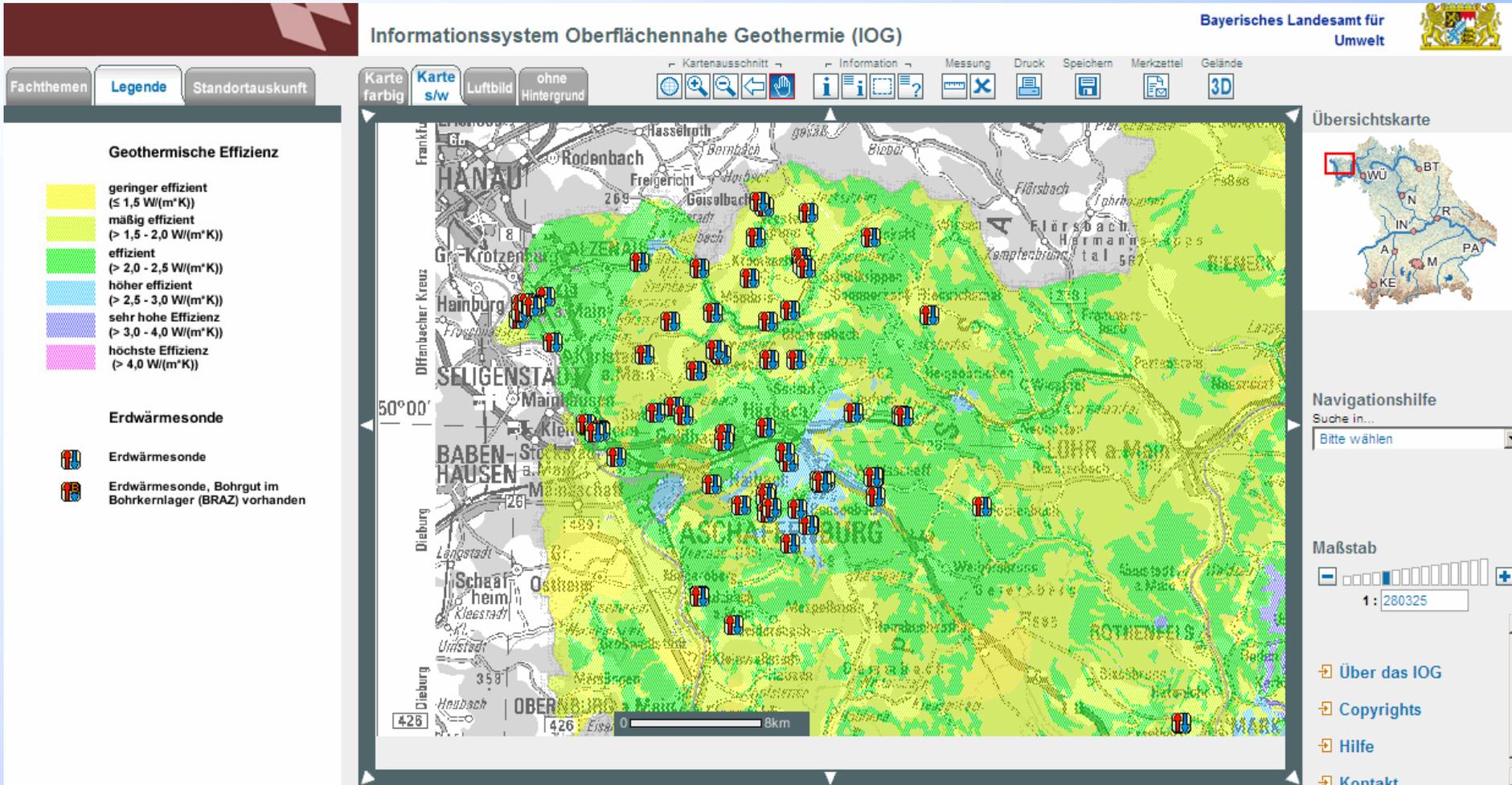
- **Bohrverfahren und -geräte**
- **Erdwärmesondenbau**
- **Verpressmaterial**
- **Abdichtung verschiedener Grundwasserleiter gegeneinander und zur Oberfläche, auch bei artesischen Verhältnissen**
- **Erdgekoppelte Wärmepumpen im Gebäudebestand**
- **Senkung der Investitionskosten durch technische Maßnahmen**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

26.10.2011 – Workshop zu diesem Informationssystem bei LfU Hof

Mögliche Gefahren durch Oberflächennahe Geothermie

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

Wesentliche Barrieren:

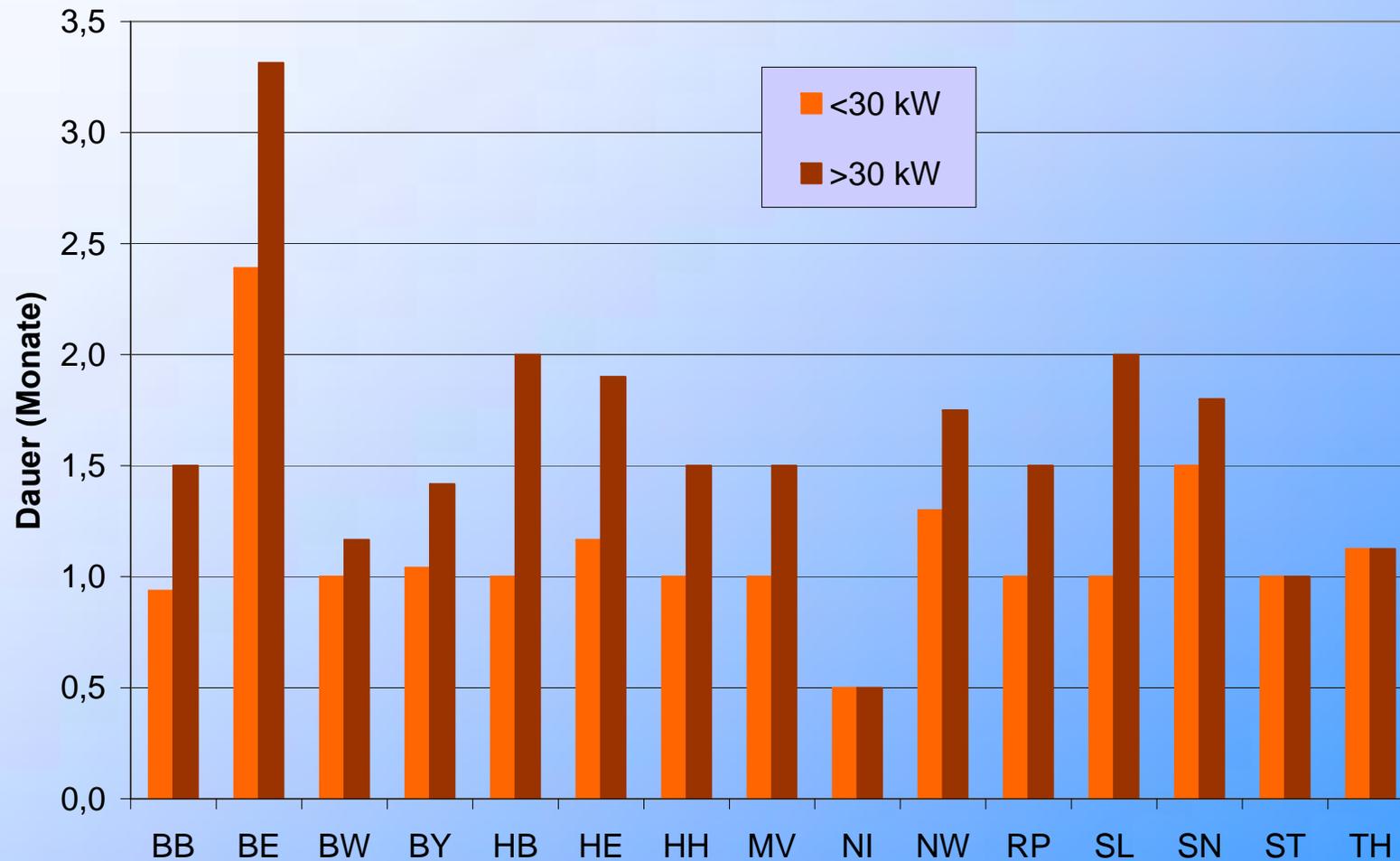
- **stark unterschiedliche Anforderungen in Bundesländern**
- **Zusätzliche Kosten durch Auflagen (Überwachung, Abnahme)**
- **Beschränkungen der Minimaltemperatur, Bohrtiefe, Mindestbohrdurchmesser**

Auswüchse:

- **Geophysik in Berlin**
- **Arbeitszahl-Einhaltung im Raum Frankfurt**
- **„Outsourcing“ in Bayern**
- **...**

Zur Klärung der Praxissituation Fragebögen an die Verbandsmitglieder im Nov. 2010 – Feb. 2011

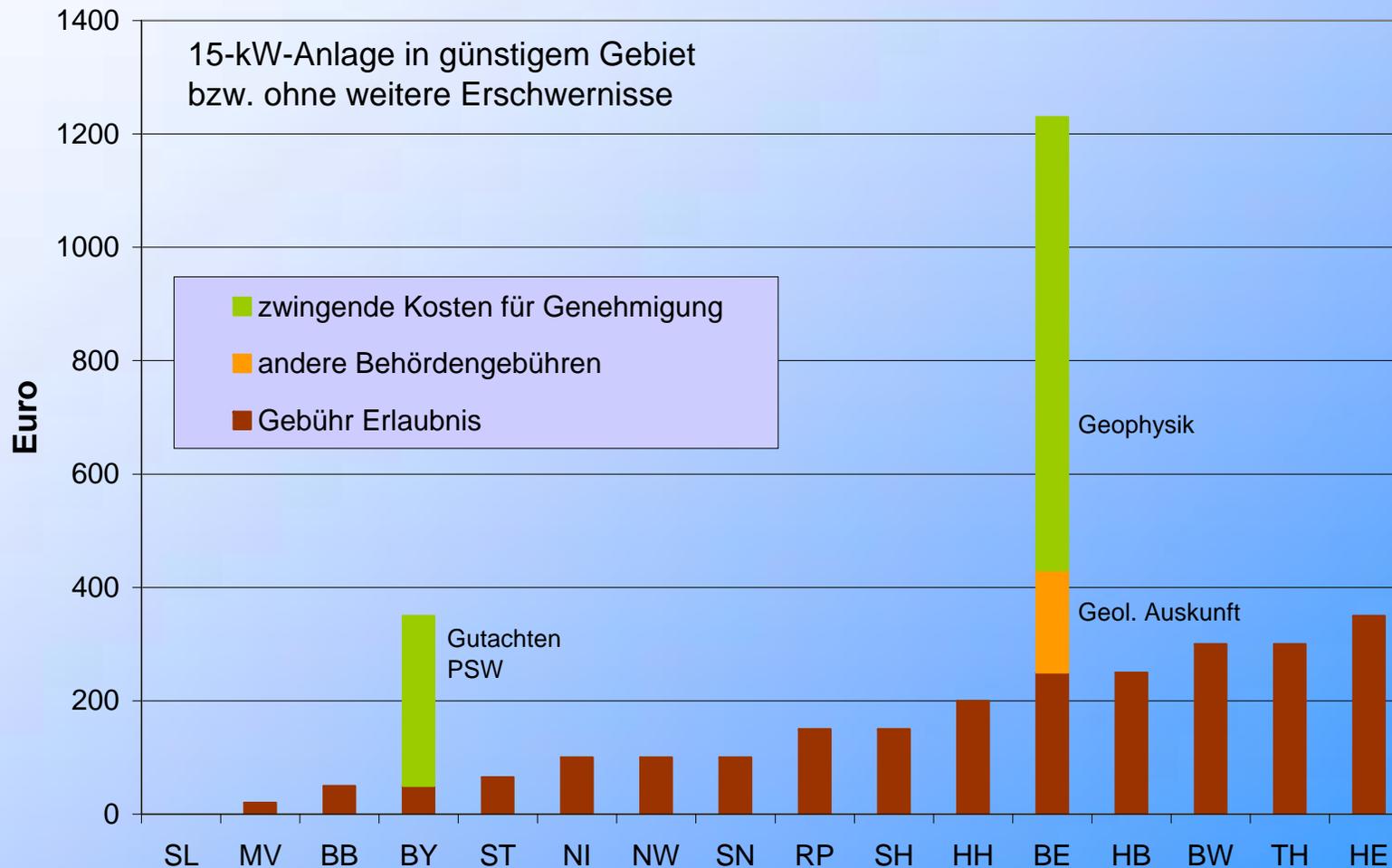
Genehmigungsdauer in der Regel akzeptabel, in Einzelfällen aber unberechenbar



Genehmigungsdauer gemäß Fragebögen

Wesentliche Barriere: Genehmigungskosten

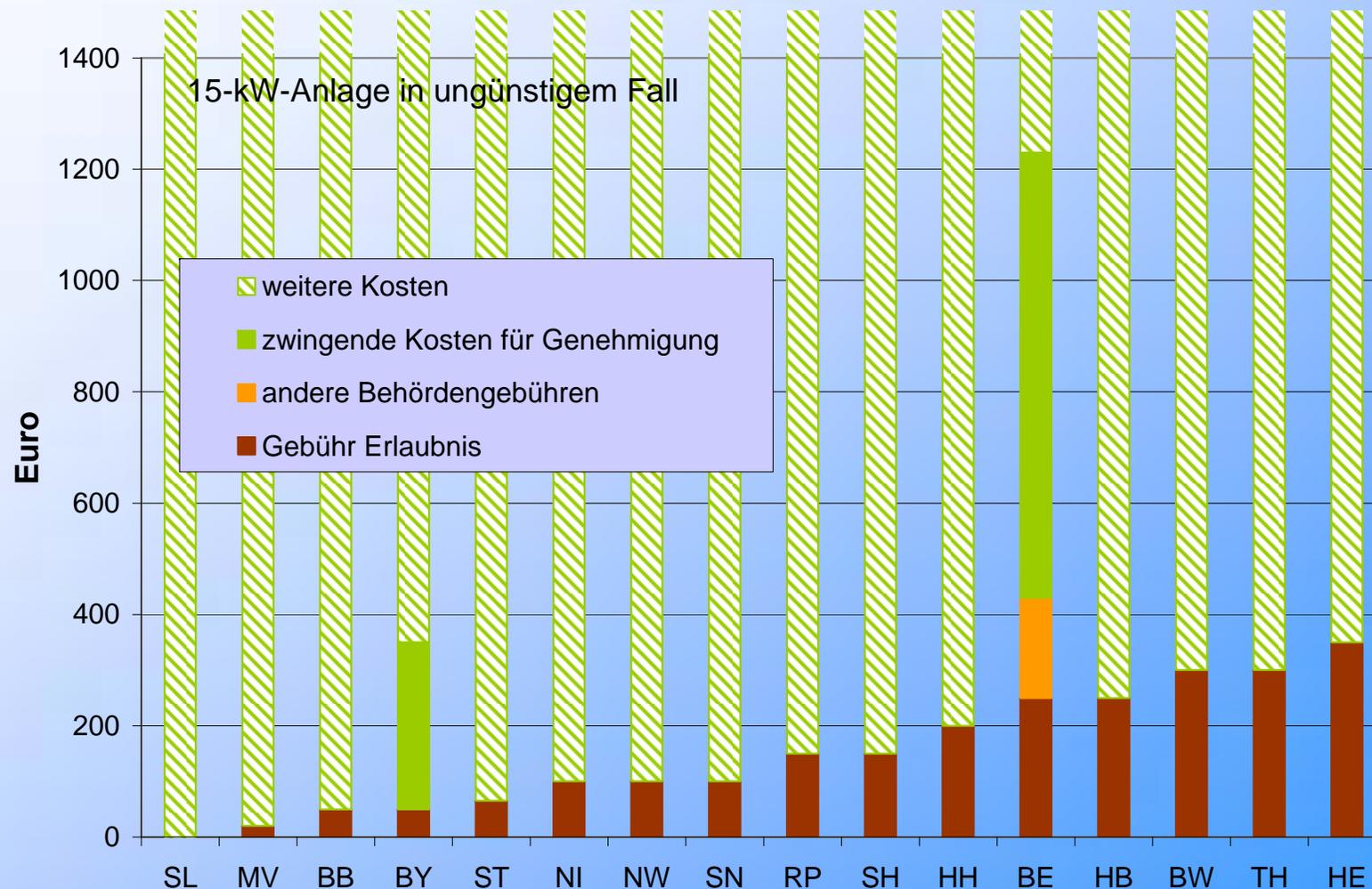
- Kosten in den einzelnen Bundesländern stark unterschiedlich
- Bayern betreibt „Outsourcing“ der Begutachtung



Genehmigungskosten gem. Fragebögen und weiterer Recherche

Wesentliche Barriere: Genehmigungskosten

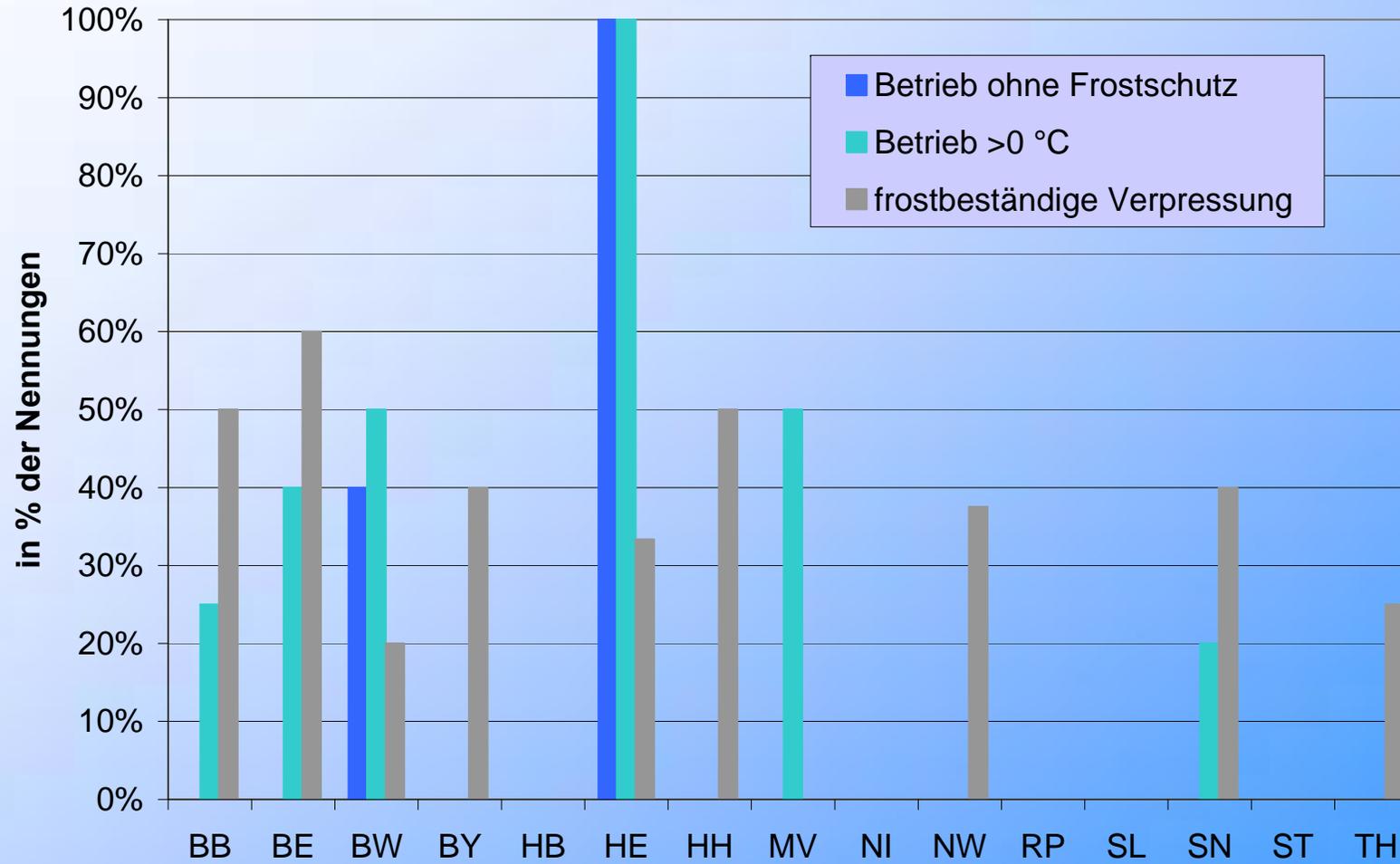
- Kosten in den einzelnen Bundesländern stark unterschiedlich
- Kostenübernahmeerklärungen ohne Begrenzung oder Rückfrage



Genehmigungskosten gem. Fragebögen und weiterer Recherche

Wesentliche Barriere: Einhaltung Minimaltemperaturen

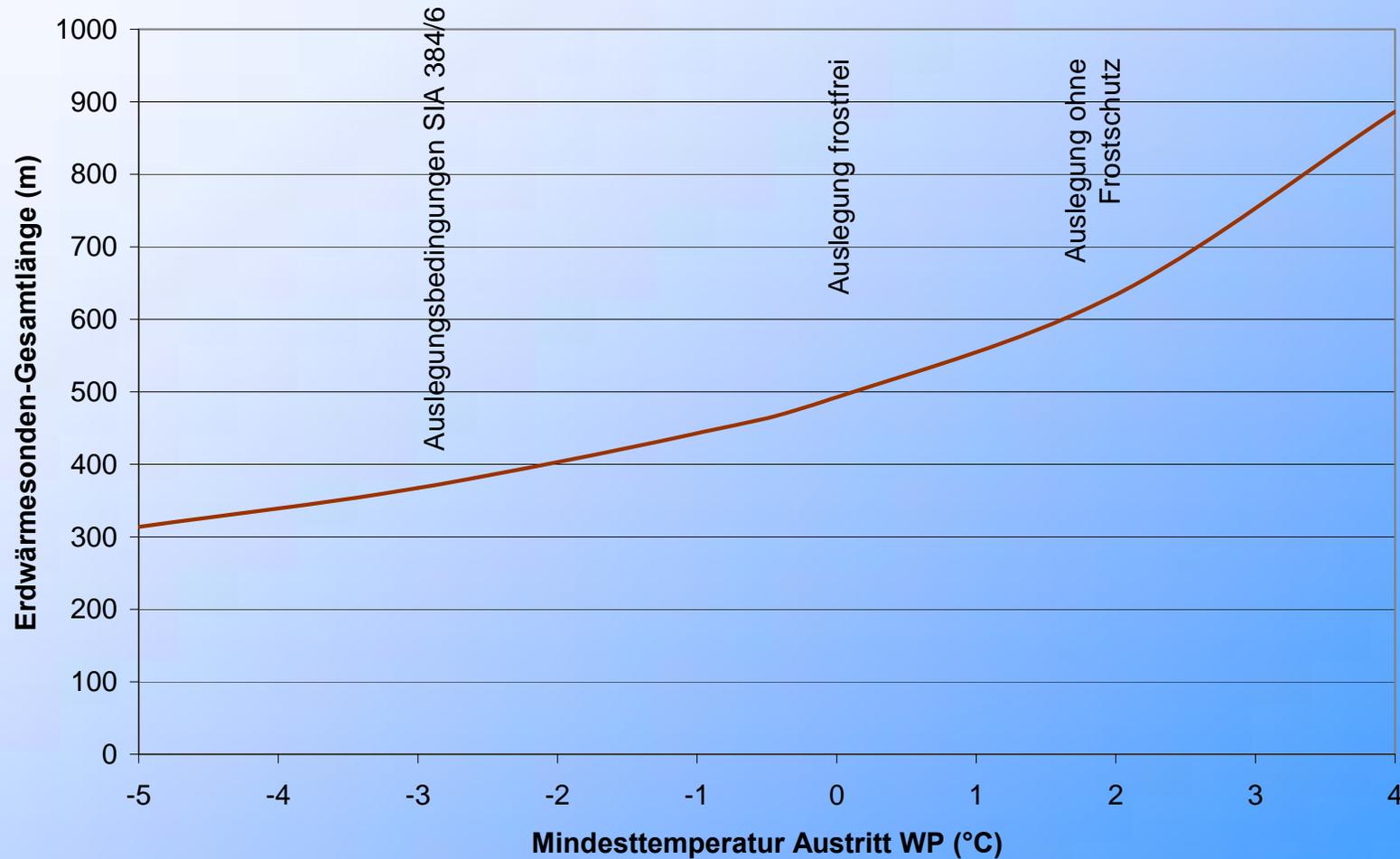
Vorkommen von Beschränkungen (teilweise nur regional)



Forderung Mindesttemperaturen gemäß Fragebögen

Folgen verschiedener Minimaltemperaturen für die Auslegung

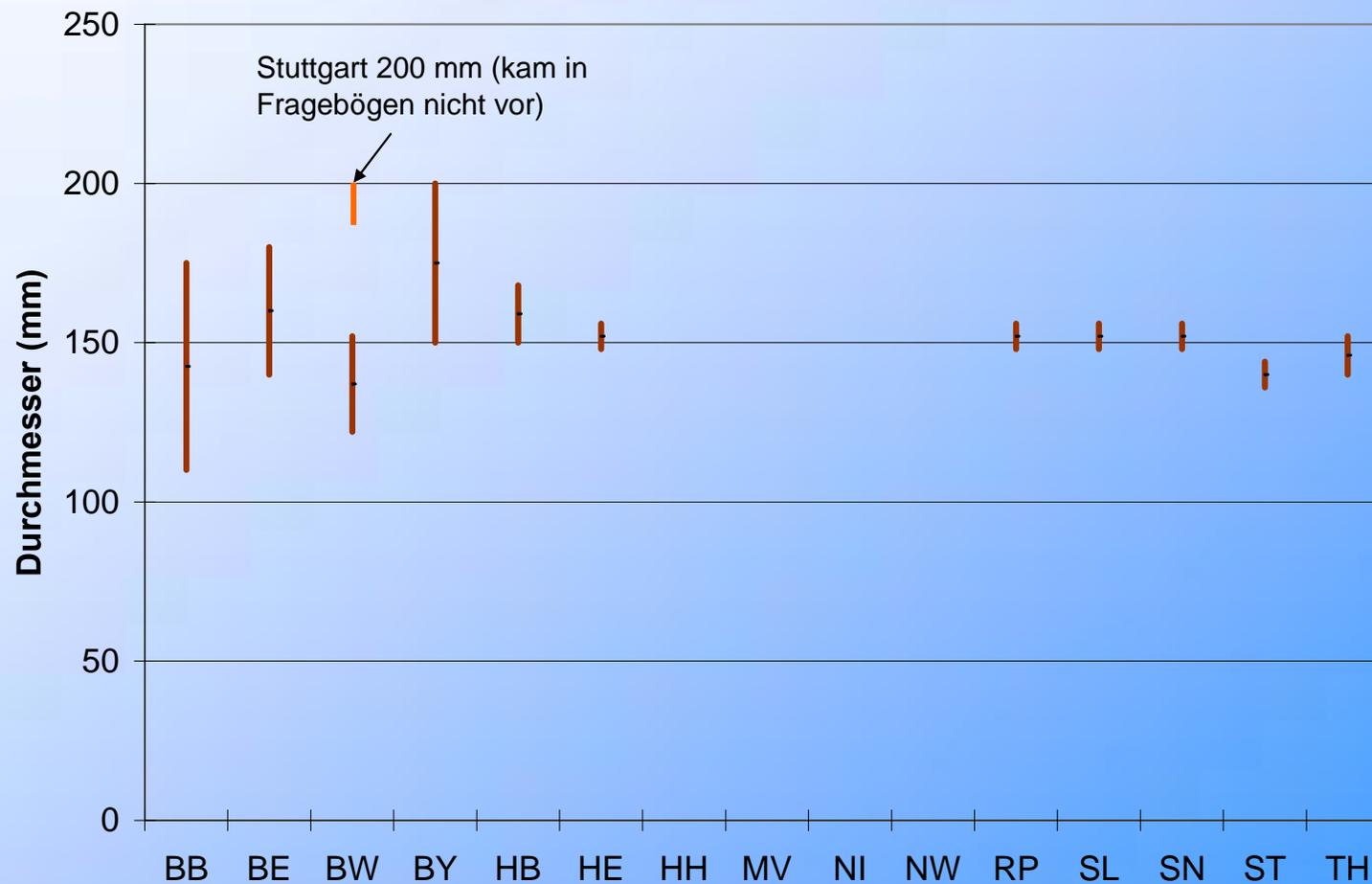
Anlage 15 kW Heizen, 2100 h/a, $\lambda = 2,5 \text{ W/m/K}$



EWS-Gesamtlänge für verschiedene Minimaltemperaturen

Kostentreiber Forderung nach Mindest-Bohrdurchmesser:

- sind die Unterschiede etwa geologisch begründet ???
- bislang keine wissenschaftliche Basis für Forderung

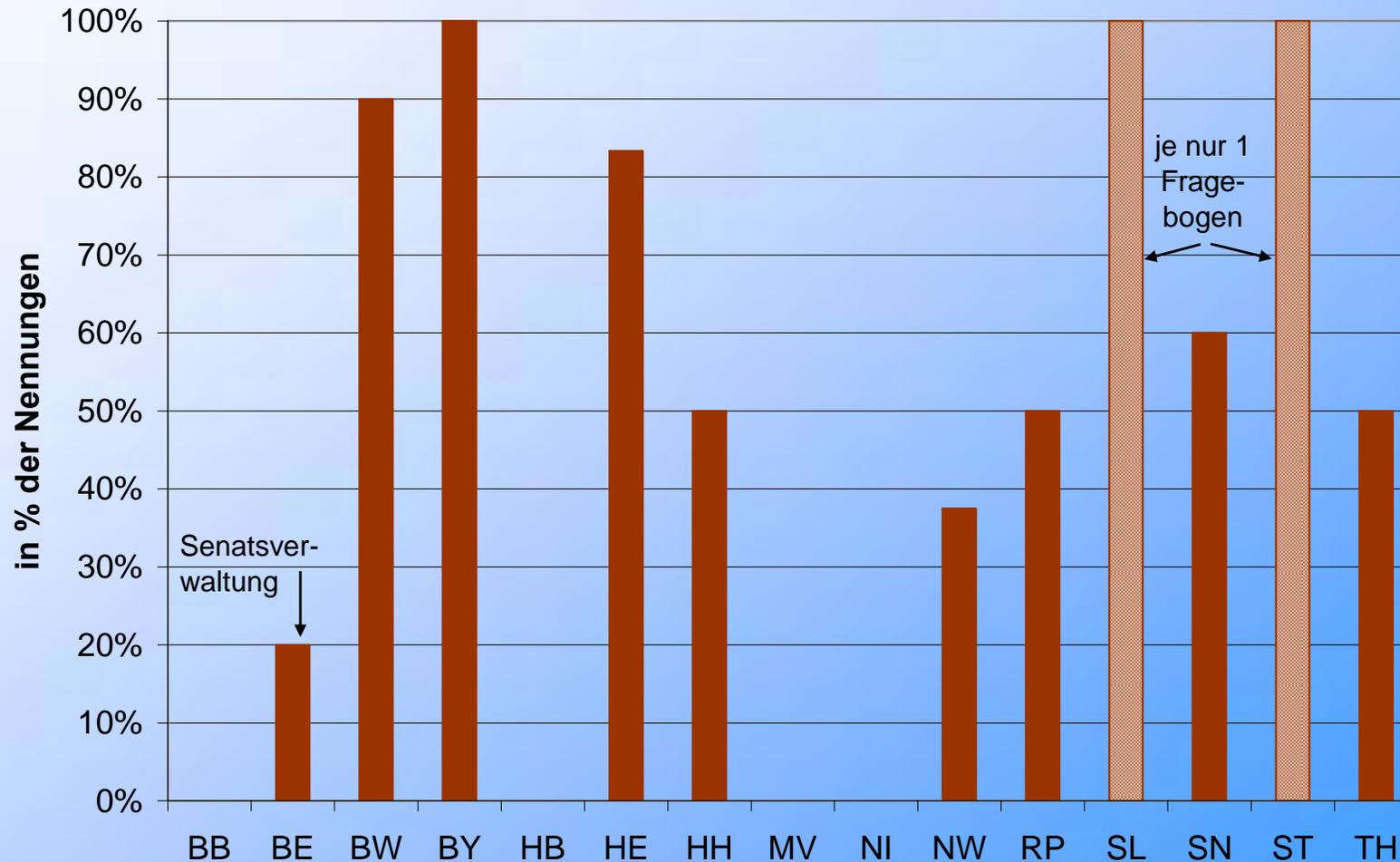


Mindestbohrdurchmesser gemäß Fragebögen

Kostentreiber Auflage Überwachung:

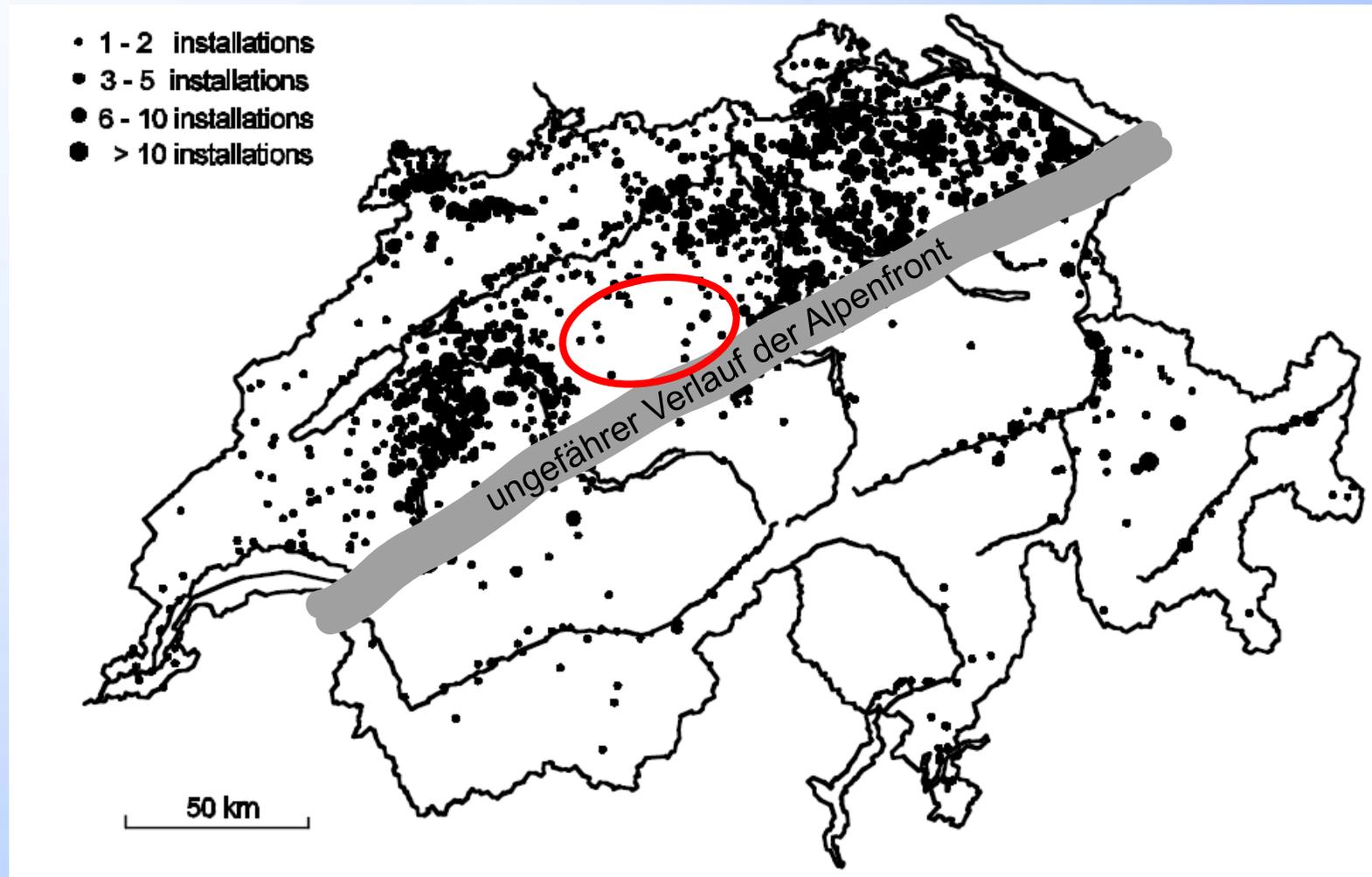
- durch eigene Geologen
- durch Dritten

Achtung:
*TÜV an Überwachung und
Abnahme interessiert*



Überwachungsaufgaben gemäß Fragebögen

Abhängigkeit der Erdwärmesondendichte von nicht-geologischen Rahmenbedingungen (Behörden, EVU)



Standorte EWS in der Schweiz ca. 2007 (Rybach & Sanner, 2000)

Beispiele für besondere Auswüchse in Bescheiden

- **Druck in den Sondenrohren muss immer geringer als der Außendruck sein, damit kein Wärmeträgermedium austreten kann (ohne Angabe, auf welcher Tiefe sich diese Forderung bezieht)**
- **Forderung nach einer neu zu errichtenden Grundwassermessstelle bei einer Erdwärmesondenanlage von weniger als 30 kW Leistung, in deren unmittelbarer Nähe sich bereits eine größere Anlage mit über 100 kW Leistung und einer Grundwassermessstelle befindet**
- **Forderung nach jährlicher Beprobung mit Analytik einer neu errichteten Grundwassermessstelle bei einer Anlage, die mit reinem Wasser ohne Frostschutz betrieben wird**
- **Forderung nach Einhaltung einer Arbeitszahl von mindestens $\beta = 4,0$ in einem und $\beta = 4,3$ in einem anderen Fall, mit Nachweis durch Messung**

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)**

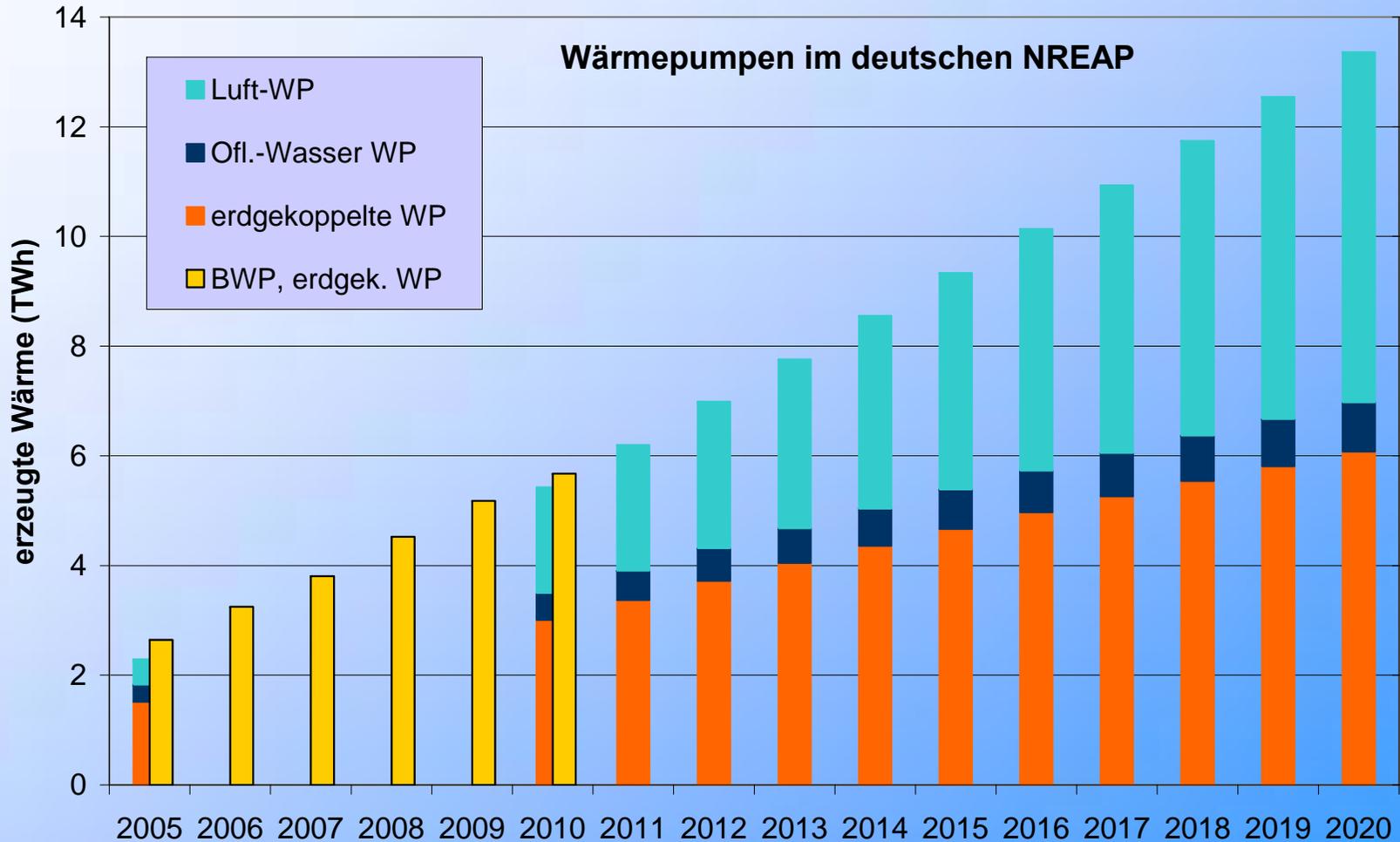
wäre eigentlich Sache des Bauherrn, sollte aber vom ausführenden Unternehmen übernommen werden, da der Endkunde das Risiko selber gar nicht einschätzen kann

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

- **Behörden**

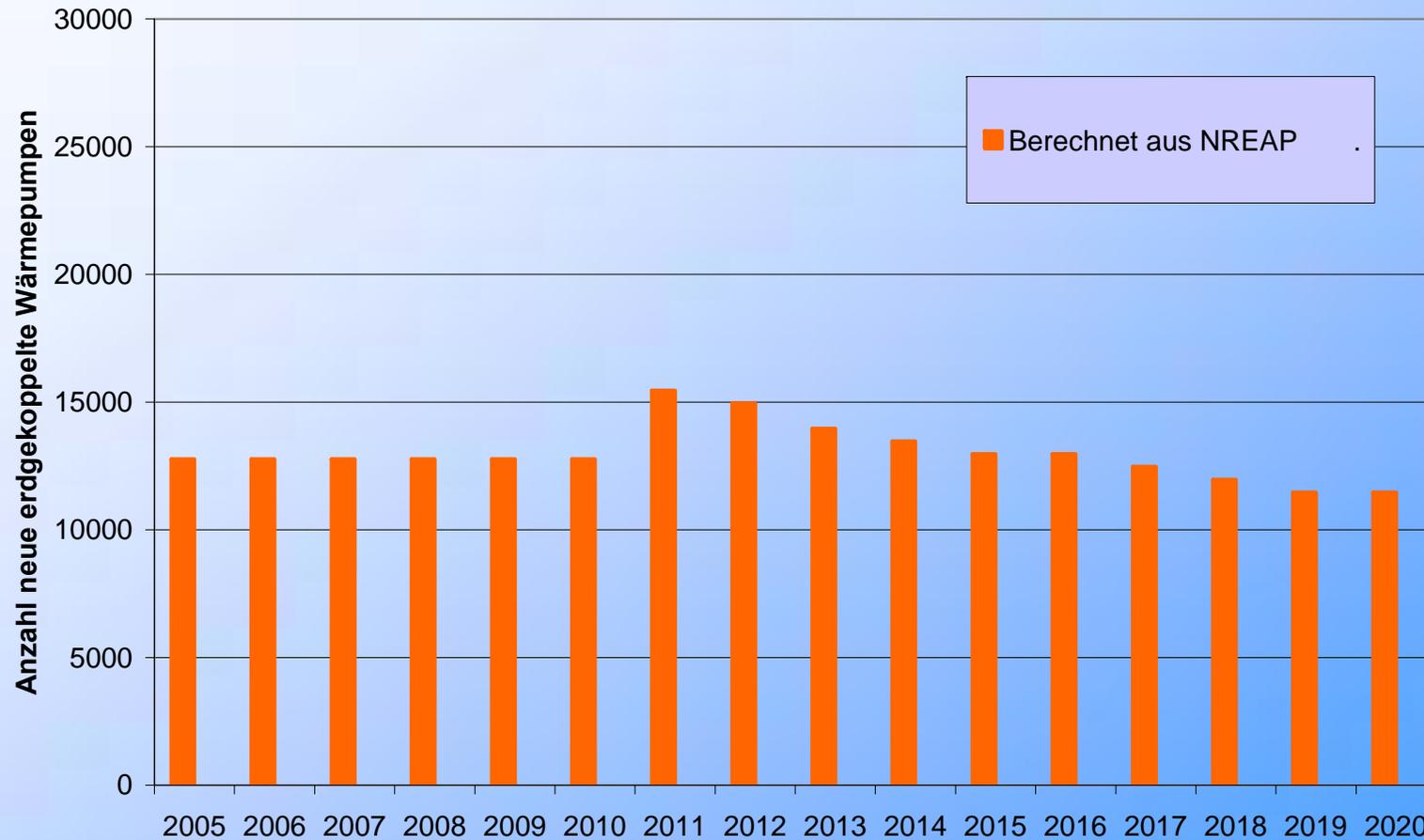
- **Information und Fortbildung für die Mitarbeiter**
- **Entscheidungen auf Basis eines praktikablen Grundwasserschutzes, ohne Einbezug sachfremder Anforderungen**
- **Beschränkung von Auflagen auf das notwendige Minimum**
 - > **tatsächlich zum Grundwasserschutz notwendige Auflagen**
 - > **tatsächlich 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)**

Noch ein Ärgernis: Wärmepumpen im deutschen NREAP



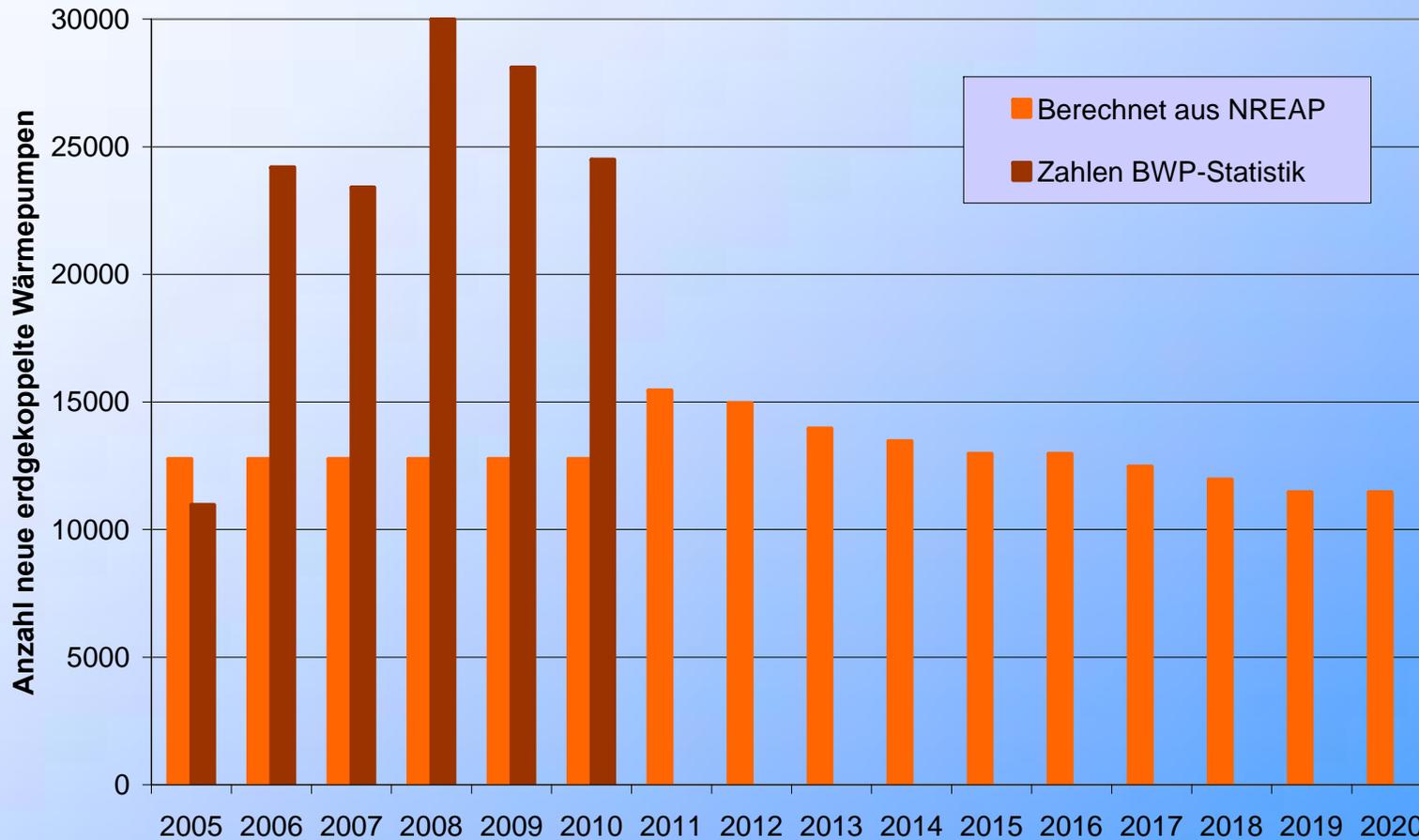
durch Wärmepumpen erzeugte jährliche Wärmemenge

Wärmepumpen im deutschen NREAP (Zuwachs umgerechnet auf typisierte Anlage 12 kW)



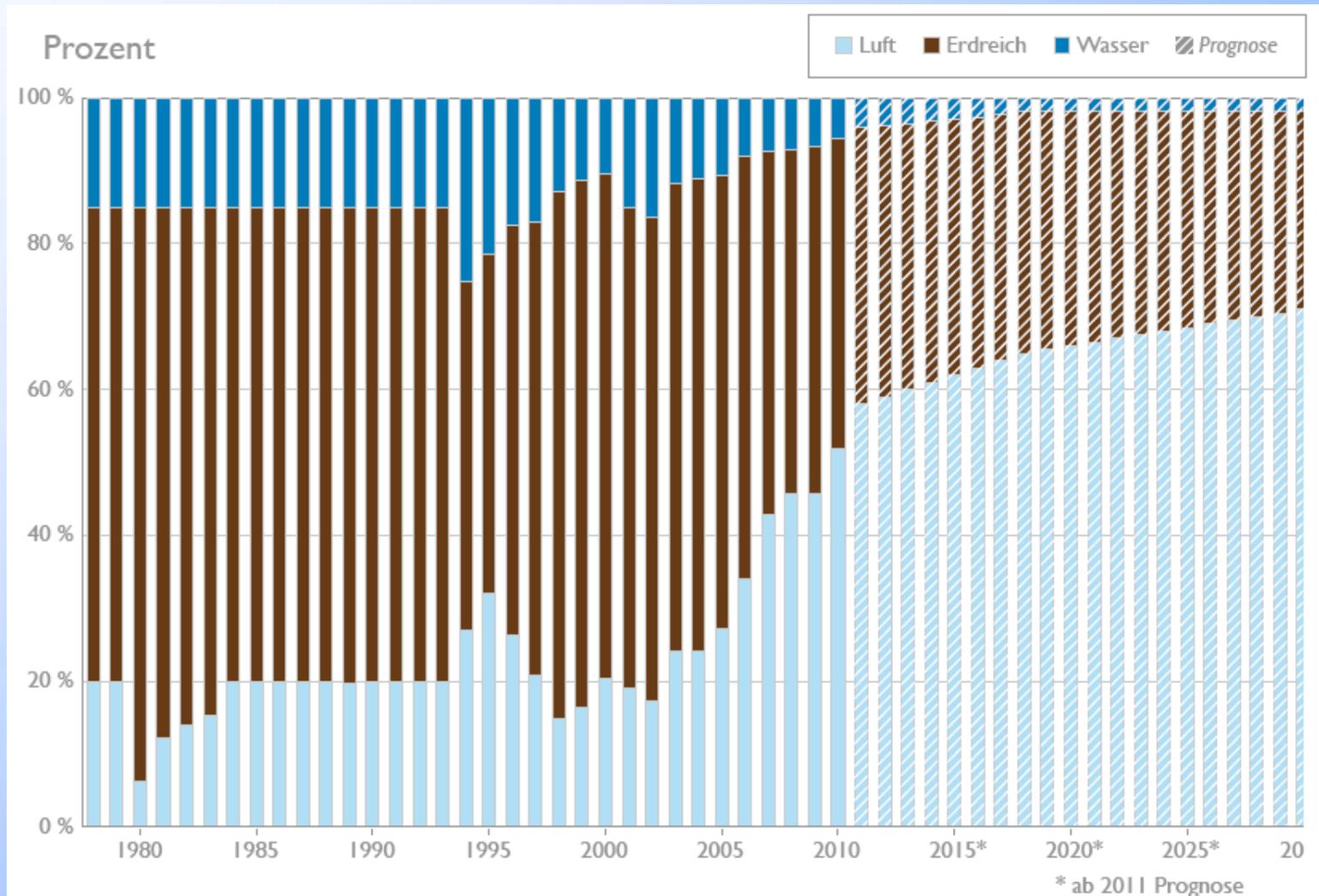
Jährlicher Zuwachs Anlagen erdgekoppelte Wärmepumpen

Wärmepumpen im deutschen NREAP (Zuwachs umgerechnet auf typisierte Anlage 12 kW)



Jährlicher Zuwachs Anlagen erdgekoppelte Wärmepumpen

**Wollen wir diese Entwicklung wirklich:
 Anteil erdgekoppelter Wärmepumpen am Markt sinkt auf 30 %
 bis 2030**



Anteil der Wärmequellen bis 2030 (BWP Branchenstudie 2011)