

Tiefbohranlage von Herrenknecht  
im bayrischen Kirchweidach



**Herrenknecht AG**  
D-77963 Schwanau  
Kontakt:  
Thomas Edelmann  
edelmann.thomas@herrenknecht.de  
Tel. +49 7824 302-6522  
www.herrenknecht.de



**Karlsruher Institut für Technologie**  
D-76131 Karlsruhe  
Kontakt:  
Prof. Dr. Thomas Kohl  
thomas.kohl@kit.edu  
Tel. +49 721 608-45220  
Prof. Dr. Frank Schilling  
frank.schilling@kit.edu  
Tel. +49 721 608-44725  
www.kit.edu

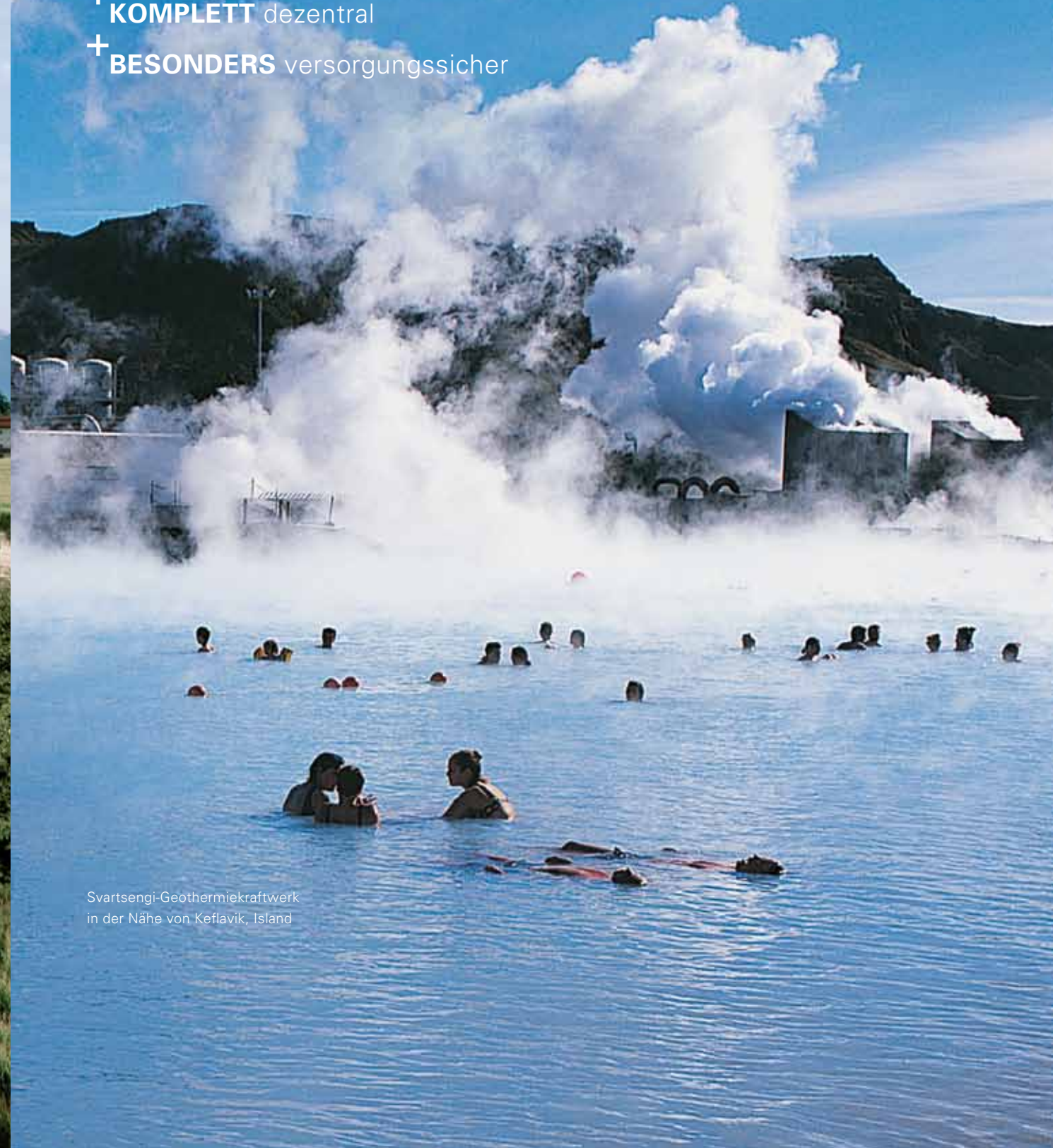


**GeoForschungsZentrum Potsdam**  
D-14473 Potsdam  
Kontakt:  
Prof. Dr. Ernst Huenges  
ernst.huenges@gfz-potsdam.de  
Tel. +49 331 288-1440  
www.gfz-potsdam.de

# GEO THERMIE

das Plus für den Energiemix der Zukunft

- + **VOLL** grundlastfähig
- + **KOMPLETT** dezentral
- + **BESONDERS** versorgungssicher



Svartsengi-Geothermiekraftwerk  
in der Nähe von Keflavik, Island



# GEOTHERMIE bietet enormes Potenzial für ein verlässliches Energiekonzept der Zukunft.

**EINE UMWELTFREUNDLICHE UND JEDERZEIT STABILE ENERGIEVERSORGUNG IST GEFRAGT.** Der Erfolg des Wirtschaftsstandorts Deutschland hängt von einer sicheren, grundlastfähigen und kostengünstigen Energieversorgung ab. Bei steigendem Bedarf an sauberer Energie kann die Geothermie eine zentrale Rolle einnehmen, da sie Klima und Umwelt schont, permanent verfügbar ist und einen hohen Nutzungsgrad aufweist. Geothermie oder Erdwärme ist die in Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Erdoberfläche. Sie zählt wie Sonnen- und Windenergie, Wasserkraft und Biomasse zu den regenerativen Energieformen. Geothermie hat den besonderen Vorteil, dass sie unabhängig von Jahres- und Tageszeiten

konstant und somit grundlastfähig ist. Die Temperatur in der obersten Erdschicht – der Erdkruste – nimmt mit etwa 30°C pro Kilometer Tiefe zu. Allein die Wärme, die in den obersten 3.000 Metern gespeichert ist, entspricht dem 20.000-Fachen des aktuellen weltweiten Energiebedarfs. Erdwärme kann sowohl zur Stromerzeugung als auch zum Heizen und Kühlen eingesetzt werden. Oberflächennahe Geothermie ist heute schon eine subventionsfreie und wirtschaftliche Alternative zu konventionellen Energieträgern. Die konsequente Nutzung der Geothermie bietet ein enormes Potenzial für den Energiemix der Zukunft. Neben der verlässlichen Grundversorgung bietet sie als heimischer Energieträger auch die Unabhängigkeit von Importen.

## + GEOTHERMIE IST DEZENTRAL!

Die Zukunft der Erdwärmenutzung ist nahezu unabhängig vom Standort. Strom und/oder Wärme lassen sich dort erzeugen, wo sie benötigt werden. Tausende Kilometer lange Hochspannungstrassen sind nicht notwendig. Geothermie spart somit Transportkosten und schont die Umwelt und das Landschaftsbild.

## + GEOTHERMIE IST DAUERHAFT!

Erdwärme ist langfristig nutzbar und nach menschlichem Ermessen unerschöpflich, genau wie Wind- oder Solarenergie. Der Untergrund kann zusätzlich als Speicher für Wärmeenergie genutzt werden.

## + GEOTHERMIE IST GRUNDLASTFÄHIG!

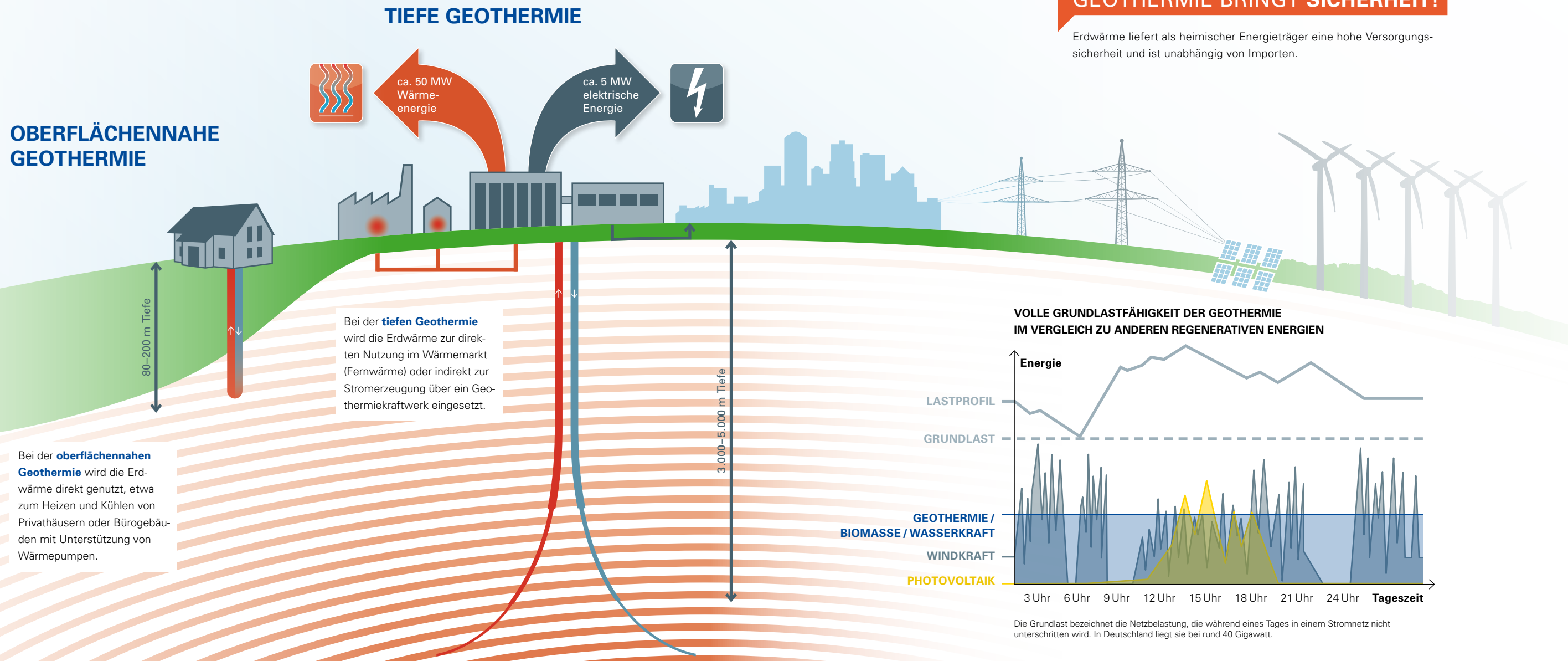
Erdwärme ist immer verfügbar, unabhängig von Tageszeit, Jahreszeit, Windgeschwindigkeiten oder Sonnenscheindauer. Sie eignet sich daher optimal zur Grundversorgung in Deutschland.

## + GEOTHERMIE IST UMWELTFREUNDLICH!

Die Nutzung von Erdwärme zur Heizung, Kühlung und Stromgewinnung ist nachhaltig und nahezu frei von Emissionen. Der Eingriff in die Landschaft ist sehr gering.

## + GEOTHERMIE BRINGT SICHERHEIT!

Erdwärme liefert als heimischer Energieträger eine hohe Versorgungssicherheit und ist unabhängig von Importen.



# Investitionen in **GEOTHERMIE** zahlen sich aus.

**GROSSER NUTZEN FÜR DEN ENERGIEMIX VON MORGEN.** Stromgewinnung aus Geothermie ist in Mitteleuropa eine vergleichsweise junge Technologie. Die technischen Herausforderungen sind größer als bei der Nutzung in vulkanischen Gebieten wie Island. In Deutschland gingen 2007 erste Geothermiekraftwerke als Pilotanlagen dauerhaft ans Stromnetz. Sie überzeugen durch ihre Grundlastfähigkeit und Umweltverträglichkeit. Es müssen weder Ersatzkraftwerke noch große Stromspeicher vorgehalten werden, um Zeiten ohne ausreichende Sonneneinstrahlung und Wind auszugleichen. Erhebliche fossile Ressourcen werden eingespart und Treibhausgasemissionen vermieden. Als junge Technologie besitzt die Geothermie enorme Entwicklungs-

chancen. Mit optimierter Bohr- und Kraftwerkstechnik sowie gezielter Standortauswahl kann sie ein wichtiger Baustein für den Energiemix der Zukunft werden. Im Vergleich zu anderen regenerativen Energieträgern wurde die Geothermie bis dato nicht systematisch gefördert. Erst wenn sich Fördermaßnahmen aus öffentlichen Mitteln konsequent an der Umweltverträglichkeit und der Grundlastfähigkeit des Energieträgers orientieren, wird dies der Geothermie zu einem nachhaltigen Durchbruch verhelfen. Wie bei anderen regenerativen Energien ist Deutschland auch in der Entwicklung dieser Technologie Vorreiter und wird durch den Ausbau der Geothermie heimische Arbeitsplätze schaffen und sichern.

## GEOTHERMIE IST EFFIZIENT!

Benötigte Anlagen zur Erzeugung der mittleren Energie eines konventionellen **5-Megawatt**-Kraftwerks.



Berechnungsgrundlage:  
 Windkraft: mittlere in Deutschland installierte Leistung von 1.260 MW/Anlage und durchschnittlicher Nutzungsgrad von 18% (Quelle: Bundesverband Windenergie 2011)  
 Photovoltaik: maximal installierte Leistung pro Dach von 3,75 kW und durchschnittlicher Nutzungsgrad von 10% (Quelle: EC – Joint Research Centre Photovoltaic, PVGIS)

## FÖRDERUNG VON GEOTHERMIE RECHNET SICH!

Durchschnittliche **Stromgestehungskosten** in Cent/kWh in Deutschland. Die Werte enthalten alle Lebenszykluskosten inklusive Kapital- und Betriebskosten, Kosten für Ersatzkraftwerke, CO<sub>2</sub>-Zertifikatehandel sowie Brennstoffkostenentwicklung.

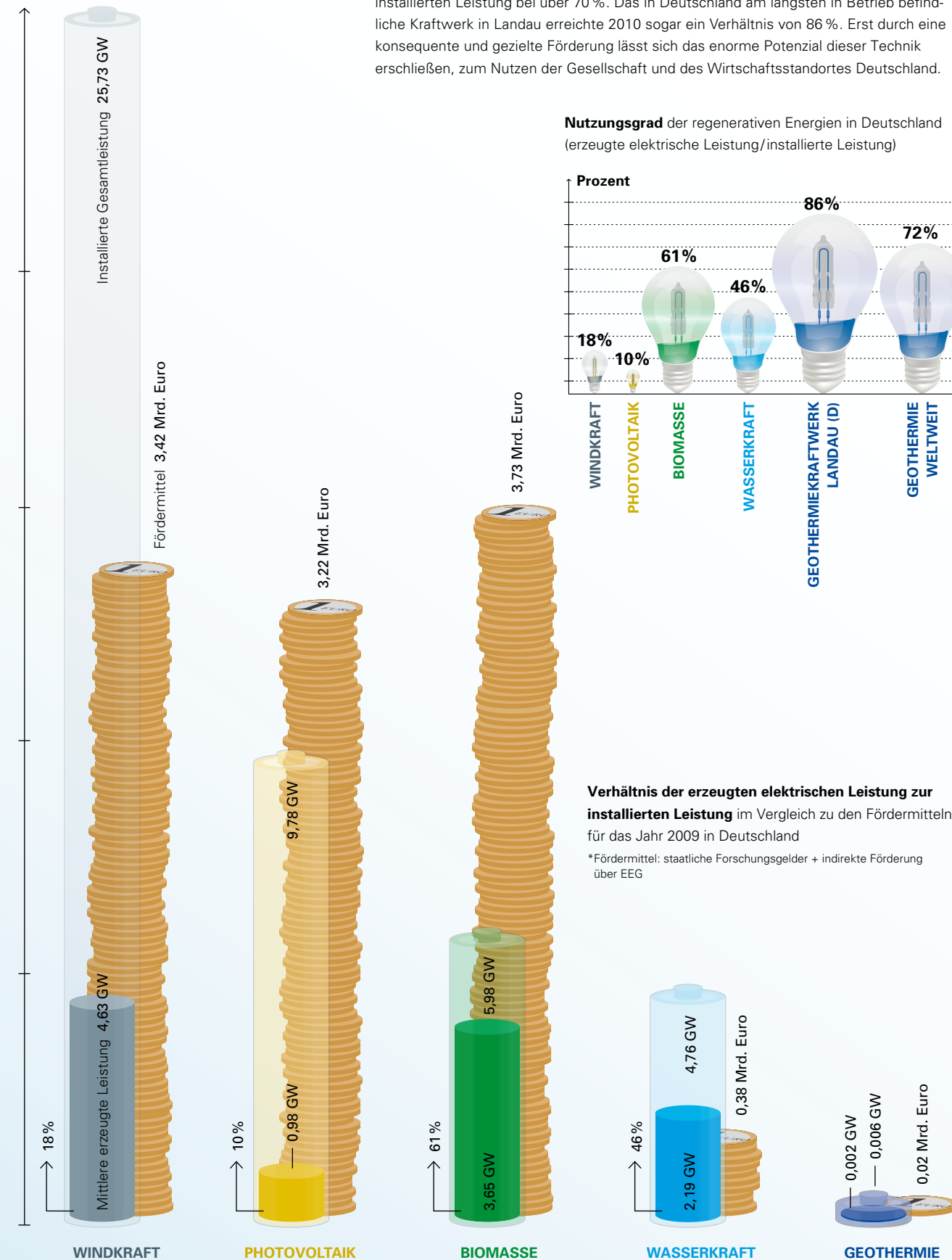
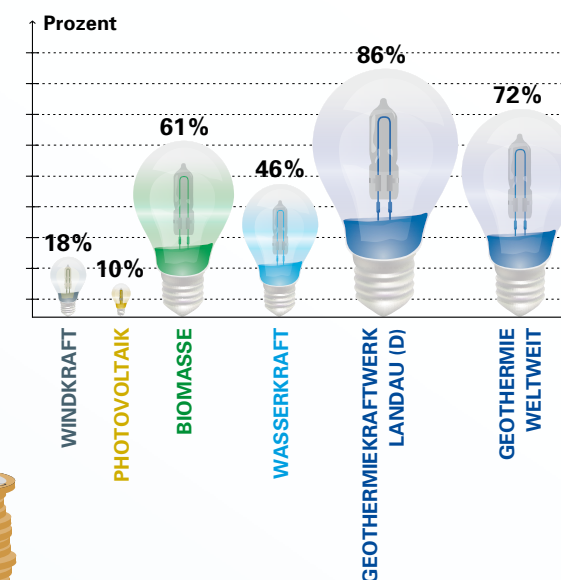


\* Für Offshore-Anlagen werden deutlich höhere Preise erwartet  
 Quellen: Wissel et al. 2010, Voß et al. 2008; Geothermie – Basis BMU-Erfahrungsbericht EEG 2010, MIT-Report 2007

## GEOTHERMIE BRINGT GROSSEN NUTZEN!

Durch ihren hohen Nutzungsgrad trägt die Geothermie bei vergleichsweise geringen Kosten zur Netzentlastung bei. Weltweit liegt das Verhältnis der erzeugten Leistung zur installierten Leistung bei über 70%. Das in Deutschland am längsten in Betrieb befindliche Kraftwerk in Landau erreichte 2010 sogar ein Verhältnis von 86%. Erst durch eine konsequente und gezielte Förderung lässt sich das enorme Potenzial dieser Technik erschließen, zum Nutzen der Gesellschaft und des Wirtschaftsstandortes Deutschland.

**Nutzungsgrad** der regenerativen Energien in Deutschland (erzeugte elektrische Leistung/installierte Leistung)



**Verhältnis der erzeugten elektrischen Leistung zur installierten Leistung** im Vergleich zu den Fördermitteln\* für das Jahr 2009 in Deutschland  
 \*Fördermittel: staatliche Forschungsgelder + indirekte Förderung über EEG

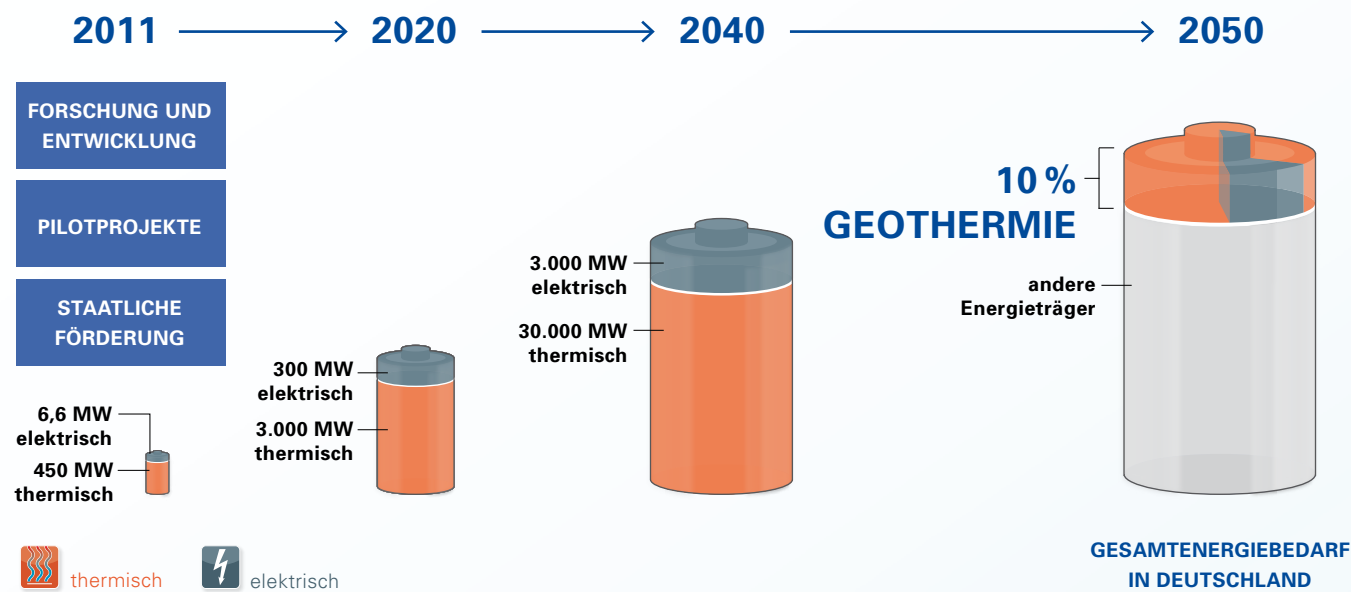
Quellen für beide Grafiken: BMU Jahresbericht 2010; Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE) 2011; Statistikbericht der Bundesnetzagentur 2008/2009; Bertani 2010, Geothermal Power Generation in the World: 2005–2010 Update Report

# Starke Partner und konkrete Maßnahmen bringen den Fortschritt.

**GEOTHERMIE IST EINE VIELVERSPRECHENDE PIONIERTÉCHNIK, DIE JETZT EINE KONSEQUENTE FÖRDERUNG BRAUCHT.** Im Energiemix der Zukunft kann die Geothermie bei den regenerativen Energien eine tragende Rolle einnehmen. Um die vielseitigen Vorzüge der Erdwärme konsequent nutzen zu können, ist eine zielgerichtete staatliche Förderung notwendig. In Zusammen-

arbeit mit einschlägigen Forschungseinrichtungen müssen Erkundungs-, Bohr- und Kraftwerkstechnik systematisch und ganzheitlich weiterentwickelt werden. Auf Grundlage des ingenieurwissenschaftlichen Fortschritts und durch Unterstützung der politischen Entscheidungsträger kann die Geothermie zu einem wichtigen Baustein bei der Sicherstellung grundlastfähiger Energieumwandlung werden.

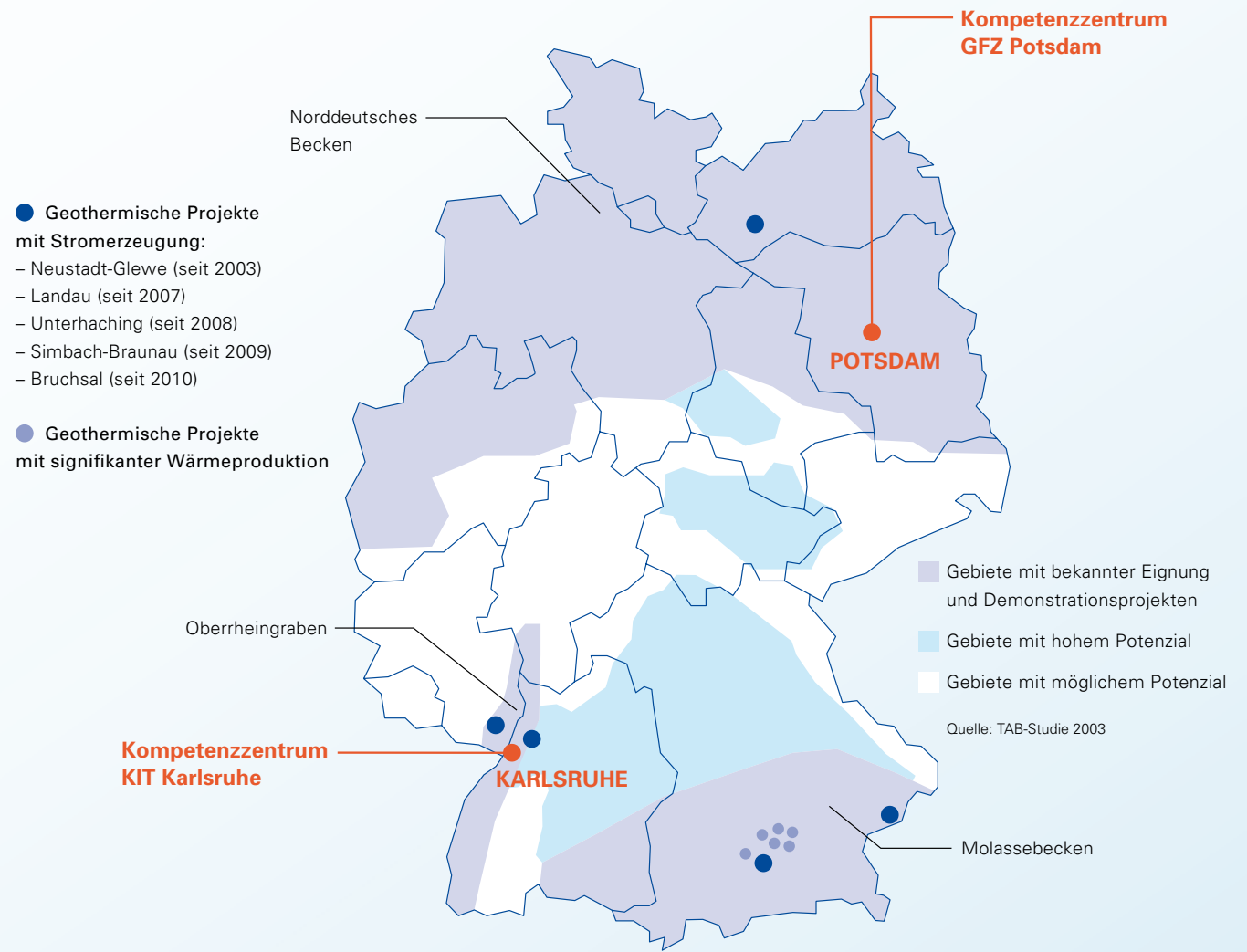
## VISION DER GEOTHERMIENUTZUNG IN DEUTSCHLAND



In den kommenden 10 Jahren müssen neue Geothermieanlagen mit einer elektrischen Leistung von insgesamt 300 Megawatt gebaut werden. Die dazu notwendigen Pilot- und Entwicklungsprojekte sollen unter Leitung eines nationalen Forschungszentrums Geothermie mit Partnern aus Politik, Industrie und Forschungseinrichtungen geplant und durchgeführt werden.

## DIE ZUKUNFT DER GEOTHERMIE IN DEUTSCHLAND

Aufgrund der geologischen Bedingungen in Deutschland sind die Gegebenheiten für Geothermie im Süden und Norden unterschiedlich und erfordern spezifische Ansätze. Die notwendigen Technologien müssen gemeinsam von Industrie und wissenschaftlichen Einrichtungen in Deutschland weiterentwickelt und umgesetzt werden. Die dazu erforderliche Koordination soll durch die zwei Großforschungszentren in Karlsruhe und Potsdam erfolgen.



Stand: 2010

## HERAUSFORDERUNGEN UND ZIELE

- 1 ERHÖHUNG DER ERKUNDUNGSSICHERHEIT**  
Verbesserung der Vorhersagesicherheit bei der Suche nach geeigneten wasserführenden Erdschichten. Entwicklung und Einsatz innovativer Erkundungstechnologien in Verbindung mit wissenschaftlichen Bohrungen.
- 2 OPTIMIERUNG DER TECHNIK**  
Anwendungsorientierte Weiterentwicklung und Optimierung der Bohr-, Kraftwerks- und Pumpentechnik. Ziel ist die signifikante Verringerung von Kosten und Erhöhung der Investitionssicherheit.
- 3 MINIMIERUNG DER RISIKEN**  
Gewinnung eines umfassenden Verständnisses aller maßgeblichen Prozesse im Untergrund zur Vermeidung größerer seismischer Ereignisse und zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit und Effizienz. Aufbau eines Untertagelabors im Schwarzwald, um die Prozesse und Vorgänge unter realistischen Bedingungen untersuchen zu können.
- 4 EINBINDUNG DER ÖFFENTLICHKEIT**  
Die Öffentlichkeit wird offen, objektiv und fortlaufend über die Aktivitäten und Entwicklungen in der Geothermie informiert.

## MASSNAHMEN

- 1 FORSCHUNG & ENTWICKLUNG**  
Aufbau eines nationalen Geothermiezentrums, bestehend aus den Forschungs- und Kompetenzzentren KIT Karlsruhe (Schwerpunkt Süd) und GFZ Potsdam (Schwerpunkt Nord). Qualitätssicherung, Monitoring und Kontrolle des ingenieurwissenschaftlichen Entwicklungsprozesses. Weiterentwicklung der tiefen Geothermie bis zur kommerziellen Serienreife.
- 2 GENEHMIGUNGSVERFAHREN**  
Beschleunigte Genehmigungsverfahren und Weiterentwicklung von gesetzlichen Rahmenbedingungen (z.B. gesetzliche Festlegung auf 50 % Energie für Heiz- und Kühlleistung in Neubaugebieten und Industrieansiedlungen durch regenerative Energien).
- 3 PILOTPROJEKTE**  
Durchführung mehrerer Entwicklungsprojekte unter wissenschaftlicher Begleitung mit über 10 Megawatt elektrischer und 100 Megawatt thermischer Leistung. Überprüfung der gewonnenen Erkenntnisse in Langzeitstudien.
- 4 STAATLICHE FÖRDERUNG**  
Um das Grundlastniveau eines konventionellen Großkraftwerks durch Geothermie ersetzen zu können, ist wie bei jeder Technologieentwicklung eine entsprechende Förderung notwendig. Dazu ist in der kommenden Dekade der systematische Ausbau der Fördermittel, vergleichbar mit anderen regenerativen Energieformen, auf ein Niveau von mehreren 100 Millionen Euro jährlich erforderlich.