

Geothermische Energie

Die "Geothermische Energie" wird "50"

50

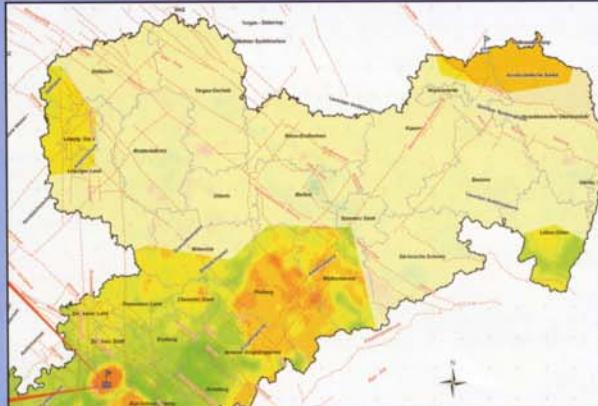
Jan.-/März-2006
15. Jahrgang/ Heft 1



Geothermische Energie

Nr. 1

März 1992



Renewable Energy
House Brüssel

Erweiterung des
Heizwerks Erding

Bahnsteigheizung
Barbis

Absatzrekord
Wärmepumpe

Landau: Zweite Tiefbohrung erreicht Endteufe

Perspektiven der geothermischen Strom- und Wärmeerzeugung in Sachsen (Deutschland)

Friedemann, Grafe

Im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsvorhabens des Freistaates Sachsen untersuchten wir zusammen mit unserem Projektpartner C&E GmbH das geothermische Potential Sachsens. Die Schwerpunkte des Vorhabens waren:

- die Erfassung unterschiedlicher geothermischer und petrophysikalischer Daten aus fünf Bundesländern und der Tschechischen Republik in einer Geodatenbank,
- die Erzeugung eines vereinfachten geologischen Modells,
- die Berechnung des krustalen Temperaturfeldes bis in Tiefen von 5000 m und
- die modellgestützte Prognose des technischen Potentials für ein mögliches Verfahren des untertägigen Wärmeaustausches (Tiefe Erdwärmesonden).

Auf der Grundlage unserer Arbeiten kamen wir zu dem Ergebnis, dass Sachsen momentan kein gutes ökonomisches Potential zur geothermischen Stromerzeugung besitzt. Analog zu anderen Regionen hängt dies von der Effizienz und der Wirtschaftlichkeit des eingesetzten Verfahrens des Wärmeaustausches in Bezug auf die geologi-

schen und geothermischen Randbedingungen ab.

Der krustale Untergrund Sachsens, abgesehen von einigen lokalen Sedimentbecken, ist weitgehend aus magmatischen oder metamorphen Gesteinen unterschiedlicher Zusammensetzung aufgebaut. Dieser kristalline Sockel wurde im Laufe seiner erdgeschichtlichen Entwicklung intensiv tektonisch beansprucht. Grundwasser und hydro-thermale Lösungen zirkulieren nur sporadisch entlang von Störungen. Die maximalen geothermischen Temperaturen in 5000 m Tiefe bewegen sich im Bereich von 120 bis 140 °C.

Der Vergleich der drei grundsätzlichen Technologien des Wärmeaustausches (offene hydrothermale Systeme, offene petrothermale Systeme und Tiefe Erdwärmesonden als geschlossene Systeme) macht deutlich, dass nur offene petrothermale Systeme, wie z.B. HDR oder HWR, die Möglichkeit für eine ökonomische Stromgewinnung für Sachsen liefern können.

Geschlossene Systeme, wie sie Tiefe Erdwärmesonden darstellen, haben sowohl ein sehr geringes technisches Potential der Stromerzeugung in der Grö-

ßenordnung von 10 kW (Direktverdampfer-Verfahren mit NH₃, 5000 m Gesamtlänge, 20 a Simulationszeit) als auch ein geringes technisches Potential der Wärmeerzeugung von wenigen 100 kW in Abhängigkeit von dem verwendeten Wärmetransportmedium (Abbildung 1).

Die geringen Potentiale der Tiefen Erdwärmesonden leiten sich hauptsächlich aus der geringen Wärmeaustauschfläche und den hohen Wärmeverlusten im oberen Teil des Bohrloches auf dem Weg nach Über Tage ab.

Offene hydrothermale Systeme fordern hingegen sehr gut durchlässige, sedimentäre Gesteinsschichten oder Anisotropiezonen im kristallinen Festgestein (z.B. Störungszonen) in großer Tiefe. Deren Erkundung dürfte jedoch wahrscheinlich in demselben finanziellen Rahmen liegen, wie für die Exploration von Erdgas/Erdöl-Lagerstätten. Solch hohe Investitionskosten würden sich nicht durch die potentiell mögliche Stromgewinnung in ökonomischen Zeiträumen amortisieren lassen. Dies gilt auch unter den derzeitigen Rahmenbedingungen hoher Preise auf den Energiemarkten und umweltpolitischer Subventionen durch das deutsche Er-

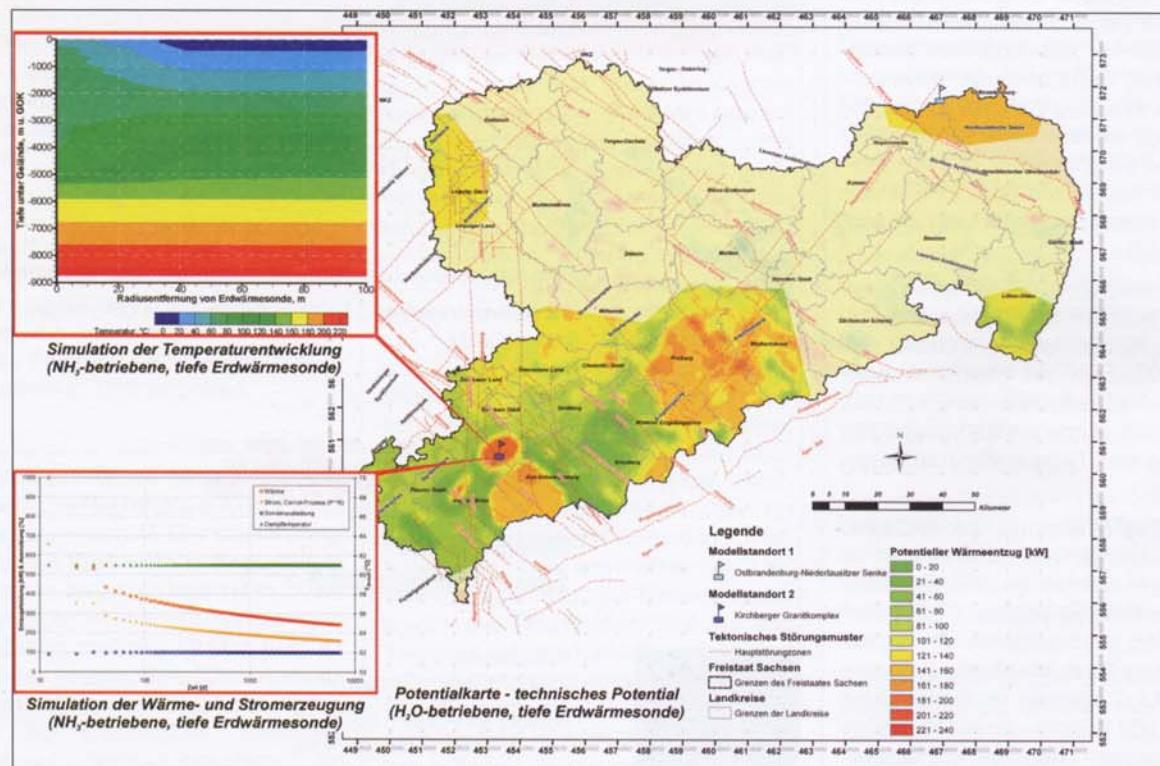


Abbildung 1: Technische Potentiale der Wärme- und Stromerzeugung in Sachsen. Die Abbildung zeigt eine Karte von Sachsen mit geologischen Strukturen und Störungsmustern, sowie zwei eingeschobene Diagramme zur Simulation der Temperaturentwicklung und der Wärme- und Stromerzeugung für ein NH₃-betriebenes Erdwärmesondensystem. Die Karte zeigt das 'Technische Potential' (H₂O-betriebene, tiefe Erdwärmesonde) mit einer Legende für den Wärmeentzug in kW. Die eingeschobenen Diagramme zeigen die 'Simulation der Temperaturentwicklung (NH₃-betriebene, tiefe Erdwärmesonde)' und die 'Simulation der Wärme- und Stromerzeugung (NH₃-betriebene, tiefe Erdwärmesonde)'. Die Temperaturentwicklung-Diagramme zeigen die Temperaturentwicklung über die Tiefe (0-8000 m) und die Stromerzeugung-Diagramme zeigen die Stromerzeugung über die Zeit (0-10000 h).

neuerbare-Energien-Gesetz (EEG).

Offene petrothermale Systeme sind aufgrund der technischen Herstellung bzw. Stimulierung von gut durchlässigen Zonen innerhalb „heißer“ Festgestein komplexe nicht so eng an die spezifischen hydrogeologischen Standortbedingungen gebunden. Die technische Herstellung/ Stimulation gut durchlässiger Zonen stellt jedoch eine hohe Herausforderung dar. Die kontrollierte Erzeugung eines offenen Wärmetauschers zwischen einer bestimmten Anzahl von Bohrungen (z.B. Dubletten- oder Triplettenerverfahren) im Kristallin in großen Tiefen (5000 m), welche eine ausreichend große und dauerhaft verfügbare, hydraulische Permeabilität garantiert, ist dabei das wesentliche Problem, das es zu lösen gilt. Aus diesem Grund hat die Rheologie (z.B. Spannungszustand, hydraulisch initiiertes Bruchverhalten) kristalliner Gesteine in Tiefen von 5000 m einen entscheidenden Einfluss auf die Anwendbarkeit und das Gelingen des Verfahrens. Wie die Erfahrungen (z.B. Soultz-sous-Forêts, Bad Urach) der letzten beiden Jahrzehnte gezeigt hat, befindet sich die HDR/HWR-Technologie noch im Forschungsstadium, in welchem weitere Untersuchungen und Entwicklungsarbeit erforderlich sind. Das bedeutet jedoch, dass unter ökonomischen Gesichtspunkten derzeit kein Verfahren zur geothermischen Stromerzeugung einsatzfähig ist. Sollte die HDR/HWR-Technologie in

Zukunft sich zu einem ökonomisch einsatzfähigen Verfahren entwickeln, würden sich neue und weitreichende Perspektiven für die geothermale Stromerzeugung nicht nur in Sachsen, sondern in der gesamten Welt eröffnen.

Das theoretische Potential bei Temperaturen von 120-140 °C in Tiefen von 5000 m ist nahezu unerschöpflich in Sachsen. Doch um diese Niedrigenthalpie-Lagerstätten weitgehend standortabhängig zur geothermischen Stromgewinnung bei Temperaturen > 80 °C zu nutzen, fehlt es auf den Energiemarkt an einer ökonomischen, technologisch einfach anwendbaren und in der Praxis bewährten Technologie.

Der Freistaat Sachsen besitzt allerdings schon jetzt ein sehr gutes ökonomisches Potential der geothermischen Wärmeerzeugung. So stellen oberflächennah (< 400 m), zur dezentralen Wärmeversorgung eingesetzte Erdwärmesonden, insbesondere Systeme mit Direktverdampfer, eine ökonomische, technologisch relativ einfach anwendbare und in der Praxis bewährte Technologie dar.

Als Schlussfolgerungen lassen sich zwei Forderungen für die Zukunft ableiten:

1) weiteres und größeres Engagement bei der HDR/HWR-Forschung (Erkundung von Spannungszuständen und hydraulisch initiierten Bruchverhalten von Gesteinen unter den

Bedingungen in 5000 m Tiefe)

2) ein umweltpolitisches Umdenken hin zur Unterstützung und Förderung von Projekten der geothermischen Wärmeversorgung (Reduzierung des Primärenergieverbrauches, Verringerung des CO₂-Ausstoßes)

Geothermische Wärmeversorgung ist schon heute von hohem energiewirtschaftlichen Interesse wie die statistischen Zahlen anderer europäischen Länder zeigen (Lund, 2005: Marktanteile von 95 % in Schweden und von 36 % in der Schweiz für das Jahr 2000).

Referenzen:

Boeck, H.-J., Gafe, F., Lange, Th., Schneider, P., Tunger, B., Wilsnack, Th. (2006): Bestandsaufnahme und nutzungsorientierte Analyse des tiefengeothermischen Potentials des Freistaates Sachsen und seiner unmittelbaren Randgebiete. unpubl. Endbericht, C&E GmbH Chemnitz, 131 S.

Lund, J. (2005): Ground Heat – worldwide utilization of geothermal energy. Renewable Energy World 2005

Kontakt:

Dr. rer. nat. Friedemann Gafe (Dipl. Geol., DipSci), Projektgeologe/Geochemiker, IBeWa - Ingenieurpartnerschaft für Bergbau, Wasser- und Deponietechnik, Wilsnack & Partner, Lessingstraße 46, D-09599 Freiberg, Tel.: 03731/3005819, Fax: 03731/213974, E-mail: f.grafe@ibewa.de, Internet: www.ibewa.de

KORROSIONSFREIE BRUNNEN AUSRÜSTUNG



Produkte:

- Steig/Pumpen Rohre
- Aufzatz/Liner Rohre
- Feldleitungsrohre
- Filter

Vorteile:

- Korrosionsfrei
- Sichere und dichte
- ACT- Verbindung
- Wirtschaftlich

Anwendungen:

- Geothermie
- Sole
- Mineral
- Öl und Gas

STAR Fiber Glass ist spezialisiert in Verkauf und Installation von GFK-Rohren. Die Rohre sind lieferbar in Durchmessern von 1½" bis zu 12" für Hochdruck, bis 280 bar. Für nominale Drücke PN 10-16, durchmesser 600 mm und Grösser. Die wichtigste Eigenschaft von GFK ist die absolute Beständigkeit gegen Korrosion.

Verbindungsysteme

Quick Locked ABC, Klebeverbindung API Gewinde, ACT oder PGT Quick Connect SSS, O-Ringabdichtung

Prüfzeugnisse

TÜV
ISO
Hygiene Institut
API
WEG

FIBERGLASSPIPS

Fiberglass Tubes & Services GmbH, Nienhagener Str. 35, D-29336 Nienhagen
Tel.: (+49)-5144-56098-0, Fax: (+49)-5144-56098-88
E-mail: office@fiberglass-tubes.de, Internet: www.fiberglass-tubes.de

ANZEIGE

Perspectives of geothermal electric power and heat production in Saxony (Germany)

Friedemann, Gerae

In co-operation with our project partner C&E GmbH we investigated the geothermal potential in Saxony within the scope of a research and development grant given by the regional government of the Free State of Saxony. The goals of this project are:

- the coverage of different geothermal and petrophysical data from five German states and the Czech Republic in a geographic database,
- the generation of a simplified geologic model,
- the evaluation of the crustal temperature field down to 5000 m depth and
- the model based prognosis of the technical potential for one possible technique of heat exchange (deep borehole heat exchangers).

Based on our results, Saxony has not a good economic potential of geothermal electric power production at the moment. Similar to other geologic regions it strictly depends on the efficiency and profitability of the applied technique of

heat exchange in respect to the geological and geothermal boundary conditions.

Apart some local sedimentary basins, most of the crustal underground of Saxony consists of magmatic or metamorphosed rocks of different composition. This crystalline basement was complex tectonically deformed during time. Groundwater and hydrothermal fluid only circulate very local on fault structures. Maximum geothermal temperatures in 5000 m depth are within a range of 120 to 140 °C.

The comparison of the three principle technologies of heat exchange (open hydrothermal systems, open petrothermal systems and deep borehole heat exchangers) reveals that only open petrothermal systems, e.g. HDR or HWR, supply the possibility of economic acceptable electric power production in Saxony.

Closed systems as deep borehole heat exchangers (BHE) generally have a very low technical potential of electric power production of a magnitude of

10 kW (NH_3 direct expansion system, 5000 m total depth, 20 a simulation period) and a low technical potential of heat production of a magnitude of some 100 kW depending on the applied heat exchanger fluid shown in Figure 1.

Low potentials mainly depend on the low heat exchange area and the high heat losses in the upper part of the borehole. Open hydrothermal systems on the other side require high permeable sedimentary layers or anisotropy zones in basement rocks (e.g. fault zones) in high depth. However, the exploration of these would probably be of the same expense as exploration of the hydrocarbon deposits. Such high investment would not amortized by the potential possible energy production, even not under the recently high energy costs and political subsidy by the EEG (German Renewable Energy Law).

Open petrothermal systems are not so strictly limited by the specific hydrogeological site conditions because of the technological production of high permeable zones within the hot basement rock and/or the enhancement of

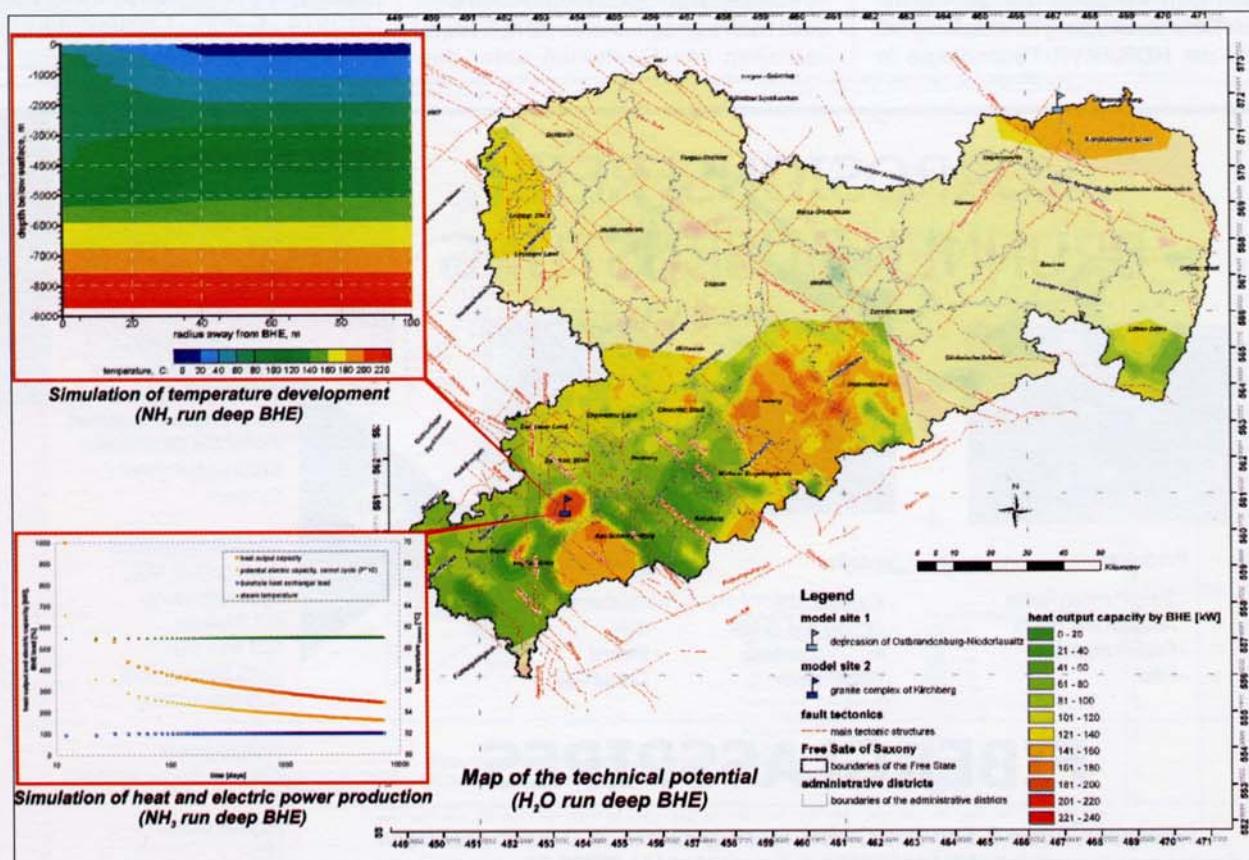


Figure 1: Technical potential of heat production by H_2O run, deep BHE and of electric power production by NH_3 run, deep BHE (direct expansion system), modified picture (Boeck et al., 2006), note: transparency indicates low density of input data

Tiefe Geothermie Strom und Wärme

geological anisotropy. However, this exhibits a high technological challenge. One of the main problems is the controlled generation of an open heat exchanger between a certain amount of boreholes (e.g. doublet, triplet) in crystalline rocks at high depth (about 5000 m) guaranteeing an adequate and sustainable hydraulic permeability. For this reason the rheology (e.g. stress condition, frac behaviour) of crystalline rocks at a depth of 5000 m exhibits the essential influence. Experiences over the last 10 to 20 years have shown that the HDR/HWR technology in Germany (e.g. Soultz-sous-Forêts, Bad Urach) is still in a state of research requiring more testing and development work. Thus, at the moment there is no standard technique under economic aspects available. In the case that the HDR/HWR technology would become to such a technique, new and great perspectives would open for the geothermal power production not only in Saxony but all over the world.

The theoretical potential at temperatures of 120 to 140 °C in a depth of 5000 m for Saxony is almost inexhaustible. However, an economic, technologically sim-

ple applicable and well tested technology of geothermal heat production which makes it possible to use low enthalpy deposits at temperatures > 80 °C for the production of electric power almost independent from specific geological site conditions is still missing at the power market.

On the other side, Saxony has a very good economic potential for geothermal heat production. For this purpose, a decentral heat supply by closed systems as borehole heat exchangers, especially direct expansion systems, down to 400 m maximum exhibit an economic, technologically relative simple applicable and well tested technology. Considering these perspectives, two major needs have to be accentuated:

- 1) more investment in HDR/HWR research (research on the stress condition and the frac behaviour of rocks under conditions in 5000 m depth)
- 2) a political reorientation towards more promotion and subsidy of geothermal heat production (reduce of the consumption of conventional primary energy sources, reduce of CO₂ emission)

Today geothermal heat production is already of highly economic interest shown by the statistics from other European countries (Lund, 2005: market shares of 95 % in Sweden and of 36 % in Switzerland in the year 2000).

References:

- Boeck, H-J., Gafe, F., Lange, Th., Schneider, P., Tunger, B., Wilsack, Th. (2006): Bestandsaufnahme und nutzungsorientierte Analyse des tiefengeothermischen Potentials des Freistaates Sachsen und seiner unmittelbaren Randgebiete. unpubl. final report, C&E GmbH Chemnitz, 131 p.
Lund, J. (2005): Ground Heat – worldwide utilization of geothermal energy. Renewable Energy World 2005

Contact:

Dr. rer. nat. Friedemann Gafe (Dipl. Geol., DipSci), Projektgeologe/Geochemiker, IBeWa - Ingenieurpartnerschaft für Bergbau, Wasser- und Deponietechnik, Wilsack & Partner, Lessingstraße 46, D-09599 Freiberg, Tel.: 03731/3005819, Fax: 03731/213974, E-mail: f.grafe@ibewa.de, Internet: www.ibewa.de

ANZEIGE

Vertretung für Deutschland und Österreich:
STÜWA Konrad Stukerjürgen GmbH | Hemmersweg 80 | 333397 Rietberg-Varensell
T 05244-407-0 | F 05244-1670 | info@stuewa.de | www.stuewa.de

www.hakagerodur.ch

HAKA.GERODUR



Erdwärmesonden – eine geniale Lösung

HAKA.GERODUR-Erdwärmesonden eignen sich zur Nutzung oberflächennaher, geothermischer Energie oder zur Ableitung (Speicherung) überschüssiger Wärme in das Erdreich. Dazu werden geschlossene vertikale oder horizontale Rohrsysteme aus Polyethylen (PE 100) eingesetzt. Lange Lebensdauer, keine Korrosion und montagefreundliches Baukastensystem sind nur einige der zahlreichen überzeugenden Vorteile. Mit SKZ-Prüf- und Überwachungszeichen.

HAKA.GERODUR
Innovation in Plastics