

Verzeichnis geothermischer Standorte

– Geothermische Anlagen in Deutschland auf einen Blick –

Sandra Pester, Rüdiger Schellschmidt & Rüdiger Schulz

Einleitung

Der Bund-Länder-Ausschuss Bodenforschung (BLA-GEO) hat 2004 den Staatlichen Geologischen Diensten (SGD) den Auftrag erteilt, zwei Personenkreise (PK) zu den Themen „Nutzung des oberflächennahen geothermischen Potenzials“ und „Nutzung des tiefen geothermischen Potenzials“ einzurichten. Die beiden PK sollen einen bundeseinheitlichen digitalen Produktkatalog zur wirtschaftlichen Anwendung geothermischer Daten erarbeiten. Der PK „Tiefe Geothermie“ hat zunächst eine Arbeitshilfe erstellt, die einen Überblick über Verfahren, Datengrundlage und Planungs-

schritte für Projekte der tiefen Geothermie gibt (http://www.geotis.de/homepage/Informationen/Arbeitshilfe_08022007.pdf).

Die Arbeitshilfe wird ergänzt durch eine ausführliche Tabelle von Projekten der tiefen Geothermie, die in Deutschland im Betrieb, im Bau oder in Planung sind. Diese Daten werden jetzt im Rahmen des im Aufbau befindlichen Geothermischen Informationssystems für Deutschland (SCHULZ et al. 2007) der Fachöffentlichkeit über das Internet zur Verfügung gestellt.

Datengrundlage

Der PK „Tiefe Geothermie“ hat ein Verzeichnis aller geothermischer Anlagen in Deutschland, die sich in Betrieb, Bau und Planung befinden, erstellt. Im Bau bedeutet, dass mindestens eine Bohrung abgeteuft worden ist. Die Standorte, die sich in Planung befinden, werden als interne Daten behandelt; da diese Daten ständigen Änderungen unterliegen, werden sie nicht öffentlich zugänglich gemacht. Nach der Definition des PK umfasst die Tiefe Geothermie alle Systeme, bei denen die geothermische Energie über Tiefbohrungen erschlossen wird und deren Energie direkt (d. h. ohne Niveauanhebung) genutzt werden kann. Demnach gehören auch Thermalbäder zur Tiefen Geothermie. Nicht im Verzeichnis aufgenommen sind Anlagen, die die oberflächennahe Geothermie nutzen.

Die Tabelle ermöglicht einen Überblick über die wichtigsten Parameter aller erfassten Anlagen (Name, Bundesland, Zustand, Haupt- und Nebennutzung, Temperatur, Fließrate, Teufe und Produktionsdaten). Soweit vorhanden, sind zu den einzelnen geothermischen Anlagen noch weitere Informationen aufgeführt. Dazu zählen u.a. Koordinaten sowie Angaben zur Stromerzeugung, zum Nutzhorizont und zum Erschließungskonzept. Zusätzlich werden noch weiterführende Quellen und Literaturangaben zum jeweiligen Standort angegeben.

Bei den Nutzungsarten ist folgende Einteilung vorgenommen worden:

- Stromerzeugung,
- Fernwärme,
- Forschung,
- Gebäudeheizung,
- Gewächshaus,
- Thermalbad / Balneologie,
- Trink- / Brauchwasser,
- CO₂-Gewinnung,
- Sonstige Nutzung.

Anlagen ohne Angaben zur Nutzung sind als ungenutzt markiert. Da auch mehrere Nutzungsarten pro Anlage möglich sind, z.B. die Kombination aus Stromerzeugung und Fernwärme, wurde die Unterteilung in Haupt- und Nebennutzung vorgenommen. Für die fachliche Betreuung der Tabelle sind die Vertreter der Staatlichen Geologischen Dienste der Länder zuständig. Koordiniert wird die Arbeit von der Sprecherin des PK „Tiefe Geothermie“, Frau Prof. Dr. Ingrid Stober vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg. Für die Vollständigkeit und Richtigkeit der Angaben kann zurzeit noch keine Gewähr übernommen werden.

Produktionsdaten

Von besonderem Interesse für die Öffentlichkeit sind Angaben zur geothermisch installierten Leistung und zur genutzten Energie. Diese Angaben werden auch international benötigt und alle 5 Jahre von der International Geothermal Association anlässlich des World Geothermal Congress veröffentlicht (vgl.

SHELLSCHMIDT et al. 2005). Leider werden nicht von allen Betreibern geothermischer Anlagen entsprechende Angaben gemacht, so dass sie in vielen Fällen berechnet werden müssen. Grundlage ist zunächst die installierte geothermische Leistung:

$$(1) \quad P = \rho_F \cdot c_F \cdot Q \cdot (T_i - T_o)$$

| | | |
|------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| mit P | installierte geothermische Leistung | [W] |
| ρ_F | Dichte des Fluids | [kg m ⁻³] |
| c_F | (isobare) spezifische Wärmekapazität | [J kg ⁻¹ K ⁻¹] |
| Q | Fließrate im Betrieb | [m ³ s ⁻¹] |
| T_i, T_o | (Input- bzw. Output-) Temperatur | [°C]. |

Mit $\rho_F = 998 \text{ kg m}^{-3}$ und $c_F = 4181 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ergibt sich als Berechnungsformel

$$(2) \quad P = 4,18 \cdot 10^{-3} \cdot Q \cdot (T_i - 20) \quad \text{in MW}_t$$

Dabei ist Q (in l s⁻¹) die Fließrate im Betrieb (ersatzweise die zulässige Förderrate nach Wasserrecht oder die maximal erzielbare Förderrate) und T_i die Temperatur am Bohrlochkopf (oder in der Lagerstätte). Steht einer dieser beiden Werte nicht zur Verfügung, ist eine Berechnung der installierten Leistung nicht möglich. Als Output- (Rücklauf-) Temperatur wurden 20 °C angesetzt, das entspricht definitionsgemäß der Mindesttemperatur für Thermalwasser. Erst oberhalb dieser Temperatur findet in einem Thermalbad eine geothermische Nutzung statt, ansonsten müsste entsprechend aufgeheizt werden. Die Anwendung der Formel (2) ist deshalb nur für die Nutzungsart Thermalbad/Balneologie zulässig; man kann sie aber auch für Gewächshäuser, Brauchwasser und sonstige Nutzung anwenden.

Bei all diesen Nutzungsarten kann man von einer ganzjährigen Nutzung (8760 h) ausgehen und somit die Jahresproduktion E berechnen:

$$(3) \quad E = 8,76 \cdot P \quad \text{in GWh/a}$$

mit P (berechnete) installierte Leistung [MW_t].

Für die geothermische Nutzung im Bereich der Fernwärme und Gebäudeheizung ist eine Berechnung der installierten Leistung nach Formel (2) nicht möglich, da keine allgemeingültigen Angaben über die Output- (Rücklauf-) Temperaturen gemacht werden können.

Mit der vom Betreiber angegebenen geothermisch installierten Leistung lässt sich die geothermische Jahresproduktion der Anlage abschätzen. Dabei nimmt man an, dass eine solche Fernwärme- oder Heizanlage mit 2190 Volllaststunden pro Jahr betrieben wird; das entspricht einem *load factor* von 0,25. Analog zu Formel (3) ergibt sich

$$(4) \quad E = 2,19 \cdot P \quad \text{in GWh/a}$$

mit P geothermisch installierte Leistung [MW_t].

Zu beachten ist, dass bei geothermischen Heizzentralen in der Regel eine weitere Energiequelle eingebunden ist, um Ausfälle und Spitzenlasten abzudecken. Es muss deshalb zwischen der installierten Leistung (geothermisch) und der installierten Leistung (gesamt) unterschieden werden; beide Werte sind in dem Verzeichnis aufgenommen.

Darstellung im Internet

Das Verzeichnis geothermischer Anlagen ist von einer Arbeitsgruppe des GGA-Instituts für das Internet aufbereitet worden. Bei der Umsetzung für das Internet (s. Abb. 1) konnten die Erfahrungen aus dem Betrieb des Fachinformationssystems Geophysik (KÜHNE 2005) genutzt werden. Kernstück ist die geographische Recherche über eine interaktive Karte. Technische Basis dafür ist der UMN Mapserver der University of Minnesota (FISCHER 2002), ein leistungsfähiges Open-Source-Werkzeug für GIS-Anwendungen im Internet.

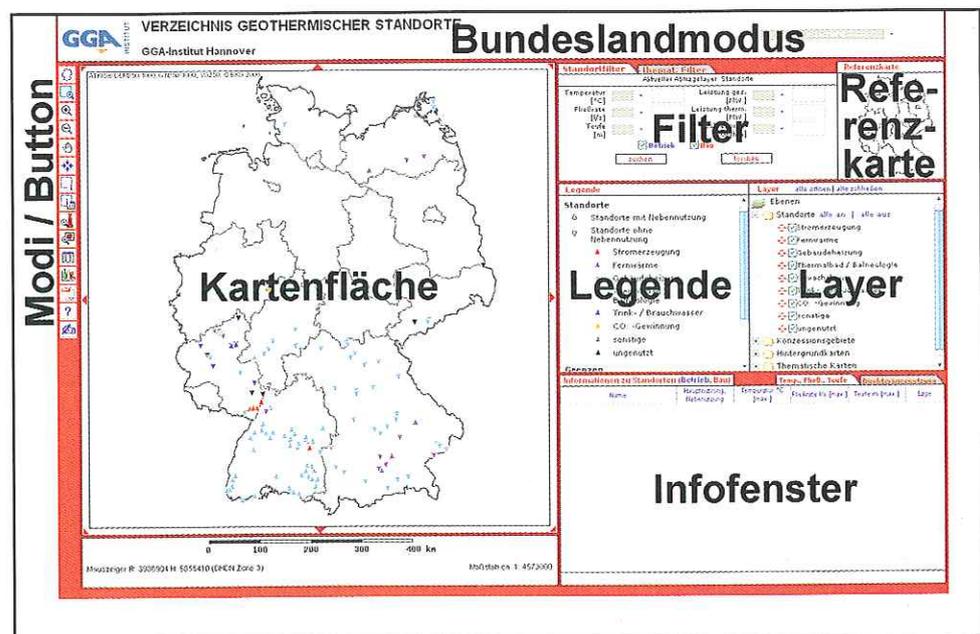


Abb. 1: Aufbau der Internetlösung für das Verzeichnis geothermischer Standorte

Grundlage der Darstellung ist eine zoombare Deutschlandkarte (Abb. 1, links: Kartenfläche); eine Referenzkarte im rechten oberen Bereich des Bildschirms zeigt das ausgewählte Gebiet an. Alternativ kann die Karte jedes einzelnen Bundeslandes über eine Auswahlbox ausgesucht werden (Bundeslandmodus); dabei wird auch auf die jeweilig zuständige Fachbehörde verwiesen.

Der Benutzer kann zwischen verschiedenen topographischen und thematischen Kartenhintergründen wählen (Layer). Die Grundlage für die Topographie sind die digitalen Landschaftsmodelle des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (ATKIS, DLM 250/1000). Je weiter in die Karte gezoomt wird, desto umfangreicher wird die Darstellung der Topographie, wobei der maximal dargestellte Maßstab bei 1:20.000 liegt. Ein Zuschalten von Satellitenbildern (Landcover Deutschland der GAF AG München) ist ebenfalls möglich.

Als thematische Hintergründe sind bisher beispielhaft die Einwohnerdichte und der Endenergieverbrauch von Deutschland eingebunden. Des Weiteren können für Baden-Württemberg die Konzessionsgebiete dargestellt werden.

Zur Recherche werden eine Reihe von Werkzeugen angeboten, die über Buttons an der linken Seite des Bildschirms (Modi/Button) ausgewählt werden können.

Neben Zoom-Funktionen und Kartenausschnittwahlmöglichkeiten erleichtert ein Gemeindeverzeichnis die Positionierung des Kartenfensters auf das Interessensgebiet.

Die gezielte Suche nach Standorten mit bestimmten Parametern ermöglicht ein Filter. So kann man sich z.B. alle Anlagen in Deutschland – oder in einem ausgewähltem Gebiet – anzeigen lassen, deren Temperatur einen bestimmten Wert über- oder unterschreitet. Gleiches gilt für die Fließrate, Teufe, Leistung und Jahresproduktion der Direktwärmenutzung bzw. eine beliebigen Kombination dieser Parameter.

In dem Infofenster (Abb. 1, rechts unten) werden tabellarisch die wichtigsten Parameter der ausgesuchten Anlagen (Name, Nutzung, Temperatur, Fließrate, Teufe) aufgelistet. Diese und einige weitere Parameter werden auch im sogenannten Tooltip angezeigt, der erscheint, wenn der Mauszeiger über einen Standort in der Kartenfläche bewegt wird (vgl. Abb. 2 – Neustadt-Glewe). Durch Anklicken der Zeile im Infofenster erhält man einen vollständigen Überblick über alle Angaben der geothermischen Anlage einschließlich weiterführender Quellen, Literaturangaben und Links.

Das Ergebnis einer Recherche für ein ausgewähltes Gebiet (hier für einen Kartenausschnitt von Mecklenburg-Vorpommern) ist in Abb. 2 dargestellt.

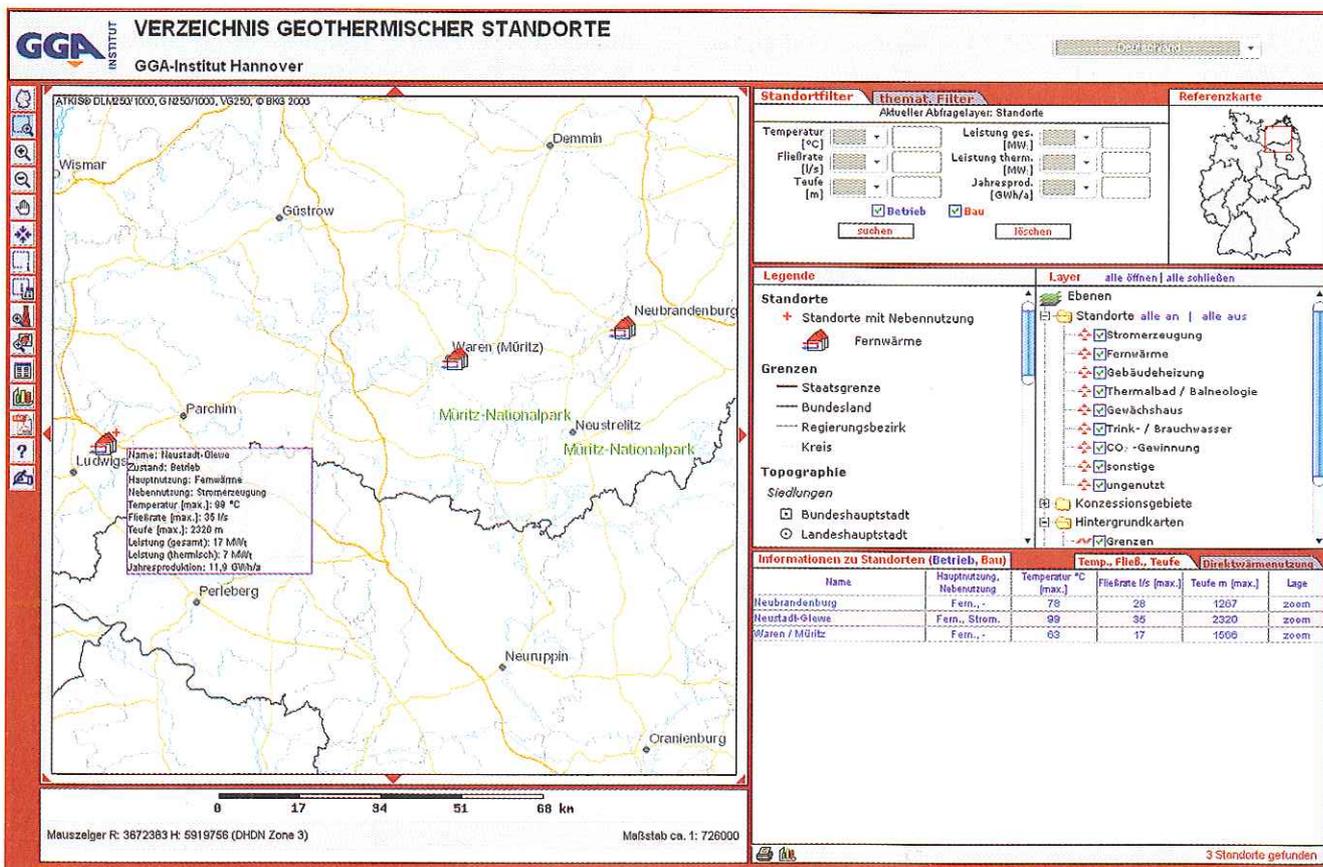


Abb. 2: Internet-Recherche im Verzeichnis geothermischer Standorte. Der Kartenausschnitt zeigt ein Gebiet in Mecklenburg-Vorpommern. Als Hintergrund sind Verwaltungsgrenzen und Topographie eingeblendet. Die Standorte werden sowohl in der Karte als auch mit den wesentlichen Daten in der Informationstabelle (rechts unten) angezeigt. Detaillierte Daten zum jeweiligen Standort können per Mausklick abgefragt werden.

Querschnitt

Die geothermisch installierte Leistung und die entsprechende Jahresproduktion bei der Direktwärmenutzung lassen sich für die einzelnen Anlagen, wie oben dargestellt, abschätzen, falls sie nicht von den Betreibern schon angegeben worden sind. Auf Wunsch werden die Daten für ein beliebig ausgewähltes Gebiet, ein bestimmtes Bundesland oder für die gesamte Bundesrepublik aufsummiert und graphisch aufbereitet. Abb. 3 zeigt als Beispiel die Tabelle und die Graphik für Deutschland.

Eine Vielzahl der Recherche-Ergebnisse kann exportiert werden. So kann der gewählte Kartenausschnitt (vgl. Abb. 2, links) als PDF-File gespeichert

werden. Weiterhin können folgende Informationen direkt ausgedruckt werden:

- die komplette Übersichtstabelle aller Standorte (Name, Bundesland, Zustand, Haupt- und Nebennutzung, Temperatur, Fließrate, Teufe und Produktionsdaten),
- die wichtigsten Parameter der Anlagen in einem gewählten Kartenausschnitt (Inhalt der Tabelle im Infowindow, vgl. Abb. 2, rechts unten),
- die Detailtabelle eines Standortes mit allen zur Verfügung stehenden Angaben,
- die tabellarische und graphische Darstellung der Produktionsdaten (vgl. Abb. 3).

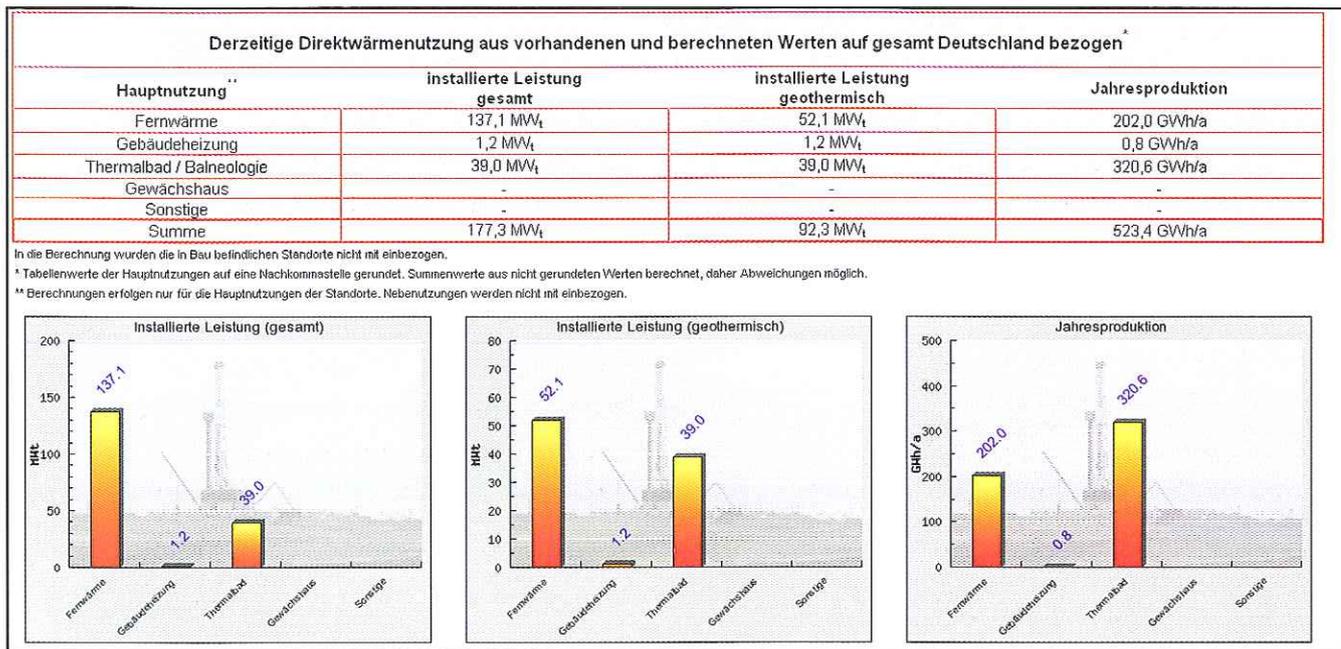


Abb. 3: Derzeitige Direktwärmenutzung aus vorhandenen und berechneten Werten in Deutschland

Zugang

Die Benutzung des Verzeichnisses geothermischer Standorte über das Internet ist kostenlos; es wird lediglich ein Browser der neueren Generation (Internet Explorer© ab 5.0, Mozilla© ab 1.0) benötigt. Zu erreichen ist das Verzeichnis unter der Homepage des Geothermischen Informationssystems:

<http://www.geotis.de> oder direkt über:

<http://www.geotis.de/indexvgs.php>.

Eine ausführliche Hilfe bietet Erläuterungen zu allen zugänglichen Funktionen der Anwendung. In naher

Zukunft wird das Verzeichnis noch durch ein Glossar ergänzt.

Änderungen der Daten und Aktualisierungen werden ab 2008 direkt von den zuständigen Staatlichen Geologischen Diensten durchgeführt. Änderungs- und Ergänzungsvorschläge, sowie Hinweise auf mögliche Fehler können derzeit auch direkt an das GGA-Institut gegeben werden.

Kontakt: sandra.pester@gga-hannover.de

Danksagung

Besonderer Dank gilt den Mitgliedern des Personenkreises „Tiefe Geothermie“, die die Angaben zu den einzelnen geothermischen Anlagen in ihrem Bundesland zusammengetragen und damit die Grundlage für die Internetdarstellung gelegt haben. Für die technische Umsetzung gilt der Dank vor allem den Herren Jörn Brunken und Matthias Heber (GGA-Institut), die

die maßgeblichen Ideen und Arbeiten geliefert haben. Die Internet-Lösung wurde im Rahmen des Projektes „Aufbau eines geothermischen Informationssystems für Deutschland“ erstellt, das vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) unter dem Förderkennzeichen 0327542 gefördert wird.

Literatur

FISCHER, T. (2002): UMN Mapserver; Handbuch und Referenz. – 270 S.; Berlin (MapMedia).

KÜHNE, K. (2005): Geophysik online - das Fachinformationssystem Geophysik. - Mittlg. Dt. Geophys. Ges. 3/2005: 23-29.

SHELLSCHMIDT, R., SANNER, B., JUNG, R. & SCHULZ, R. (2005): Geothermal Energy Use in Germany. - Proceedings World Geothermal Congress 2005, 24.-29.04.2005, Antalya, Turkey: Paper 105; 12 p.; Auckland (IGA).

SCHULZ, R., AGEMAR, T., ALTEN, A.-J., KÜHNE, K., MAUL, A.-A., PESTER, S. & WIRTH, W. (2007): Aufbau eines geothermischen Informationssystems für Deutschland. – Erdöl Erdgas Kohle **123, 2**: 76-81; Hamburg.

Sie suchen Kontakt?

GGA-Institut
 Stilleweg 2
 30655 Hannover
 Tel.: 0511-643-3495
 Fax: 0511-643-3665
 email: poststelle@gga-hannover.de
 Internet: www.gga-hannover.de



Ihr Erfolg ist unser Auftrag

Sondier- und Tiefbohrtechnik
 Engineering & Consulting

Kirchweg 24c
 5417 Untersiggenthal
 Schweiz

Tel: +41 (0)56 290 34 50
 Fax: +41 (0)56 290 34 51
 Mail: geowell@bluemail.ch



- **Neutrale bohrtechnische Beratungen**
- **Bohrkonzept- und Ausführungsplanungen**
- **Ausschreibungs- und Vertragswesen**
- **Bauleitung und Field Operating**
- **Projekt- und Qualitätsmanagement**
- **Fachgutachten und Analysen**

ANZEIGE



Erdwärmesonden – eine geniale Lösung

GEROthem®-Erdwärmesonden von HakaGerodur 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.

Vertretung für Deutschland und Österreich:
 STÜWA Konrad Stükerjürgen GmbH | Hemmersweg 80 | 33397 Rietberg-Varensell
 T 05244-407-0 | F 05244-1670 | info@stuewa.de | www.stuewa.de

www.hakagerodur.ch

ANZEIGE