

GeotIS – das Geothermische Informationssystem für Deutschland

T. Agemar, J.-A. Alten, B. Ganz, J. Kuder, K. Kühne, S. Schumacher & R. Schulz

Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik; Stilleweg 2; 30655 Hannover

Einleitung


Das Geothermische Informationssystem (GeotIS) bietet seinen Nutzern eine Zusammenstellung von Daten und Informationen über tiefe Untergrundbereiche in Deutschland, die für eine geothermische Nutzung in Frage kommen. GeotIS ist als digitale Variante eines Geothermie-Atlases zu sehen, die weitgehend maßstabsunabhängig ist und stets in der aktuellsten Auflage zur Verfügung steht. Sowohl geowissenschaftliche Basisdaten als auch aktuelle Erkenntnisse und Ergebnisse werden bereitgestellt und kontinuierlich ergänzt. Ziel des Projektes ist die Qualitätsverbesserung bei der Projektierung geothermischer Anlagen und die Minimierung des Fündigkeitsrisikos. Auf der im GeotIS vorhandenen Datengrundlage kann das Fündigkeitsrisiko für geothermische Bohrungen quantitativ bewertet werden, was von privaten Investoren, Versicherungen und öffentlichen Geldgebern gewünscht wird.

Die Entwicklung von GeotIS wurde Anfang 2006 begonnen und unter Federführung des Leibniz-Instituts für Angewandte Geophysik (LIAG) in Hannover in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Landesamt für Umwelt (München), dem Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Hannover); dem Regierungspräsidium Freiburg, dem Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (Güstrow), der Arbeitsgruppe Hydrogeologie der Freien Universität Berlin und der Firma Geothermie Neubrandenburg GmbH (GTN) durchgeführt.

Bei den in Deutschland bisher erschlossenen geothermischen Reservoiren handelt es sich ausschließlich um Niederenthalpie-Lagerstätten in 1 bis 4 km tiefem Gestein. Bei der Energiegewinnung setzt man in der Regel eine Dublette ein. Dabei wird aus einer Bohrung heißes Grundwasser gefördert. Nach Entzug der Wärme über einen Wärmetauscher wird das Wasser über eine zweite Bohrung in den gleichen Grundwasserleiter wieder verpresst. So wird der Druck im Kreislauf aufrecht erhalten.

Die wichtigsten Regionen für eine derartige hydrogeothermische Nutzung in Deutschland sind das Norddeutsche Becken, der Oberrheingraben und das Süddeutsche Molassebecken (Abbildung 1). Für diese drei Regionen wurden die für die hydrogeothermische Nutzung relevanten Horizonte ausgewählt (Tabelle 1). In Zukunft soll GeotIS auch die für eine petrothermale Nutzung wichtigen Parameter darstellen. Hierzu müssen jedoch noch Daten über die Geologie des Untergrunds für die Darstellung in GeotIS gesammelt und aufbereitet werden.

| Region | Horizonte | Art |
|-----------------------------------|-------------------------|-----------------|
| Norddeutsches Becken | Lias / Rät-Sandsteine | porös |
| | Mittlerer Buntsandstein | klüftig-porös |
| | Unterkreide-Sandsteine | porös |
| | Dogger-Sandsteine | porös |
| | Keuper-Sandsteine | porös |
| Oberrhingraben | Hauptrogenstein | klüftig-porös |
| | Oberer Muschelkalk | klüftig |
| | Buntsandstein | klüftig-porös |
| Süddeutsches Molassebecken | Oberer Jura (Malm) | karstig-klüftig |



Tab. 1 und Abb. 1: Die wichtigsten Horizonte und Regionen für eine hydrogeothermische Nutzung in Deutschland.

Aufbau und Datengrundlage von GeotIS

Seit Mai 2009 ist das vom Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik entwickelte Geothermische Informationssystem für Deutschland (GeotIS) in vollem Umfang unter der Adresse <http://www.geotis.de> frei im Internet verfügbar. Dem Nutzer stehen zwei Module zur Verfügung, **Geothermische Potentiale** und **Geothermische Standorte**.

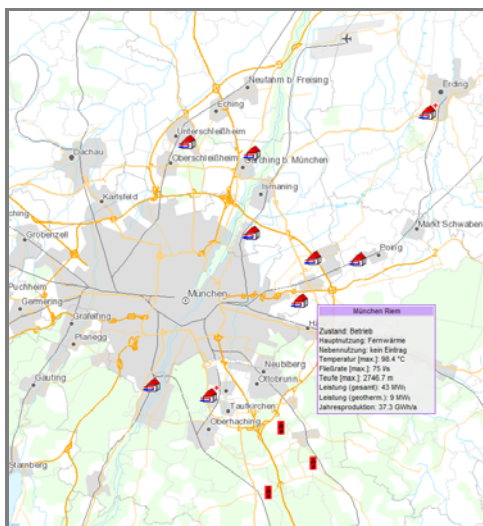


Abb. 2: GeotIS-Kartenausschnitt im Modul **Geothermische Standorte** mit geothermischen Anlagen im Großraum München.

Das Modul **Geothermische Standorte** dient der Darstellung und Suche geothermischer Anlagen in Deutschland und der Abfrage von Anlagendaten (Abbildung 2). Die Daten lassen sich auf einfache Weise nach Nutzungsart, Lage oder Leistungsparametern selektieren; zudem sind die Produktionsdaten einzelner sowie aller Standorte (als Deutschlandübersicht) grafisch darstellbar.

Um neuen Anforderungen an einen jährlich aktualisierten Datenbestand tiefengeothermischer Nutzungen gerecht zu werden, werden ab 2011 Jahresabfragen der Anlagendaten direkt bei den Betreibern durchgeführt. Zur komfortableren Dateneingabe und -verwaltung wird derzeit eine Benutzeroberfläche entwickelt, über die nach einer Testphase künftig auch Externe (vor allem Betreiber) die Möglichkeit erhalten sollen, Anlagendaten zu ändern.

Das Modul **Geothermische Potentiale** bietet eine Zusammenstellung von Daten und Informationen, die den Nutzer bei der Bewertung tiefer Grundwasserleiter in Deutschland unterstützen. So können z. B. die Lage von Bohrungen und Seismik-Profilen in der Kartenansicht ein- und ausgeblendet werden. Für das Molassebecken in Süddeutschland und für das Norddeutsche Becken in Nordostdeutschland kann die Verbreitung, Tiefenlage und Temperatur jener geologischen Formationen angezeigt werden, die für eine hydrogeothermische Nutzung interessant sind. Diese können über die Funktionen Vertikalschnitt, Horizontalschnitt und Horizonttemperatur dargestellt werden. Im Bereich des Molassebeckens wurde das 3D-Strukturmodell des Oberjura (Malm) auf der Grundlage des überarbeiteten Geothermie-Atlas von Bayern (LfU) im Jahr 2010 neu erstellt. Für das westliche Molassebecken in Baden-Württemberg wurde auf der Grundlage der Oberjura-Karte „Bodensee-Oberschwaben“ (RPF) ebenfalls ein 3D-Strukturmodell erstellt und in der Grenzregion zu Bayern an das Modell von Bayern angeglichen. Das 3D-Strukturmodell für Nordostdeutschland basiert auf den Kartenwerken „Geothermische Ressourcen im Nordteil der DDR“ (ZGI) und „Geologische Grundlagen für die Geothermienutzung in Nordost-Deutschland“ (UWG). Für ausgewählte Formationen in Nordostdeutschland werden zusätzlich Fazieskarten zur Bewertung der Gesamtmächtigkeit durchlässiger Schichten angeboten.



Abb. 3: GeotIS-Kartenausschnitt im Modul **Geothermische Potentiale** mit der Lage von Seismik-Profilen und Bohrungen in Karlsruhe und Umgebung.

Die Bodentemperaturkarte wurde ebenfalls im Jahr 2010 verbessert. Sie deckt nun auch die Grenzregionen in den Nachbarländern Deutschlands ab. Grundlage war neben einem erweiterten Geländemodell die über den Zeitraum von 1961 bis 1990 gemittelten Lufttemperaturen von 675 Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes und 37 weiteren Stationen in den Nachbarländern.

Die Verteilung der Untergrundtemperatur ist seit Anfang 2010 nicht nur für einzelne Regionen sondern für ganz Deutschland abrufbar (Abbildung 4). Möglich wurde dies durch ein erweitertes 3D-Temperaturmodell. Dabei wurde auf der Grundlage der verbesserten Bodentemperaturkarte und von über 10.500 Datensätzen der Untergrundtemperatur aus dem Fachinformationssystem Geophysik für Nord- und Süddeutschland jeweils ein orthogonales 3D-Raster mit Untergrundtemperaturwerten berechnet, die anschließend zu einem 3D-Raster für ganz Deutschland vereinigt wurden. Die Daten wurden dabei eingangs vertikal interpoliert, um Anomalien im ermittelten Temperaturfeld weitgehend zu vermeiden. Die ermittelten Temperaturwerte liegen im Gauß-Krüger-Koordinatensystem (3. Streifen) vor und besitzen lateral einen Abstand von 2000 m und vertikal von 100 m. Das gesamte 3D-Temperaturmodell wurde bis in eine Tiefe von 5000 m unter NN durch 3D-Kriging ermittelt.

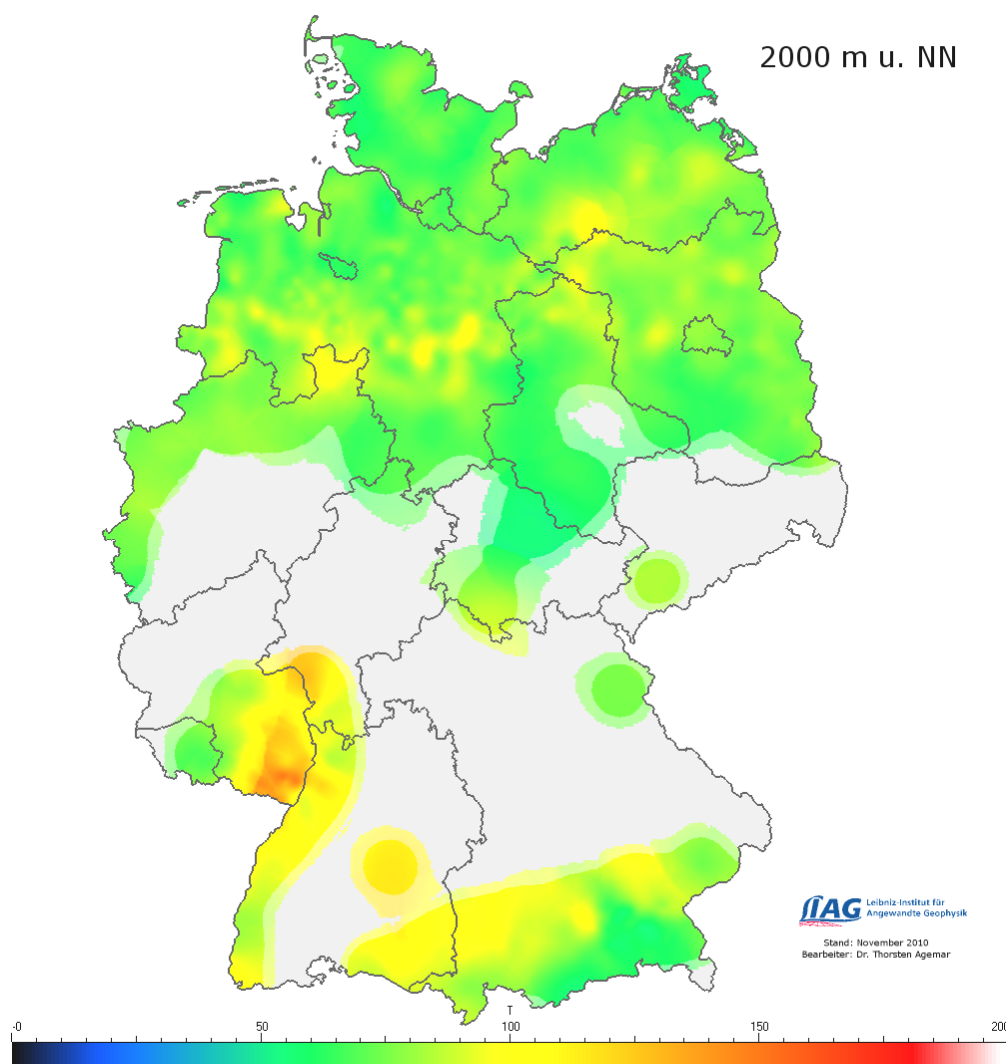


Abb. 4: Die Verteilung der Untergrundtemperatur in Grad Celsius für 2000 m unter NN.

Gegenüber anderen Methoden der Interpolation bietet Kriging den Vorteil, dass die Interpolationsparameter auf einer vorherigen geostatistischen Analyse der Daten

beruhen und damit die bestmögliche Vorhersage der Untergrundtemperatur ermöglichen. Im Vergleich zu 2D-Verfahren ist festzustellen, dass durch 3D-Kriging auch Messwerte knapp oberhalb der kartierten Tiefe mit berücksichtigt werden. Durch die Analyse der Varianz der berechneten Temperaturwerte ist es zudem möglich, nur die Bereiche darzustellen, die eine höhere Verlässlichkeit aufweisen als eine Prognose auf der Basis des durchschnittlichen geothermischen Gradienten.

Das Temperaturfeld von Sachsen ist aufgrund der geringen Datendichte zu weiten Teilen nicht bestimmbar. Die vorhandenen Messdaten lassen jedoch einen durchschnittlichen geothermischen Gradienten zwischen 30 und 35 K/km erkennen.

Neben der Temperatur ist die hydraulische Durchlässigkeit der genutzten Grundwasserleiter für die Leistung einer geothermischen Anlage entscheidend. Um das Leitungsvermögen geologischer Schichten zu beurteilen, benötigt man verlässliche Werte charakteristischer hydraulischer Parameter. Um diese Werte zu erhalten, führt man im Feld hydraulische Tests an Bohrlöchern und im Labor Untersuchungen an den angetroffenen Gesteinen durch. Mit den Feldversuchen werden u. a. die Transmissivitäten der getesteten Schichten und im Labor die Porositäten und Permeabilitäten der Gesteine bestimmt. Ein wichtiges Ziel ist dabei die Ermittlung der Durchlässigkeitsbeiwerte k_f oder T/H-Werte (Transmissivität / Aquifermächtigkeit) der untersuchten Schichten. Während für das Molassebecken eine aktuelle Karte der Gebirgsdurchlässigkeit existiert, müssen vergleichbare Karten für andere Regionen noch erstellt werden.

Fazit

Das vom Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik entwickelte geothermische Informationssystem GeotIS bietet einen Überblick über geothermische Anlagen und über geothermische Potentiale in Deutschland. Auf der im GeotIS vorhandenen Datengrundlage kann das Fündigkeitsrisiko für geothermische Bohrungen quantitativ bewertet werden. Seit Mai 2009 ist GeotIS in vollem Umfang unter der Adresse <http://www.geotis.de> frei im Internet verfügbar. Dem Nutzer stehen umfangreiche Werkzeuge zur Auswahl und Visualisierung relevanter Daten zur Verfügung. GeotIS erfüllt damit die Anforderungen an einen stets aktuellen Geothermie-Atlas in digitaler Form. Es darf jedoch nicht vergessen werden, dass das erreichte Niveau nur durch die Unterstützung und Zusammenarbeit mit verschiedenen staatlichen und nichtstaatlichen Einrichtungen möglich wurde. Das LIAG ist daher bestrebt, durch neue Kooperationen mit geologischen Diensten, Hochschulen und anderen Einrichtungen den weiteren Ausbau von GeotIS zu voranzutreiben.

Auf europäischer Ebene soll die Zusammenarbeit mit Partnern der European Energy Research Alliance (EERA) ausgebaut werden, um u. a. die Voraussetzungen für eine europäische Geothermie-Datenbank zu schaffen.

Wir danken dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) für die Finanzierung des Projekts unter dem Förderkennzeichen 0327542A.

Literatur

- AGEMAR, T., ALTEN, J.-A., GANZ, B., KUDER, J., SCHUMACHER, S. & SCHULZ, R. (2010): GeotIS – Das Geothermische Informationssystem für Deutschland. - Der Geothermiekongress 2010; Karlsruhe.
- KÜHNE, K., MAUL, A.-A. & GORLING, L. (2003): Aufbau eines Fachinformationssystems Geophysik. – Z. Angew. Geol., 2/2003: 48-53; Hannover.
- PESTER, S., AGEMAR, T., ALTEN, J.-A., KUDER, J., KUEHNE, K., MAUL, A.-A. & SCHULZ, R. (2010): GeotIS – the Geothermal Information System for Germany. - Proceedings World Geothermal Congress 2010, Paper 3225: 6p.; Bali, Indonesia, 25-29 April 2010.
- 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.
- STOBER, I., FRITZER, T., OBST, K. & SCHULZ, R. (2010): Tiefe Geothermie – Nutzungsmöglichkeiten in Deutschland. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: 73 S.; Berlin.