

Aufbau eines geothermischen Informationssystems für Deutschland

Agemar, Thorsten; Alten, Jessica-Aileen; Kühne, Klaus; Maul, Andreas-Alexander; Pester, Sandra; Schulz, Rüdiger & Wirth, Wolfgang

Ein Internetbasiertes Informationssystem für tiefe Geothermie wird am GGA-Institut in Zusammenarbeit mit mehreren Projektpartnern im Rahmen eines vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit geförderten Projektes zurzeit aufgebaut. Zunächst wird das geothermische Informationssystem Daten über hydrogeothermische Ressourcen in Deutschland enthalten, eine spätere Erweiterung für den Bereich von Störungszonen und Hot-Dry-Rock-Verfahren wird möglich sein. Das Ziel des Projektes ist die Qualitätsverbesserung bei der Projektierung von geothermischen Anlagen und die Minimierung des Fündigkeitsrisikos. Die dafür entscheidenden Parameter sind die Fördermenge Q und die Temperatur T , die aus den Fachinformationssystemen Geophysik und Hydraulik zu Verfügung gestellt werden. Als eine der Grundlagen für die Beschreibung der hydraulischen Eigenschaften des Untergrundes liefert das Fachinformationssystem Kohlenwasserstoffe des LBEG Permeabilitäts- und Porositätswerte aus Bohrkernuntersuchungen verschiedener Firmen der Kohlenwasserstoffindustrie. Für die Umsetzung der Aufgaben im EDV-Bereich wird eine relationale Datenbank mit allen projektrelevanten Daten entstehen; Raummodelle werden als Grundlage für die Visualisierung und die Berechnungen von geothermischen Ressourcen erstellt und die Verfügbarkeit über das Internet realisiert. Des Weiteren wird ein Verzeichnis geothermischer Standorte als eine interaktive Kartenanwendung im Internet dargestellt werden.

1 Einleitung

Geothermische Energie ist eine regenerative Energiequelle, die ganzjährig und unabhängig von meteorologischen Voraussetzungen zur Verfügung steht; sie kann in Deutschland mittels verschiedener Verfahren genutzt werden. Ziel der Bundesregierung ist, die Geothermie als eine einheimische, alternative Energiequelle zu fördern und eine Aussage darüber zu erhalten, ob eine wirtschaftliche Nutzung der Geothermie in den nächsten Jahren möglich ist. Die Investitionsentscheidungen für die Nutzung von tiefer Erdwärme werden durch Erfolgswahrscheinlichkeiten bestimmt. Um die Datengrundlage für Ermittlung dieser Wahrscheinlichkeiten zu verbessern, soll eine Infrastruktur für geothermische Informationen entwickelt werden.

2 Das Projekt

Das Vorhaben „Aufbau eines geothermischen Informationssystems für Deutschland“ (GeotIS) wird vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) unter dem Förderkennzeichen 0327542 gefördert; Projektträger ist das Forschungszentrum Jülich (PTJ). Das Projekt ist im Januar 2006 begonnen worden und hat eine Laufzeit von 3 Jahren.

Das Projekt wird unter der Federführung des Instituts für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben (GGA-Institut) durchgeführt. Die Projektpartner sind:

- Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), vormals Bayerisches Geologisches Landesamt, München
- Geothermie Neubrandenburg GmbH (GTN), Neubrandenburg
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (LGRB), Freiburg
- Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG), Güstrow
- Ludwig-Maximilian-Universität (LMU), Arbeitsgruppe Hydrogeologie, München.

Im Rahmen dieses Projektes entsteht ein geothermisches Informationssystem für hydrogeothermische Ressourcen im tiefen Untergrund Deutschlands, das Daten über tiefe, für geothermische Nutzung geeignete Aquifere enthält. Die Einschränkung auf die hydrogeothermische

Nutzung wird aus Zeit- und Personalgründen getroffen; es werden jedoch die Voraussetzungen geschaffen, das Informationssystem hinsichtlich geothermischer Nutzung für Hot-Dry-Rock (HDR)-Verfahren und im Bereich von Störungszonen entsprechend auszubauen.

Ziel des Aufbaus des geothermischen Informationssystems ist die Lieferung von Fündigkeitsvorhersagen an wählbaren Lokalitäten. Es soll zur Qualitätsverbesserung bei der Projektierung von geothermischen Anlagen und zur Abschätzung des Fündigkeitsrisikos geothermischer Projekte dienen.

Die Forderung nach einer umfassenden, weitgehend maßstabsunabhängigen und stets aktualisierten Form eines geothermischen "Atlases" kann nur durch ein digitales geothermisches Informationssystem erfüllt werden. Dies muss neben meist unveränderlichen, geowissenschaftlichen Basisdaten auch aktuelle Ergebnisse und Erkenntnisse enthalten und ständig ergänzt werden.

Das System wird jedem Benutzer über das Internet zur Verfügung stehen; dabei sind Eigentumsrechte an den Basisdaten in geeigneter Weise zu berücksichtigen. Die IT-Lösung baut auf dem Fachinformationssystem Geophysik auf (KÜHNE 2006), das unter anderem eine Formulsuche und eine geographische Recherche auf Open-Source-Basis mit dem UMN-Mapserver (FISCHER 2003) verwendet.

3 Regionen und Horizonte

Die wichtigsten Regionen für eine hydrogeothermische Nutzung sind das Norddeutsche Becken, der Oberrheingraben und das Süddeutsche Molassebecken (Abb. 1). Für diese drei Regionen wurden die für die geothermische Nutzung interessanten Horizonte ausgewählt und in das geothermische Informationssystem aufgenommen (Tab. 1). Die Auswahl der Horizonte wurde von den jeweilig zuständigen Projektpartnern durchgeführt, da diese die besten regionalen Kenntnisse besitzen.

Tab. 1: Wichtigste Regionen und Horizonte für hydrogeothermische Nutzung

Region	Horizont	Art
Norddeutsches Becken	Speicherkomplex Lias-Rät	porös
	Mittlerer Buntsandstein	klüftig-porös
	Rotliegend-Sandsteine	klüftig-porös
	Unterkreide-Sandsteine	porös
	Dogger-Sandsteine	porös
Oberrheingraben	Keuper-Sandsteine	porös
	Oberer Muschelkalk	klüftig
Süddeutsches Molassebecken	Mittlerer Buntsandstein	klüftig-porös
	Malm	karstig-klüftig

In Deutschland existieren noch weitere Aquifere und Regionen mit entsprechenden Voraussetzungen, z. B. das Thüringer Becken; sie sollen in einem zweiten Schritt in das geothermische Informationssystem aufgenommen werden.

Für eine geothermische Stromproduktion müsste in den Aquifere eine Temperatur von über 100 °C herrschen. Die dafür in Deutschland in Frage kommenden Gebiete sind in Abb. 1 dunkelgrau dargestellt. Das geothermische Informationssystem wird aber kein reiner "Stromatlas" sein, sondern soll auch für die direkte Wärmegegewinnung aus Aquifere, für die Temperaturen über 60 °C erforderlich sind, geeignete Aussagen treffen. Dafür kommen die in Abb. 1 hellgrau dargestellten Bereiche in Frage. Diese umfassen durch geringere Temperaturen wesentlich größere Regionen.

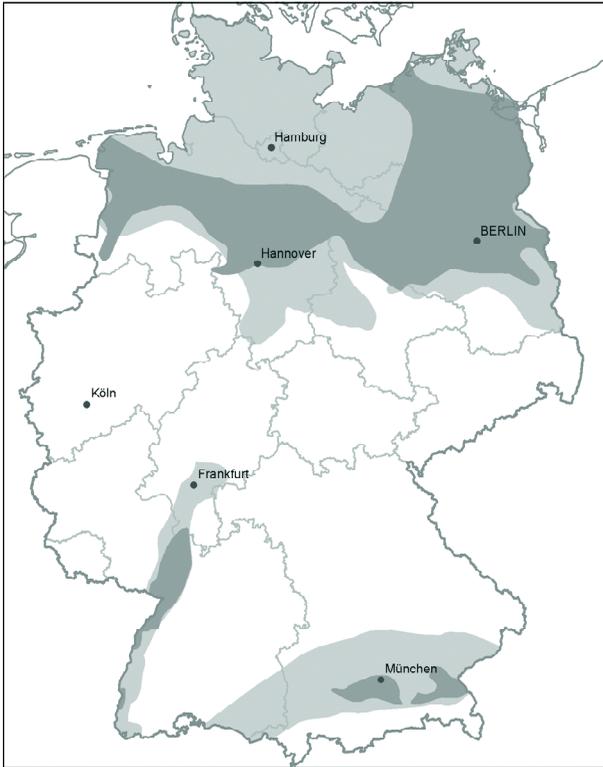


Abb. 1: Für hydrogeothermische Nutzung geeignete Gebiete in Deutschland
 Hellgrau: Regionen mit geeigneten Horizonten für direkte Wärmegegewinnung (Tab. 1)
 Dunkelgrau: Aquifere mit $T > 100\text{ °C}$ – für geothermische Stromproduktion geeignet

4 Fündigkeitsrisiko

Das Fündigkeitsrisiko bei geothermischen Bohrungen ist das Risiko, ein geothermisches Reservoir mit einer (oder mehreren) Bohrung(en) in nicht ausreichender Quantität oder Qualität zu erschließen (SCHULZ et al. 2005).

Die Quantität wird definiert über die installierbare Leistung einer geothermischen Anlage:

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

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

Unter Qualität in der Definition versteht man im Wesentlichen die Zusammensetzung (Chemismus) des Fluids. Alle bisher bei geothermischen Bohrungen in Deutschland angetroffenen Wässer galten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung für geothermische Nutzung, zwar mit unterschiedlichem technischen Aufwand, als beherrschbar.

Nicht durch das Fündigkeitsrisiko abgedeckt wird die "Nachhaltigkeit", d.h. die dauerhaft ausreichende Energieabgabe; dies ist Teil des Betriebsrisikos:

$$E = P\Delta t$$

mit	E	Energie	[J]
	P	Leistung, wie oben definiert	[W]
	? t	Zeitdauer der Förderung	[s]

Somit sind die entscheidenden Parameter für das Fündigkeitsrisiko die Fördermenge Q und die Temperatur T_p , die durch die Lagerstätten-Temperatur abgeschätzt werden kann.

5 Daten

Daten über die Temperaturen im Untergrund liegen in dem Fachinformationssystem Geophysik des GGA-Institutes vor (KÜHNE 2006). Für die hydraulischen Daten, die ebenfalls für eine Fündigkeitsvorhersage benötigt werden, wird innerhalb des Projektes ein Subsystem Hydraulik aufgebaut.

5.1 Temperaturdaten

Beim GGA-Institut wird das Fachinformationssystem (FIS) Geophysik (https://www.gga-hannover.de/app/fis_gp/startseite/start.htm) betrieben (KÜHNE et al. 2003, KÜHNE 2006). Die Datenbank enthält Messdaten und Auswertungen verschiedener geophysikalischer Verfahren, vorrangig für das Gebiet von Deutschland. Das FIS Geophysik unterstützt über eine neu entwickelte Internet-Schnittstelle auch die Informationsansprüche der wissenschaftlichen Öffentlichkeit. Dabei bleiben die rechtlichen Randbedingungen gewahrt. Die Datenbank des FIS Geophysik besteht aus einem Überbau und verschiedenen Subsystemen für unterschiedliche geophysikalische Verfahren.

Das Subsystem Geothermik enthält Informationen aus rund 10.000 Bohrungen über das Temperaturfeld im Untergrund Deutschlands. Ungestörte Temperaturlogs und Lagerstättentemperaturen werden als optimale Daten angesehen. Lagerstättentemperaturen liegen aufgrund der regelmäßigen, langjährigen Kontrolle der Förderbohrungen als umfangreiche Messwertreihen vor; die Schwankungsbreite dieser Temperaturwerte liegt überwiegend unter 1 K.

Des Weiterem sind Bottom Hole Temperatures (BHT) abgelegt. Diese BHT-Messungen werden in fast allen Industriebohrungen im Bohrlochtiefsten, unmittelbar nach Einstellen der Bohrarbeiten, ausgeführt und sind durch den Bohrvorgang (Spülungsumlauf) thermisch gestört. Eine Korrektur (Extrapolation) dieser BHT-Werte auf ungestörte Temperaturen ist möglich, da im Bohrlochtiefsten der störende Einfluss des Spülungsumlaufs auf das Temperaturfeld am geringsten ist. In Abhängigkeit von der Standzeit nach Bohrende, der Spüldauer (Spülungsumlauf) und der Anzahl der zur Verfügung stehenden Temperaturwerte können unterschiedliche Extrapolationsverfahren verwendet werden (SCHULZ & SCHELLSCHMIDT 1991, SCHULZ et al. 1990). Trotz der angewendeten Korrekturen sind diese Ergebnisse im Gegensatz zu ungestörten Temperaturlogs noch mit einem Fehler von ca. ± 5 K behaftet.

5.2 Porositäten und Permeabilitäten

Als eine der Grundlagen für die Beschreibung der hydraulischen Eigenschaften des Untergrundes liefert das Fachinformationssystem Kohlenwasserstoffe des LBEG Permeabilitäts- und Porositätswerte aus Bohrkernuntersuchungen verschiedener Firmen der Kohlenwasserstoffindustrie. Die Daten stammen aus 2431 Bohrungen; pro Bohrung können bis zu mehr als 4000 Untersuchungen vorliegen. Insgesamt stehen 398469 Untersuchungen zur Verfügung. Davon liefern 311749 Permeabilitäts- und Porositätsinformationen, 4951 nur Permeabilitätswerte und 81769 nur Porositätswerte.

Es ist zu beachten, dass bei diesen Angaben Mehrfachuntersuchungen an einer Probe enthalten sein können. Naturgemäß richtet sich die Verteilung der Untersuchungen sowohl geographisch, als auch stratigraphisch nach den Interessen der Kohlenwasserstoffexploration. Leider liegt ein großer Teil der geothermisch relevanten Horizonte nicht in diesem Interessenbereich und wird deshalb durch diese Daten nur unzureichend abgedeckt.

Die geographische Verteilung der untersuchten Bohrlöcher ist in Abb. 2 dargestellt. 23 Bohrungen liegen in der deutschen Nordsee. Die restlichen Bohrungen konzentrieren sich im Norddeutschen Becken (1952 Bohrungen), Thüringer Becken (105 Bohrungen), Oberrheingraben (93 Bohrungen) und Süddeutschen Molassebecken (256 Bohrungen). Mehr als die Hälfte aller untersuchten Bohrungen (1296 Bohrungen, entsprechend 53%) liegt in Niedersachsen, Deutschlands wichtigstem Erdgas- und nach Schleswig-Holstein zweitwichtigstem Erdölförderland.

Erwartungsgemäß überwiegen in Schleswig-Holstein Untersuchungen aus dem Dogger aufgrund des Gebietes der Dogger-Ölfelder nördlich der Elbe. Im nicht schleswig-holsteinischen Teil des Norddeutschen Beckens dominieren Untersuchungen aus den erdgasführenden Zechstein- und Rotliegendehorizonten. Im Oberrheingraben und Süddeutschen Molassebecken sind Untersuchungen aus dem Tertiär, das in diesem Bereich z. T. kleinere Erdölvorkommen aufweist, vorherrschend. Daneben machen sich auch die Unterkreide-Ölvorkommen im niedersächsischen Becken durch eine Häufung von Unterkreideuntersuchungen in diesem Gebiet bemerkbar.

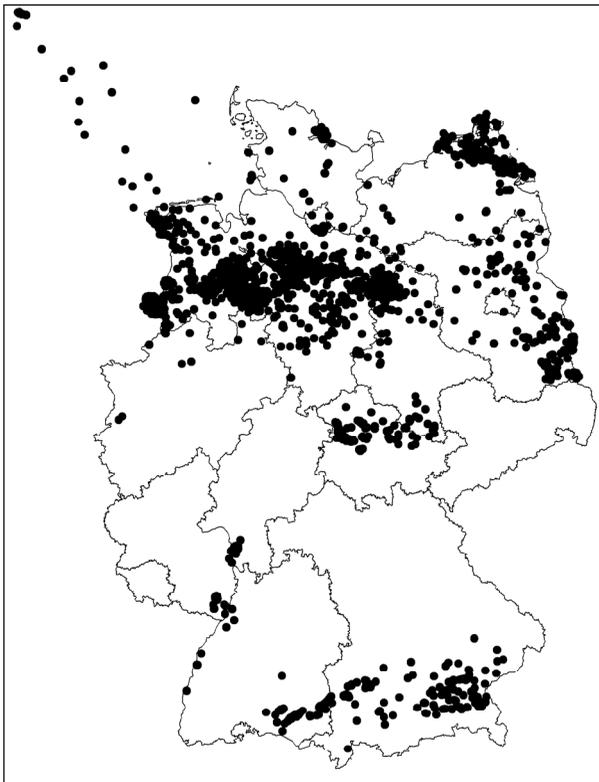


Abb. 2: Geographische Verteilung von Bohrungen mit Bohrkernuntersuchungen verschiedener Firmen der Kohlenwasserstoffindustrie aus dem Fachinformationssystem Kohlenwasserstoffe des LBEG.

Aus den geothermisch relevanten Horizonten liegen dagegen ausgesprochen wenige Untersuchungen vor. Die stratigraphische Zuordnung der Untersuchungen erfolgt derzeit ausschließlich aufgrund von untersuchungs- oder kernspezifischen Zusatzangaben der entsprechenden Kohlenwasserstofffirmen, d. h. ohne zusätzliche Zuhilfenahme von z. T. ebenfalls verfügbaren geologischen Bohrprofilen. Etwa 6% der Untersuchungen lassen sich so nicht eindeutig einer Epoche zuordnen, weil entweder keine entsprechenden Informationen vorliegen, oder die Untersuchung mehr als einen stratigraphischen Horizont umfasst. Bei Berücksichtigung der restlichen 94% lassen sich den projektrelevanten Horizonten (Tab. 1) folgende Daten zuordnen:

- im Ostteil des Norddeutschen Beckens: 189 Bohrungen mit Untersuchungen aus dem Rotliegend, 35 Bohrungen mit Untersuchungen aus dem Buntsandstein und insgesamt 8 Bohrungen mit Untersuchungen aus Unterkreide, Dogger, Lias und Keuper;
- im Oberrheingraben: 2 Bohrungen mit Untersuchungen aus dem Muschelkalk und 5 Bohrungen mit Untersuchungen aus dem Buntsandstein;
- im Süddeutschen Molassebecken: 21 Bohrungen mit Untersuchungen aus dem Malm.

In Anbetracht des oben Gesagten sind diese Angaben als Mindestangaben zu verstehen. Im Westteil des Norddeutschen Beckens, wo die Informationsdichte am höchsten ist, werden keine ausreichend großen Durchlässigkeiten für eine hydrogeothermische Nutzung erwartet.

Die Projektpartner werten weitere hydraulische Daten, z. B. Testdaten, für das jeweilige Bundesland aus. Diese Daten stammen je nach Lokation aus unterschiedlichen Quellen, so z. B. aus Kohlenwasserstoffbohrungen, Geothermiebohrungen, Thermal- und Mineralwassererschließungen und aus Bohrungen des Kalisalzbergbaus.

Mit Hilfe der hydraulischen Daten wird ein Subsystem Hydraulik aufgebaut. Für das geothermische Informationssystem sollen daraus dann Angaben zum Produktivitätsindex resultieren.

Geothermische Anlagen

Der Personenkreis "Tiefe Geothermie" der Ad-hoc-Arbeitsgemeinschaft Geologie des Bund/Länder-Ausschuss Bodenforschung (BLA-GEO) hat ein Verzeichnis aller geothermischer Anlagen in Deutschland erstellt. Es ist beabsichtigt, dieses Verzeichnis geothermischer Standorte, unterteilt nach Betrieb / Bau / Planung, mittels einer interaktiven Kartenanwendung im Internet zu präsentieren. Der BLA-GEO muss diesem Vorgehen noch zustimmen.

Hintergrund für die Darstellung ist eine Deutschlandkarte mit den Verwaltungsgrenzen. Des Weiteren kann sich der Benutzer die einzelnen Bundesländer über eine Auswahlbox anzeigen lassen, wobei u. a. auf die jeweilige zuständige Fachbehörde verwiesen wird. Der Benutzer kann zwischen verschiedenen Kartenhintergründen auswählen, z. B. Topographie (ATKIS DLM 250 © Vermessungsverwaltungen der Länder und Bundesamt für Kartographie und Geodäsie), sowie Fachdaten, wie Energieverbrauch und Einwohnerdichte. Ein integriertes Gemeindeverzeichnis und ein Verzeichnis geographischer Objekte erleichtern die Positionierung des Kartenfensters auf das Interessensgebiet.

Abb. 3 zeigt einen Screenshot der bisher erstellten Anwendung: Der Kartenausschnitt ist auf ein Gebiet in Norddeutschland gezoomt, wobei die Karteninhalte für Verwaltungsgrenzen und Standorte geothermischer Nutzung (hier noch fiktive Daten) eingeschaltet sind.

5 IT-Lösung

5.3 Raummodell

Das Raummodell dient dem geothermischen Informationssystem der Speicherung, Berechnung und Visualisierung geologischer Strukturen und geophysikalischer Parameter in einem rechtwinkligen Gitter. Die für die tiefe Geothermie relevanten Aquifere werden durch 2½D-Raster dargestellt, so dass die Lage eines jeden Punktes im Untergrund durch seine Flächenkoordinaten und einem z-

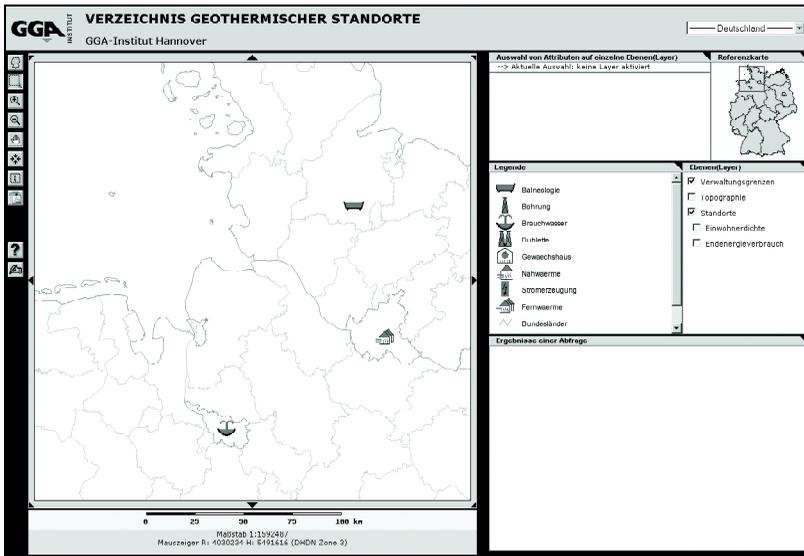


Abb. 3: Verzeichnis der geothermischen Anlagen: Screenshot der interaktiven Kartenanwendung (Lokation der Anlagen fiktiv; Anwendung noch nicht frei gegeben)

Wert für die Tiefe definiert wird. Wichtige Parameter wie zum Beispiel Porosität, Transmissivität, Temperatur etc. werden ebenfalls als Rasterwerte gespeichert. Sie dienen zur Berechnung der geothermischen Ressourcen und bilden die Grundlagen zur Erstellung von Fündigkeitsvorhersagen. Um der erforderlichen hohen Detailauflösung gerecht zu werden, ist zunächst eine Rasterweite von 100 m x 100 m als Arbeitsgrundlage vorgesehen.

Analoges Kartenmaterial wurde bereits digitalisiert und vektorisiert. Das Programm ArcGIS wird zur Nachbearbeitung der Isolinien eingesetzt. Die so aufbereiteten Daten zum Untergrund werden mittels GoCAD (MALLETT 2002) in ein 3D-Modell überführt und auf Übereinstimmung mit Bohrungsdaten geprüft. Punktdaten, die die Eigenschaften des Untergrundes betreffen, werden in die Fläche, bzw. in den Raum interpoliert. Die Rasterung erfolgt im letzten Schritt, bevor die Daten in das Raummodell transferiert werden.

Für das Raummodell werden zunächst Gauß-Krüger-Koordinaten verwendet, da auch die Topographiekarten von Deutschland in diesem Koordinatensystem vorliegen. Sobald die europaweite Umstellung auf UTM-Koordinaten erfolgt ist und die Topographiekarten erhältlich sind, kann auch das geothermische Informationssystem entsprechend angepasst werden.

Die räumliche Verteilung der geophysikalischen Parameter sowie die Lage von Aquiferen und Störungen werden dem Nutzer im Browserfenster über einen UMN-Mapserver als Kontur- bzw. Liniendiagramm angezeigt. Die Veränderung geophysikalischer Parameter mit der Tiefe wird durch beliebig anwählbare Profilschnitte dargestellt, die zur Laufzeit vom System generiert werden.

5.4 Datenbanken

Die Datenhaltung im geothermischen Informationssystem erfolgt überwiegend in einer relationalen Datenbank (Microsoft SQL Server 2000/2005), die die projektrelevanten Punkt- und Rasterdaten enthält. Im Augenblick umfasst die Datenbank 81 Tabellen mit insgesamt ca. 1,6 Mio. Datensätzen. Die Generierung der Tabellen und deren Füllung sowie der Import von Daten aus den verschiedenen

Quellen erfolgt durch ein umfangreiches System von Datenbankskripten und Java-Programmen. Dieser Ansatz wurde vor allem gewählt, um die Erstellung der Datenbank – z. B. im Fall struktureller oder inhaltlicher Änderungen der Datenquellen- – automatisch und damit sicher reproduzieren zu können.

Bezüglich des Datensatz-Mengengerüsts machen Bohrungsdaten aktuell den größten Teil der Daten aus, bezüglich des reinen Datenvolumens werden später die Rasterdaten des Raummodells überwiegen. Zu den Bohrungsdaten gehören Stammdaten (Koordinaten, Eigentümer, Zweck, Archivnummern etc.) sowie Fachdaten (geologische Profile, Temperaturmessungen, Porositäts-/Permeabilitäts-Messungen an Kernen, Daten hydraulischer Tests, etc.).

Die Fachdaten dürfen in der Regel aus rechtlichen Gründen nur von Nutzungsberechtigten verwendet werden und in ihrer originären Form nicht nach außen weitergegeben werden. Die Datenhaltung muss dieser Anforderung unbedingt gerecht werden, so dass bei der späteren Internet-Nutzung der Öffentlichkeit nur noch bearbeitete, generalisierte bzw. anonymisierte Daten zur Verfügung gestellt werden. Abb. 4 zeigt die zurzeit präferierte Möglichkeit zur Realisierung dieser Anforderung, die strikte Trennung von Arbeits- und Präsentationsdaten durch einen selektiven Replikationsmechanismus und die Bereitstellung von speziell generierten Daten.

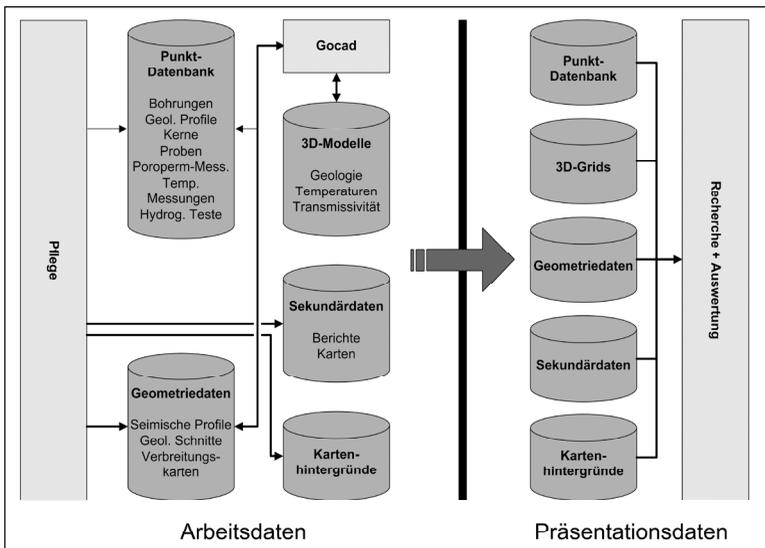


Abb. 4: Trennung von Arbeitsdaten und Präsentationsdaten; derzeit präferiertes Modell.

Die Datenhaltung der Flächen- und 3D-Modelldaten erfolgt aktuell im Dateisystem, z. B. in Form von GoCAD-Dateien. Möglichkeiten zur Speicherung der Flächendaten in einer Datenbank werden derzeit diskutiert und erprobt. Für die 3D-Modelldaten bietet sich für die Verwaltung von Versionen und Bearbeitungsständen die bereits im Projekt eingesetzte Versionsmanagementsoftware "Subversion" (SUBVERSION 2006) an.

Ein wichtiger Arbeitsbereich innerhalb des Projektes ist die Homogenisierung der Daten, da diese aus verschiedenen Quellen und Bearbeitungen stammen. So sind zum Beispiel die Profildaten, je nach Herkunft der Bohrung, durch unterschiedliche Symbolschlüssel kodiert. Hierbei handelt es sich meist um den ATS-Schlüssel der deutschen Kohlenwasserstoffindustrie, den Symbolschlüssel Geologie (PREUSS & VINKEN 1991) und den Symbolschlüssel der ehemaligen DDR.

Die Qualität der Daten, einschließlich ihrer Wichtung und Bewertung ist eine der Schlüsselaufgaben in diesem Projekt. Insbesondere bei den Temperaturdaten kann hier jedoch auf bereits selektierte, bearbeitete und bewertete Daten aus dem Fachinformationssystem Geophysik (KÜHNE 2006) zurückgegriffen werden.

5.5 Internet

Das geothermische Informationssystem wird dem Nutzer interaktiv über das Internet die fachlich benötigten Aussagen liefern. Der Vorteil einer solchen Lösung gegenüber einem herkömmlichen Kartenwerk liegt in der Verwendung jeweils aktueller Erkenntnisse und Daten, die – sobald sie in das Informationssystem eingepflegt sind – unverzüglich dem Nutzer zur Verfügung stehen.

Die gegenwärtige Rechtslage in Deutschland verkompliziert allerdings die Verwendung von Daten, die insbesondere aus seismischen Messungen und Tiefbohrungen der Kohlenwasserstoffindustrie gewonnen wurden. Deren Informationen gelten als Betriebsgeheimnis, egal wann sie gewonnen wurden oder ob die Firma derzeit noch existiert. Aus diesem Grund fließen zwar solche Daten in die Untergrundmodelle ein; die Nutzer können jedoch im Allgemeinen nicht mehr auf diese Basisdaten zurückgreifen.

Um dennoch vertrauliche Informationen an die Entscheidungsträger bringen zu können, wird das Informationssystem mit einer Autorisierungskomponente ausgestattet, die einen Zugriff je nach Berechtigung erlaubt. Eine vergleichbare Lösung wurde bereits im FIS Geophysik (KÜHNE 2006) implementiert.

Die Nutzung der Internet-Schnittstelle wird dabei in zwei Betriebsmodi möglich sein:

- Der *Standardmodus* ist für Benutzer ohne spezielle geowissenschaftliche Vorkenntnisse (z. B. Entscheidungsträger in Kommunen, Verbänden usw.) vorgesehen und liefert Aussagen über die geothermischen Potenziale von Standorten. Der Standardmodus enthält auch ein geographisch und inhaltlich recherchierbares Verzeichnis der aktuell existierenden bzw. geplanten geothermischen Anlagen in Deutschland (siehe Kapitel 5.3).
- Der *Expertenmodus* bietet entsprechend zugangsberechtigten Fachleuten (z. B. aus den Staatlichen Geologischen Diensten) zusätzlich weitergehende Recherchemöglichkeiten:
 - eine formularbasierte überregionale Suche nach geeigneten Standorten anhand fachlicher Vorgaben,
 - diverse Visualisierungsmöglichkeiten für Untergrundmodelle (Horizontal- und Vertikalschnitte über die Geologie und geophysikalische Parameter, Projektion auf Aquifere, 3D-Darstellungen),
 - Anzeige von Basisdaten, z. B. Bohrprofile (abhängig von Besitzer- und Zugangsrechten), mindestens aber die zugehörigen Stammdaten,
 - statistische Auswertungen.

Zentrale Komponente der Softwarelösung ist eine Webmapping-Anwendung mit interaktiver Kartendarstellung, über die der Benutzer geographisch navigieren und recherchieren kann. Wählbare Kartenhintergründe unterstützen dabei die Standortsuche:

- Topographie, Satellitenbilder und Gemeindegrenzen dienen zur Navigation,
- Schutz- und Abbauggebiete zeigen Konflikte mit konkurrierenden Nutzungsarten auf,
- Lagekarten für Bohrungen und Messungen mit anklickbaren Symbolen unterstützen den Zugang zu Meta- bzw. Basisdaten oder Grafiken.

Ein Mausklick in die interaktive Karte zeigt dem Benutzer Informationen, insbesondere über die geothermische Ergiebigkeit des Standortes und über die Sicherheit dieser Aussage.

Die Softwarelösung wird als Java-basierte Web-Anwendung – kombiniert mit dem UMN-Mapserver (FISCHER 2003) als Open-Source-Basiswerkzeug für die geographische Recherche – entwickelt.

6 Ausblick

Das Projekt wurde im Januar 2006 mit einem Zeitrahmen von 3 Jahren begonnen. Über den Stand der Arbeiten kann man sich auf den Webseiten des GGA-Instituts (www.gga-hannover.de) informieren. Insbesondere die Projektseiten (http://www.gga-hannover.de/gr_projekt/geotis/index.html) bieten aktuelle Informationen wie Ergebnisberichte, Tagungspräsentationen und Neuigkeiten.

7 Literaturhinweise

FISCHER, T. (2003): UMN Mapserver 4.0: Handbuch und Referenz. – MapMedia GmbH; Berlin, ISBN 3-00-012616-3.

KÜHNE, K. (2006): Das Fachinformationssystem Geophysik und seine Nutzung über das Internet. – In: MERKEL, B., SCHAEUBEN, H., WOLKERSDORFER, C. & HASCHE-BERGER, A. (Hrsg.): GIS - Geowissenschaftliche Anwendungen und Entwicklungen, 57. Berg- und Hüttenmännischer Tag, 23.6.2006, Wiss. Mitteilungen des Instituts für Geologie, 31: 227-231; Freiburg.

KÜHNE, K., MAUL, A.-A. & GÖRLING, L. (2003): Aufbau eines Fachinformationssystems Geophysik. – Z. Angew. Geol. **2/2003**: 48-53; Hannover.

MALLET, J. L. (2002): Geomodeling. – Oxford University Press, New York.

PREUSS, H. & VINKEN, R. (1991): Symbolschlüssel Geologie Symbole für die Dokumentation und Automatische Datenverarbeitung geologischer Feld- und Aufschlussdaten. – 3. vollst. bearbeitete Aufl.; Niedersachsen / Landesamt für Bodenforschung, Bundesanstalt für Geowissenschaften; Hannover.

SCHULZ, R., HÄNEL, R. & WERNER, K.H. (1990): Geothermische Ressourcen und Reserven: Weiterführung und Verbesserung der Temperaturdatensammlung. – Report **EUR 11998 DE**: 75 pp; Luxembourg (Office for Official Publications of the European Communities).

SCHULZ, R., KÜHNE, K., MAUL, A. & ZSCHÖCKE, A. (2005): Machbarkeitsstudie zur Erstellung eines geothermischen Atlas für Deutschland. – Endbericht UBA Vorhaben 204 41 131, Archiv-Nr.125 483; Hannover.

SCHULZ, R. & SCHELLSCHMIDT, R. (1991): Das Temperaturfeld im südlichen Oberrheingraben. – Geol. Jb., **E48**: 153-165; Hannover.

SUBVERSION (2006): Subversion version control system. – <http://subversion.tigris.org/>