

Thorsten Agemar

Jessica-Aileen Alten, Britta Ganz, Jörg Kuder, Sandra Schumacher & Rüdiger Schulz

3D-Modelle im Geothermischen Informationssystem für Deutschland



2. Workshop 3D-Geologie

St. Quirin, 4.+5. November 2010

Das Konzept GeotIS

Interaktiver und digitaler Geothermie-Atlas im Internet:

1. GEOTHERMISCHE POTENTIALE

- hydrogeothermische Ressourcen
- Untergrunddaten
- Metadaten zu Seismik und Bohrungen

2. GEOTHERMISCHE STANDORTE

- Lage von Geothermie-Anlagen
- Betriebsdaten

GeotIS Geothermisches Informationssystem für Deutschland

• Startseite
• Mitarbeiter
• Veröffentlichungen

Geothermische Potentiale

- Projekt
- Partner
- Umsetzung
- Tutorial
- Funktionalität

Geothermische Standorte

- Projekt
- Partner
- Umsetzung
- Tutorial
- Funktionalität

Neu:
In den "Geothermischen Potentialen" ist es nun möglich die Untergrundtemperaturen mit Hilfe von Vertikal- und Horizontalschnitten deutschlandweit abzufragen.
Die Darstellung der hydrogeothermisch relevanten Horizonte ist weiterhin an die 3D-Modelle in NO-Deutschland und im Süddeutsche Molassebecken gebunden.
[Anwendung starten](#)

Das Geothermische Informationssystem zeigt die Potentiale und Standorte der tiefen Geothermie in Deutschland. Es setzt sich aus zwei eigenständigen Informationssystemen zusammen:
Die **Geothermischen Potentiale** bieten den Nutzern eine Zusammenstellung von Daten und Informationen über tiefe Aquifere in Deutschland, die für eine geothermische Nutzung in Frage kommen. Trotz der vielen eingehenden Daten wird GeotIS aber keine lokale Machbarkeitsstudie ersetzen. Das System steht seit Mai 2009 über das Internet frei zur Verfügung, wobei die Eigentumsrechte an den Basisdaten in geeigneter Weise berücksichtigt werden müssen.
Die **Geothermischen Standorte** sind seit Anfang 2008 online und bieten einen Überblick über geothermische Anlagen, die sich derzeit in Deutschland in Betrieb oder Bau befinden.

Ziel des vom BMU geförderten Projektes ist die Qualitätsverbesserung bei der Projektierung geothermischer Anlagen und die Minimierung des Fundgrüblerisikos. Im Grunde ist es als digitale Variante eines Geothermie-Atlases zu sehen, der weitgehend maßstabunabhängig ist und stets in der aktuellsten Auflage zur Verfügung steht. Sowohl geowissenschaftliche Basisdaten als auch aktuelle Erkenntnisse und Ergebnisse werden bereitgestellt und kontinuierlich ergänzt.

Zwischenergebnisse sowie Literatur zu diesem Projekt finden Sie unter dem Punkt [Veröffentlichungen](#).

Im LIAG angefertigte und zum Download verfügbare [Karten des Temperaturfeldes im Untergrund](#) Deutschlands ermöglichen Einblick in verschiedene Tiefen.

LogIn Links Sitemap Impressum

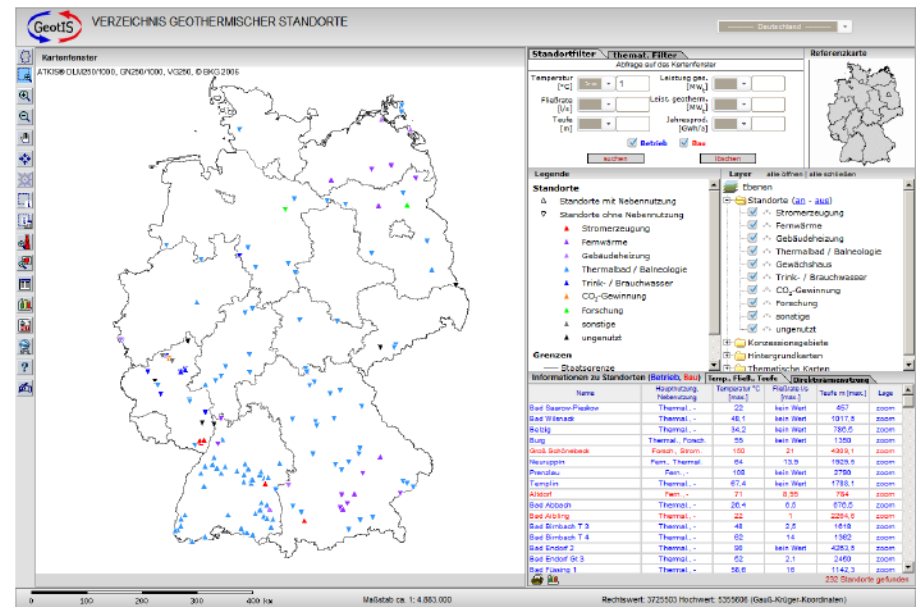
Tiefenunabhängige Übersicht über Gebiete, die für hydrogeothermische Nutzung möglicherweise geeignet sind: Regionen mit Aquiferen, deren Temperatur über 100 °C (rot) bzw. über 80 °C (gelb) beträgt; 100 °C ist für eine Stromerzeugung, 80 °C für die direkte Wärmenutzung erforderlich.

Ausschnitt aus dem 3D-Strukturmodell. Dargestellt sind die Basis- und Top-Flächen mesozoischer Schichten, die für eine geothermische Nutzung relevant sind. Grundlage ist das Kartenwerk "Geothermische Ressourcen im Norden der DDR" des ZOI im Maßstab 1:200.000.

<http://www.geotis.de>

Geothermische Standorte

- Daten über Geothermie-Anlagen – erstellt vom *PK Tiefe Geothermie*
 - Standort-spezifische Daten (Produktionsrate, Temperatur, etc.)
 - Erlaubnisfelder (z. Zt. nur Baden-Württemberg)
 - verschiedene Kartenhintergründe
- umfangreiche Recherche
- Gemeindeverzeichnis
- Ländermodus



Geothermische Standorte

Mecklenburg Vorpommern
Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie
zuständige Fachbehörde: Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern

GEOTHERMISCHE STANDORTE
zuständige Fachbehörde: Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern

Kartenfenster
ATKIS® DLM250/1000, GN250/1000, VG250, © BKG 2006

Legende

Standorte

- + Standorte mit Nebennutzung
- Stromerzeugung
- Fernwärme
- Gebäudeheizung
- Thermalbad / Balneologie
- Trink- / Brauchwasser
- CO₂-Gewinnung
- Forschung
- sonstige
- ungenutzt

Topographie

- Siedlungen
- Bundeshauptstadt
- ungenutzt
- Konzessionsgebiete
- Hintergrundkarten

Informationen zu Standorten (Betrieb, Bau) Temp., Fließ-, Tiefe **Direktwärmennutzung**

Name	Hauptnutzung, Nebennutzung	Temperatur °C [max.]	Fließrate l/s [max.]	Teufe m [max.]	Lage
Neustadt-Glewe	Fern., Strom.	99	35	2320	zoom
Waren / Müritz	Fern., -	63	17	1566	zoom
Stralsund	Gebäude., Thermal.	58	28	1603	zoom
Karlshagen / Usedom	Gebäude., Thermal.	57	28	1788	zoom
Neubrandenburg	Fern., -	53	28	1267	zoom
Binz / Rügen	Thermal., -	35	kein Wert	1100	zoom
Sassnitz - Dwasieden	Thermal., -	30	8,9	1053	zoom

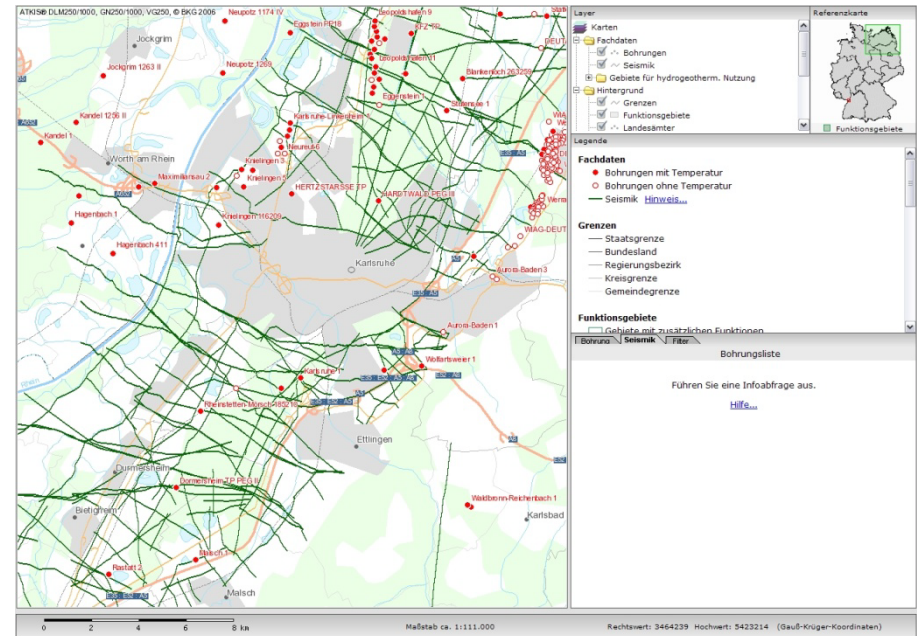
Neustadt-Glewe

Zustand: Betrieb
 Hauptnutzung: Fernwärme
 Nebennutzung: Stromerzeugung
 Temperatur [max.]: 99 °C
 Fließrate [max.]: 35 l/s
 Teufe [max.]: 2320 m
 Leistung (gesamt): 17 MW_t
 Leistung (geotherm.): 7 MW_t
 Jahresproduktion: 11.9 GWh/a

7 Standorte gefunden

Geothermische Potentiale

- Untergrundtemperatur (seit Januar 2010 für ganz Deutschland)
 - Verbreitung und Tiefenlage relevanter Horizonte
 - Gesamtmächtigkeit von Grundwasserleitern
 - Schnitte (vertikal & horizontal)
 - Hydraulische Daten
 - Lage von Seismik und Bohrungen
- Aber:**
- keine konkrete Standortanalyse
 - kein Zugang zu Originaldaten aus rechtlichen Gründen



Fündigkeitsrisiko

Das Risiko, ein geothermisches Reservoir in nicht ausreichender **Quantität** oder **Qualität** zu erschließen, bezeichnet man als **Fündigkeitsrisiko**.

- Die Quantität wird über die Leistung P definiert:

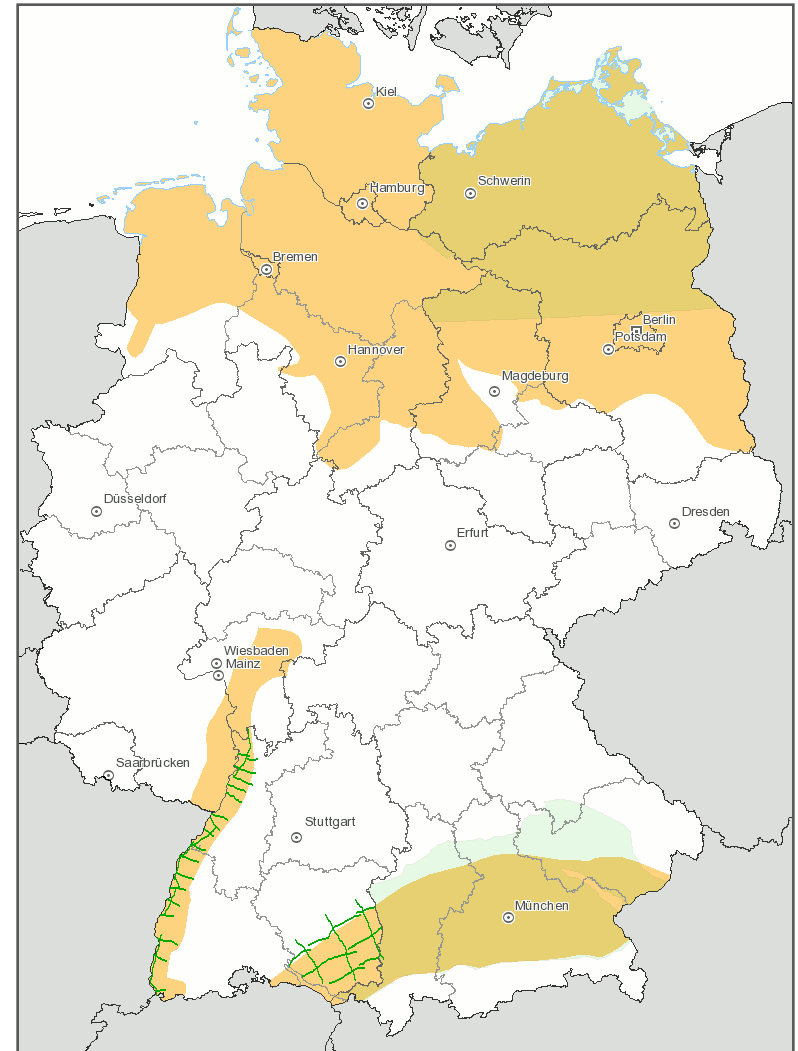
$$P = \rho_F c_F Q (T_i - T_o)$$

- Die Qualität wird von dem Fluidchemismus bestimmt.



Hydrogeothermische Ressourcen in Deutschland

- Norddeutsches Becken
 - Rät
 - Lias
 - Mittlerer Buntsandstein
 - Unterkreide
 - Dogger
 - Mittlerer Keuper
- Oberrheingraben
 - Oberer Muschelkalk
 - Buntsandstein
 - Hauptrogenstein
- Süddeutsches Molassebecken
 - Oberer Jura (Malm)



3D-Modelle Geologie

- Geothermische Ressourcen im Nordteil der DDR (1:200.000)
- Geologische Grundlagen zur Geothermienutzung in Nordost-Deutschland (1:200.000)
- Bayerischer Geothermie-Atlas (1:250.000)
- Hydrogeologische und geothermische Grundlagen zur Nutzung der tiefen Geothermie/Hydrogeothermie in der Region Bodensee – Oberschwaben (1:200.000)
- Regionale Untersuchungen von geothermischen Reserven und Ressourcen in Nordwestdeutschland (1:200.000)
- Geotektonischer Atlas von Nordwest-Deutschland (1:300.000)



Nordost-Deutschland

2D (ArcGIS)

- Georeferenzierung
- Vektorisierung
 - Isobathen
 - Verbreitungsgrenzen
 - Salinarstrukturen
 - Störungen
- Landesgrenzen
- Blattschnitte



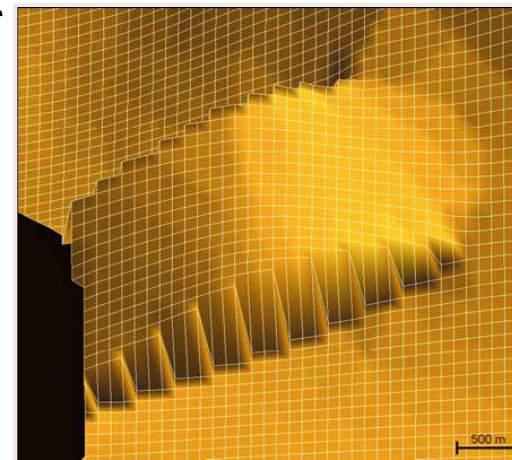
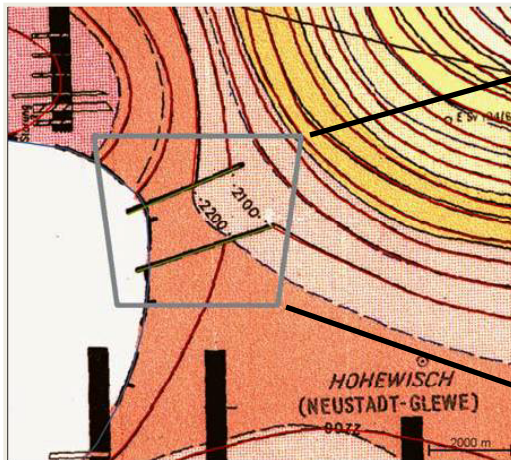
3D (Gocad)

- Flächenmodellierung DSI
- Abgleich mit Bohrungen
- Anpassung Blattränder
- Korrekturen
- Konvertierung in 2D-Grid 100 m x 100 m
- Export CPS3-Format



Visualisierung

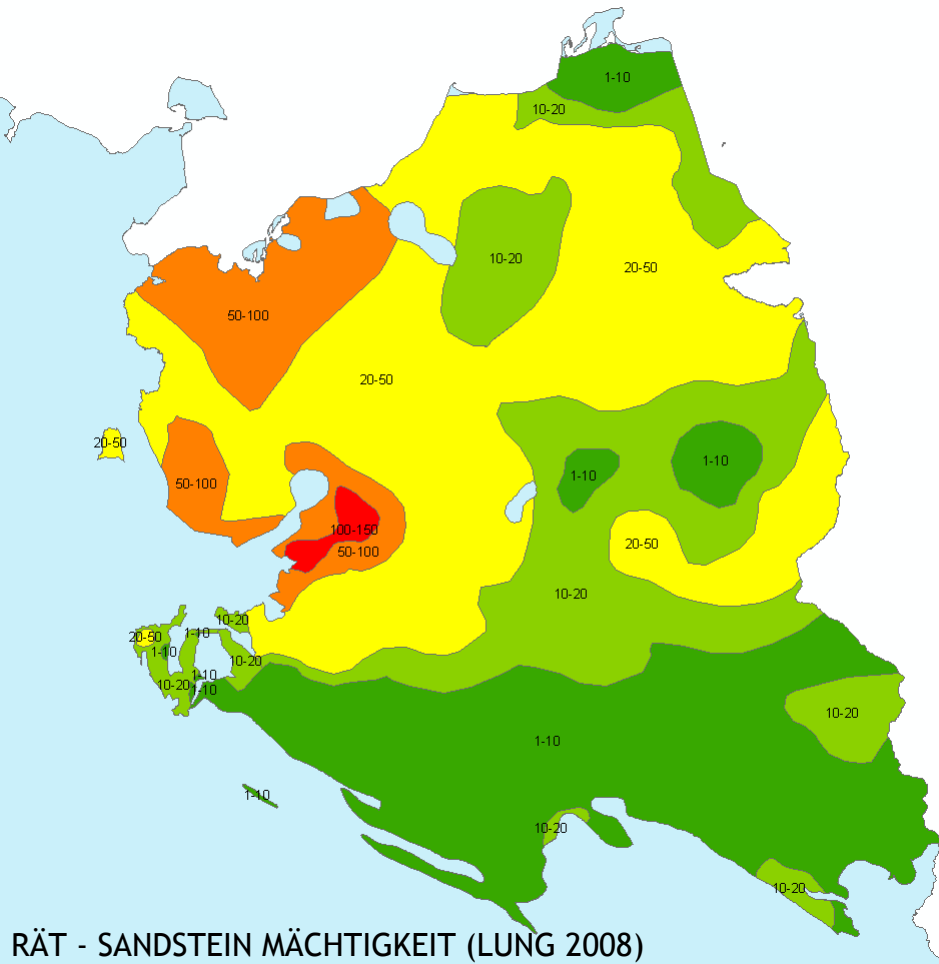
- Tiefenlage & Verbreitung
- Horizontalschnitt
- Vertikalschnitt



Kartenblatt:
Lias-Basis
Schwerin/Bad Doberan

Nordost-Deutschland

Mächtigkeit der Grundwasserleiter in NO-Deutschland:



- Kumulierte Sandstein-Mächtigkeit
 - Unterkreide
 - Dogger
 - Lias
 - Rät
- Kriging mit ArcGIS®
- Mächtigkeittrends
Einteilung in 5 Klassen
- Nachbearbeitung der
Polygone von Hand

3D-Modell Untergrundtemperatur

Temperaturdaten

- BHT
- Logs, gestört
- Logs, ungestört
- Pumptests
- Bergwerke
- Lagerstätten

- Bodentemperatur



Vertikale Interpolation

- Lineare Interpolation in 100 m Abständen



Regionale Variographie

- Variogramm Erstellung horizontal + vertikal

	Norddeutschland	Süddeutschland
Logs ungestört	570	740
Logs gestört	560	660
Bohrungen BHT	4540	1230
Bohrungen mit Test	720	270
Lagerstätten	830	<10
Bergwerke	300	0

3D-Modell Untergrundtemperatur

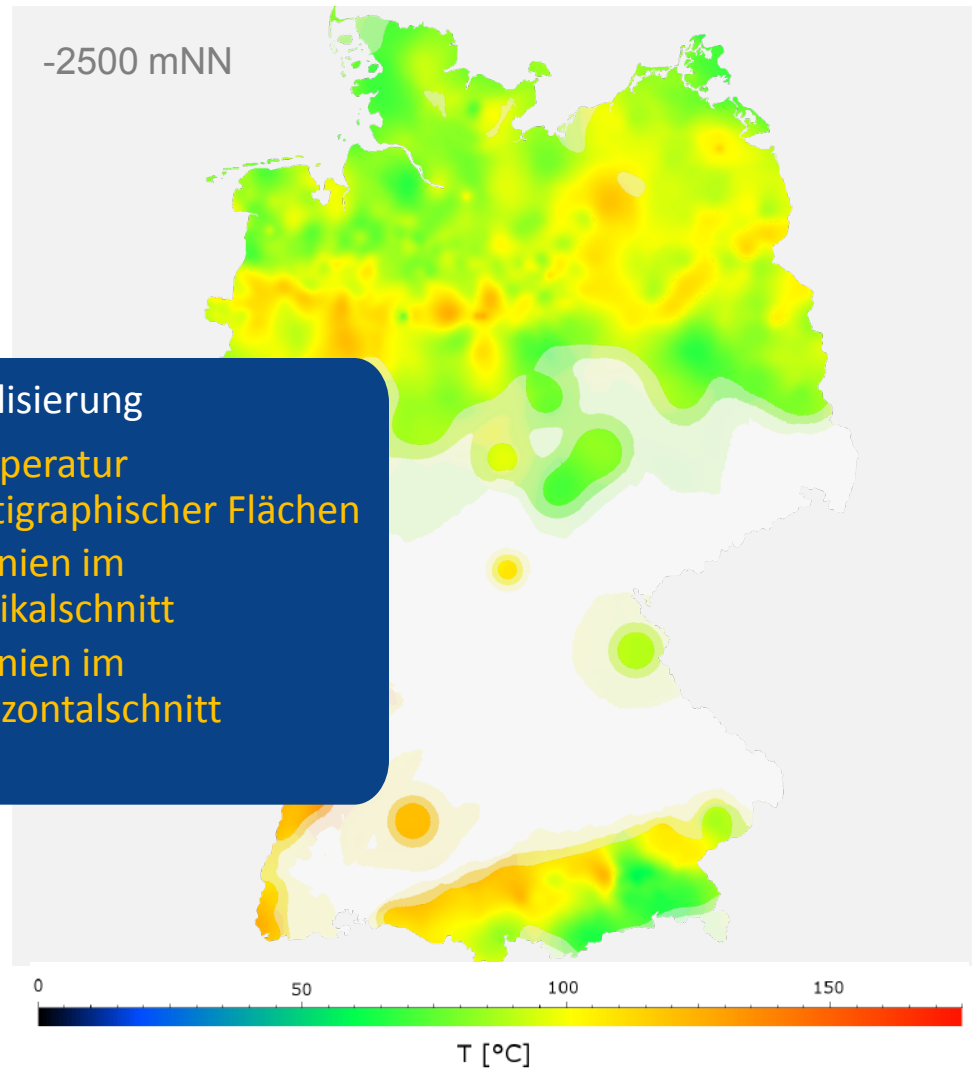
Kriging - Gocad

- Universal Kriging
 - uvw
 - normal score
 - 2 km x 2 km x 100 m
- Glätten mit DSI
- Projektion auf strat. Flächen
- Export im AVF-Format

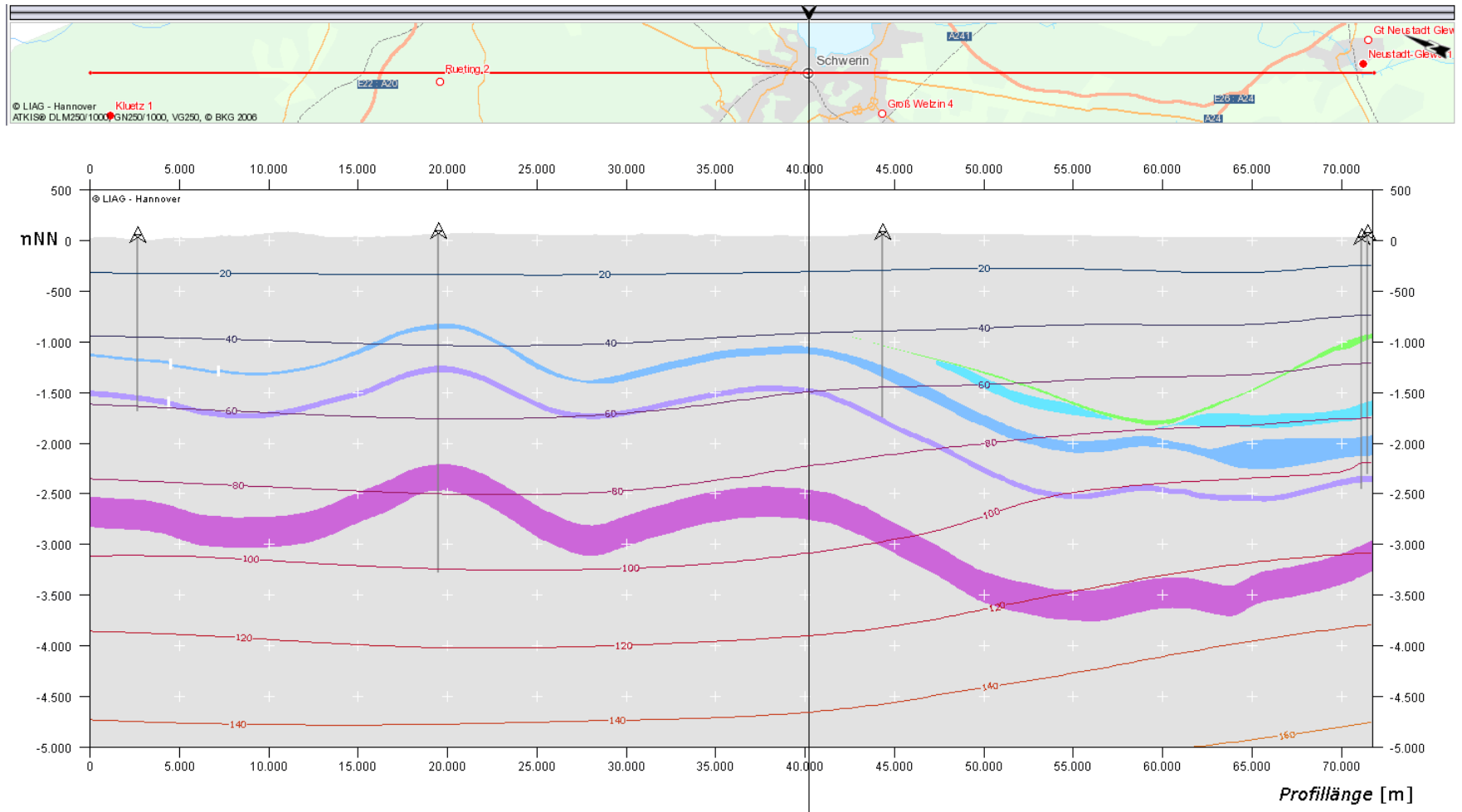


Visualisierung

- Temperatur stratigraphischer Flächen
- Isolinien im Vertikalschnitt
- Isolinien im Horizontalschnitt

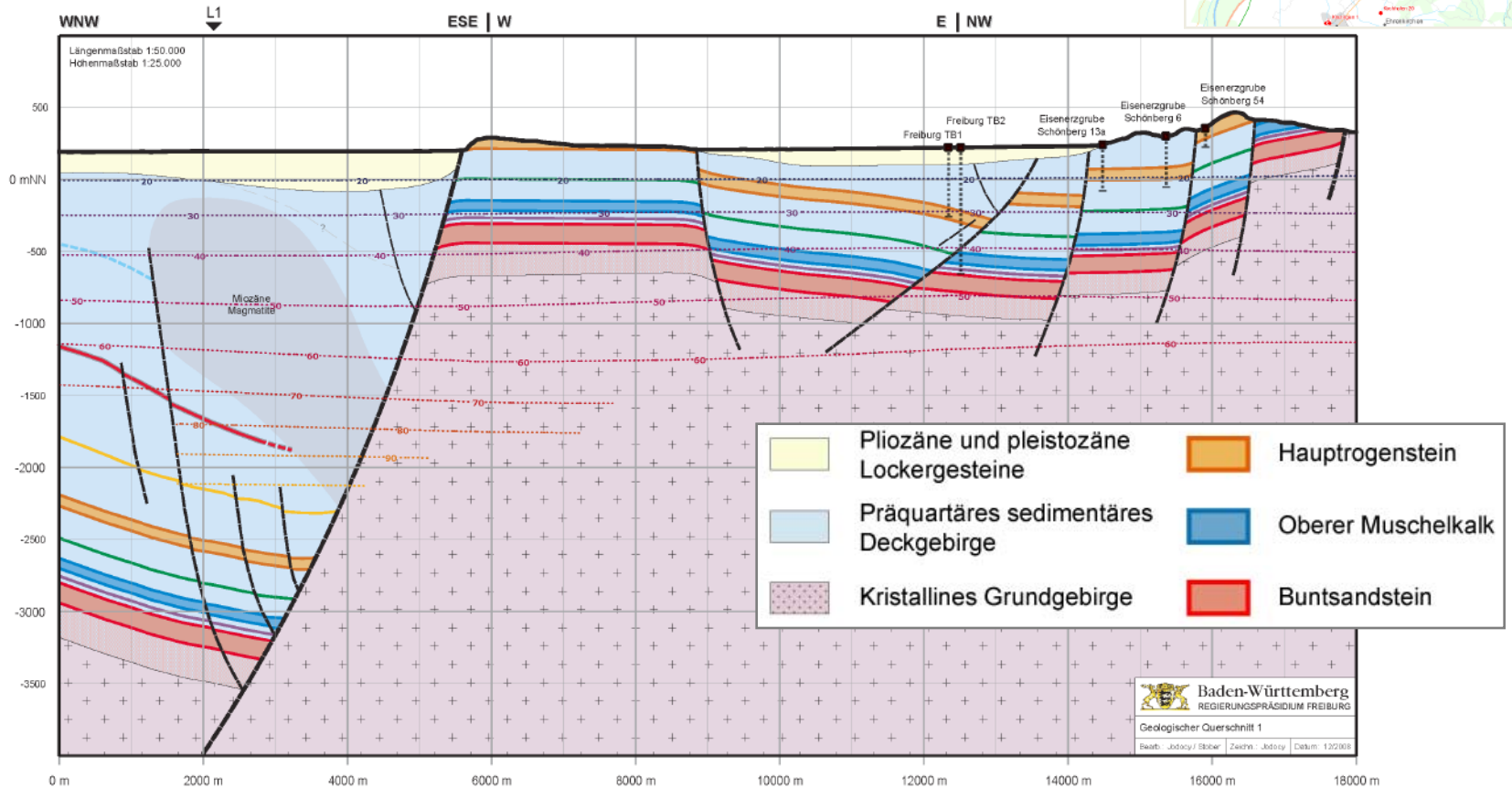
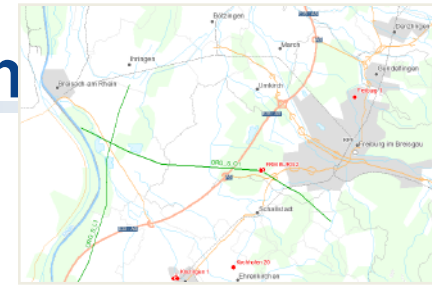


Vertikalschnitt in Nordost-Deutschland

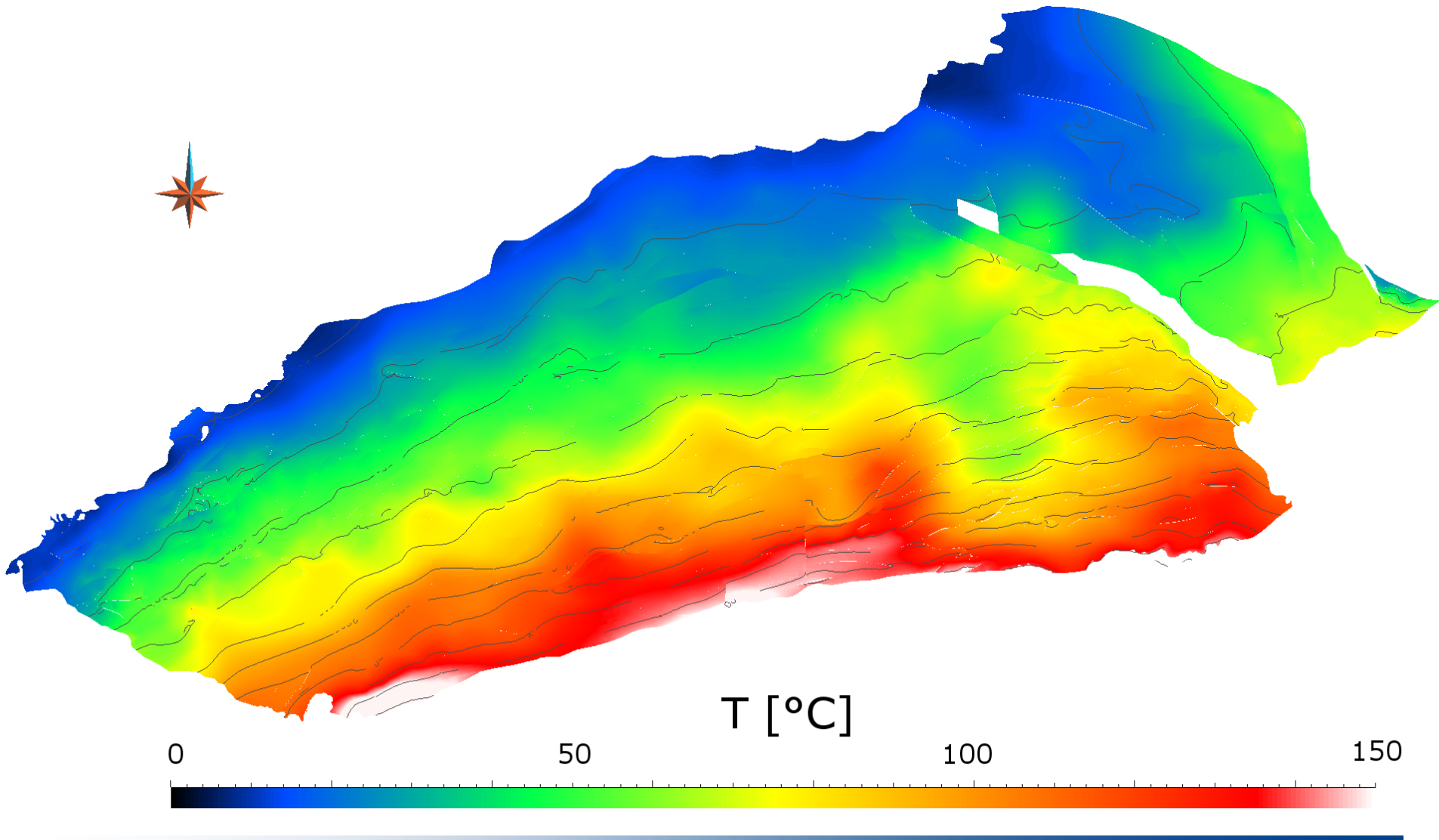


Frei aufgezogener Schnitt von Grevesmühlen über Schwerin nach Neustadt-Glewe

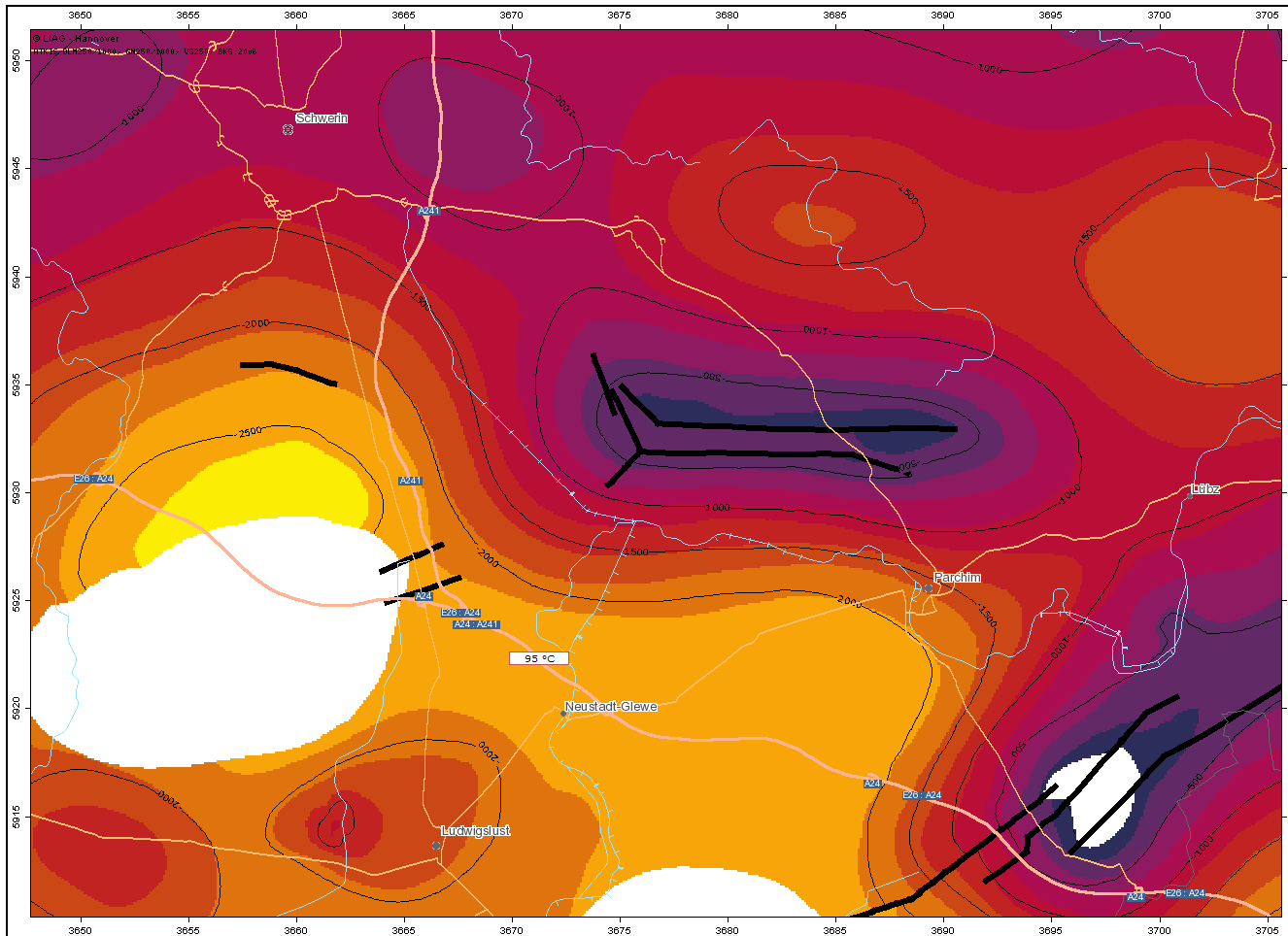
Tiefe Grundwasserleiter im Oberrheingraben



Süddeutsches Molassebecken – Temperatur Malm Top



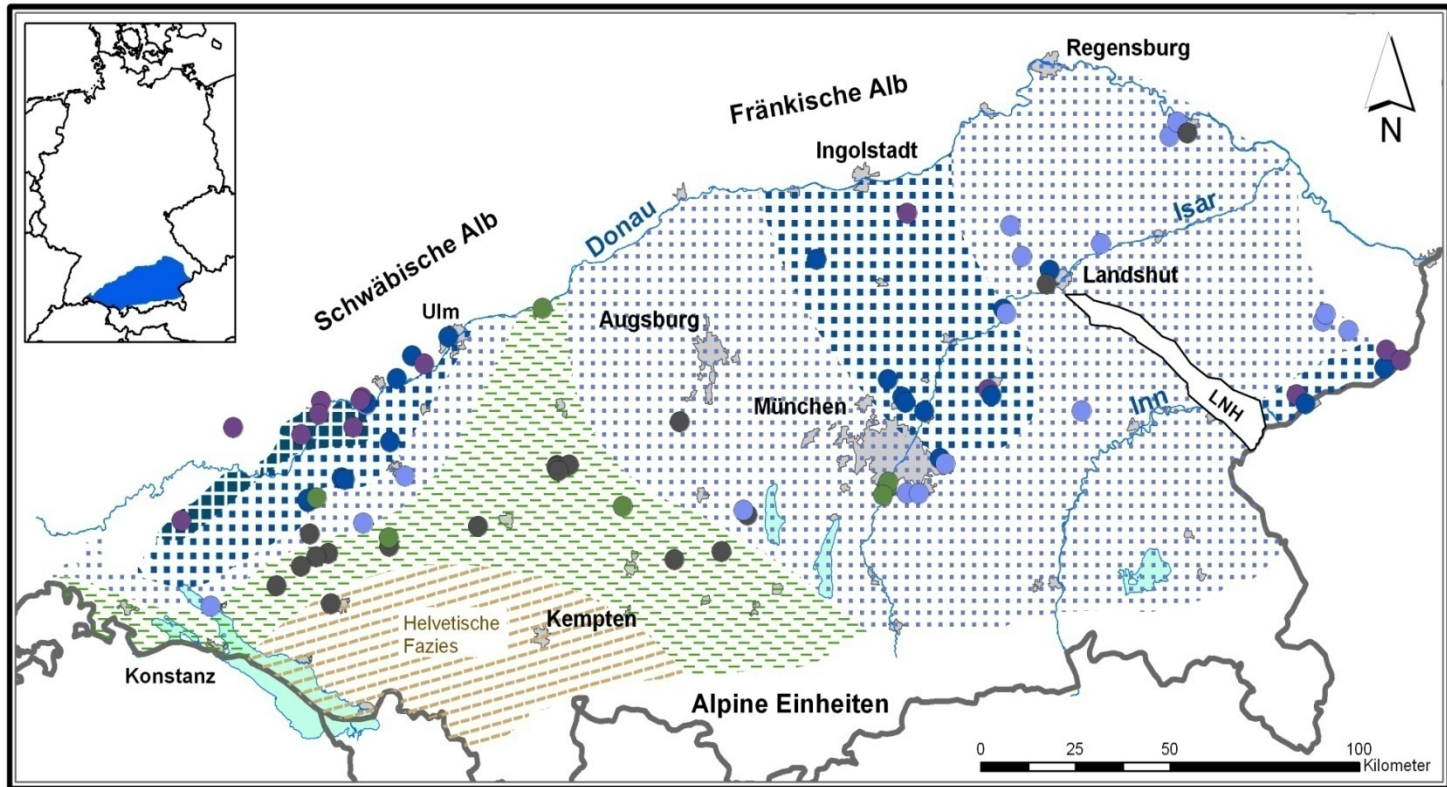
Nordost-Deutschland – Temperatur Lias Basis



LIAS (Basis)

- Tiefenlage
- Verbreitung
- Störungen
- Temperatur

Karte der Gebirgsdurchlässigkeit



Gebirgsdurchlässigkeiten (T/H) des Malm-Aquifers im süddeutschen Molassebecken

Bearb.: Birner / Schneider (Freie Universität Berlin)
 Jodocy / Stober (Regierungspräsidium Freiburg)
 Zeichn.: Birner
 Stand: 03/2009

Gebirgsdurchlässigkeit [m/s] aus Bohrlochinformation

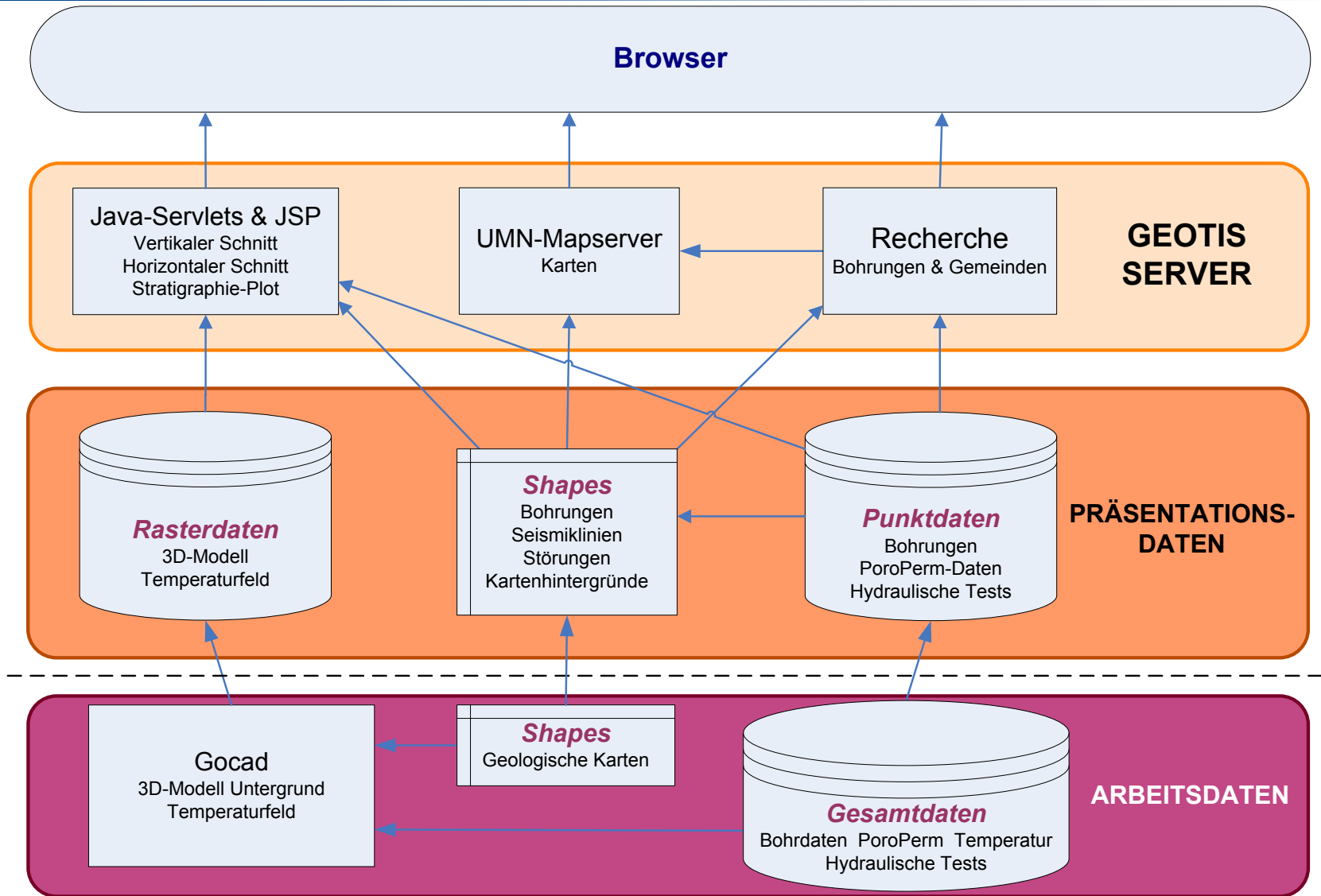
- 10^{-4} bis 10^{-3}
- 10^{-5} bis 10^{-4}
- 10^{-6} bis 10^{-5}
- 10^{-7} bis 10^{-6}
- 10^{-11} bis 10^{-7}

Regionale Verteilung der Gebirgsdurchlässigkeiten [m/s] anhand von hydraulischen Testdaten und Lithofazies

- | | | | |
|-----------|---|-----------------|---|
| GW-Leiter | 10^{-4} bis 10^{-3} stark durchlässig | GW-Geringleiter | 10^{-11} bis 10^{-6} schwach bis sehr schwach durchlässig |
| | 10^{-5} bis 10^{-4} durchlässig | | $<10^{-8}$ sehr schwach durchlässig |
| | 10^{-6} bis 10^{-5} durchlässig | | |

T/H bezogen auf Reservoirtemperatur
 Einteilung in Anlehnung an DIN 18130

GeotIS-Architektur



Open Geospatial Consortium



Kartendarstellung
(images)



Objektdaten
(XML)



Rasterdaten
(...)

INSPIRE

Datenformate:

GeoTIFF	Georeferenced Tagged Image File Format (Intergraph)
NITF	National Imagery Transmission Format (US DoD)
HDF-EOS	Hierarchical Data Format - Earth Observing System (NCSA)
netCDF	Network Common Data Format (UCAR)

WCS-Abfragen:

- metadata → bounding box, CRS, byte order, ...
- trim → Teilmenge, Ausschnitt
- slice → Teilmenge, Dimension $n-1$
- error → ungültige Abfrage

ABER:

- keine diagonalen Vertikalschnitte
- keine Interpolation
- lange Übertragungszeiten → Download-Dienst

Ausblick

*Internetbasiertes Informationszentrum
für geothermische Energienutzung*

<http://www.geotis.de>

- Neue 3D-Strukturmodelle
- Einbeziehung petrothermaler Nutzung
- Gebirgsdurchlässigkeit für Norddeutsches Becken
- Aktualisierung des Temperaturmodells
- Software-Optimierung
- Neue Abfrage-Optionen
- Umsetzung von Nutzeranforderungen
- Bereitstellung von Daten für die Internationale Energieagentur
- European Energy Research Alliance (EERA)