Brandenburgische Geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	**11** (2004), 1/2	S. 1-10	7 Abb., 26 Lit.

Karten der Erdwärme des Landes Brandenburg

Maps of geothermy of Brandenburg

VOLKER MANHENKE & HORST BEER

1. Einleitung

Der von der DDR-Geologie erreichte hohe Stand geologischer Kartierung ist für Deutschland auf vielen Spezialgebieten einmalig. So bei der Quartärgeologie und der Hydrogeologie mit flächendeckenden Kartenwerken einzelner Schichten im Maßstab 1 : 50 000 aber auch bezüglich der Bewertung und Kartierung der Erdwärme.
Im Jahr 1984 wurde der Geothermie-Atlas der Deutschen Demokratischen Republik herausgegeben (DIENER, KATZUNG et al.). Er enthält neben einem einführenden Textteil 25 Karten: über die Geotemperatur verschiedener Tiefenniveaus und Aquifere im Maßstab 1 : 1 500 000, Temperaturschemata 1 : 2 500 000 bis 20 km Tiefe, über den Wärmefluß durch die Erdoberfläche, den Gesamtwärmeinhalt bis in 5 km Tiefe und straphigrafische Niveauschnitte bis in 2 000 m Tiefe. Die Geothermie Bestandsaufnahme wurde 1991 mit Karten in den Maßstäben 1 : 2 500 000 und 5 000 000 auf Europa ausgedehnt (HURTIG, CERNAK et al. 1991).
In den Jahren 1988-1992 wurde noch das Kartenwerk zu den geothermischen Ressourcen mesozoischer Aquifere für den Nordteil der DDR einschließlich des heutigen Landes Brandenburg im Maßstab 1 : 200 000 fertiggestellt (DIENER, WORMBS et al. 1988-1992).

Im Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg (LGRB) wurden – neben einer Studie zur Bewertung ausgewählter Standorte zur Nutzung von Thermalwässern (SCHWAB, STACKEBRANDT et al. 1993) im Auftrag des Wirtschaftsministeriums und der fachlichen Begleitung von inzwischen sechs Nutzungsstandorten (MANHENKE, ECKHARDT et al. 1999) – nicht nur das wertvolle Bohrkernmaterial im landeseigenen Bohrkernlager unter anderem für die Vorbereitung derzeit laufender Energiegewinnungstests des Geoforschungszentrums (GFZ) Potsdam (HUENGES & HURTER 2002) verfügbar gehalten, sondern auch die neu hinzugekommenen Bohrergebnisse und Temperaturmessungen in Karten, zunächst im Maßstab 1 : 1 000 000 für den „Atlas zur Geologie von Brandenburg", umgesetzt (s. auch BEER & HURTIG 1999).

Geologische und angewandt-geologische Übersichtskarten werden im LGRB generell im Maßstab 1 : 300 000 herausgegeben. Dipl.-Geol. Horst Beer hat mit der Beendigung seiner Tätigkeit im LGRB Ende Februar 2003 seinen Kenntnisstand dankenswerter Weise in mehrere geologische Karten zur Charakterisierung stratigraphischer Horizonte des Mesozoikums und Zechsteins (s. auch www.lgrb.de, Abt. Geologie/ Geopotenziale, Dezernat 23 Tiefengeologie) umgesetzt.
Die Darstellung der Geopotenziale Brandenburgs wird so mit der Kartenserie Karten der Erdwärme des Landes Brandenburg 1 : 300 000 erweitert.
Die Erdwärme stellt ein geogenes Geopotenzial (MANHENKE 1999) dar, das der Mensch für seine Energiesicherung in Zukunft immer stärker nutzen wird. Es ist zu jeder Tages- und Nachtzeit als einheimische Energiequelle verfügbar und kann ideal in die Nutzung anderer erneuerbarer Energiequellen eingebunden werden, es tritt keine CO_2- oder sonstige Schadstoffemission auf, Wärme-, Kälte- und schließlich auch Stromerzeugung sind möglich (siehe auch KOPP et al., LOCHTER et al. sowie KOPF in diesem Heft).
Die Aufgabe der Geologischen Dienste besteht insbesondere in der Verfügbarmachung der geologischen Daten des Untergrunds einschließlich von Bohrkernen aus den Archiven und der Darstellung des Kenntnisstands in Übersichtskarten.
Die Erdwärmekarten sind als Plot für je 15 € zu erwerben und können auch digital mit Nutzungsvertrag bereitgestellt werden. Sie enthalten auch eine kurzgefasste Erläuterung zum Karteninhalt.

2. Wärmeproduktion und -leitfähigkeit der Gesteine und Temperaturmessungen

Die Kenntnis der Temperaturverteilung in der Erdkruste ist von wissenschaftlichem und wirtschaftlichem Interesse. Sie liefert z. B. Beiträge zur Bewertung geodynamischer Prozesse in der Erdkruste und bildet eine Grundlage für die Nutzung des Geopotenzials Erdwärme.
Die kartographische Darstellung der flächenhaften Temperaturverteilung in verschiedenen Tiefenniveaus wie auch die ebenfalls fertiggestellte Karte der Geotemperatur in einem wichtigen Nutzungshorizont dienen insbesondere einer ersten Orientierung bei geothermischen Vorhaben.

RUMMEL & KAPPELMEYER haben 1993 einen Überblick über die Energiesituation, die geothermische Energie und die Nutzung der Erdwärme in Deutschland zusammengestellt.
Die Gravitationsenergie, die beim Aufprall der sich kontraktierenden Massen von Gas, Staub, Gesteins- und Eisbrocken zur Bildungszeit der Erde vor 4,5 Milliarden Jahre in Wärme umgewandelt und zum großen Teil in den Weltraum abgestrahlt wurde, bildete die Ursprungswärme der Erde. Der

Zerfall natürlicher, langlebiger radioaktiver Isotope von Uran, Thorium und Kalium im Inneren der Erde produziert permanent Wärme, die die wesentliche Quelle des Wärmeflusses an die Erdoberfläche darstellen. In Abhängigkeit vom Anteil dieser radioaktiven Elemente in den Gesteinen variiert die Wärmeproduktion, sie ist z. B. in Granit im Durchschnitt mehr als doppelt so hoch wie im Tonschiefer und sechs mal höher als im Kalkstein (Abb. 1). Die hohe Streubreite lässt erkennen, dass von den Gesteinen abgeleitete präzise Aussagen zur regionalen Wärmeproduktion im Untergrund Brandenburgs schwer möglich sind.

Der weitere wesentliche Aspekt der Geothermie ist die Wärmeleitfähigkeit der Gesteine.
Die spezifische Wärmeleitfähigkeit zeigt trotz der breiten Streuung deutliche Differenzierungen (Abb. 2). Insbesondere zwischen Quarz, Salz und Anhydrit mit hohen und Ton, Tonstein, Tonschiefer und Löß mit geringen Werten sind große

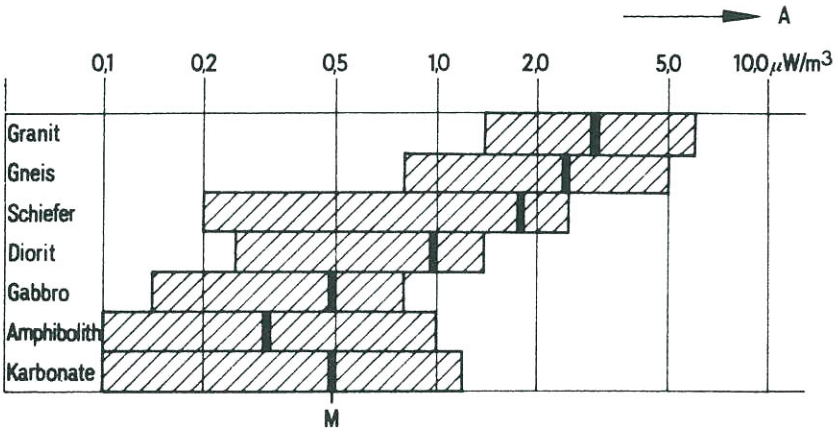
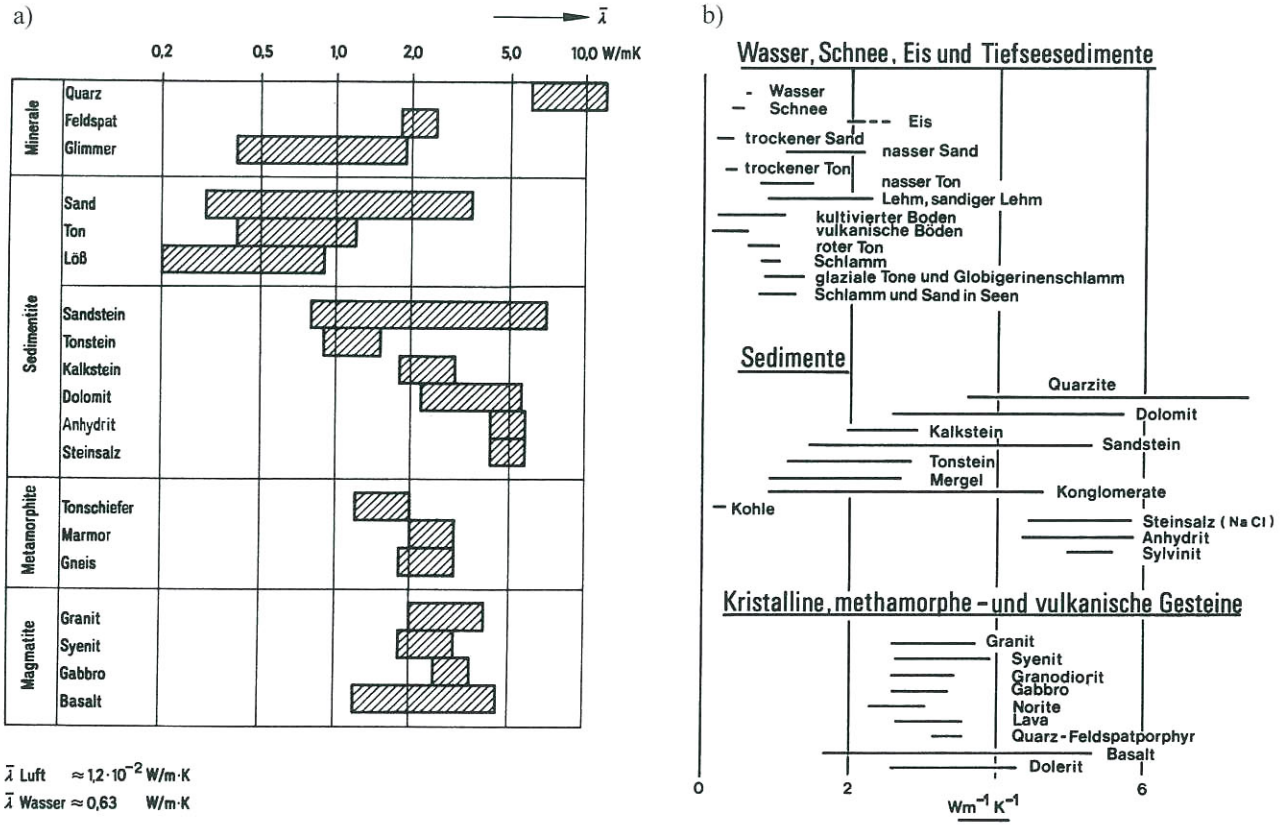


Abb. 1
Radiogene Wärmeproduktion einiger Gesteine (DIENER, KATZUNG et al. 1984 nach OELSNER 1982)
Fig. 1
Radioactive heat production of some rock types

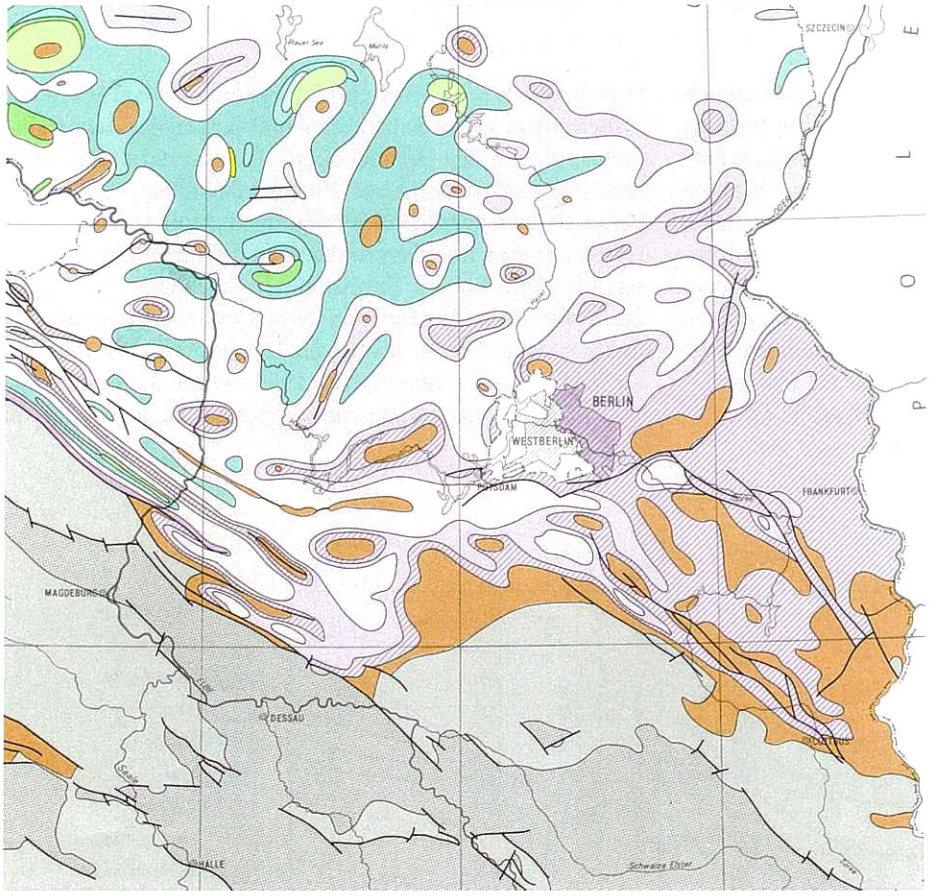
Abb. 2 Spezifische Wärmeleitfähigkeit
(a. DIENER, KATZUNG et al. 1984 nach MILITZER et al., b. aus KAPPELMEIER in BENDER 1985, S. 438)
Fig. 2 Spezific heat conductivity



Unterschied ermittelt worden. KARL, MANTHEY & SCHUSTER (1965) haben folgende Ergebnisse spezieller Untersuchungen zum Einfluss der Petrographie und weiterer Parameter auf die Wärmeleitfähigkeit der Gesteine zusammengestellt:

- Petrographie: Quarz, Salz und basische Minerale besitzen eine hohe, Feldspäte, Glimmer, Tonminerale und Kohle eine geringe Wärmeleitfähigkeit
- Gesteinsgefüge: silikatische Bindemittel erhöhen die Wärmeleitfähigkeit
- Dichte: die Wärmeleitfähigkeit wächst mit der Dichte
- Porosität: starke Abnahme der Wärmeleitfähigkeit mit zunehmender Porosität (allerdings wiederum zunehmend in Abhängigkeit vom Füllungsmedium)
- Klüftigkeit: bedeutende Abnahme der Wärmeleitfähigkeit durch Klüftigkeit, es sei denn, die Klüfte sind z. B. quarzgefüllt
- Druck: die Wärmeleitfähigkeit steigt mit dem Druck in der Tiefe auf das 1,3 bis 1,8-fache
- Temperatur: die Wärmeleitfähigkeit nimmt bei guten Wärmeleitern mit steigender Temperatur etwas ab, bei schlechten Wärmeleitern in geringerem Maße oder gar nicht.

Die Wärmeproduktion in der Erde und der Wärmefluss an die kühlere Erdoberfläche bedingt eine Abnahme der Temperatur zur Erdoberfläche hin, obwohl der Wärmefluss aus der Erde an der Erdoberfläche auf die Wärmestrahlung der Sonne trifft, die ca. 20 000 mal höher ist. Hier hat sich ein Ausgleich von Ausstrahlung aus der Erde und Einstrahlung von



Legende

- Tertiär
- Oberkreide mit Alb
- Unterkreide ohne Alb
- Malm
- Dogger
- Malm und Dogger
- Lias und Rät
- Dolomitmergelkeuper bis Röt
- Mittlerer Buntsandstein
- Unterer Buntsandstein
- Mittlerer und Unterer Buntsandstein
- Zechstein
- Präzechstein, von Zechstein und Mesozoikum bedeckt
- Präzechstein, zutage ausstreichend bzw. unter Känozoikum
- Stratigraphische Grenze
- Störung

Abb. 3
Niveauschnitt der stratigraphischen Einheiten bei - 2 000 m NN (DIENER, KATZUNG et al.1984, Karte 25 im Geothermie-Atlas der DDR)

Fig. 3
Deep section of the stratigraphic units at - 2 000 m NN

der Sonne bei einer mittleren Temperatur von rund 14 Grad Celsius eingestellt (RUMMEL & KAPPELMEYER 1993).

Die Zunahme der Temperatur mit der Tiefe wird als geothermischer oder Temperaturgradient (°C/100 m; K/100 m) oder als geothermische Tiefenstufe (m/1 °C; m/1 K) angegeben. Als Wert wurde 1871 mit Temperaturmessungen in der damals tiefsten Bohrung der Welt (Sperenberg I, 1271,6 m, südlich von Berlin) 33 m/1 K ermittelt. Dies erweist sich weiterhin als akzeptabler mittlerer Näherungswert.
In Brandenburg reichen die kontinuierlichen Temperaturmessungen in Tiefbohrungen bis in Tiefen von 5 500 m. Mehr als 50 Bohrungen haben z. B. den Tiefenbereich von ≥ 2 000 m vermessen. Einzelmessungen in Bohrungen (Maximaltemperatur, Temperaturmessungen bei Testarbeiten) sind weniger repräsentativ, wurden aber gegebenenfalls für die Erarbeitung der Karten zur Tiefentemperaturverteilung herangezogen.

Der in den Bohrungen gemessene Temperaturverlauf ist durch den Bohrprozess beeinflusst, da die Messungen im Wesentlichen nach unzureichenden Stillstandszeiten des Bohrprozesses – Monate bis Jahre sind für den Temperaturausgleich mit dem umgebenden Gestein notwendig – vorgenommen wurden. Durch den Spülungsumlauf während des Bohrprozesses wird das initiale Temperaturfeld gestört. Im tieferen Bohrlochabschnitt kühlt die Spülung das Gebirge, im oberen Teil werden durch die in der Tiefe erhitzte Spülung entsprechend überhöhte Temperaturen erzeugt. Eine näherungsweise Korrektur wird deshalb berücksichtigt (BEER 1996).

3. Karte der Erdwärme des Landes Brandenburg 1 : 300 000, Geotemperatur in 2 000 m Tiefe (KEW 2 000)

Zur Einordnung der punktförmigen Temperaturmessungen und ihre regionale Interpretation sind Kenntnisse zum Auftreten und zu den Lagerungsverhältnissen der Gesteine und ihrer Wärmeleitfähigkeit im Niveau ab 2 000 m Tiefe sowie zur Wärmeproduktion erforderlich.
Auf dem Niveauschnitt der Karte 25 im Geothermie-Atlas sind stratigraphische Einheiten bei 2 000 m unter NN verzeichnet (Abb. 3). Dies sind von Süden nach Norden immer jüngere Gesteine. Die Neukonstruktion der -2 000 m NN-Linie der Zechsteinoberfläche und Zechsteinbasis (nach BEER 2000, 2003a) ergibt allerdings eine temperaturrelevante Präzisierung der Zechsteinverbreitung in diesem Niveau gegenüber der Abbildung 3.

Durch die hohe Wärmeleitfähigkeit des Salzes wird insbesondere in den Salzstöcken und -kissen des Zechsteinsalzes, die ein den Brandenburger Untergrund bis in mehr als 2 000 m Tiefe prägendes Element darstellen, ein intensiver, nach oben gerichteter Wärmefluss erzeugt (Schornsteineffekt), so dass im unteren Abschnitt geringere und im oberen Abschnitt höhere Temperaturen gegenüber der Umgebung herrschen. Am Beispiel der gut untersuchten Salzstöcke Kotzen (s. Abb. 4, aus BEER & HURTIG 1999) und Peckensen (ZIEGENHARDT, SCHÖN et al. 1980) wurde das eindrucksvoll belegt. Da die Temperaturerhöhung auch noch mehr als

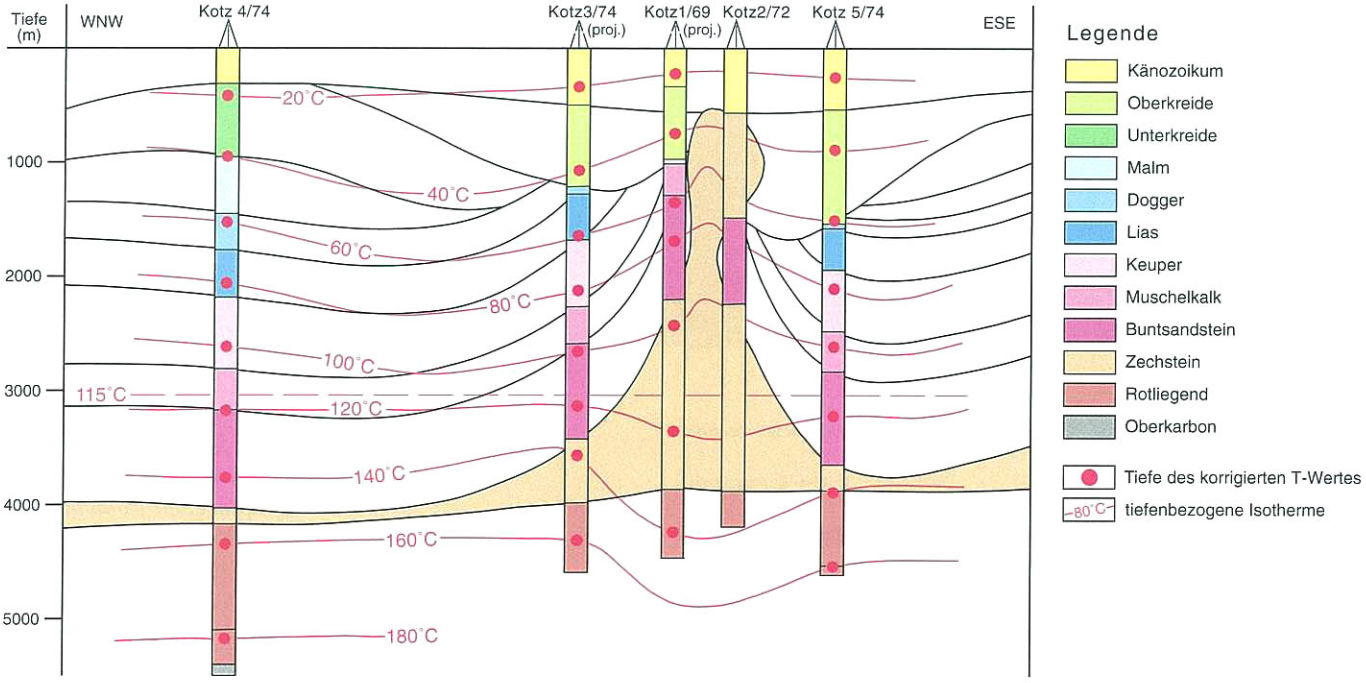


Abb. 4 *Temperaturverteilung im Bereich des Salzdiapirs Kotzen (aus BEER & HURTIG 1999, S. 61)*
Fig. 4 *Arrangement of temperature in the area of diapir Kotzen*

500 m oberhalb eines Salzstockes messbar ist, wurde auch der Verlauf der Zechsteinoberfläche in 2 500 m Tiefe (Beer 2000) zur Deutung und Konstruktion der Temperatur-Isolinien in 2 000 m Tiefe herangezogen.

Der Temperaturgradient von rund 3 °C pro 100 m Tiefe würde für 2000 m Tiefe rund 70 °C ergeben.
Generell ist in 2 000 m Tiefe eine regionale Zunahme der Temperatur von < 60 °C im Süden auf 80-90 °C im nördlichen Landesteil festzustellen, wofür die Zonierung des Tiefenbaus in großregionale strukturtektonische Elemente verantwortlich gemacht wird, ohne dass alle Ursachen geklärt sind.

Auffallend innerhalb der generellen Temperaturverteilung sind lokale und zonale Temperaturanomalien, insbesondere ein SW–NE streichendes Temperaturmaximum zwischen Brandenburg (Havel) und Prenzlau (Temperaturmaximum von Mittelbrandenburg–Uckermark), wo teilweise Temperaturen über 90 °C erreicht werden (Abb. 5).
Gesichert ist hierfür die deutliche Beziehung zum salinartektonischen Bau:
Temperaturmaxima sind an Salinarstrukturen mit hoher Mächtigkeit des mobilen oberen Zechsteins (Salzstöcke, Salzkissen) gebunden, Mächtigkeitsminima in Randsenkenbereichen begründen geringere Temperaturen.

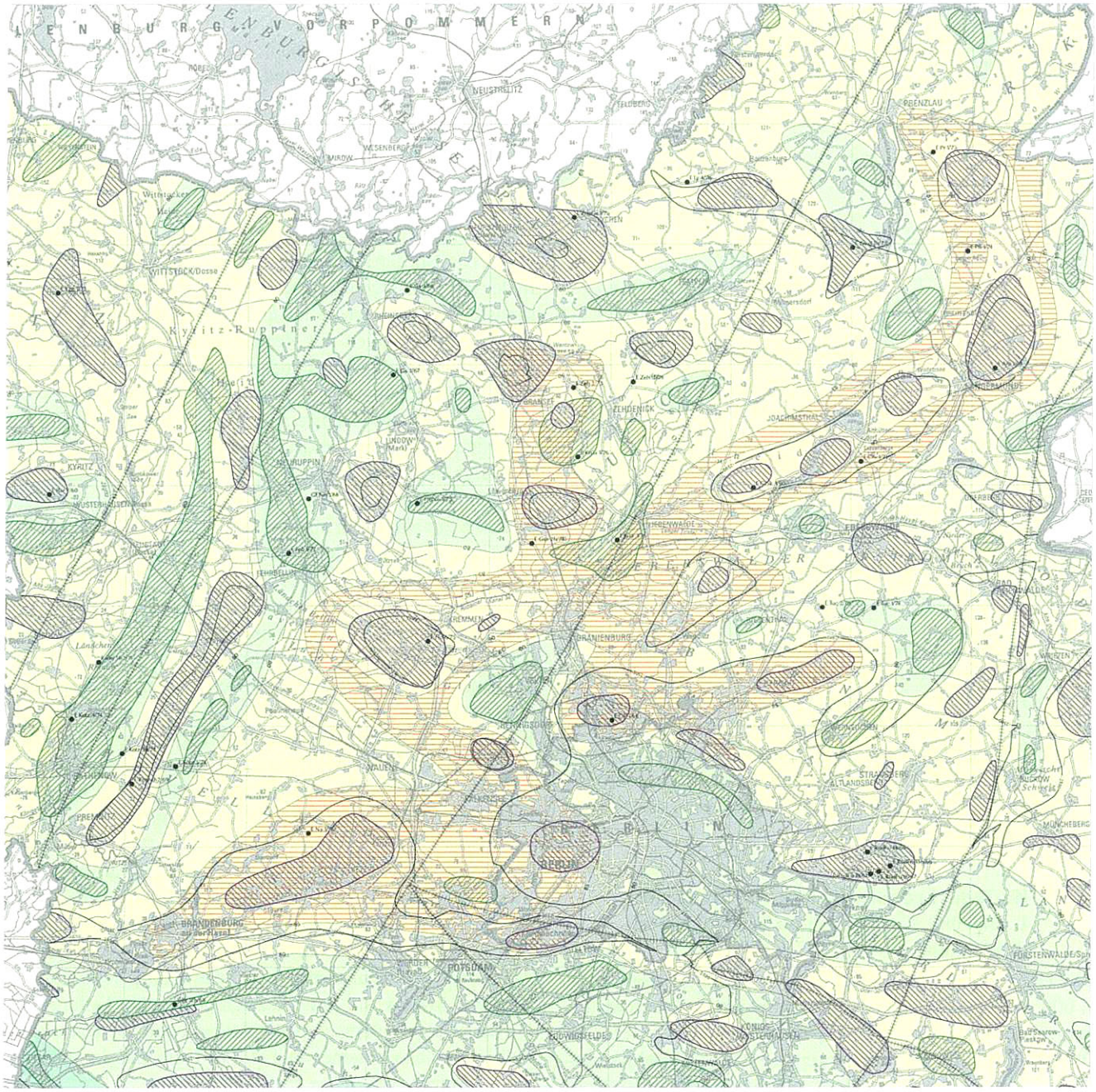
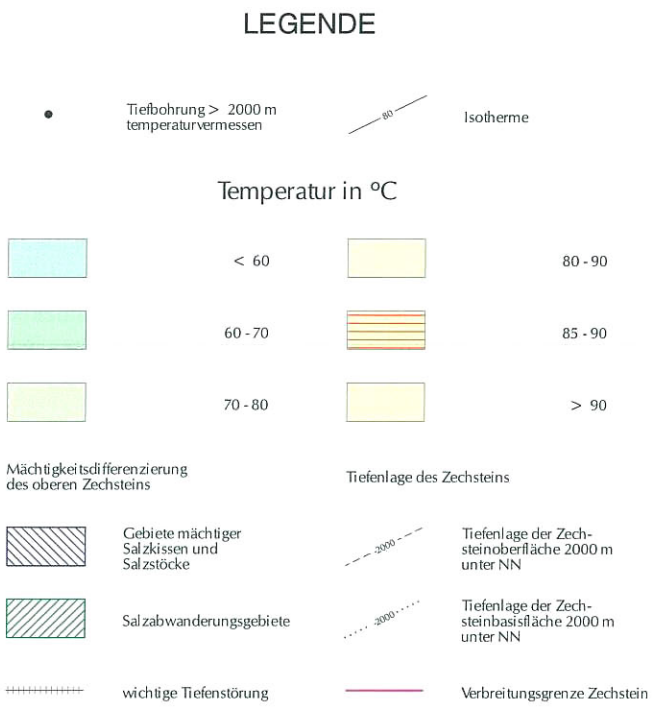


Abb. 5 *Salinarbedingtes Temperaturmaximum von Mittelbrandenburg-Uckermark in 2 000 m Tiefe*
Fig. 5 *Salt induced maximum of temperature in central Brandenburg and the Uckermark region at 2 000 m depth*



Legende zu Abb. 5
Legend of Fig. 5

Die Widerspiegelung der Salzmächtigkeiten in der Temperaturverteilung in der Karte ist unterschiedlich, da sich die einzelnen Mächtigkeitsanomalien quantitativ deutlich unterscheiden. Die hohe salinartektonische Intensität im Bereich der mesozoisch aktiven Störungszonen (Groß Köris–Merzdorf, Guben–Fürstenwalde) lässt eine verstärkte Temperaturdifferenzierung erwarten. Positive Temperaturanomalien (> 80 °C) im Südosten (Grenzbereich zu Polen) können vermutlich auf das hier mächtiger ausgebildete Werra-Steinsalz (z. T. einige 100 m) zurückgeführt werden.

Die zusätzlich eingetragenen Mächtigkeitsdifferenzierungen des oberen Zechsteins als Gebiete mächtigerer Salzkissen und -stöcke und Salzabwanderungsgebiete soll auf die Möglichkeit weiterer Temperaturdifferenzen hinweisen. Im Süden Brandenburgs liegt die ansteigende Zechsteinbasis dann jedoch oberhalb 2 000 m Tiefe; schließlich sind Zechsteinsedimente nicht mehr vorhanden und damit entfällt dieser Einfluss auf die Geotemperatur.

4. Karte der Erdwärme des Landes Brandenburg 1 : 300 000, Geotemperatur in 4 000 m Tiefe (KEW 4 000)

Die Darstellungen in der Karte zur Temperaturverteilung in 4 000 m Tiefe stützen sich auf kontinuierliche Temperaturmessungen in mehr als 30 Bohrungen bis mindestens 4 000 m Tiefe (s. Abb. 6) oder weniger repräsentative Einzelmessungen in Tiefbohrungen. Einbezogen wurden außerdem Bohrungen, die bis mindestens 3 500 m Tiefe vermessen sind und deren bei 4 000 m erwartete Temperatur extrapoliert wurde.

Im gesamten Süden und flächenhaft im Nordwesten existieren keine Bohrungen mit kontinuierlicher Temperaturmessung in diesem Tiefenbereich. Deshalb wurden gerade für diese Abschnitte Temperaturmessungen in Bohrungen mit größeren Extrapolationsdistanzen (bis mind. 200 m Tiefe) und auch Einzelvermessungen (Testarbeiten bzw. Maximaltemperaturen) berücksichtigt. Für den äußersten Süden (etwa ab einer Linie Belzig–Forst) sind selbst solche Daten nicht verfügbar; die Karte enthält in Anlehnung zur Geotemperatur in 200 m Tiefe hier begründet zu vermutende Temperaturen.

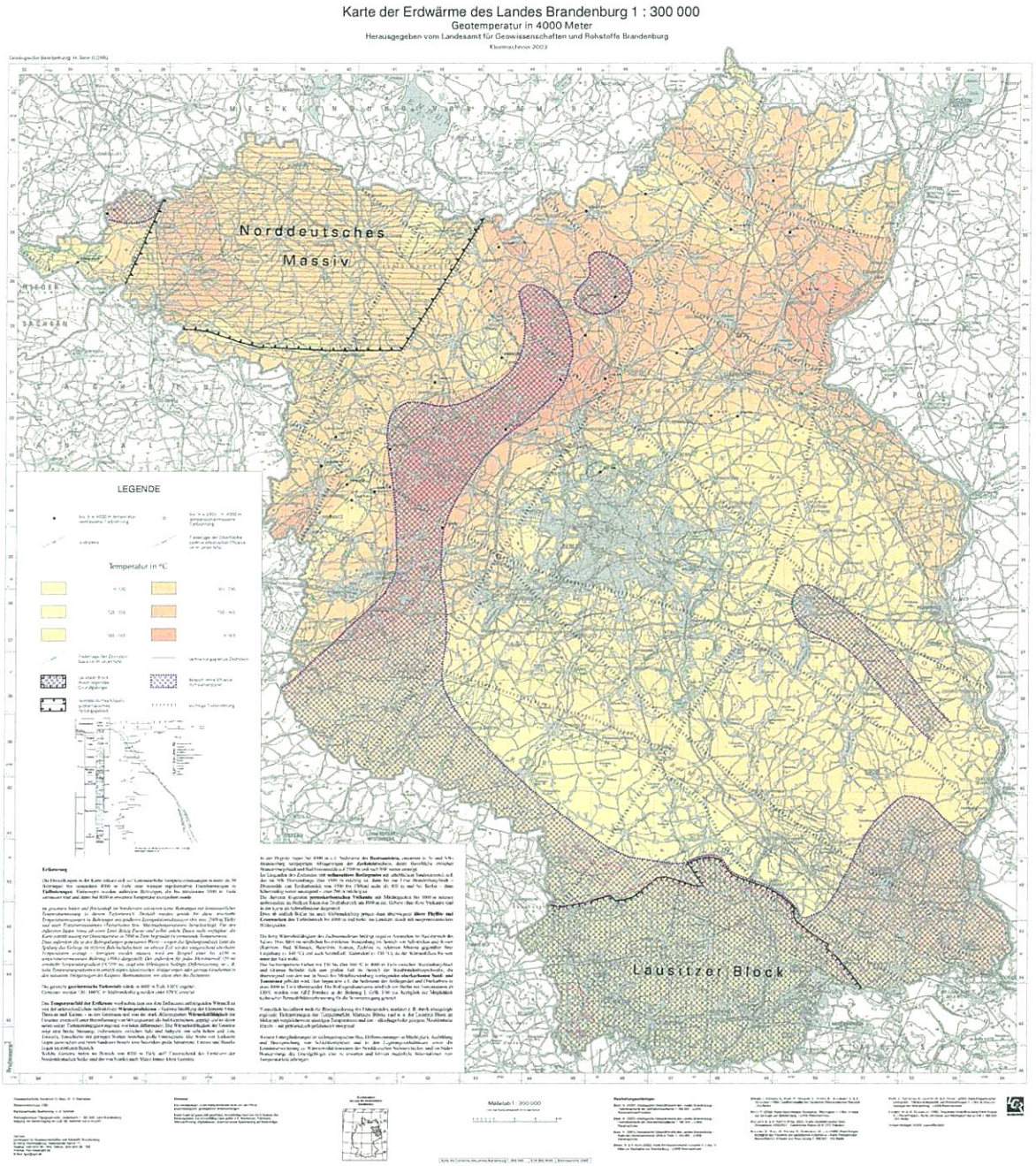
Die generelle geothermische Tiefenstufe würde in 4 000 m Tiefe ca.130 °C ergeben.
Gemessen wurden Temperaturen von 130 - 160 °C, in Südbrandenburg werden unter 120 °C erwartet (Abb. 6).

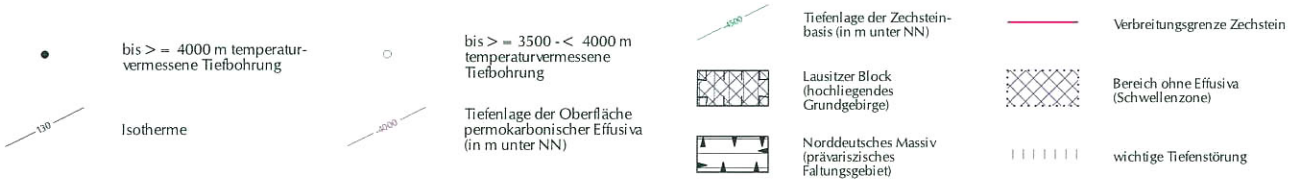
Während das Temperaturfeld in 2 000 m Tiefe offenbar sehr stark von der Ausbildung und Mächtigkeit der Zechsteinsalze geprägt wird, werden zur Erklärung der Temperaturverteilung in 4 000 m Tiefe weitere regionalgeologische und strukturelle Gesichtspunkte der lithologischen Senkenfüllung herangezogen.

Entsprechend dem Einfallen der Nordostdeutschen Senke treten von Norden nach Süden immer ältere Gesteine auf.
In der Prignitz liegen bei 4 000 m z. T. Sedimente des Buntsandsteins, ansonsten in N- und NW-Brandenburg salzgeprägte Ablagerungen des Zechsteinbeckens, deren Basisfläche zwischen Brandenburg (Havel) und Bad Freienwalde auf 3 500 m und nach SSE weiter ansteigt (BEER 2003).
Im Liegenden des Zechsteins tritt sedimentäres Rotliegendes mit erheblichem Sandsteinanteil auf, das im NW Brandenburgs über 1 500 m, dann – bis zur Linie Brandenburg (Havel)– Eberswalde (im Teufenbereich von 4 500 bis 3 500 m) – noch mehr als 400 m mächtig ist und in der Region Berlin, dann höhenmäßig weiter ansteigend, auf unter 200 m Mächtigkeit reduziert ist (HOTH 2002).
Die darunter folgenden permokarbonischen Vulkanite mit Mächtigkeiten bis 1 000 m nehmen insbesondere im Berliner Raum den Teufenbereich um 4 000 m ein. Gebiete ohne diese Vulkanite sind in der Karte als Schwellenzone dargestellt (BENEK & HOTH 2002).
Etwa ab südlich Berlin bis nach Südbrandenburg prägen dann überwiegend ältere Phyllite und Grauwacken den Tiefenbereich bis 4 000 m und tiefer, im Lausitzer Block mit neoproterozoischem Bildungsalter (vgl. KOPP, HOFFMANN et al. 2002).

Zweifellos ist die Blockgliederung des Untergrunds, markiert z. B. durch altangelegte regionale Tiefenstörungen, für das Temperaturfeld von wesentlicher Bedeutung. Markante Blöcke sind u. a. der Lausitzer Block im Süden mit vergleichsweise niedrigen Temperaturen und das tiefer gelegene Norddeutsche Massiv mit prävariszisch gefaltetem Untergrund. Differenzierte Untersuchungen der radioaktiven Wärmeproduktion in den Gesteinen in 4 000 m Tiefe und darunter liegen uns nicht vor.

Bezüglich der Wärmeleitfähigkeit von Sandstein wissen wir, dass einerseits der hohe Quarzgehalt und andererseits die





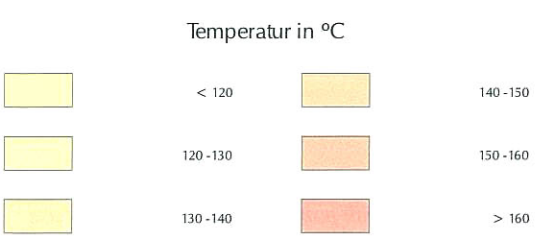


Abb. 6a
Karte der Erdwärme des Landes Brandenburg i. M. 1 : 300 000, Geotemperatur in 4 000 m Tiefe (KEW 4 000)
Abb. 6b Legende der KEW 4 000

Fig. 6a
Map of geothermy of Brandenburg 1 : 300 000, temperature of earth at 4 000 m depth (KEW 4 000)
Fig. 6b Legend of KEW 4 000

Füllung mit Sole höhere Werte in Nähe des Zechsteinsalzes erbringen (vgl. Abb. 2 und Pkt. 2). Ton, Tonstein und Tonschiefer weisen geringe Werte auf, die Wärmeleitfähigkeitswerte von Kalkstein liegen dazwischen.
Die hohe Wärmeleitfähigkeit des Zechsteinsalinars bedingt allerdings hier im Basisbereich des Salzes negative Anomalien. Dies führt im nördlichen bis mittleren Brandenburg im Bereich von Salzstöcken und -kissen (Rambow, Bad Wilsnack, Barenthin, Kotzen, Zechlin) zu relativen Minima gegenüber ihrer Umgebung (< 140 °C) und auch Schönfließ, Rüdersdorf (< 130 °C), da der Wärmeabfluss bis weit unter das Salz wirkt.

Das hochtemperierte Gebiet mit 150 bis über 160 °C in 4 000 m Tiefe zwischen Brandenburg (Havel) und Gransee befindet sich zum großen Teil im Bereich der Westbrandenburgschwelle, die überwiegend von den in Nord- bis Mittelbrandenburg vorliegenden karbonen Sand- und Tonsteinen gebildet wird (LINDERT & SCHIMANSKI 1990). Im 4 000 m Tiefenniveau erfolgt der stratigraphische Übergang von den karbonen Sand- und Tonsteinen zu den Rotliegendsedimenten. Die Rotliegendsandsteine nördlich von Berlin mit Temperaturen ab 130 °C werden vom GFZ Potsdam in der Bohrung E GrSk 3/90 u. a. bezüglich der Möglichkeit technischer Permeabilitätsverbesserung für die Stromerzeugung getestet (HUENGES & HUNTER 2002).

Weitere Untergliederungen im tiefengeologischen Bau, Differenzierungen in Mächtigkeit, Ausbildung und Beanspruchung von Schichtkomplexen und in den Lagerungsverhältnissen sowie die Kenntniserweiterung zu Wärmeproduktionsraten des Norddeutschen Sedimentbeckens und des Grundgebirges im Süden Brandenburgs sind zu erwarten und können zusätzliche Informationen zum Temperaturfeld erbringen.

5. Karte der Erdwärme des Landes Brandenburg 1 : 300 000, Geotemperatur an der Liasbasis (KEW Lias 300)

Hier wird die Temperaturverteilung an der Liasbasis und damit innerhalb des Lias/Rät-Komplexes als wichtigstem Thermalsolehorizont Brandenburgs dargestellt. Der 400 - 500 m mächtige Lias/Rät-Komplex besteht aus Sandsteinen mit zwischenlagernden Silt- und Tonsteinen und enthält nutzbare Aquifere in folgenden stratigraphischen Niveaus:

- z. T. Pliensbach (insbesondere im W, ca. 70 m mächtig, nach E abnehmend)

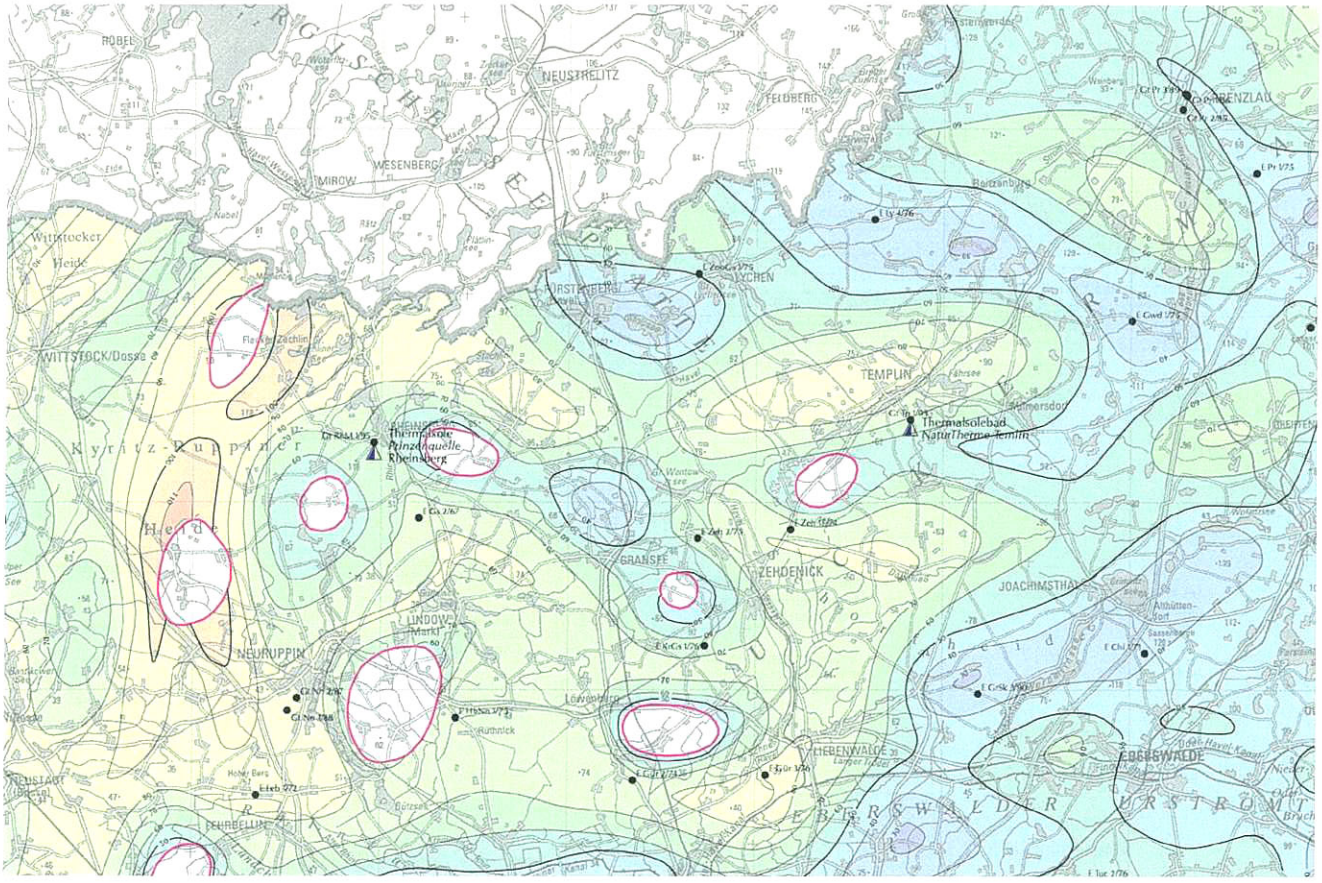


Abb. 7
Ausschnitt aus der Karte der Erdwärme des Landes Brandenburg 1 : 300 000, Geotemperatur an der Liasbasisfläche, mit Thermalsole-Nutzungsstandorten
Fig. 7
A part of geothermy map of Brandenburg 1 : 300 000, temperature of earth at the base of Lias, with points of thermal salt water use

Legende zu Abbildung 7
Legend of figure 7

- Hettang-Untersinemur (wechselhafte Ausbildung, Sandsteinpakete ca. 10-20 m, lokal > 50 m, generelle Abnahme von E nach W und N nach S)
- Rät (begrenzte und stark wechselnde Verbreitung des Contorta-Sandsteins, lokal > 10 m mächtig, und
- des Oberen Postera-Sandsteins, (< 10 m mächtig).

In Verbindung mit guter Speicherqualität der Sandsteine (Mächtigkeit, Porosität, Zuflussrate) sind die hochtemperierten Solen dieser Aquifere besonders für die wärmeenergetische Nutzung (Heizwärme) geeignet.
Die Temperaturverteilung wird abgeleitet aus Temperaturmessungen in Tiefbohrungen (kontinuierliche über das erbohrte Profil gemessene oder bei Zuflusstesten ermittelte Temperaturwerte). Für den Bereich der Liasbasis stehen mehr als 50 Bohrungen mit Temperaturdaten zur Verfügung. Die gemessenen Temperaturen werden entsprechend ihrer Beeinflussung durch den Bohrprozess näherungsweise korrigiert.
Da die Liasbasis in Brandenburg vom Südrand der Verbreitung der Liassandsteine bei 200 m unter NN nach Nordwesten auf mehr als 2 500 m unter NN einfällt, steigt die Temperatur hier von unter 20 °C im Süden auf über 100 °C im Nordwesten an. Flächenhaft geringe Temperaturen von < 40 °C treten somit im Südostteil des Verbreitungsgebiets, flächenhaft höhere Temperaturen von > 80 °C im Nordwesten des Landes auf.

Infolge von Zechsteinsalzaufwölbungen mit Randsenken im Untergrund ist jedoch die Liasbasisfläche lokal enorm differenziert. Salzkissen und Salzstöcke bilden Hochlagen bis über 1 000 m Höhenunterschied. Über den Aufwölbungen können die Lias/Rät-Gesteine dann auch völlig fehlen. Randsenken um die Salzstockaufwölbungen weisen die höchsten Temperaturen auf; in der Randsenke des Salzstockes Netzeband ist mit über 110 °C zu rechnen.

Aquifere des Hettang-Untersinemur werden bereits balneologisch in den Thermalbädern Bad Saarow und Templin (Abb. 7), ebenso der Postera-Sandstein in Bad Wilsnack sowie der Contorta-Sandstein des Rät in Belzig (geplant Rheinsberg) mit Aquifertemperaturen bis 67 °C genutzt. Für die balneologische Nutzung reichen schon geringe Temperaturen (Thermalsole > 20 °C) und niedrige Förderleistungen aus.
Sandsteine des Hettang-Untersinemurs waren auch kurzzeitig (1988-1990) Träger einer Wärmeversorgung von Gebäuden in Prenzlau, die aus technischen Gründen eingestellt wurde.
Das wärmeenergetische Potenzial der Lias/Rät-Gesteine Brandenburgs ist vor allem im NW des Landes bei weitem noch nicht ausgeschöpft.

Mit der Tiefenlinienkarte der Liasbasisfläche (Beer 2003b) und der Karte der Temperaturverteilung kann ein potenzieller Nutzer die etwa erforderliche Bohrtiefe und die zu erwartende Temperatur ersehen. Die unterschiedliche Ausbildung der Aquifere erfordert natürlich zusätzlich lokale Bewertungen, die mittels der Unterlagen und Kenntnisse des LGRB eingeholt werden können. Günstige infrastrukturelle Anbindung (Standortnähe der Nutzer) ist generell die Voraussetzung zur Nutzbarmachung von Erdwärme im Temperaturbereich bis etwa 120 °C. Erst höhere Temperaturen ermöglichen die Erzeugung von marktfähigem elektrischem Strom (s. Punkt 4.).

Zusammenfassung

Drei Erdwärmekarten des Landesamtes für Geowissenschaften und Rohstoffe im Maßstab 1 : 300 000 werden vorgestellt. Sie enthalten Darstellungen mit Erläuterungen über die Temperaturen für die Tiefenniveaus in 2 000 m und 4 000 m unter NN und an der Basis der Lias-Formation mit in Brandenburg zur hydrothermalen Erdwärmegewinnung besonders geeigneten Sandsteinen.

Summary

The authors describe three geothermal maps of the Geological Survey of Brandenburg in the scale 1 : 300 000. The temperature at 2 000 and 4 000 m below sea line as well as at the base of Lias-Formation, one of the most interesting geothermal horizons of Brandenburg, were represented.

Literatur

Beer, H. (1996): Temperaturmessung in Tiefbohrungen – Repräsentanz und Möglichkeit einer näherungsweisen Korrektur. - Brandenburgische geowiss. Beitr. **3**, 1, S. 28-34, Kleinmachnow

BEER, H. (2000): Geologische Übersichtskarte des Landes Brandenburg – Tiefenlinienkarte der Zechsteinoberfläche 1 : 300 000. - LGRB, Kleinmachnow

BEER, H. (2003a): Geologische Übersichtskarte des Landes Brandenburg – Tiefenlinienkarte der Zechsteinbasisfläche 1 : 300 000. - LGRB, Kleinmachnow

BEER, H. (2003b): Geologische Übersichtskarte des Landes Brandenburg, Tiefenlinienkarte der Liasbasisfläche 1 : 300 000. - LGRB, Kleinmachnow

BEER, H. (2003c): Karte der Erdwärme des Landes Brandenburg 1 : 300 000, Geotemperatur in 2 000 m Tiefe. - LGRB, Kleinmachnow

BEER, H. (2003d): Karte der Erdwärme des Landes Brandenburg 1 : 300 000, Geotemperatur in 4 000 m Tiefe. - LGRB, Kleinmachnow

BEER, H. (2003e): Karte der Erdwärme des Landes Brandenburg 1 : 300 000, Geotemperatur an der Liasbasisfläche. - LGRB, Kleinmachnow

BEER, H. & E. HURTIG (1999): Das geothermische Feld in Brandenburg. - Brandenburg. geowiss. Beitr. **6**, 1, S.57-68, Kleinmachnow

BEER, H. & V. MANHENKE (2001): Erdwärme- und Thermalsolenutzung in Ostbrandenburg. - Z. geol. Wiss. **29**, S. 211-222, Berlin

BENDER, F. (Hrsg.) (1985): Angewandte Geowissenschaften Bd. 2. – Methoden der angewandten Geophysik und mathematische Verfahren in den Geowissenschaften. - 766 S., Stuttgart

BENEK, R. & P. HOTH (2002): Karte Permokarbonische Vulkanite 1 : 1 Mio - In Atlas zur Geologie von Brandenburg, S. 77, LGRB, Kleinmachnow

DIENER, I., KATZUNG, G., KÜHN, P., OELSNER, C., HURTIG, E., SCHNEIDER, H. & J. ZSCHERNIG (1984): Geothermieatlas der Deutschen Demokratischen Republik. - ZGI, Berlin

DIENER, I., WORMBS, J. et al. (1988-1992): Abschlußberichte Geothermische Ressourcen im Nordteil der DDR 1 : 200 000. - ZGI Berlin

HOTH, P. (2002): Karte Sedimentäres Rotliegend - Mächtigkeit 1 : 1 Mio . - In: Atlas zur Geologie von Brandenburg. - S. 75, LGRB, Kleinmachnow

HUENGES, E. & S. HURTER (Hrsg.) (2002): In-situ Geothermielabor Groß Schönebeck 2000/2001. - Geothermie Report 02-1, 190 S., GFZ, Potsdam

HURTIG, E., CERNAK, V., HAENEL, R. & V. ZUI (Eds.) (1991): Geothermal Atlas of Europa. - 156 S., Gotha

KARL, R., MANTHEY, W. & K. SCHUSTER (1965): Gesteinsphysikalische Parameter, Schallgeschwindigkeit, Wärmeleitfähigkeit. - Freiberger F.H. **C 197**, 76 S., Leipzig

KATZUNG, G., ROST, W., FRANKE, D. & W. SCHIMANSKI (1980): Erdöl-Erdgas-Höffigkeit des Präperms der variszischen Außenzone. - Karte Perspektivität Devon/Karbon, Kriterien und Rayonierung 1 : 500 000. - ZGI, Berlin (unveröff.)

KOPP, J., HOFFMANN, N., LINDERT, W. & D. FRANKE (2002): Karte Präpermischer Untergrund - Tektonostratigraphie und Bruchstörungen 1 : 1 Mio . - In: Atlas zur Geologie von Brandenburg. - LGRB, S. 81, Kleinmachnow

LINDERT, W. & W. SCHIMANSKI (1990): Regionale Vorlaufforschung zur Erdgasprognose IV – Perm/Präperm, Karte Lithofazies und Mächtigkeit Namur A/B 1 : 500 000. - ZGI Berlin/EEG Gommern (unveröff.)

MANHENKE, V. (1999): Überblick über das Geopotenzial des Landes Brandenburg. - Brandenburg. geowiss. Beitr. **6**, 1, S. 5-20, Kleinmachnow

MANHENKE, V., ECKHARDT, G. & W. ROCKEL (1999): Thermalsolebrunnen im Land Brandenburg. - Brandenburg. geowiss. Beitr. **6**, 1, S. 69-78, Kleinmachnow

RUMMEL, F. & O. KAPPELMEYER (Hrsg.) (1993): Erdwärme, Energieträger der Zukunft? Fakten – Forschung – Zukunft. - 98 S., Karlsruhe

SCHWAB, G., STACKEBRANDT, W., MANHENKE, V., BEER, H., ECKHARDT, G. & B. RECHLIN (1993): Geologische Voraussetzungen für die Nutzung von Thermal- und Mineralwässern im Land Brandenburg. - LGRB, 58 S., Kleinmachnow (unveröff.)

STACKEBRANDT, W. & V. MANHENKE (Hrsg.) (2002): Atlas zur Geologie von Brandenburg. - LGRB, 2. Aufl., 142 S., 43 Karten, Kleinmachnow

ZIEGENHARDT, W., SCHÖN, M. & W. GILCH (1980): Einige Ergebnisse der strukturgeologischen Erkundung von Untergrundspeichern. - Z. angew. Geol. **26**, S. 165-171, Berlin

Anschrift der Autoren:

Dr. Volker Manhenke
Landesamt für Bergbau, Geologie
und Rohstoffe Brandenburg
Bereich Geologie
Stahnsdorfer Damm 77
14532 Kleinmachnow

Dipl.-Geol. Horst Beer
Eulenkamp 15A
14480 Potsdam

Mitteilung aus dem Landesamt No. 177