Das Geothermieprojekt Schwerin–Lankow

Im Dezember 2018 wurde die Endteufe der Geothermiebohrung Gt Schwerin 6/17 erreicht. In 1.249 m Tiefe konnte ein Speicher mit 45 m Mächtigkeit und hervorragenden hydraulischen Eigenschaften erschlossen werden. Dargestellt wird der bisherige Projektablauf – von der Vorstudie über die seismischen Untersuchungen, die Bohrarbeiten bis hin zum abschließenden hydraulischen Test der Bohrung in Schwerin, mit einem Ausblick auf die weiteren Projektschritte.



Das Norddeutsche Becken (NDB) ist die flächenmäßig größte der drei geothermischen Hauptregionen Deutschlands. Bereits Mitte der 1980er-Jahre wurden hier die ersten geothermischen Anlagen in Deutschland errichtet. So ging das geothermische Heizwerk in Waren 1986 in Betrieb und produziert bis heute 64 °C warmes Wasser aus ca. 1.400 m Tiefe. Im Jahr 1987 kam die geothermische Heizzentrale in Neubrandenburg dazu. Hier wird 54 °C warmes Wasser aus ca. 1.250 m Tiefe gefördert. Nach technischen Problemen wurde die Anlage 1998 außer Betrieb genommen und zu einem Wärmespeicher umgebaut, welcher seit 2004 läuft. Die geothermische Heizzentrale in Neustadt-Glewe wurde 1995 in Betrieb genommen und 2005/06 temporär um eine ORC-Stromerzeugungsanlage ergänzt. Hier wird aus einer Tiefe von ca. 2.200 m Thermalwasser mit einer Temperatur von 97 °C gefördert. Die jüngste errichtete Anlage ist der Wärmespeicher am Reichstagsgebäude in Berlin, welcher die Parlamentsbauten mit Wärme versorgt. Der Aquifer befindet sich in etwa 300 m Tiefe und führt Schichtwasser mit einer Temperatur von 20 °C.

Des Weiteren wurden in den 1980er-Jahren Geothermiebohrungen in Stralsund, Karlshagen, Prenzlau, Neuruppin und Schwerin abgeteuft. Im Zuge der deutschen Wiedervereinigung hatte man diese Projekte jedoch nie fertiggestellt. Seither sind einige wenige balneologisch genutzte Bohrungen errichtet worden und eine der Prenzlauer Bohrungen wurde zu einer tiefen Erdwärmesonde umgebaut. Im Jahre 1997 wurde eine Erdölbohrung in Hamburg-Allermöhe vertieft, um diese geothermisch zu nutzen. Es zeigte sich jedoch, dass der ca. 3.300 m tiefe Sandstein aufgrund intensiver Anhydrit-Porenraum-Zementation keine ausreichende Durchlässigkeit für eine geothermische Nutzung aufwies.

Für eine weitere geothermische Entwicklung bestanden vor allem zwei Hemmnisse: (1) das Fündigkeitsrisiko und (2) das fehlende Abnehmerpotenzial an den Orten, an denen geeignete Aquifere bekannt waren. Ein Problem bezüglich des Abnehmerpotenzials ist immer auch die Verfügbarkeit geeigneter "freier" Wärmenetze. Aktuell existieren einige Förderprogramme, welche die Kosten eines Netzumbaus teilweise abfangen. Zur Minimierung des Fündigkeitsrisikos werden seit 2011 Forschungsprojekte der Geothermie Neubrandenburg GmbH (GTN) in Zusammenarbeit mit der TU Bergakademie Freiberg bzw. seit 2015 mit der Universität Göttingen durchgeführt. Im BMWigeförderten Projekt "Sandsteinfazies" (Laufzeit: 2011 bis 2014) wurden die Sandsteine des Keupers sowie des Mittleren Juras intensiv bearbeitet (Abb. 1, Reservoir 2, 3 und 5). Mit dem BMWi-geförderten Projekt "GeoPoNDD" (Laufzeit: 2015 bis 2019) wurde die Sandsteine des Mittleren Buntsandsteins, Unteren Juras und der Unterkreide bearbeitet (Abb. 1, Reservoir 1, 4 und 6).

Die Anfänge in Schwerin

Bereits 2011 wurde GTN durch die Stadtwerke Schwerin GmbH beauftragt, für die im östlichen Teil der Stadt gelegenen "Waisenhausgärten" eine Kenntnisstandanalyse zu erstellen, welche die geologischen Möglichkeiten der geothermalen Wärmenutzung aus tiefen Aquiferen untersuchen sollte. Es zeigte sich, dass mit Sicherheit mehrere Sandsteinspeicherhorizonte am Standort zu erwarten waren. Aufgrund der lokalen Geologie (vor allem die strukturelle Lage zwischen zwei Salzstöcken) gab es jedoch noch Unsicherheiten hinsichtlich der Tiefenlage und Mächtigkeit der Speicher. Nutzungsmöglichkeiten wurden für den Komplex Rhät/Lias und den Schilfsandstein identifiziert.

Im nächsten Schritt erarbeitete GTN im Jahr 2014 jeweils Machbarkeitsstudien für die Speicher im Eozän, Hettang und Rhät. Gegenstand waren technische Konzepte für die Thermalsolekreisläufe, die Möglichkeit der Integration in Erzeugerund Abnehmeranlagen, eine Modellierung von hydro- und thermodynamischen Prozessen im tiefen Untergrund, energetische Effekte und Betrachtungen zu Investitionen und Wirtschaftlichkeit.

2015 folgte die Ausarbeitung einer weiteren Machbarkeitsstudie für einen Ausweichstandort in Schwerin-Lankow im



Abb. 1 – Geothermische Hauptreservoire in Norddeutschland

westlichen Schwerin. In dieser Studie kam zum ersten Mal ein neues Erkundungskartenwerk zum Einsatz, das in den oben genannten Forschungsprojekten entwickelt wurde und durch das eine Eignung des Standortes Schwerin-Lankow nachgewiesen werden konnte. Aufgrund der Ergebnisse wurde die Exter-Formation mit dem Postera-Sandstein als Hauptreservoir und dem Contorta-Sandstein als Ausweichhorizont ausgewählt. thermische Kartenwerk in mehreren Kartenblättern im Maßstab 1:200.000 entwickelt [2]. Im Projekt geotIS (www. geotis.de) wurden von 2004 bis 2007 die geothermisch relevanten Daten des NDB zusammengestellt [2–6]. Dabei handelte es sich neben den Strukturkarten (Tiefenlage, Störungen, Salzstrukturen und Temperaturgradienten) auch um Karten der kumulativen Mächtigkeit der einzelnen potenziellen Aquifere und deren hydrau-

Als geothermische Reservoire kommen im NDB vor allem die mesozoischen Sandsteine infrage.

Ein Faziesmodell für das NDB

Als geothermische Reservoire kommen im NDB vor allem die mesozoischen Sandsteine infrage (Trias, Jura und Kreide, Abb. 1). Basis aller bis 2015 verfügbaren Karten war das Reflexionsseismische Kartenwerk [1], welches seit 1991 zur Verfügung stand. Parallel und darauf aufbauend wurde von 1988 bis 1992 das geolische Daten (Porosität, Permeabilität). Ein Problem dieser kumulativen Mächtigkeiten ist jedoch immer die Frage, auf wie viele Horizonte mit welchen effektiven Mächtigkeiten sich diese verteilen. Im Fall von Schwerin weist die Mächtigkeitskarte für den ausgewählten Rhät-Lias-Aquiferkomplex 50 bis 100 m kumulierte Sandsteinmächtigkeit aus. Für eine geothermische Nutzung sind effektive Sandsteinmächtigkeiten von mehr als 20 m wertvoll. Schwerin galt somit zunächst als potenziell geeigneter Standort, es musste jedoch die Existenz von mindestens einem Horizont mit einer effektiven Mächtigkeit von mindestens 20 m nachgewiesen werden. Allerdings war die Lokalisierung eines konkreten Reservoirs auf Grundlage der vorhandenen Mächtigkeitskarte nicht möglich.

Im Rahmen der Projekte "Sandsteinfazies" und "GeoPoNDD" wurde ein neuer Ansatz verfolgt, der die einzelnen Geothermiehorizonte entsprechend ihrer Ablagerungsräume (Fazies) getrennt voneinander untersucht. So sind beispielsweise für das Rhät drei und den Lias sechs Reservoirhorizonte einzeln kartierbar, in welchen jeweils potenziell nutzbare Sandsteine vorkommen können. Für Schwerin bedeutet dies, dass für den Rhät-Lias-Aquiferkomplex, der zuvor in einer Karte zusammengefasst wurde, nun neun Reservoirhorizonte unterschieden und hochauflösend dargestellt werden. Damit ermöglicht dieses Erkundungskartenwerk eine detaillierte Standortprognose. Die Mächtigkeit und Lage der einzelnen Sandsteine sowie die Prognose der hydraulischen Parameter ist in [7] und [8] zusammengefasst. Wie im Folgenden gezeigt wird, konnte für den Standort Schwerin-



Abb. 2 – Faziesmodell eines flussdominierten Deltas

Lankow eine positive Standortprognose aufgrund des neuartigen Erkundungskartenwerks erfolgen.

Der Ablagerungsraum der mesozoischen Sandsteine ist überwiegend ein flussdominiertes Delta, wie es in Abbildung 2 stark schematisch dargestellt ist. Die Flussbildungen durchschneiden die tonig-siltigen Ablagerungen der Delta-Ebene und entwässern am Ende in den Ozean. Je nach Meeresspiegelstand verlagern sich die Rinnenkörper und die zugehörigen Ablagerungsbereiche (Mündungsbarren etc.). Eine Gliederung der geologischen Ablagerungen hinsichtlich dieser Meeresspiegelschwankungen ist mithilfe der Sequenzstratigraphie möglich. Hydraulisch geeignete Sandsteine finden sich vor allem in den Verteilerrinnen, den Mündungsbarren und Küstensanden (Abb. 2: Faziesbereiche 2, 4 und 7). Saisonal treten die Flüsse über ihre Deiche hinaus und lagern Schichtsande ab, wobei mit zunehmender Entfernung von der Flussrinne eine Verfeinerung der Sedimente zu verzeichnen ist. Proximale (rinnennahe) Schichtsande können noch zur geothermischen Nutzung geeignet sein, wohingegen dis-



Abb. 3 – Fazieskarte der Unteren Exter-Formation III, roter Stern: Standort Heizwerk Schwerin-Lankow

tale (rinnenferne) Schichtsande eher ungeeignet sind. Im Rahmen der Projekte "Sandsteinfazies" und "GeoPoNND" wurden die Ablagerungsräume der relevanten "Sequenzen" der geothermischen Hauptaquifere kartographisch erfasst.

Die Exter-Formation als Zielhorizont

Die Exter-Formation ist die einzige Formation des Oberkeupers, welcher historisch auch als Rhät bzw. Rhätkeuper bezeichnet wurde und heute häufig auch noch so benannt wird. Die Exter-Formation gliedert sich nach [9] in die Untere Exter-Formation (Rinteln-Subformation nach DSK 2005, Postera-Sandstein) und die Obere Exter-Formation (Oeynhausen- und Vahlbruch-Subformationen, Contorta-Sandstein, Mittelrhäthauptsandstein).

Die sedimentologisch-fazielle Bearbeitung ergab im NDB für die Untere Exter-Formation einen zweigeteilten Ablagerungsraum mit flachmarinen Verhältnissen im westlichen Teilbecken und fluviatil-terrestrischen Verhältnissen im östlichen Teilbecken. In der Oberen Exter-Formation breiteten sich der flachmarine Ablagerungsraum bis in das östliche Teilbecken aus, wodurch sich dort eine weitgespannte Deltaebene ausbildete.

Der Standort Schwerin-Lankow nimmt in der Unteren Exter-Formation eine distale Position auf einer weitgespannten Schwemmenebene ein, die von fluviatilen Schwemmfächern abgesetzt wurde. In der Unteren Exter Formation III liegt der Standort genau im Bereich einer fluviatilen Verteilerrinne, in der Sandsteinmächtigkeiten von 20 bis 30 m zu erwarten sind (Abb. 3). Das analoge Modell der Exter-Formation ist in [8] sowie [10–12] veröffentlicht.

Die Planungsparameter für die Bohrung Gt Schwerin 6/17 ergaben sich aus der geologischen Kenntnisstandsanalyse für Schwerin-Lankow. Für die Untere Exter-Formation (Postera-Sandstein) wurde ein durchgehender Sandstein mit einer Mächtigkeit von 25 bis 40 m in einer Tiefe (Oberkante) von 1.260 m erwartet, in dem Thermalwässer mit einer Mineralisation von 130 g/l und einer Temperatur von



Abb. 4 - Google Earth-Satellitenbild mit der Lage der 2D-seismischen Linien und der relevanten Bohrungen

52 °C zirkulieren. Die mittlere Permeabilität des Reservoirs von 750 mD und der damit verbundene Produktivitätsindex von ca. 100 m³/($h \cdot MPa$) wurden wiederum aufgrund der umliegenden Bohrungen prognostiziert. Für die Obere Exter-Formation (Contorta-Schichten) wurde ein durchgehender Sandstein mit einer Mächtigkeit von 25 m in einer Tiefe (Oberkante) von 1.220 m erwartet, in dem Thermalwässer mit einer Mineralisation von 120 g/l und einer Temperatur von 50 °C zirkulieren. In Anlehnung an die bekannten Permeabilitäten umgebender Standorte [5] wurde eine mittlere Permeabilität von 250 mD und somit ein Produktivitätsindex von ca. 50 m³/($h \cdot MPa$) vorhergesagt.

2D-seismische Erkundung

Im Jahr 2016 wurden in Vorbereitung auf die Bohrung Gt Schwerin 6/17 2D-seismische Messungen durchgeführt. Die Interpretation nahm die DMT GmbH & Co. KG in Zusammenarbeit mit GTN vor. Primäres Ziel war die Teufenbestimmung der Zielhorizonte. Für die Zeit-Tiefen-Wandlung wurden die 2D-seismischen Linien an die Bohrungen Groß Welzin 101/61 bzw. E Schwerin 1/87 angebunden, welche sich beide am westlichen Rand des Untersuchungsgebiets befinden (Abb. 4). Innerhalb des seismischen Messgebiets waren keine geeigneten Bohrungen vorhanden. Für die Anbindung der Seismik an die Bohrung E Schwerin 1/87 wurde ein Well Tie mittels eines synthetischen Seismogramms verwendet. Hierfür werden Sonic Log und Dichtelog aus bohrlochgeophysikalischen Messungen mit einem sogenannten seismischen Wavelet konvuliert und das resultierende synthetische Seismogramm mit den tatsächlich gemessenen seismischen Daten verglichen. Charakteristische Reflektionsmuster werden miteinander korreliert und aus dieser Korrelation ein Geschwindigkeitsmodell entwickelt, mit dessen Hilfe sich die seismischen Daten aus der Zeitdomäne in die Tiefendomäne umrechnen lassen.

Bedingt durch die randliche Lage der verwendeten Bohrungen kam es zu einem nicht unerheblichen Teufenfehler für das Vorprofil der im Jahr 2018 fertiggestellten Geothermiebohrung Gt Schwerin 6/17 von > 50 m. Da die Gt Schwerin 6/17 mittig im seismischen Messgebiet liegt, konnte diese für ein verbessertes Zeit-Tiefen-Modell verwendet werden, welches als Grundlage für das Vorprofil der geplanten Injektionsbohrung gilt.

Es wurde versucht, die Faziesinterpretation aus "Sandsteinfazies" und

BGI Beratende GeoIngenieure GbR Dipl.-Geologen Dr. H. Mainardy & B. Schäfers

Hydrogeologie und Umwelt

Greisingstraße 8 97074 Würzburg *Tel.: 0931 / 887059 Fax: 0931 / 887026*



Abb. 5 – Schrägansicht des Seismikmodells Schwerin mit der Lage der 2D-seismischen Linien, der Bohrung Gt Schwerin 6/17 und der interpretierten Rinnenfazies. Die 2D-Linien SWN 1601 und SWN 1603 sind exemplarisch als tiefengewandelte Sektionen gezeigt. Die Mächtigkeitsvariationen der Reflektoren im Bereich der Exter-Formation sind farbkodiert bei etwa 1.200 m Tiefe dargestellt. Erläuterungen im Text.



Abb. 6 – Ausbau und Geologie der Bohrung Gt Schwerin 6/17

"GeoPoNND" in der Seismik zu verifizieren und gegebenenfalls zu modifizieren. Hierfür gibt es Standardverfahren aus der Kohlenwasserstoffexploration, sogenannte seismische Attribute. Diese konnten jedoch nicht angewandt werden, da sie im Wesentlichen für 3D-seismische Daten entwickelt wurden und nur bedingt auf 2D-Daten übertragbar sind. Außerdem konnten die seismischen Messungen innerhalb des Schweriner Stadtgebiets aus genehmigungsrechtlichen Gründen nur mit geringer Energie angeregt werden, sodass dort mit reduzierter Datengualität umgegangen werden musste. Gute Ergebnisse lieferte ein Ansatz, bei dem die Mächtigkeit des Reflekorbandes untersucht wurde, welches die Exter-Formation einfasst. So konnte im Bereich der vermuteten Rinnenfazies eine deutliche Zunahme der Reflektormächtigkeiten von ca. 135 m (türkis) auf ca. 165 m (gelb) festgestellt werden (Abb. 5).

Die erste Bohrung

Die Bohrung Gt Schwerin 6/17 ist die geplante Förderbohrung der geothermischen Dublette und wurde als saigere Bohrung ausgeführt (Abb. 6). Während des Bohrplatzbaus wurde bei 15 m ein 26 5/8" Hilfsstandrohr gesetzt und das 18 5/8" Standrohr bei 51 m eingebaut. Der erste Bohrabschnitt (17 1/2") reichte bis ins Eozän (578,0 m). Mit der 13 3/8" Ankerrohrtour konnte der kritische Rupelton gesichert werden. Anschließend wurde bis 1.234 m im Profil 12 1/4" gebohrt und dabei der Hettang-Sandstein sowie der Ausweichhorizont Contorta-Sandstein gekernt. Bis zur Endteufe von 1.296 m wurde mit einem Durchmesser von 8 1/2" gebohrt, wobei der Postera-Sandstein komplett durchteuft und gekernt wurde. Insgesamt wurden zwischen ca. 1.103 m und 1.286 m Bohrkerne aus acht Kernmärschen gewonnen. Dabei konnte in Summe 87,8 m Kern geborgen werden. Aufgrund der vorliegenden Kerne wurde die Absetzteufe des Liners sehr genau an die Geologie angepasst. Das Bohrloch wurde bis zur Absetzteufe auf 12 1/4" erweitert und der 9 5/8" Liner mittels Liner-Hanger genau am Top des Speichers bei 1.253 m eingebaut. Im Speicherbereich unterschnitt man das Bohrloch zwischen 1.254 m und 1.284 m auf 15". Anschließend wurde die Filterkonstruktion eingebaut, wobei zwischen 1.251 und 1.281 m der Wickeldrahtfilter (Schlitzweite 0,5 mm) gesetzt und anschließend mit 16/20 US mesh Filterkies verkiest wurde. Die Bohrung wurde final noch mit einer Schutzrohrtour bis 1.204 m



Abb. 7 – Das Reservoir mit wesentlichen hydraulischen Kenndaten

komplettiert und der Ringraum zwischen Verrohrung und Schutzrohrtour mit einer Schutzflüssigkeit gefüllt.

Die Bohrung erschloss ca. 630 m känozoische Sedimente, ca. 250 m Karbonate der Oberkreide, ca. 30 m Sedimente der Unterkreide und knapp 150 m liassische Siliziklastika. Hierbei war eine klare Unterscheidung zwischen den eher grauen Sedimenten des Lias und der Oberen Exter-Formation (Contorta-Sandstein), welche überwiegend in marin-deltaischen Ablagerungsräumen gebildet wurden, und den terrestrisch akkumulierten, bunten Silt- und Tonsteinen der Unteren Exter-Formation (Postera-Sandstein) möglich. Die stratigraphische Gliederung der Bohrung wurden zudem mittels Korrelation geophysikalischer Bohrlochmessungen im Vergleich zu anderen Bohrungen als auch durch mikropaläontologische Daten abgesichert.

Im Rhät konnten Sandsteine bei 1.190 bis 1.216 m (Contorta-Sandsteine) und 1.245 bis 1.294 m (Postera-Sandsteine) nachgewiesen werden. Der Contorta-Sandstein kann als deltaisches Deichdurchbruchsediment und proximaler Schichtsand interpretiert werden. Die Kernstrecke der Unteren Exter-Formation (Postera-Sandstein) beginnt bei 1.237 m, in pedogen überprägten Ton- und Siltsteinen. Zwischen 1.245 und 1.294 m befindet sich der Zielhorizont, welcher aus hoch maturem und nahezu silt- und tonfreien Fein- bis Mittelstandstein besteht. Zwischen 1.280 und 1.281 m sind zwei Aufarbeitungslagen erkennbar, welche die Untere Exter-Formation II und III trennen. Die fazielle Ausbildung und die hydraulischen Parameter des Reservoirs sind in Abbildung 7 detailliert dargestellt. Es handelt sich bei den Sandsteinen um Sedimente des Uferdeichs/Deichbruchfächer bzw. können diese als direkte Rinnenablagerung (Gleithangbündel) interpretiert werden. Insgesamt konnten durch die Bohrung das Faziesmodell und die Prognosen zur Mächtigkeit bestätigt werden.

Testergebnisse und Laboruntersuchungen

Anhand der gewonnenen Bohrkerne wurden die Porosität und Permeabilität des Contorta- und Postera-Sandsteins untersucht. Die dabei ermittelten Porositätswerte lagen im Bereich von 23 bis 35 %. Für die Permeabilität des Contorta-Sandsteins (7 Proben) ergaben sich Werte im Bereich von 4,8 bis 10,2 Darcy, welche vom Hangenden zum Liegenden zunehmen. Ein vergleichbares Ergebnis zeigte sich auch für den Postera-Sandstein (20 Proben). Für diesen wurde eine Permeabilität von 8,3 Darcy im Hangenden und 17,9 Darcy im Liegenden ermittelt. Weiterhin wurden Siebanalysen durchgeführt, welche die hohen Permeabilitätswerte bestätigen.

Neben der Bestimmung von Porosität und Permeabilität erfolgte eine Untersuchung der Porengrößenverteilung mittels Quecksilber-Porosimetrie. Hierbei zeigte sich für den Contorta-Sandstein (eine Probe) ein mittlerer Porenradius von 11,5 μ m. Im Hinblick auf den Postera-Sandstein (neun Proben) ist zunächst eine Zunahme des Porenradius vom Hangenden (21,5 μ m) hin zur Mitte (29,7 μ m) zu erkennen. Allerdings nimmt der Porenradius zum Liegen hin wieder ab (9,0 μ m).

Im Vergleich zu anderen Daten im NDB [5] sind die Permeabilitäten und mittleren Porenradien der Schweriner Proben deutlich größer.

Für die Bestimmung der Ergiebigkeit des aufgeschlossenen Postera-Sandsteines führte man zwei Kurzzeitpumpversuche (Fördertest und Flowmetertest) in Form eines N₂-Lift-Tests durch. Während der Tests wurden die Änderung des Wasserstandes und der Temperatur mittels pT-Tool aufgezeichnet. Dieses wurde in einer Teufe von 1.211 m abgehängt. Vor Beginn des Fördertestes betrug der Schichtdruck 123,3 bar und die Schichttemperatur 53,8 °C.

Im Zuge des siebenstündigen Fördertestes wurde ein Gesamtvolumen von 633 m³ Schichtwasser entnommen (Abb. 8). Nach einer anfänglichen Slug-Flow-Förderung konnte zum Ende des Testes eine nahezu konstante Rate von 36 l/s realisiert werden. Die dabei resultierende Absenkung betrug etwa 1 bar. Als maximale Fördertemperatur wurde am p/T-Tool eine Temperatur von 56,4 °C gemessen. Im Anschluss an die Förderphase wurde der Wiederanstieg über nahezu 16 Stunden aufgezeichnet. Anhand dessen war eine Bestimmung der Permeabilität möglich (Abb. 9). Für diese konnte ein Wert von 304 Darcy-Meter ermittelt werden. Unter Be-



Abb. 8 - Testarbeiten an der Bohrung Gt Schwerin 6/17



Abb. 9 – Auswertung der hydrogeologischen Testdaten der Bohrung Gt Schwerin 6/17

rücksichtigung der angenommenen Mächtigkeit des Reservoirs von 49 m würde das bedeuten, dass der Sandstein eine mittlere Durchlässigkeit von ca. 6,2 Darcy aufweist. Somit bestätigt auch der hydraulische Test die ermittelte Permeabilität aus den Kernproben.

In jedem Fall wurden die Erwartungen bezüglich der Temperatur, effektiven Mächtigkeit und Permeabilität übertroffen. Ein Grund für die hohen hydraulischen Parameter könnte die sehr geringe Tiefenlage und somit, im Vergleich zu anderen Bohrungen, die damit verbundene, geringere Kompaktion sein. Entsprechend der Wasseranalysen handelt es sich um ein Wasser des Na-Cl-Typs mit einer Salinität von ca. 145 g/l und einem Gasgehalt von ca. 110 Nml/l, wobei das Gas CO₂-dominiert ist und nur in Spuren Methan enthält.

Ausblick für Schwerin und das NDB

Nach den überaus positiven Ergebnissen der ersten Bohrung befindet sich das Projekt Schwerin-Lankow in der Vorbereitungsphase zum Abteufen der geplanten Injektionsbohrung. Diese wird als Richtbohrung ausgeführt. Auf Grundlage des geologischen Befundes wurde das hydrogeologische Modell angepasst und der Bohrpfad für die Injektionsbohrung neu geplant.

Für eine geothermische Energiegewinnung sind verschiedene geologische Parameter von Bedeutung. Die wichtigsten sind Temperatur und Permeabilität/Porosität. Die Temperatur steigt mit der Tiefe und wird dabei durch den jeweiligen geothermischen Gradienten bestimmt, welcher im NDB durchschnittlich zwischen 28 und 37 K/km beträgt. Grundsätzlich bedeutet dies, dass die geothermischen Bedingungen mit zunehmender Tiefe potenziell besser werden. Dem steht entgegen, dass mit zunehmender Versenkung der Sedimente auch die Diagenese intensiver wird. Diese wiederrum führt zu einer Verringerung der Porosität und Permeabilität sowie zu einem steigenden Risiko der Porenraumzementation. Für das NDB konnte gezeigt werden, dass neben einer rein tiefenabhängigen Änderung der geothermisch relevanten Parameter auch die räumliche Verteilung der Ablagerungsräume und die damit assoziierten hydraulischen Eigenschaften von großer Bedeutung sind. Das in den Forschungsprojekten "Sandsteinfazies" bzw. "GeoPoNND" entwickelte und anhand des Standortes Schwerin-Lankow geprüfte und bestätigte Erkundungskonzept stellt somit ein sehr wertvolles Werkzeug für die geothermische Erschließung im NDB dar. Daher sollten weitere Projekte dieses Modell, welches u. a. auch in GeotIS dokumentiert ist. nutzen. Lokationen. welche sich im Bereich der kartieren deltaischen Verteilerrinnen befinden, sind für eine geothermische Energiegewinnung grundsätzlich geeignet. Das Fündigkeitsrisiko kann durch Anwendung dieser Methode deutlich reduziert werden. War eine direkte Wärmenutzung bisher erst ab einer Thermalwassertemperatur von 80 °C möglich, bieten nun aufgrund der Verfügbarkeit von Hochtemperatur-Wärmepumpen auch geothermische Dubletten mit geringeren Temperaturen eine Möglichkeit der Wärmenutzung.

Im Hinblick auf die verschiedenen Faktoren für die Entwicklung geothermischer Projekte im NDB stellt der Standort Schwerin-Lankow einen Meilenstein dar, sowohl für das ober- als auch für das untertägige System. Somit besteht die Hoffnung, dass das erfolgreiche Geothermieprojekt der Stadtwerke Schwerin GmbH und ihres Tochterunternehmens EVSE der Auftakt für eine ganze Reihe neuer Geothermieprojekte im NDB sein kann.

Literatur

[1] Reinhardt, H.-G. (1993): Structure of Northeast Germany: Regional depth, and thickness maps of Permian to Tertiary intervals compiled from seismic data. In: Spencer M. (Hg): Generation, Accumulation and Production of Europe's Hydrocarbons III, Special Publication of the European Association of Petroleum Geoscientists, 3: 155–165.

[2] Feldrappe, H., Obst, K., Wolfgramm, M.
(2008): Die mesozoischen Aquifere des Norddeutschen Beckens und ihr Potential für die geothermische Nutzung. Z. geol. Wiss, 36, 4–5: 199–222.

[3] Agemar, T., Alten, J., Ganz, B., Kuder, J., Kühne, K., Schumacher, S. & Schulz, R. (2014): The Geothermal Information System for Germany – GeotIS – ZDGG Band 165 Heft 2, 129–144.

[4] Wolfgramm, M., Thorwart, K., Rauppach, K., Brandes, J. (2011): Zusammensetzung, Herkunft und Genese geothermaler Tiefengrundwässer im Norddeutschen Becken (NDB) und deren Relevanz für die geothermische Nutzung. Zeit. Geol. Wiss., 39, Heft 3–4: 173–193.

[5] Wolfgramm, M., Rauppach, K., Seibt, P.
(2008): Reservoir-geological characterization of Mesozoic sandstones in the North German Basin by petrophysical and petrographical data. Z. geol. Wiss, 36, 4–5: 249–265.
[6] Rauppach, R., Wolfgramm, M., Thorwart, K., Seibt, P. (2008): Hydraulic features of Geothermal aquifers in the North German Basin. Z. geol. Wiss, 36, 4–5: 267–280.
[7] Franz, M., Wolfgramm, M., Barth, G., Nowak, K., Zimmermann, J., Budach, I. & Thorwart, K. (2015): Verbundprojekt:

Identifikation hydraulisch geeigneter Bereiche innerhalb der mesozoischen Sandsteinaquifere in Norddeutschland. Forschungsvorhaben, Dokumentation, Schlussbericht, 317 S., Freiberg (TU Bergakademie).

[8] Franz, M., Barth, G., Zimmermann, J., Budach, I., Nowak, K., Wolfgramm, M. (2018): Geothermal resources of the North German Basin: exploration strategy, development examples and remaining opportunities in Mesozoic hydrothermal reservoirs. In: Kilhams, B., Kukla, P. A., Mazur, S., Mc Kie, T., Mijnlieff, H. F., Van Ojik, K. (eds): Mesozoic Resource Potential in the Southern Permian Basin. Geological Society, London, Special Publications, 469, 193–222.

[9] Franz, M. (2008): Litho- und Leitflächenstratigraphie, Chronostratigraphie, Zyklo- und Sequenzstratigraphie des Keupers im östlichen Zentraleuropäischen Becken (Deutschland, Polen) und Dänischen Becken (Dänemark, Schweden). Dissertation Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, http://sundoc.bibliothek.uni-halle.de/ diss-online/08/09H048/index.htm [10] Franz, M. & Wolfgramm, M. (2008): Sedimentologie, Petrologie und Fazies geothermischer Reservoire des Norddeutschen Beckens am Beispiel der Exter-Formation (Oberer Keuper, Rhaetium) NE-Deutschlands. Zeitschrift für geologische Wissenschaften, 36 (4-5): 223-248. [11] Franz, M. & Wolfgramm, M. (2019): Geothermie Schwerin-Lankow – ein Leuchturmprojekt im Norddeutschen Becken. - Geothermische Energie, 93:10-13

[12] Wolfgramm, M., Franz, M., Agemar, T.
(2014): Explorationsstrategie tiefer geothermischer Ressourcen am Beispiel des
Norddeutschen Beckens. In: Bauer, M.,
Freeden, W., Jacobi, H., Neu, T. (Hg.):
Handbuch Tiefe Geothermie. – Springer
Spektrum, Berlin Heidelberg, 463–505.
[13] Zimmermann et al. (2018): The
Toarcian-Bajocian deltaic system in the North
German Basin: subsurface mapping of
ancient deltas-morphology, evolution and
controls. Sedimentology. doi:10.1111/
sed.12410.

Autoren

Christian Buse Ingmar Budach Stefan Thiem Dr. Markus Wolfgramm Geothermie Neubrandenburg GmbH Seestr. 7A 17033 Neubrandenburg Tel.: 0395 36774-29 christian.buse@gtn-online.de ingmar.budach@gtn-online.de stefan.thiem@gtn-online.de markus.wolfgramm@gtn-online.de

Dr. Matthias Franz

Geowissenschaftliches Zentrum der Georg-August-Universität Göttingen Abteilung Angewandte Geologie Goldschmidtstr. 3 37077 Göttingen Tel.: 0551-39 33137 mfranz1@gwdg.de www.uni-goettingen.de

 \leftarrow



HakaGerodur AG · Giessenstrasse 3 · CH-8717 Benken