

Die Nutzung geothermischer Energie als regenerative Grundlastenergie steht seit Jahren stark im Fokus des öffentlichen Interesses. Das Norddeutsche Becken (NDB), eine der drei großen Geothermieregionen Deutschlands, weist den größten Flächenanteil und das größte Potenzial auf, das bislang kaum genutzt wird. Im Rahmen des Projektes »GeoPoNDD« (BMW, FKZ: 0325285) werden Sandsteinreservoirs identifiziert und geothermisch nutzbare Bereiche kartiert, um das Fündigkeitsrisiko zu minimieren, die Hauptursache der geringen geothermischen Erschließung des NDB.

## Das geothermische Potenzial mesozoischer Sandsteine des Norddeutschen Beckens

TEXT: Markus Wolfgramm und Matthias Franz

### Problemstellung

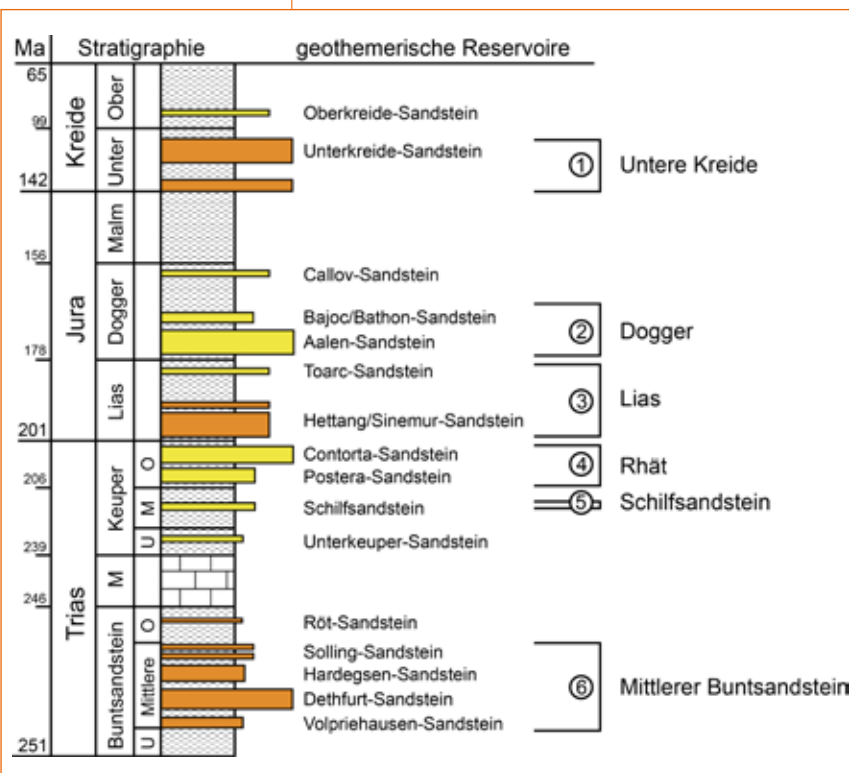
Um geothermische Projekte wirtschaftlich zu gestalten, müssen geeignete geologische Bedingungen mit geeigneten Siedlungs- bzw. Infrastrukturen übereinstimmen. Die wirtschaftliche Eignung eines geothermischen Projektes hängt dabei von einer Vielzahl von Parametern ab, welche im Rahmen von Machbarkeitsstudien untersucht werden. Somit können hier nur die geologischen Mindestanforderungen an ein entsprechendes Reservoir genannt werden, die für

einen geothermischen Gradienten von meist 30 - 40 K/km charakterisiert ist (vgl. Wolfgramm et al. 2014). Um Temperaturen von > 60 °C zu erreichen sind somit Bohrtiefen von > 1200 m notwendig. Um die hohen Zirkulationsraten von 50 - 150 m<sup>3</sup>/h zu erreichen, muss das Reservoir Mächtigkeiten von mindestens 20 m aufweisen, wobei dafür mittlere Porositäten von > 25 % und Permeabilitäten von 500 mD notwendig sind.

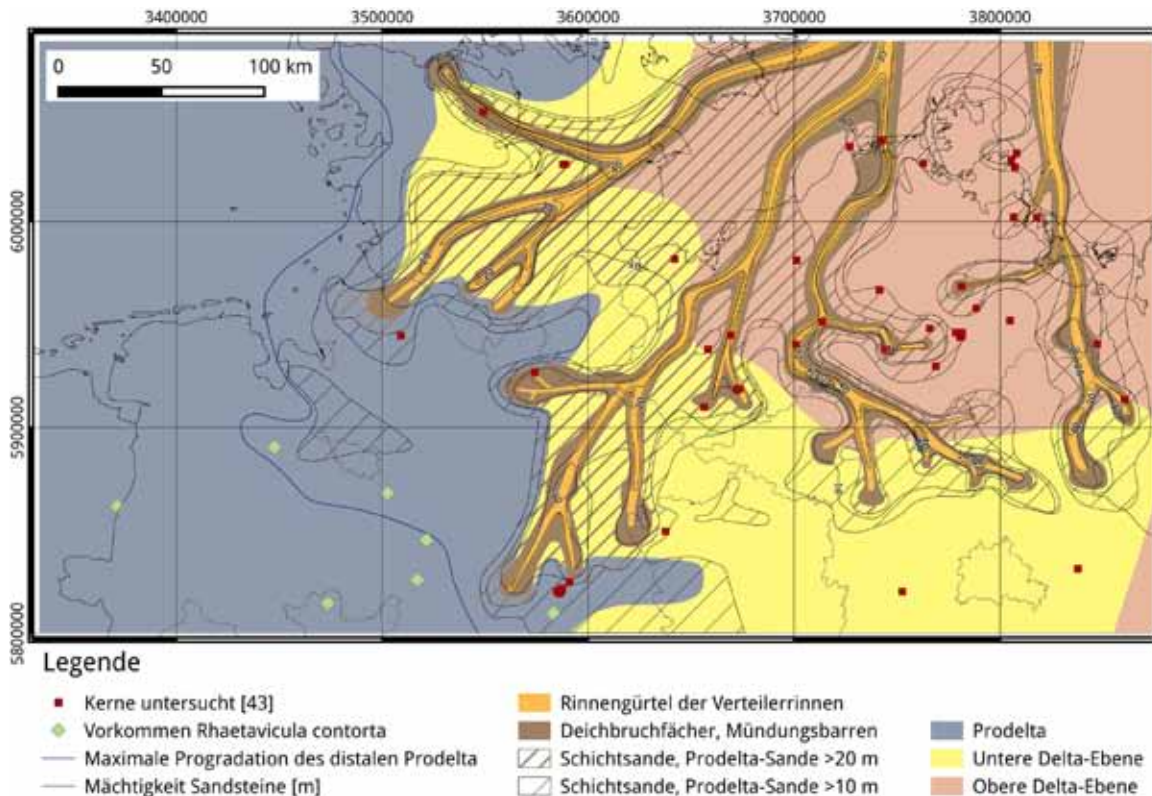
Im NDB akkumulierte sich eine z. T. über 8000 m mächtige Sedimentabfolge, in der mächtigere Sandsteine auftreten, z. B. deltalische Sandsteine, die von besonderer Bedeutung für die Geothermie sind. Nach der Bildung an der Erdoberfläche wurden die Sedimente im Rahmen ihrer Versenkung diagenetisch verändert. So besitzt ein Deltasand bei seiner Ablagerung eine Porosität von > 35 %, der ca. 2200 m tiefe deltalische Sandstein der Bohrung Neustadt-Glewe hingegen »nur« noch 20-25 %. Grund sind die Verdichtung der Gesteine durch die zunehmende Auflast des überlagernden Gebirges und Wechselwirkungsreaktionen verschiedener Minerale. Die Auswirkungen der Diagenese sind dabei sehr stark von der Genese abhängig. So wird ein reiner Quarzsand aufgrund seiner Struktur und des geringen Anteils an Feldspäten und Tonmineralen weniger verdichtet und geochemisch verändert und die Primärporosität nur in geringerem Umfang reduziert.

Mit dem Projekt »GeoPoNDD« werden die relevanten Sandsteinreservoirs kartenmäßig erfasst, die diagenetischen Veränderungen der Gesteine beschrieben und die hydraulischen Eigenschaften der Gesteine bestimmt. Mit Hilfe dieser Daten ist es möglich, ortsgenaue Angaben über geeignete geothermische Reservoirs zu treffen, die Tiefe, Temperatur, Durchlässigkeit und somit die möglichen Zirkulationsraten einer geothermischen Dublette zu prognostizieren. Im Ergebnis dieser Arbeiten können neue Projekte, wie das in der Realisierung befindliche Geothermieprojekt der Stadtwerke Schwerin (S.4), entwickelt werden.

▼ Abb 1.: Säulenprofil geothermische Aquifere, Alter in Millionen Jahren (Ma)



weiterführende Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen sinnvoll sind. So sollten Temperaturen von > 60 °C und Zirkulationsraten von 50 - 150 m<sup>3</sup>/h erreicht werden. Die Temperatur ist dabei eine Funktion der Tiefe, welche durch die mittlere Oberflächentemperatur  $T_0$  von ca. 8-12 °C und



◀ Abb. 2. Verbreitung und Mächtigkeit des Contorta-Sandsteines

### Die geothermischen Reservoirs im Norddeutschen Becken (NDB)

Die Entwicklung des NDB, das im Wesentlichen das norddeutsche Tiefland umfasst, begann vor ungefähr 300 Millionen Jahren. Die geothermisch relevanten Reservoirs des NDB werden auch als Hauptreservoir bezeichnet: (1) Unterkreide, (2) Dogger, (3) Lias, (4) Rhät, (5) Schilfsandstein und (6) Buntsandstein. In diesen Abschnitten sind Sandsteine mit den notwendigen Parametern ausgebildet und in größeren Abschnitten des NDB verbreitet. Im Rahmen des Projektes GeoPoNDD werden diese Hauptreservoirs bearbeitet. Die Bearbeitung von Rhät, Schilfsandstein und Dogger wurde bereits abgeschlossen, während sich das weiterführende FuE-Verbundvorhaben mit den drei verbleibenden Hauptreservoirs befasst. Wesentliche Ergebnisse werden im Folgenden am Beispiel des »Contorta-Sandsteins« (Rhät) dargestellt (Abb. 1).

#### Beispiel Contorta-Sandstein (Rhät)

Der Contorta-Sandstein ist ein regional verbreiteter Sandstein, welche in den geothermischen Heizzentralen von Neustadt-Glewe und Waren schon seit Jahrzehnten genutzt wird. In Neustadt-Glewe werden so aus einer Tiefe von ca. 2200 m 99 °C warme salzhaltige Wässer (ca. 220 g/l Salzgehalt) mit einer Förderrate bis zu 100 m<sup>3</sup>/h gefördert und reinjiziert. In Waren sind es 62 °C warme saline Wässer (Salzgehalt ca. 160 g/l) mit Zirkulationsraten von ca. 60 m<sup>3</sup>/h.

Grundlage der abgeschlossenen Studie deren Bestandteil auch der Contorta-Sandstein ist, waren Untersuchungen von Bohrkernen von 30 Bohrungen und mehreren Oberflächenaufschlüssen sowie die Integration von Bohrloch-

messungen und Schichtdaten von mehr als 800 Tiefbohrungen. Die verschiedenen Ablagerungssysteme sind durch bestimmte Eigenschaften wie Korngröße, Kornverteilung, mineralogische Zusammensetzung und vieles mehr charakterisiert. Diese Eigenschaften können an Bohrkernen bestimmt und damit auf deren Ablagerungsraum geschlossen werden. In deltaischen Ablagerungsräumen können z.B. Verteilerrinnensandsteine, Barrensandsteine, Schichtsand und andere unterschieden werden. Zwischen Kernbohrungen können Bohrungen, von denen geophysikalische Bohrlochmessdaten vorliegen, zur Korrelation genutzt werden. Diese Daten erlauben eine kleinskalige flächenhafte Rekonstruktion des ehemaligen Ablagerungsraumes.

Der Contorta-Sandstein wurde in einem großen Flußdelta abgelagert, das sich im östlichen NDB bildete (Abb. 2). Dieses Ablagerungssystem ist vergleichbar mit dem des Flußdelta des Mississippi. Die Sedimente wurden in den so genannten Verteilerrinnen transportiert und auf der weitgespannten Deltaebene bzw. im Meer abgelagert. Sandstein mit Mächtigkeiten >20 m sind an die Verteilerrinnen, die proximale Deltaebene sowie an Mündungsbarren gebunden. Auf Grund entsprechend hoher hydraulischer Durchlässigkeit kommen diese Faziestypen/-räume für eine geothermische Nutzung in Frage.

#### Nutzung der Ergebnisse

Mit Hilfe der Reservoirkarten, den zugehörigen hydraulischen Werten und der Tiefenlage der jeweiligen Horizonte lässt sich das Risiko für geothermische Standorte deutlich minimieren. Die Daten werden in das geothermische Informationssystem GeotIS ([www.geotis.de](http://www.geotis.de)) übernommen und stehen somit zur Verfügung. ♦



Dr. rer. nat.

**Markus Wolfgramm**  
ausgebildeter Geologe, seit fast 15 Jahren Bereichsleiter für Geologie und Geochemie bei der Geothermie Neubrandenburg GmbH  
**Kontakt:**  
[markus.wolfgramm@gtn-online.de](mailto:markus.wolfgramm@gtn-online.de)  
[www.gtn-online.de](http://www.gtn-online.de)  
[www.sandsteinfazies.de](http://www.sandsteinfazies.de)



**Dr. rer. nat. Matthias Franz**  
ausgebildeter Geologe und seit 2008 in der Sedimentbeckenanalyse und Reservoirerkundung am Geowissenschaftlichen Zentrum der Universität Göttingen  
**Kontakt**  
[mfranz1@gwdg.de](mailto:mfranz1@gwdg.de)  
[www.sandsteinfazies.de](http://www.sandsteinfazies.de)