

Reservoir-geological characterization of Mesozoic sandstones in the North German Basin by petrophysical and petrographical data

Reservoirgeologische Charakterisierung mesozoischer Sandsteine im Norddeutschen Becken auf Basis petrophysikalischer und petrographischer Daten

MARKUS WOLFGRAMM, KERSTIN RAUPPACH & PETER SEIBT, Neubrandenburg

Key words: sandstone, porosity, permeability, pore space, geothermal aquifer, Mesozoic aquifer, North German Basin

Abstract

Mesozoic sandstones represent the most important aquifers for geothermal utilisation or storage of CO₂ in the North German Basin (NGB). For the first time, the petrophysical parameters and mineralogical-geochemical data are presented extensively based on the archives of the company Geothermie Neubrandenburg GmbH. 3448 porosity data, 1447 permeability data, 410 pore radii data, approx. 1000 x-ray investigations as well as 250 thin sections were evaluated. The geothermal sandstone aquifers in the North German Basin are subarkoses/ sublitharenites or arenites/quartz arenites consisting of quartz, feldspar and clasts. Generally, the clay content varies between 0.5–16.5 % and is > 10 % in the Middle Buntsandstein and Schilfsandstein and < 5 % in the other aquifers. According to the mean grain size of mainly 0.1–0.15 mm, these are mostly fine sandstones; the Schilfsandstein deviates therefrom with mean values < 0.1 mm and the Contorta sandstones with 0.2–0.25 mm. The sorting of the sandstones can be classified as good to moderately good.

The geothermal aquifers show porosities from 20 to 30 %. Depending on the stratigraphy and the facies, the correlation of the porosity and permeability figures varies strongly. So, inspite of partly high porosities, the Schilfsandstein shows relatively low permeabilities only – up to 130 mD. 90 % of all data obtained from the Middle Buntsandstein, 80 % from the Aalenian and 70 % from the Rhaetian-Liassic sandstones show permeabilities > 500 mD. The permeabilities determined from hydraulic tests are mostly higher by the factor of 2 than the data obtained from laboratory core analysis.

Zusammenfassung

Mesozoische Sandsteine stellen die wichtigsten Aquifere für eine geothermale Nutzung oder CO₂-Speicherung im Norddeutschen Becken (NDB) dar. Die für Prognosen und technische Planungen notwendigen petrophysikalischen Parameter und mineralogisch-geochemischen Daten werden auf Basis von Archivdaten der Geothermie Neubrandenburg GmbH erstmals umfangreich vorgestellt. Bewertet werden so 3448 Porositätsdaten, 1447 Permeabilitätsdaten, 410 Datensätze zur Porenradienverteilung, ca. 1000 röntgenographische Untersuchungen sowie 250 Dünnschliffe. Bei den geothermischen Sandstein-Aquifere des NDB handelt es sich um Subarkosen/Sublitharentite bzw. Arenite/Quarzarenite, welche sich aus Quarz, Feldspat und Gesteinsbruchstücken zusammensetzen. Der Tonanteil variiert generell zwischen 0,5–16,5 %, wobei er für den Mittleren Buntsandstein und Schilfsandstein mit > 10 % und die anderen Aquifere mit < 5% ermittelt werden konnte. Entsprechend der mittleren Korngröße von überwiegend 0.1–0.15 mm handelt es sich meist um Feinsandsteine. Abweichend weisen der Schilfsandstein im Mittel Werte von < 0.1 mm und die Contorta-Sandsteine Werte zwischen 0.2–0.25 mm auf. Die Sortierung der Sandsteine kann generell als gut bis mäßig gut eingestuft werden. Die geothermischen Aquifere sind durch Porositäten von 20–30 % charakterisiert. Die Korrelation der Porositäts- und Permeabilitätswerte variiert in Abhängigkeit von Stratigraphie und Fazies sehr stark. So weist der Schilfsandstein trotz teilweise hoher Porositäten nur relativ niedrige Permeabilitäten bis 130 mD auf. Dagegen weisen 90 % aller Daten aus dem Mittleren Buntsandstein, 80 % der Aalen- und 70 % der Rhät-Liassandsteine Permeabilitäten > 500 mD auf. Dabei sind Permeabilitäten, wie sie sich aus hydraulischen Testen ermitteln lassen, meist um den Faktor 2 höher als die vergleichbaren Bohrkern Daten.