

Analyse des Bruchflächeninventars in Grundgebirgs- und Rotliegendeaufschlüssen am Nordrand des Thüringer Waldes bei Ilmenau (Thüringen) hinsichtlich der Versagenstendenz im rezenten Spannungsfeld

CHRISTINA ZINKE, PAYMAN NAVABPOUR, KAMIL USTASZEWSKI

Stichworte: Reaktivierung von Brüchen, Versagenstendenz, rezentem Spannungsfeld, Thüringer Wald, Mohrkreis, Tiefengeothermie

Kurzfassung

Die im Raum Ilmenau am Nordrand des Thüringer Waldes aufgeschlossenen Granitoide bieten die Möglichkeit zum direkten Studium potentiell petrothermal nutzbarer Reservoirgesteine, wohingegen sie andernorts aufgrund überlagernder Deckschichten für Beobachtungen unzugänglich sind. Zur Abschätzung der Drücke bei der Fluidinjektion während einer Stimulation des Reservoirs und zur Optimierung des Verlaufs einer Stimulationsbohrung müssen das lokale Bruchnetzwerk sowie die Versagenstendenz häufiger Brüche im vorherrschenden Spannungsfeld bekannt sein. Das Bruchnetzwerk in der Gegend von Ilmenau wurde im Zuge einer geologischen Kartierung aufgenommen. Eine statistische Auswertung der Raumlagerung von Brüchen im Kartiergebiet zeigte, dass NW-SE und NE-SW-streichende und steilstehende Brüche mit durchschnittlichen Orientierungen (Fallrichtung / Fallwinkel) von 230/77 (Bruchflächenset A) und 130/86 (Bruchflächenset B) vorherrschen. Eine untergeordnete Population hat eine Orientierung von 160/84 (Bruchflächenset C). Zur Abschätzung des rezenten Spannungsfeldes wurde ein blattverschiebendes Regime mit den Orientierungen 150/00 für S_H (σ_1) und 060/00 für S_h (σ_3) angenommen. Als absolute Spannungsmagnituden in einer mit 4,5 km angenommenen Reservoirtiefe wurden für $\sigma_1=150$ MPa, für $\sigma_2=S_V=110$ MPa und für $\sigma_3=70$ MPa berechnet. In dieser Tiefe würde eine hochsalinare Porenflüssigkeit einen hydrostatischen Porenfluiddruck von 47 MPa ausüben. Analysen der Scherungs- und Dilatationstendenz zeigen, dass unter diesen Bedingungen für das am häufigsten ausgebildete Bruchflächenset A eine Reaktivierung durch Scherversagen bereits ab Injektionsdrücken von 54 MPa zu erwarten wäre. Für Bruchflächenset B wären hierfür Injektionsdrücke von etwa 103 MPa vonnöten; Bruchflächenset C hingegen würde mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht im Schermodus reaktiviert werden. In allen drei Fällen wäre auch die Öffnung von Extensionsklüften aufgrund der angenommenen Differentialspannungen vergleichsweise unwahrscheinlich.

Abstract

Exposures of granitic rocks near the city of Ilmenau (federal state of Thüringen, central Germany) at the northern margin of the Thuringian Forest (a fault-bounded basement high) allow studying reservoir rocks for potential petrothermal systems in outcrops, whereas in adjacent areas the same rocks are inaccessible due to substantial overburden. For estimating fluid injection pressures during hot dry rock reservoir stimulation as well as for optimizing drill paths of stimulation wells, fracture network and the reactivation tendency of prevailing fractures in the present stress field must be known. For this purpose, the fracture network around Ilmenau was assessed during a geological mapping campaign. Statistical analysis revealed a prevalence of NW-SE and NE-SW-oriented, steeply dipping fractures with mean orientations (dip azimuth / dip angle) of 230/77 (fracture set A) and 130/86 (fracture set B). A less frequent population revealed a mean orientation of 160/84 (fracture set C). In estimating the in-situ stress magnitudes, a strike-slip regime with orientations of 150/00 for S_H (σ_1) and 060/00 for S_h (σ_3) was assumed. Absolute stress magnitudes at a reservoir depth of 4.5 km are 150 MPa for σ_1 , 110 MPa for $\sigma_2=S_V$ and 70 MPa for σ_3 . At such depth, a pore fluid of high salinity would exert a hydrostatic fluid pressure around 47 MPa. Analyses of the slip and dilation tendency suggest reactivation of the most frequent fracture set A by shear failure at injection pressures around 54 MPa. For fracture set B, injection pressures around 103 MPa would be required for inducing shear failure. Fracture set C is unlikely to become reactivated in shear mode. In the case of all fracture sets, failure in tensile mode would also be rather unlikely.