

## In-situ-Spannungen in den potenziellen Standortgebieten der Nordschweiz aus Spannungsdaten und 3D geomechanisch-numerischen Modellen

Oliver Heidbach<sup>1)</sup>, T. Hergert<sup>2)</sup>, John Reinecker<sup>3)</sup>, K. Reiter<sup>1)</sup>, Silvio B. Giger<sup>4)</sup>, Tim Vietor<sup>4)</sup>, Paul Marschall<sup>4)</sup>, Michael Schnellmann<sup>4)</sup>

*1) Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ Potsdam, Sektion 2.6 Seismische Gefährdung und Spannungsfeld, 2) Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Angewandte Geowissenschaften, 3) GeoThermal Engineering GmbH, Karlsruhe, 4) Nagra, Nationale Genossenschaft für die Lagerung für die Lagerung radioaktiver Abfälle, Wettingen*

Für die geologischen Unterlagen der Etappe 2 im Sachplan geologische Tiefenlager wurden ausgehend von der World Stress Map Datenbank 2008 für die Schweiz und angrenzende Gebiete alle Datensätze der Orientierung der größten horizontalen Spannung SH überprüft und aktualisiert. Weiterhin enthält die revidierte Datenbasis 107 neue Datensätze; 34 Datensätze wurden eliminiert. In Bezug auf die Nordschweiz sind insbesondere die 15 Datensätze aus 11 neuen Bohrlokationen aus Tiefen bis 2,5km und die Re-Analyse von sieben älteren Nagra-Bohrungen von großer Bedeutung. Das Spannungsmuster der Schweiz zeigt einen langwelligen Trend mit einer mittleren SH Orientierung von  $155^\circ \pm 30^\circ$ . In der Nordschweiz ist die mittlere SH Orientierung  $160^\circ \pm 21^\circ$ . Nordöstlich des Bodensees ist SH N-S orientiert und rotiert entlang der alpinen Front von Ost nach West graduell um etwa  $40^\circ$  zu einer WNW-OSO Orientierung in der Westschweiz. Sowohl der großräumige Trend des Spannungsmusters als auch die mittlere SH Orientierung sind weitgehend unabhängig davon, ob man sich auf Daten aus dem Grund- oder Deckgebirge beschränkt. SH steht im Wesentlichen senkrecht zum Streichen der Alpen bzw. parallel zur Richtung der Plattenkonvergenz Adria - Eurasien und zum Gradienten der Moho. Hauptbeiträge des rezenten Spannungsfeldes sind die Topographie der Alpen und der Moho (laterale Dichtekontraste) und wahrscheinlich zu einem geringeren Anteil die großräumigen tektonischen Plattenbewegungen.

Für ein tieferes Verständnis des 3D Spannungszustandes und dessen zeitlich-räumliche Entwicklung in möglichen Standortgebieten sind geomechanisch-numerische Modellrechnungen notwendig. Für Nördlich Lägern und Zürich Nordost wurden bestehende geologische Modelle des Untergrundes mit Schichtgrenzen und Störungen als Grundlage für geomechanisch-numerische Modelle verwendet. Aufgrund von Unsicherheiten hinsichtlich der Geometrien und Gesteinsparameter sind diese als semi-generische Modelle zu betrachten. Entsprechend liegt der Schwerpunkt weniger auf einer präzisen Quantifizierung des Spannungszustands als vielmehr auf der Abschätzung des Einflusses einzelner Faktoren auf den Spannungszustand und auf dessen räumliche Variabilität.

Die Ergebnisse der Modelle zeigen generell, dass die Spannungsverhältnisse SH/SV, Sh/SV und SH/Sh im Opalinuston im Vergleich zu den darüber- und darunterliegenden Gesteinsschichten meist deutlich vermindert sind. Die steiferen Formationen, insbesondere der Obere Malm und Obere Muschelkalk, weisen höhere Spannungsverhältnisse und Differenzspannungen auf als die weicheren Formationen und zeigen ein kompressiveres Spannungsregime sowie eine größere transversale Spannungsanisotropie. Sie tragen somit den tektonischen Schub aus dem Fernfeld.

Die vorgenommenen Modellvarianten dienen unter anderem zur Untersuchung des Einflusses der Topographie, der Reibungskoeffizienten auf den tektonischen Störungen, anderer

Störungsgeometrien und einer möglicher Eisauflast. Die Modellergebnisse zeigen, dass höhere Reibungskoeffizienten auf den Störungen die Spannungsverhältnisse im Wirtsgestein erhöhen. Insbesondere erhöht sich die horizontale Spannungsanisotropie, weil das Vermögen der Störung, Versatz aufzunehmen und dadurch den Fernschub zu schwächen, reduziert ist. Ob sich die Störungen unterhalb der Mesozoischen Sedimente fortsetzen oder nicht, ändert hingegen den Spannungszustand innerhalb der Sedimente nur unwesentlich. Die Topographie beeinflusst den Spannungszustand aufgrund des lateral veränderlichen Gewichts, das auf den Untergrund wirkt. Von Bedeutung sind dabei insbesondere die Spannungen, die durch die Topographie induziert werden als Antwort auf den nordwärts gerichteten Fernschub. Eine Eisdecke erniedrigt die Spannungsverhältnisse sowie ihre laterale Variabilität deutlich, insbesondere das Verhältnis von horizontaler zu vertikaler Spannung.