



An Open-Access Stress Magnitude Database for Germany

Sophia Morawietz^{1,2}, Moritz Ziegler¹, Karsten Reiter³, and the SpannEnD Project Team⁺

¹Helmholtz Centre Potsdam, GFZ German Research Centre for Geosciences, Germany

²Institute of Applied Geosciences, Technical University Berlin, Germany

³Institute of Applied Geosciences, Technical University Darmstadt, Germany

⁺A full list of authors appears at the end of the paper.

Correspondence: Sophia Morawietz (sophia.morawietz@gfz-potsdam.de)

Published: 10 November 2021

Abstract. The stress field in the Earth's crust plays a central role in the site-selection process for a deep geological repository for high-level nuclear waste. Site selection and construction planning must take into account several factors that are influenced by the stress state. These include the excavation damage zone, the hydraulic permeability of the host rock, the self-sealing capacity, the effects of seismic events and the possible reactivation of faults as migration pathways for fluids and radionuclides. Likewise, the initial stress state is of central importance for the long-term studies to prove site safety over 1 Ma.

To obtain a continuous description of the current 3D stress state, 3D geomechanical numerical models are used. These models have to be calibrated with data on stress magnitudes to obtain robust predictions. One of the central goals of the SpannEnD project (*Spannungsmodell Endlagerung Deutschland*, <http://www.spannend-projekt.de>, last access: 31 October 2021) was to build the first comprehensive and publicly accessible stress magnitude database for Germany, including a quality ranking of the data compiled from different methods. This database is the logical extension of the database of the World Stress Map project, in which so far only information on stress orientations and the stress regime has been compiled systematically. We present this first compilation of stress magnitude data published and made available by Morawietz et al. (2020).

The stress data density is generally low and heterogeneous, so that a model calibration at the scale of a site model is not possible. Therefore, the main objective of the SpannEnD project is to develop a 3D geomechanical numerical model for the whole of Germany. The resulting 3D stress field will provide the basis for regional and local models in a later phase of the site selection process. Details on this are presented in three complementary contributions in this symposium by Reiter et al., Röckel et al. and Ahlers et al. The new Geology Data Act (*Geologie-Datengesetz*) now allows access to considerably more data, which will be incorporated into an update of the database after assessment according to the defined quality criteria. This database extension will improve the reliability of the predictions of the geomechanical models on different spatial scales.

Kurzfassung. Das Spannungsfeld in der Erdkruste spielt eine zentrale Rolle bei der Standortauswahl für ein geologisches Tiefenlager für hoch radioaktive Abfälle. Bei der Standortauswahl und Bauplanung müssen mehrere Faktoren berücksichtigt werden, die durch den Spannungszustand beeinflusst werden. Diese beinhalten die Auflockerungszone, die hydraulische Durchlässigkeit des Wirtsgesteins, das Selbstabdichtungsvermögen, die Auswirkungen seismischer Ereignisse und die mögliche Reaktivierung von Störungen als Transportwege für Fluide und Radionuklide. Ebenso ist der initiale Spannungszustand von zentraler Bedeutung für Langzeitstudien zum Nachweis der Standortsicherheit über 1 Ma.

Für eine kontinuierliche Beschreibung des derzeitigen 3D-Spannungszustands werden geomechanisch-numerische 3D-Modelle benutzt. Diese Modelle müssen mit Spannungsmagnitudendaten kalibriert werden, um belastbare Vorhersagen treffen zu können. Eines der zentralen Ziele des SpannEnD-Projekts (*Spannungsmodell Endlagerung Deutschland*, <http://www.spannend-projekt.de>, letzter Zugriff: 31. Oktober 2021) war es, die

erste umfassende und öffentlich zugängliche Spannungsmagnituden-Datenbank für Deutschland aufzubauen, einschließlich einer Qualitätseinstufung der kompilierten Daten aus verschiedenen Methoden. Diese Datenbank ist die logische Erweiterung der Datenbank des World-Stress-Map-Projekts, in der bisher nur Informationen zu Spannungsorientierungen und Spannungsregime systematisch kompiliert wurden. Wir präsentieren hier diese erste Kompilation von Spannungsmagnitudendaten, die von Morawietz et al. (2020) veröffentlicht und zur Verfügung gestellt wurde.

Die Dichte der Spannungsdaten ist generell niedrig und heterogen, sodass eine Modellkalibrierung im Maßstab eines Standortmodells nicht möglich ist. Deshalb ist das wichtigste Ziel des SpannEnD-Projekts, ein geomechanisch-numerisches 3D-Modell für ganz Deutschland zu entwickeln. Das resultierende 3D-Spannungsfeld wird die Basis für regionale und lokale Modelle in einer späteren Phase des Standortauswahlverfahrens bilden. Details dazu werden in diesem Symposium in drei weiteren Beiträgen von Reiter et al., Röckel et al. und Ahlers et al. präsentiert. Das neue Geologie-Datengesetz erlaubt jetzt den Zugang zu erheblich mehr Daten, die nach Beurteilung nach definierten Qualitätskriterien in ein Datenbank-Update integriert werden. Diese Ausweitung der Datenbank wird die Vorhersagezuverlässigkeit der geomechanischen Modelle auf verschiedenen räumlichen Skalen deutlich verbessern.

Team list. Andreas Henk (Institute of Applied Geosciences, Technical University Darmstadt, Germany), Tobias Hergert (Institute of Applied Geosciences, Technical University Darmstadt, Germany), Steffen Ahlers (Institute of Applied Geosciences, Technical University Darmstadt, Germany), Frank Schilling (Institute of Applied Geosciences, Karlsruhe Institute of Technology, Germany), Birgit Müller (Institute of Applied Geosciences, Karlsruhe Institute of Technology, Germany), Luisa Röckel (Institute of Applied Geosciences, Karlsruhe Institute of Technology, Germany), Oliver Heidbach (Helmholtz Centre Potsdam, GFZ German Research Centre for Geosciences, Germany)

Financial support. This research has been supported by the Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (grant no. 02E11637A), the Bundesministerium für Bildung und Forschung (grant nos. 03G0869A and 02NUK053D), and the Helmholtz Association (grant no. SO-093).

References

Morawietz, S., Heidbach, O., Reiter, K., Ziegler, M. O., Rajabi, M., Zimmerman, G., Müller, B., and Tingay, M.: An open-access stress magnitude database for Germany and adjacent regions, *Geothermal Energy*, 8, 25, <https://doi.org/10.1186/s40517-020-00178-5>, 2020.