

Volumenänderung durch Tau-/Gefrierprozesse im Kontext der Endlagersicherheit

Kurztitel/ ggf. Akronym:	VOLUME
Projektziel:	Ziel des Vorhabens ist das bessere Verständnis von Volumenänderungen durch Tau-/Gefrierprozesse im Kontext der Endlagersicherheit anhand von numerischen und experimentellen Untersuchungen.
Forschungsfeld:	Geowissenschaftliche Fragestellungen
Projektpartner:	Technische Universität Darmstadt
Budget (Netto):	476.415 Euro (Netto)
Projektlaufzeit:	05/2024 – 05/2027
Forschungsauftragsnummer:	STAFuE-22-04-js
Weiterführende Informationen:	https://skb.se/catchnet/

Projektbeschreibung

In dem nach dem vorgesehenen Verschluss des Endlagers in Deutschland beginnenden sicherheitsrelevanten Bewertungszeitraum von einer Million Jahren werden zehn Glazial-Interglazial Zyklen erwartet. Vor allem damit verbundene Auswirkungen in Kaltzeiten, wie z.B. Vergletscherungen und die Bildung von Permafrost, können die geologische Barriere des Endlagers nachhaltig beeinflussen. Vor diesem Hintergrund möglicher zukünftiger klimatischer Prozesse und deren Auswirkungen auf die Langzeitsicherheit eines geologischen Tiefenlagers, sind die im Vorhaben VOLUME durchgeführten Arbeiten von erheblicher Bedeutung.

Entsprechende Vorarbeiten im Projekt [INTERFROST](#) haben die Volumenänderung durch zyklisches Tauen-Gefrieren als eine wesentliche sicherheitsrelevante Komponente identifiziert. Aufgrund des Dichtemaximum von Wasser bei 4° C tritt unterhalb dieser Temperatur eine Volumenzunahme auf. Bei einer Abkühlung unter 0° C bildet sich eine feste Phase mit stabilen Wasserstoffbrückenbindungen. Die hexagonale Anordnung der H₂O-Moleküle führt dazu, dass die Moleküle im festen Zustand (Eis) ein deutlich größeres Volumen einnehmen als im flüssigen Zustand. Die Dichte nimmt beim Erstarren entsprechend sprunghaft ab. Dieser Prozess ist reversibel, so dass Böden und Gesteine unter zyklischen Tau-Gefriervorgängen verschiedenen damit verbundenen und zu untersuchenden Prozessen unterliegen. Diese erfolgen ebenfalls zyklisch, auf zu definierenden Zeitskalen. Bislang wird

dieser Prozess bei numerischen Modellen im Rahmen von Sicherheitsuntersuchungen nicht berücksichtigt.

Aus diesem Grund umfasst das Vorhaben VOLUME die experimentelle und numerische Analyse der grundlegenden thermo-hydro-mechanisch (THM) gekoppelten Prozesse. Hierzu stehen zum einen Permafrost Daten aus [CatchNet](#) zur Verfügung. Zum anderen sollen in Tau-Gefrier-Experimenten an verschiedenen Materialien Spannungs- und Deformationsdaten im Hydrothermikum der TU Darmstadt erhoben werden.

Abschließend soll die Relevanz des mechanischen Effekts der Volumenänderung in einem integrierten hydrogeologischen Modell untersucht werden. Dabei soll der Tau-Gefrierzyklus auf der Skala eines Grundwassereinzugsgebietes in das Modell einbezogen und mit Blick auf die Langzeitsicherheit eines Endlagers bewertet werden.

Zur numerischen Modellierung der gekoppelten thermischen, hydraulischen, mechanischen und chemischen (THMC) Prozesse soll die Open Source Software OpenGeoSys (OGS) eingesetzt werden.

Die BGE ist Partner im internationalen Forschungsverbund „Catchment transport and cryo-hydrology Network (CatchNet)“, der sich insbesondere hydrogeologischen Fragestellungen im periglazialen Landschaftsraum im Kontext der Endlagersicherheit widmet. Das Vorhaben VOLUME besteht aus einer Promotionsarbeit, die im Rahmen von CatchNet durchgeführt wird und ist thematisch im Forschungspaket 2 „Integrated surface-subsurface hydrologic modeling of sites undergoing permafrost transition“ verortet.