

## Thermische Integrität von Ton und Tonsteinen – Experiment und gekoppelte THMC-Simulationen

<b>Kurztitel/ ggf. Akronym:</b>	THMC-Sim
<b>Projektziel:</b>	Aussagen zur Integrität von Ton und Tonsteinen als Barrieregestein und Barriersystem bei verschiedenen Temperaturen über 100 °C
<b>Forschungsfeld:</b>	Vorläufige Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren
<b>Projektpartner:</b>	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH, Technische Universität Darmstadt
<b>Fördervolumen (Netto):</b>	Das Fördervolumen der BGE beträgt insgesamt 1.008.252,00 €.
<b>Projektlaufzeit:</b>	Mai 2020 bis September 2022
<b>Vergabenummer:</b>	SEVGV3T-19-02-Huc
<b>Weiterführende Informationen:</b>	<a href="https://www.grs.de/de/aktuelles/projekte/thermische-integritaet-von-ton-und-tongesteinen-experiment-und-gekoppelte-thmc">https://www.grs.de/de/aktuelles/projekte/thermische-integritaet-von-ton-und-tongesteinen-experiment-und-gekoppelte-thmc</a>

### Projektbeschreibung

Die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen bilden einen wichtigen Bestandteil des Standortauswahlverfahrens. Dabei wird bewertet, inwieweit der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle gewährleistet werden kann. Dazu wird das Endlagersystem in seiner Gesamtheit betrachtet und in Hinblick auf seine Sicherheit bewertet (§ 27 StandAG).

Um die Sicherheit des Endlagersystems beschreiben und bewerten zu können, müssen auch die thermischen Verhältnisse innerhalb des Endlagersystems berücksichtigt werden. Hilfreich hierzu ist beispielsweise die Ermittlung der Temperatur, die in einem Endlager für radioaktive Abfälle maximal physikalisch möglich ist, ohne die sichere Einlagerung zu gefährden. Infolge der Einlagerung der hochradioaktiven Abfälle wird aufgrund ihres radioaktiven Zerfalls Wärme im Endlagersystem frei. Dies führt zu einer Temperaturerhöhung im Einlagerungsbereich, welche weitere, parallel ablaufende Prozesse beeinflusst, die für die Sicherheit des Systems relevant sind. Diese Prozesse umfassen u. a. hydraulische, mechanische, chemische, biologische und mineralogische Prozesse (beispielsweise Salzgruskompaktion, mikrobielle Aktivitäten oder Mineralumwandlungen), welche ebenfalls miteinander gekoppelt sein können.

Für die verschiedenen Wirtsgesteinstypen sind aufgrund ihrer unterschiedlichen Eigenschaften unterschiedliche temperaturabhängige Prozesse relevant und haben unterschiedliche

Auswirkungen auf die Sicherheit. Dazu wird in § 27 Abs. 4 StandAG<sup>1</sup> vorgegeben: „Solange die maximalen physikalisch möglichen Temperaturen in den jeweiligen Wirtsgesteinen aufgrund ausstehender Forschungsarbeiten noch nicht festgelegt worden sind, wird aus Vorsorgegründen von einer Grenztemperatur von 100 Grad Celsius an der Außenfläche der Behälter ausgegangen.“

Bei Endlagersystemen in Tongestein und kristallinem Wirtsgestein sind die maximalen Temperaturen besonders relevant, insbesondere für Bentonit, da dieser oft als Verfüllmaterial genutzt wird.

Im Wirtsgestein Tongestein als auch dem bei dem zum Verschluss und Versatz verwendeten Ton wird durch eine erhöhte Temperatur und durch Wechselwirkung mit wässrigen Lösungen die Umwandlung von Tonmineralen ermöglicht bzw. beschleunigt (sog. Illitisierung). Diese Umwandlungen können wichtige endlagerrelevante Eigenschaften, wie z. B. Sorption und Quellfähigkeit ändern.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es daher, ein verbessertes Verständnis des Langzeitverhaltens von Ton und Tongestein bei variablen Umgebungsbedingungen (z. B. Temperatur und Chemismus) zu erhalten, um somit auch eine aus Sicht der Endlagersicherheit sinnvolle Temperatur ableiten zu können.

In der Studie soll daher der gekoppelte Einfluss der Wärme und Wechselwirkungen mit Fluiden in Laborversuchen untersucht und mit dem Ziel der Generalisierung und Konsequenzenbetrachtung in einfachen thermisch-hydraulisch-mechanisch-chemisch (THMC) gekoppelten Modellen simuliert werden. Dazu werden anhand drei verschiedener Probenarten Laborversuche bei unterschiedlichen Temperaturen zwischen 35 °C und 200 °C und bei einem Fluiddruck von 70 bar, der für die Simulation der potentiellen Endlagerteufe nötig ist, durchgeführt. Die Zielgrößen dieser Versuche, welche mit verschiedensten Labormethoden (z. B. Rasterelektronenmikroskopie) untersucht werden, sind die Permeabilität, der Quelldruck und die mineralogische Alteration. Die Untersuchungen tragen dazu bei, ein grundlegendes Prozess- und Systemverständnis hinsichtlich einer sicheren Endlagerung von radioaktiven Abfällen zu entwickeln.

---

<sup>1</sup> Standortauswahlgesetz vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 7. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2760) geändert worden ist