

Beteiligung am Grimsel-Experiment „Colloid Formation and Migration“

Kurztitel / ggf. Akronym:	CFM
Untertagelabor:	Felslabor Grimsel (Schweiz, Kristallin)
Ziel des Experiments:	Das CFM-Experiment untersucht die Bildung und die Rolle von Kolloiden mit Bezug auf Transport und Rückhaltung von Radionukliden. Hierzu werden sowohl In-situ-Tests im Felslabor Grimsel (teilweise unter Einsatz von Radionukliden als Tracern) als auch begleitende Labor- und Modellierungsarbeiten durchgeführt. Ziel ist die Entwicklung eines konsistenten Gesamtverständnisses zur Bildung und Rolle von Kolloiden und deren Wechselwirkung mit Radionukliden und Wirtsgestein.
Forschungsfeld:	Endlagersicherheit/Sicherheitsuntersuchungen
Experimentpartner:	Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN; ab 06.05.2025, vorher BMUV, BMU; Deutschland), Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI; Südkorea), Nuclear Waste Services (NWS; Großbritannien), Nuclear Waste Management Organisation (NUMO; Japan), Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra; Schweiz).
Finanzielle Beteiligung der BGE:	480.000 CHF (netto; 11.2021 – 12.2023) 400.000 CHF (netto; 01.2024 – 12.2028)
Gesamtlaufzeit des Experiments:	11.2004 – 12.2028
Laufzeit der BGE-Beteiligung am Experiment:	11.2021 – 12.2028
Weiterführende Informationen:	CFM Introduction (grimsel.com) (englisch)

Experimentbeschreibung

Im Rahmen der Umsetzung des Standortauswahlverfahrens sind in den Phasen I bis III jeweils vorläufige Sicherheitsuntersuchungen (vSU) durchzuführen. Die Anforderungen an ihre Durchführung sind in der Verordnung über Anforderungen an die Durchführung der vSU im Standortauswahlverfahren für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle

(Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung – EndlSiUntV) geregelt. Bestandteil der vSU ist auch eine Langzeitsicherheitsanalyse nach § 9 EndlSiUntV. Für die repräsentativen vSU in Phase I des Standortauswahlverfahrens gibt es mit Blick auf die Langzeitsicherheitsanalyse gesonderte Anforderungen, die stärker generische Ansätze erlauben. Für die weiterentwickelten vSU in Phase II sind jedoch konkretere Anforderungen formuliert, die zudem deutlich quantitativer sind. Dieses quantitative Verständnis von Prozessen, die in einem Endlager in Kristallingestein relevant sind, soll u. a. aus dem CFM-Experiment gewonnen werden. Zentrale Aspekte der Langzeitsicherheitsanalyse sind dabei u. a. die Mobilisierung und Migration der Radionuklide sowie die Integrität und Robustheit der Barrieren. Zur Analyse des Verhaltens des Endlagersystems im Bewertungszeitraum sind dabei hinreichend qualifizierte numerische Modellierungen auf Grundlage realitätsnaher Annahmen durchzuführen (§ 9 Abs. 2 EndlSiUntV). Grundlagen der Analyse des Verhaltens des Endlagersystems sind deshalb u. a. ein umfassendes quantitatives und qualitatives Verständnis der Prozesse, die zu einer Radionuklidmobilisierung und -migration führen können, und andererseits validierte numerische Ansätze und Methoden an möglichst realitätsnahen Experimenten. Die Bildung und Anwesenheit von Kolloiden kann die Mobilisierung und Migration von Radionukliden unter Umständen stark beeinflussen. Allerdings fehlt es bislang noch an einem umfassenden Verständnis der Rolle von Kolloiden mit Bezug auf die Radionuklidmobilisierung und -migration sowie insbesondere auch der numerischen Beschreibung dieser Rolle als Grundvoraussetzung ihrer Modellierung. Für die Sicherheitsbewertung ist es notwendig zu wissen, wie die Kolloidmobilität durch die Zusammensetzung des Wirtsgesteins und den Mechanismus der Sorption von Radionukliden an Kolloiden beeinflusst wird. Während einzelne Fragen bezüglich der Rolle von Kolloiden in klassischen, kleinskaligen Laborexperimenten untersucht werden können, sind insbesondere mit Blick auf numerische Modellierungen und ein Prozessverständnis für Langzeitsicherheitsanalysen großskalige In-situ-Experimente unter möglichst realitätsnahen Bedingungen unumgänglich. Solche In-situ-Experimente werden meist in Untertagelaboren durchgeführt.

Das CFM-Experiment untersucht die Bildung und die Rolle von Kolloiden und deren Wechselwirkung mit Radionukliden und Kristallingestein mit Bezug auf Radionuklidtransport und -rückhaltung unter natürlichen Bedingungen im großskaligen Maßstab. Hierzu werden sowohl In-situ-Tests im Felslabor Grimsel in den Schweizer Alpen (teilweise unter Einsatz von Radionukliden als Tracern) als auch begleitende Labor- und Modellierungsarbeiten durchgeführt. Die aktuell laufende Phase 5 des CFM-Experiments baut nahtlos auf den vorherigen Phasen auf und führt diese mit Blick auf die Entwicklung eines konsistenten Gesamtverständnisses zur Bildung und Rolle von Kolloiden mit Bezug auf Radionuklidtransport und -rückhaltung weiter. Dieses konsistente Gesamtverständnis wird für die Durchführung der weiterentwickelten vSU in Phase II des Standortauswahlverfahrens wichtig sein. Neben einem Follow-up Integrated Test (FIT), als Nachfolger des Langzeit-In-situ-Tests (LIT), werden auch weitere In-situ-Bentonit-Erosions-Tests (i-BET2/3) durchgeführt und überwacht. Bentonit kommt für den dichten Verschluss eines Einlagerungsbereichs sowie als Puffermaterial um die Endlagerbehälter im Kristallingestein in Frage. Basierend auf den Ergebnissen der In-situ-Tests und Laborexperimente werden konzeptionelle und numerische Modelle zum Kolloid- und Radionuklidtransport (weiter-)entwickelt und optimiert sowie relevante Inputparameter generiert.

Referenzen

EndlSiUntV: Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094, 2103)