



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Aufruf zu Forschungsbeiträgen

Ungewissheiten und Robustheit mit Blick auf die Sicherheit eines Endlagers für hochradioaktive Abfälle

BGE-Forschungsauftragsnummer STAFuE-21-4-Klei

Stand 17.03.2021

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2	
1	Veranlassung und Gegenstand	3
2	Leistungsinhalt	4
2.1	Stand von Wissenschaft und Forschung	5
2.2	Austausch und Projektlaufzeit	5
3	Übersicht der Themenfelder (Verbundprojekte) im Forschungscluster	6
4	Literaturverzeichnis	7
Anzahl der Blätter dieses Dokumentes		8

1 **Veranlassung und Gegenstand**

Am 21. September 2016 erfolgte die Gründung der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit auf Basis des Gesetzes zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung aus dem Juni 2016. Zum 24. April 2017 wurde die Aufgabe des Bundes nach § 9a Absatz 3 Satz 1 AtG auf die BGE übertragen. Gemäß § 3 des Gesetzes zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074) StandAG), ist die BGE Vorhabenträgerin für das Standortauswahlverfahren. Am 5. September 2017 erfolgte der Start des Standortauswahlverfahrens in Berlin. Zu Beginn wird von einer „weißen Landkarte“ Deutschlands ausgegangen. Die BGE beginnt mit dem Ausschluss von Regionen nach Maßgabe der gesetzlich festgelegten Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen. Sie setzt die vergleichende Analyse auf Basis vorhandener Daten, nach Maßgabe der gesetzlich festgelegten geowissenschaftlichen und planungswissenschaftlichen Abwägungskriterien, sowie der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen um. Die BGE schlägt dem Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) Standortregionen zur übertägigen Erkundung vor. Der Abschluss von Phase I ist mit dem Beschluss des Deutschen Bundestages und des Bundesrates über Standortregionen für die übertägige Erkundung erreicht. Am 28. September 2020 wurde der erste Schritt der Phase I mit der Veröffentlichung des „Zwischenbericht Teilgebiete“ (BGE 2020g) abgeschlossen. Zum jetzigen Zeitpunkt sind insgesamt 90 Gebiete mit ca. 240.874 km² Fläche als Teilgebiete nach § 13 StandAG ausgewiesen worden. Dabei wurden im kristallinen Wirtgestein insgesamt sieben Teilgebiete mit einer Gesamtfläche von 80.786 km² ermittelt gemäß § 13 StandAG (BGE 2020g).

Gemäß § 1 Absatz 2 StandAG soll ein Standort mit der bestmöglichen Sicherheit für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle ausgewählt werden. In § 1 Absatz 2 StandAG ist dazu festgelegt: *„Der Standort mit der bestmöglichen Sicherheit ist der Standort, der im Zuge eines vergleichenden Verfahrens aus den in der jeweiligen Phase nach den hierfür maßgeblichen Anforderungen dieses Gesetzes geeigneten Standorten bestimmt wird und die bestmögliche Sicherheit für den dauerhaften Schutz von Mensch und Umwelt vor ionisierender Strahlung und sonstigen schädlichen Wirkungen dieser Abfälle für einen Zeitraum von einer Million Jahren gewährleistet.“* Demnach stellen die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen (vSU) einen wesentlichen Aspekt bei der Auswahl eines Standortes dar und bedürfen eines besonderen Blickes auf das wissenschaftsbasierte, transparente, lernende und selbsthinterfragende Verfahren hinsichtlich des Vergleiches der Ergebnisse im Rahmen der vSU.

Für die Bewertung eines Untersuchungsraums entsprechend der Verordnung über Anforderungen an die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle (Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung – EndlSiUntV) sind Annahmen hinsichtlich der Eignung als Standort mit der bestmöglichen Sicherheit nach StandAG zu treffen. Die Annahmen ba-

sieren auf geologischen, geophysikalischen Ergebnissen und darauf basierenden Modellrechnungen. Jede dieser Komponenten ist mit Ungewissheiten verbunden. Insgesamt ergibt sich ein hohes Maß an Vielfältigkeit und Komplexität. Die Bewertung von Ungewissheiten ist außerdem zentraler Bestandteil der vSU, siehe § 11 EndlSiUntV.

Ziel der Bearbeitung ist es, diese Komplexität zu reduzieren, indem beispielsweise Ungewissheiten Kategorien zugewiesen werden und Handlungsempfehlungen zum Umgang und der Charakterisierung von Ungewissheiten erarbeitet werden. Ebenfalls denkbar ist die Quantifizierung von Ungewissheiten weiter zu entwickeln. Ergebnis dieser Bearbeitung ist die Verbesserung der Robustheit des Endlagersystems und damit der Sicherheit.

2 Leistungsinhalt

Im Rahmen dieses bis zum 5. Mai 2021 befristeten Aufrufes zu einem Forschungscluster sollen zentrale Aspekte der anstehenden Arbeiten im Rahmen der vSU nach § 26 StandAG nach dem Stand der Wissenschaft erarbeitet, offene Fragestellungen identifiziert und durch entsprechende Forschung die Wissenslücken nach Möglichkeit geschlossen werden. Der Forschungscluster soll verschiedene Themenfelder adressieren. Diese sind nachfolgend in Tabelle 1 aufgeführt. Innerhalb des Clusters sind fünf thematische Stränge vorgesehen, die von einzelnen Forschungsverbänden bearbeitet werden. Wir gehen von einer Gesamtanzahl von 10 bis 12 verschiedenen Forschungspartnern aus.

Die Steuerung des Clusters wird durch den Bereich Standortauswahl – Abteilung Sicherheitsuntersuchungen erfolgen. Die einzelnen Verbände reichen eine gemeinsame Projektskizze ein, in der geregelt ist, welche Institution den Forschungsverbund als zentraler Ansprechpartner im Cluster vertritt.

Es ist geplant nach erfolgreicher Etablierung des Forschungsvorhabens eine Art Kuratorium einzusetzen, um die Arbeit des Clusters nach zwei Jahren zu evaluieren.

Das Gesamt-Forschungsvorhaben (Cluster) soll binnen drei Jahren abgeschlossen werden mit der Option der Verlängerung um ein weiteres Jahr bei positiver Evaluierung nach zwei Jahren. Das Gesamt-Forschungsvorhaben soll konkret dabei helfen, die Arbeiten der Vorhabenträgerin zu unterstützen. Gleichzeitig sollen aber auch Fragen adressiert werden, die als ergebnisoffene Forschung nicht unbedingt zwingend zur Bearbeitung erforderlich scheinen.

Das Vorhaben soll neben der Informationsbereitstellung zu dedizierten Zeitpunkten (fix terminierte Meilensteine) auch, soweit möglich, konkrete Beispiele zu allen erarbeiteten Aspekten bereitstellen. Auf diese Weise wird einerseits die Anwendbarkeit verbessert, aber auch die im gesellschaftlichen Dialog entsprechende Relevanz verdeutlicht.

Das Vorhaben ist bewusst in Form und Inhalt so gegliedert, dass sich Universitäten so beteiligen können wie es der klassischen Arbeit entspricht, also typischerweise im Rahmen von Doktorarbeiten. Entsprechend wird von einer sehr hohen fachlichen Qualität der Bearbeitung ausgegangen, die sich durch eine entsprechende Anzahl von wissenschaftlichen Publikationen ausdrückt. Hier sind Open Access Publikationen zu bevorzugen.

Generell finden die durchgeführten Arbeiten im Rahmen des Standortauswahlverfahrens statt und es sind daher besonders hohe Maßstäbe insbesondere mit Blick auf die Transparenz und Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten.

2.1 Stand von Wissenschaft und Forschung

Es ist der Stand der Wissenschaft und Forschung zu berücksichtigen, insbesondere unter Einbeziehung laufender Arbeiten im Rahmen von EURAD und IGD-TP.

Die Auswirkungen verschiedener Effekte auf nicht explizit durch die numerischen Modelle simulierte Größen können durch nachgeschaltete spezielle Wirkmodelle (auch Impactmodelle genannt) ermittelt werden. In diese Modelle gehen als Eingangsdaten die Ausgabedaten (Ergebnisse) der regulären Vorwärtsmodelle ein. Es kann eine Modellkette entsprechender Wirkmodelle erstellt werden. Jedes numerische Modell stellt nur ein begrenztes Abbild der Realität dar, da nicht alle räumlichen und zeitlichen Skalen und auch nicht alle potentiell relevanten Prozesse des Gesamtsystems simuliert werden können. Entsprechende Aspekte sind bei den Arbeiten zu berücksichtigen.

2.2 Austausch und Projektlaufzeit

Grundsätzlich gilt, dass die Forschungspartner im Rahmen einer Klausurtagung am Ende jedes Projektjahres sich gegenseitig als auch einem Kuratorium und dem Bereich Standortauswahl den Stand der Arbeiten zur Diskussion vorstellen. Es ist geplant, dass in diesem Rahmen ebenfalls nach zwei Jahren vom Kuratorium eine Empfehlung hinsichtlich einer Verlängerung des jeweiligen Vorhabens um ein viertes Jahr erfolgen wird.

Für den Fall, dass die Etablierung eines Kuratoriums nicht möglich ist wird diese Aufgabe durch den Bereich Standortauswahl zusammen mit entsprechenden Expert*innen erfolgen.

3 Übersicht der Themenfelder (Verbundprojekte) im Forschungscluster

Tabelle 1: Übersicht der fünf verschiedenen Themenfelder. Jedes Themenfeld stellt ein Verbundprojekt dar. Alle Themenfelder zusammen ergeben den Forschungscluster.

Forschungscluster: Ungewissheiten und Robustheit mit Blick auf die Sicherheit eines Endlagers für hochradioaktive Abfälle				
Themenfeld/Verbund 1	Themenfeld/Verbund 2	Themenfeld/Verbund 3	Themenfeld/Verbund 4	Themenfeld/Verbund 5
Risiko, Zuverlässigkeit und die Charakterisierung von Ungewissheiten – zum Beispiel: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Darlegung verschiedener Charakterisierungsmöglichkeiten von Ungewissheiten (auch im Hinblick auf die praktische Anwendung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen) ▪ Bestimmung von Risiko und Zuverlässigkeit anhand numerischer Methoden (Betrachtung von traditionellen als auch Bayesschen Modellen) ▪ Methoden der Risikominimierung ▪ Betrachtung von Zusammenhängen zwischen verschiedenen Systemen ▪ Berechnung von Fehlerfolgen 	Quantifizierungsmöglichkeiten von Ungewissheiten und Robustheit – zum Beispiel: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bewertung der Aussagekraft von Simulationsergebnissen thermisch-hydraulisch-mechanisch-chemischer numerischer Modelle im Rahmen von Sicherheitsuntersuchungen ▪ Quantifizierungsmöglichkeiten durch probabilistische Berechnungen aber auch durch die Entwicklung neuartiger Methoden ▪ Methodische Erarbeitung von praxistauglichen und konkreten Abläufen für Quantifizierungen von Ungewissheiten 	Regulatorische Aspekte beim Umgang mit Ungewissheiten und Robustheit – zum Beispiel: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Anforderungen an den Umgang mit Ungewissheiten aus dem StandAG und der Sicherheitsuntersuchungsverordnung/ Auslegung der Gesetzestexte ▪ Anforderungen an den Umgang und Vermittelbarkeit von Ungewissheiten gegenüber der Öffentlichkeit ▪ Umgang mit verschiedenen Sicherheitskonzepten 	Physikbasierte Szenarienmodellierung und Impaktmodelle – zum Beispiel: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Prognosestabilität ungewisser Prozesse, Surrogat- und Meta-modellierung ▪ Statistische Bewertung hybrider Datensätze (Modell und Physik) ▪ Modellauswahl (z.B. Bayes, Physikbasiertes maschinelles Lernen) ▪ Szenarienbewertung und Entscheidungsmethoden ▪ Bewertung von Sensitivitätsanalysen: Potentiale und Grenzen ▪ Multidimensionalität von Parameter Ungewissheiten (Raum/Zeit) mit Blick auf komplexe THMCB-Kopplungsmechanismen ▪ Probabilistische Zonenkartierung in Kombination mit physikbasierter Modellierung ▪ Berücksichtigung von Dosisberechnungen (Strahlungstransport) 	Ungewissheiten bei der Beschreibung von Gebieten – zum Beispiel: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Entwicklung von Workflows zur Quantifizierung und Minimierung von Ungewissheiten bei der geologischen Modellierung im Standortauswahlverfahren ▪ Einfluss auf Ungewissheiten von verschiedenen Eingangsdaten, Einfluss von Subjektivität bei der Interpretation geophysikalischer Daten ▪ Methoden zum Umgang mit räumlicher Variabilität von Gesteinseigenschaften ▪ Entwicklung von Workflows zur Herstellung der Vergleichbarkeit von Ungewissheiten zwischen verschiedenen Standortregionen/Standorten (mit unterschiedlichen Datenlagen) ▪ Optimum Experimental Design mit Blick auf eine Erkundungsplanung

Es ist gewünscht, dass jeder Verbundpartner jeweils eine/n Doktoranden/in die jeweilige Thematik bearbeiten lässt. Eine Gesamtanzahl von fünf Verbundpartnern soll dabei nicht überschritten werden. Für die Kostenkalkulation für dieses reine Forschungsvorhaben ist jeweils einzig diese eine Doktorand*innenstelle in Rechnung zu stellen.

Der Bereich Standortauswahl der BGE möchte mit diesem Forschungscluster im Rahmen der Standortauswahl einen Impuls setzen um die akademische Forschung zu Ungewissheiten zu stärken und dabei Theorie und Praxis zusammenführen.

4 Literaturverzeichnis

AtG: Atomgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch Artikel 239 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist

BGE (2020g): *Zwischenbericht Teilgebiete*. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH

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

StandAG: 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

Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
Eschenstraße 55
31224 Peine
T +49 05171 43-0
poststelle@bge.de
www.bge.de