

Einschluss oder Zugriff

Tiefenlagerung ohne oder mit Vorkehrungen zur Rückholbarkeit

Sollte die Lagerung radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen rückholbar gestaltet werden? Im Artikel werden Optionen zur Gestaltung einer Einlagerung beschrieben, Argumente für und gegen eine Rückholbarkeit wiedergegeben und Zielkonflikte dargelegt. Eine Entscheidung zur Rückholbarkeit kann aus

technischen Gründen nicht beliebig verzögert werden.

Schwierigkeiten auf dem Weg zu einer solchen Entscheidung sind jedoch abzusehen – umso wichtiger ist eine frühzeitige prozedurale Ausgestaltung des hierfür notwendigen Diskurses.

Klaus-Jürgen Röhlig, Daniel Häfner, Karl-Heinz Lux,
Thomas Hassel, Joachim Stahlmann

Containment or Accessibility. Deep Disposal with or without Retrievability Measures | GAIA 26/2 (2017): 114–117

Keywords: fairness, nuclear waste, radioactive waste disposal, retrievability, safety

„Einschluss oder Zugriff?“ – diese Fragestellung verweist pointiert auf unterschiedliche Ansätze zum Umgang mit hoch radioaktiven Abfällen, die auch bei der Konzeption tiefer („geologischer“) Lager von Bedeutung sind. Im Folgenden werden diese Ansätze kurz vorgestellt und Argumente für eine – im Rahmen der vielschichtigen Problematik radioaktiver Abfälle notwendige – Abwägung zwischen den Optionen skizziert.

Zielkonflikt

In einem Tiefenlager (oft: Endlager) sollen verschiedene geologische, geotechnische und technische Barrieren, deren Wirkung

sich auf günstige und über extrem lange Zeiträume stabile Eigenschaften geologischer Formationen stützt, die hoch radioaktiven Reststoffe möglichst ohne weiteres menschliches Zutun nachsorgefrei (wartungsfrei) sicher und dauerhaft einschließen (*passive Sicherheit*) und von den Schutzgütern (wie Mensch, Wasser, Umwelt) fernhalten. Zentral ist die weitestgehende Rückhaltung oder der *Einschluss* der Abfälle im Nahbereich des Endlagerbergwerks. Mit zunehmender Konkretisierung verschiedener Lagerkonzepte in kristallinem Hartgestein, Salz- oder Ton(stein)formationen wurden die Bedeutung dieser Sicherheitsfunktion *Einschluss* und die jeweiligen diesbezüglichen Anforderungen an einzelne Systemkomponenten (Barrieren) präzisiert (NEA 2014). Nachfolgend soll unter der Option *Einschluss* verstanden werden, dass der Endzustand des verschlossenen Endlagers „baldmöglichst“ nach Ende der Abfalleinlagerung¹ ohne intendierte Verzögerungen umgesetzt wird.

Die Sicherheitsanforderungen (BMU 2010, S. 9) sehen vor, dass ein *Einschluss* durch geologische und geotechnische Barrieren in einem „einschlusswirksamen Gebirgsbereich“ in einer Weise erfolgt, dass „allenfalls geringfügige Stoffmengen diesen Gebirgsbereich verlassen können“. Andere Endlagerkonzepte (Schweden, Finnland) setzen zum Erreichen des *Einschlusses* auf äußerst langlebige technische Barrierensysteme (Behälter und umgebendes Puffermaterial). Der *Einschluss* ist für den ausgewählten Standort

Kontakt: Prof. Dr. Klaus-Jürgen Röhlig | Technische Universität Clausthal | Institut für Endlagerforschung | Adolph-Roemer-Str. 2A | 38678 Clausthal-Zellerfeld | Deutschland | Tel.: +49 5323 724920 | E-Mail: klaus.roehlig@tu-clausthal.de

Daniel Häfner, M. A. | Cottbus | Deutschland | E-Mail: daniel.haefner@fu-berlin.de

Prof. Dr. Karl-Heinz Lux | Technische Universität Clausthal | Lehrstuhl für Deponietechnik und Geomechanik | Clausthal-Zellerfeld | Deutschland | E-Mail: karl-heinz.lux@tu-clausthal.de

Dr. Thomas Hassel | Leibniz Universität Hannover | Institut für Werkstoffkunde | Garbsen | Deutschland | E-Mail: hassel@iw.uni-hannover.de

Prof. Dr. Joachim Stahlmann | Technische Universität Braunschweig | Institut für Grundbau und Bodenmechanik | Braunschweig | Deutschland | E-Mail: j.stahlmann@tu_braunschweig.de

© 2017 K.-J. Röhlig et al.; licensee oekom verlag. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

¹ In Deutschland sieht das *Standortauswahlgesetz* die Festlegung eines Endlagerstandorts für das Jahr 2031 vor. Danach würden gegebenenfalls weitere Erkundungen, ein Genehmigungsverfahren nach § 9b (1a) des *Atomgesetzes*, gegebenenfalls Klagen, die bergtechnische Erschließung des Standorts und die Einlagerung weitere Jahrzehnte in Anspruch nehmen, bevor das Endlager verschlossen werden kann.

des Endlagerbergwerks für einen festgelegten Zeitraum (Deutschland: eine Million Jahre) in einer Sicherheitsdokumentation (Safety Case)² auf rechnerischer und argumentativer Grundlage wissenschaftlich plausibel und nachvollziehbar zu belegen. Damit soll der Schutz von Mensch und Umwelt nach heutigem bestem Wissen und Gewissen nachsorgefrei und dauerhaft gewährleistet werden. Der technische Eingriff in das schützende Gebirge ist bei diesem Vorgehen so gering wie möglich zu halten.

Ausgangspunkt des Ansatzes *Einschluss* ist die Bewertung weiter Teile der wissenschaftlichen Community, dass ein solcher sicherer Zustand technisch erreicht werden kann. Dem standen und stehen jedoch, etwa in der interessierten Öffentlichkeit, massive Zweifel entgegen, sei es an der Qualität des System- und Prozess-

und Schächte offenzuhalten; zudem sind für eine Rückholung auch die erforderlichen Infrastrukturen zur Lagerung der Abfälle über Tage vorzuhalten. Der *Zugriff* bedarf grundsätzlich der Beobachtung der Zustandsänderungen des Wirtsgesteins sowie der geotechnischen und auch der technischen Barrierenkomponenten (Monitoring). Ebenso müssen die notwendigen Kompetenzen in Langzeitinstitutionen über längere Zeiträume als bei (baldmöglichstem) *Einschluss* erhalten bleiben und Governance-Prozeduren geregelt werden. Nehmen die Zustandsänderungen einen Verlauf, der die Integrität der Barrieren und damit die Langzeitsicherheit der Entsorgungsanlage infrage stellt, ist durch diese Institutionen gegebenenfalls die Entscheidung „Rückholung oder Verschluss“ zu treffen. Die Dauer der Gewährleistung der Option des

Die Frage „Einschluss oder Zugriff?“ muss frühzeitig im Prozess angesprochen werden. Viele der aufgeworfenen Fragen können wir nur stellvertretend für zukünftige Generationen beantworten – aber wir müssen es tun.

verständnisses, das den Sicherheitsbewertungen zugrunde liegt, und damit an der Verlässlichkeit der *passiven Sicherheit*, sei es insgesamt an der Möglichkeit einer „Entsorgung“, die darauf abzielt, die Verantwortung für die radioaktiven Reststoffe abzulegen. Im Extremfall führten solche Zweifel zum Vorschlag einer diametral entgegengesetzten Strategie: Die Abfälle sollten nicht entsorgt, sondern auf unbestimmte Zeit „gehütet“ werden (Buser 1998). Als möglicher Kompromiss wurde das Konzept einer langfristig überwachten und rückholbaren/reversiblen Einlagerung in tiefe geologische Formationen vorgeschlagen: Die Möglichkeit eines *Zugriffs* auf die eingelagerten Stoffe sollte – für einen gewissen Zeitraum – erhalten bleiben. In Deutschland erhielten die Argumente für diese Option insbesondere nach den Vorgängen in der Schachanlage Asse II in der gesellschaftlichen Debatte ein besonderes Gewicht, auch wenn hinsichtlich des Abfallinventars, des technischen Konzepts und des Verfahrens der Genehmigung und Implementierung deutliche Unterschiede zur Endlagerung hoch radioaktiver Abfälle bestehen.

Ein direkter *Zugriff* auf die Abfälle wäre am einfachsten zu realisieren, wenn die Behälter lediglich in Einlagerungsstrecken abgestellt würden. Gründe wie die Gewährleistung des Strahlenschutzes, die Notwendigkeit des Erhalts der Integrität der Barrieren, aber auch die Notwendigkeit der Verhinderung eines unbefugten Eindringens in das Tiefenlager und die Vorsorge gegen unplanmäßige Ereignisse lassen es allerdings geraten erscheinen, die Einlagerungsstrecken zu versetzen und mit Verschlussbauwerken gegenüber der Restgrube derart zu separieren, dass die Behälter im Fall des *Zugriffs* geordnet entnommen werden können. Damit wird im Nahbereich der Einlagerungsstrecken auch schon frühzeitig ähnlich der *Einschluss*option eine *passive Sicherheit* erreicht. Allerdings wären zur Gewährleistung eines möglichst kurzfristigen *Zugriffs* die Zugangsstrecken, Infrastrukturbereiche

Zugriffs ist aufgrund der offenzuhaltenden Teile des Bergwerks und der dadurch bedingten Degradationen der Barrieren gebirgsmechanisch begrenzt und wirtsgesteinsabhängig.

Die Option des *Zugriffs* oder einer Rückholung der Abfälle hat weitreichende Konsequenzen: Das System- und Prozessverhalten des Lagers einschließlich des Inventars ist kontrollierbar, Fehlerkorrekturen der zugrundeliegenden Ingenieurmodellvorstellungen und der geologischen Modelle sind möglich, gleichzeitig wird aber das Risiko erhöht, weil eine Verringerung der Barrierenintegrität stattfindet, zum Beispiel aufgrund der zusätzlich etwa für ein Monitoring erforderlichen Hohlräume und der längeren Dauer der Offenhaltung.

Insgesamt wird das Konzept der *passiven Sicherheit* zumindest zeitweise relativiert: Mit steigenden Möglichkeiten des *Zugriffs* steigt auch die Bedeutung aktiven menschlichen Handelns. Es wird möglich, das Lager langfristig zu überwachen und so das Vertrauen in die vorgesehene Lösung zu erhöhen sowie korrigierend einzugreifen. Dies geht mit der Anforderung einher, für Überwachung, Betrieb und die Sicherung des Lagers sowie die für eine Rückholung notwendigen personellen, materiellen, institutionellen und finanziellen Ressourcen vorzuhalten. Des Weiteren werden im Vergleich zum *Einschluss* Szenarien ungewollter gesellschaftlicher Entwicklungen (zum Beispiel Kriege oder mangelnde ökonomische Ressourcen), die etwa dazu führen können, dass die Anlage in den nächsten Jahrzehnten sich selbst überlassen und nicht wie vorgesehen verschlossen wird, für die Betrachtung bedeutsamer.

>

² Zum Safety Case und der Diskussion in der Öffentlichkeit siehe Röhlig und Eckhardt (2017, in diesem Heft).

Abwägung

Angesichts der Tatsache, dass sich Endlagerplanung (mit Standortauswahl und Genehmigung), Betrieb (Einlagerung) und Verschluss über Jahrzehnte erstrecken werden, ergibt sich eine Relativierung des Gegensatzes „Einschluss oder Zugriff“: Zunächst bleibt für die Jahrzehnte bis zum Zeitpunkt der Einlagerung des ersten Behälters die Möglichkeit des Zugriffs erhalten. Danach beginnt ein fließender Übergang vom Zustand der Möglichkeit eines relativ leichten Zugriffs zu dem des *Einschlusses* (*retrievability scale*, siehe NEA 2011): Mit fortschreitender Zeit steigen Aufwand und Kosten für eine etwaige Rückholung, die *passive Sicherheit* nimmt zu. In der praktischen Umsetzung zeigt sich, dass für verschiedene Teile des Lagers zum jeweils betrachteten Zeitpunkt unterschiedliche Zustände hinsichtlich der Frage *Einschluss* beziehungsweise *Zugriff* erreicht werden.³ Zentral ist die Frage, ob dieser Übergang eher beschleunigt oder verzögert werden sollte. Möglich wäre beispielsweise die Implementierung einer Beobachtungsphase zwischen dem Ende der Einlagerung und dem Verschluss (*indirect oversight*, ICRP 2013).

Die Zielsetzung der Kommission *Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe* (Endlager-Kommission) ist eine Endlagerung mit Reversibilität an einem Standort, der die bestmögliche (*passive*) *Sicherheit* ermöglicht. Dem Ansatz der ICRP folgend, hat die Kommission in ihrem Abschlussbericht 2016 vorgeschlagen, für einen gewissen nicht näher spezifizierten Zeitraum auch nach der Einlagerung Zugriffsmöglichkeiten und eine Rückholbarkeit aus dem nur teilweise erfüllten beziehungsweise verschlossenen Lager durch entsprechende technische Vorkehrungen zu gewährleisten (BT-Drs. 18/9100).

Im Vergleich zur Option (baldmöglichster) *Einschluss* wird hier also zugunsten der Option *Zugriff* der Verschluss des Lagers bewusst verzögert. Im Lager ablaufende zeitabhängige physikalische und chemische Prozesse (etwa die Austrocknung und Versauerung von Tongestein) können die Bergwerkssicherheit vor dem Verschluss oder die spätere (Langzeit-)Sicherheit des dann verschlossenen Lagers aber negativ beeinträchtigen. Auch sind einige Prozesse (zum Beispiel die Aufsättigung von Bentonit oder die Konvergenz von Hohlräumen) auf ein möglichst baldiges Erreichen des *Einschlusses* gerichtet und stehen damit einem *Zugriff* entgegen. Es gilt also, einen Ausgleich zwischen zum Teil konkurrierenden Ansprüchen zu finden und zu ermitteln, über welchen Zeitraum die Verzögerung des Verschlusses sicher möglich ist. Zu beachten ist, dass die relevanten Zeiträume des Betriebs

und der Beobachtung im Bereich von Jahrzehnten (oder wenigen Jahrhunderten) liegen werden, wogegen sich der passiv sichere Zustand des Systems über mehrere hunderttausend Jahre erstrecken soll.

Letztlich lassen sich die Argumente zum Thema „Einschluss oder Zugriff“ in die Kategorien *Sicherheit* und *Gerechtigkeit* einordnen (eine systematische Zusammenstellung von Motiven und Begründungen findet sich in ESK 2011).

Zum Aspekt *Sicherheit* ergibt sich die Frage nach dem Vertrauen in das Konzept der *passiven Sicherheit* durch geologische, geotechnische und technische Barrieren einerseits beziehungsweise andererseits nach dem Wunsch, dieses Konzept mit Blick auf die Möglichkeit unvorhergesehener Entwicklungen durch aktive Maßnahmen der Überwachung und der Ermöglichung einer Fehlerkorrektur durch aktive Eingriffe (Ertüchtigung, Reparatur, Rückholung) zu ergänzen. Dies darf aber nicht zu einer sicherheitstechnisch unzulässigen Schwächung des Barrierensystems führen. Auch bewusst verzögernde Elemente im Prozess der Endlagerung (BT-Drs. 18/9100) können unter dem Gesichtspunkt der *Sicherheit* begründet werden – eine Bestätigung dem Sicherheitsnachweis zugrundeliegender Annahmen oder aber eine Fehlerkorrektur wird über längere Zeiten möglich, aber gleichzeitig erhöht sich die Ungewissheit hinsichtlich gesellschaftlicher Entwicklungen.

Unter dem Aspekt der *Gerechtigkeit* wird die Freiheit künftiger Generationen als erstrebenswertes Ziel gesehen, doch auch hier können Zielkonflikte bestehen: Geht es um eine Freiheit, die vor allem Entlastung von Zumutung (Verantwortung) bedeutet oder um die Freiheit, jeweils selbst über den Umgang mit den Abfällen zu entscheiden? So möchte die Endlager-Kommission einerseits Lasten und Verpflichtungen für zukünftige Generationen möglichst gering halten, empfiehlt andererseits aber zugleich eine Endlagerung mit Reversibilität, die eben künftige Generationen zum Umgang mit den Abfällen nötig (BT-Drs. 18/9100). Gerade um bei der Beantwortung dieser Fragestellungen eine diskursive und wissenschaftliche Verengung der Optionen und Varianten zu vermeiden, muss eine disziplinär, interdisziplinär und transdisziplinär angelegte Wissenschaftslandschaft, insbesondere auch unter Einbindung der Ethik, möglichst umfassende Informationen und Argumente zur Verfügung stellen, damit Gesellschaft und Politik im Diskurs durch eine „Identifizierung der besten Argumente für die Entsorgung“ (Grunwald 2016, S. 117) zu einer Entscheidung kommen können.

Der von der Endlager-Kommission vorgezeichnete Prozess bietet die Möglichkeit, die notwendige Diskussion zu den Fragen von *Sicherheit* und *Gerechtigkeit* zu führen. Aus den Protokollen des neu geschaffenen Nationalen Begleitgremiums ist zu erkennen, dass die Frage der Rückholbarkeit in dessen Arbeit eine wichtige Rolle spielen wird⁴ – eine Konkretisierung des prozeduralen Rahmens für den Diskurs ist jedoch noch zu leisten. Schwierigkeiten auf dem Weg zu einer Entscheidung sind abzusehen – so war die Frage der Rückholbarkeit beispielsweise die einzige zentrale Frage, zu der in einem im Verbundprojekt *ENTRIA* durchgeführten Bürgerforum keine Einigung erzielt werden konnte.⁵

3 So wird in der französischen Endlagerplanung von verschiedenen Zuständen ausgegangen: 1. beladene Einlagerungshohlräume, die zunächst nicht durch Verschlussbauwerke, sondern durch leicht zu öffnende Strahlenschutzbarrieren verschlossen sind, 2. durch Verschlussbauwerke verschlossenen Hohlräume, 3. verfüllter und verschlossener Endlager-Modul (bestehend aus einigen Dutzend Hohlräumen und zugehörigen Zugangsstrecken), 4. verfüllte und verschlossene Endlager-Zone (bestehend aus etwa zehn Modulen), 5. verschlossenes Endlager. Verschiedene Zonen beziehungsweise Module können sich zu unterschiedlichen Zeiten in unterschiedlichen Zuständen befinden (ANDRA 2005).

„Einschluss oder Zugriff?“ ist eine Frage, die im Prozess frühzeitig adressiert werden muss. Zu beachten ist, dass bestimmte diesbezügliche Entscheidungen Auswirkungen auf das Lagerkonzept haben, da möglicherweise Implikationen im Hinblick auf die Standortauswahl (zum Beispiel Platzbedarf) bestehen. Auch eine Einlagerung mit Möglichkeiten zum Zugriff erfolgt mit dem Ziel, letztlich einen *Einschluss* zu erreichen, eröffnet aber zwischenzeitlich Handlungsalternativen. Der *Einschluss* erfolgt vergleichsweise spät und möglicherweise auch mit Abstrichen hinsichtlich der Barrierenqualität oder bei erhöhtem betrieblichen Risiko. Diese Risiken müssen mit der Möglichkeit einer Überwachung und gegebenenfalls einer Fehlerkorrektur abgewogen werden, die aktuelles gesellschaftliches Vertrauen in die Lösungen schaffen kann. Viele der aufgeworfenen Fragen in diesem Themenkomplex können wir nur stellvertretend für zukünftige Generationen beantworten – aber wir müssen es tun.

Literatur

- ANDRA (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs). 2005. *Dossier 2005*. www.andra.fr/international/pages/en/dossier-2005-1636.html (abgerufen 12.04.2017).
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit). 2010. *Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle*. Stand 30. September 2010. www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/sicherheitsanforderungen_endlagerung_bf.pdf (abgerufen 10.05.2017).
- BT-Drs. 18/9100. Drucksache des Deutschen Bundestages 18/9100 vom 19.07.2016. *Abschlussbericht der Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe*.
- Buser, M. 1998. „Hüte“-Konzept versus Endlagerung radioaktiver Abfälle: *Argumente, Diskurse und Ausblicke*. Villigen, CH: Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK).
- ESK (Entsorgungskommission). 2011. *Rückholung/Rückholbarkeit hoch-radioaktiver Abfälle aus einem Endlager – ein Diskussionspapier*. Bonn.
- Grunwald, A. 2016. Wissenschaftliche Synthese bei der Forschung zur Entsorgung radioaktiver Reststoffe in der Forschungsplattform ENTRIA. In: *Inter- und Transdisziplinarität bei der Entsorgung radioaktiver Reststoffe. Grundlagen – Beispiele – Wissenssynthese*. Herausgegeben von U. Smeddinck, S. Kuppler, S. Chaudry. Wiesbaden: Springer Vieweg. 111–119.
- ICRP (International Commission on Radiological Protection). 2013. Radiological protection in geological disposal of long-lived solid radioactive waste. ICRP Publication 122. *Annals of the ICRP* 42/3.
- NEA (Nuclear Energy Agency). 2011. *Reversibility and retrievability (R&R) for the deep disposal of high-level radioactive waste and spent fuel*. NEA/RWM/R(2011)4. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).
- NEA. 2014. *The safety case for deep geological disposal of radioactive waste: 2013 state of the art. Symposium proceedings*. NEA/RWM/R(2013)9. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).
- Röhlig, K.-J., A. Eckhardt. 2017. Primat der Sicherheit. Ja, aber welche Sicherheit ist gemeint? *GAIA* 26/2: 103–105.

4 www.nationales-begleitgremium.de

5 „Im Bürgerforum besteht keine Einigkeit, ob ein Endlager rückholbar oder nicht rückholbar ausgelegt sein soll. Eine Einigung ist auf Grund einer unterschiedlichen Bewertung der Argumente nicht erfolgt. Kein Argument kann als das entscheidende, allein ausschlaggebende identifiziert werden. Sogar der Begriff ‚sicher‘ – obwohl von allen gefordert – wird unterschiedlich interpretiert. Der Dissens innerhalb des Bürgerforums findet sich vermutlich auch in der Bevölkerung der Bundesrepublik wieder“ (Strauß et al. 2015, S. 12).

Strauß, I. et al. 2015. *Bürgergutachten. Bürgerforum: „Wohin mit unserem Atom-müll?“*. Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe, K-Mat 20. www.bundestag.de/blob/365600/a762d9d615164690cb2957db510cb605/kmat_20-data.pdf (abgerufen 25.04.2017).

Eingegangen am 14. November 2016; überarbeitete Fassung
angenommen am 21. April 2017.

Klaus-Jürgen Röhlig

Geboren 1958 in Leipzig. Mathematiker, Professor für Endlagersysteme an der Technischen Universität Clausthal, Clausthal-Zellerfeld. Sprecher des Verbundprojekts ENTRIA. Forschungsschwerpunkte: Sicherheitsanalyse für Tiefenlager, Schnittstellen technischer und nichttechnischer Aspekte bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle.



Daniel Häfner

Doktorand am Forschungszentrum für Umweltpolitik (FFU) der Freien Universität Berlin zum Thema *Betroffenheit(en) im Umfeld kerntechnischer Anlagen*. Lehrbeauftragter an der Brandenburgisch Technischen Universität Cottbus-Senftenberg und der Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin. Forschungsschwerpunkte: Technikakzeptanz und soziale Bewegungen.



Karl-Heinz Lux

Bauingenieur. Universitätsprofessor und Leiter des Lehrstuhls für Deponietechnik und Geomechanik am Institut für Aufbereitung, Deponietechnik und Geomechanik an der Technischen Universität Clausthal. Mitglied im Ausschuss *Endlagerung radioaktiver Abfälle* der Entsorgungskommission des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit und der Expertengruppe *Schweizer Tiefenlager*. Forschungsschwerpunkte: Geotechnik, Endlagersicherheit, Kavernenbau und multiphysikalische Simulation.



Thomas Hassel

Geboren 1969 in Merseburg, Sachsen-Anhalt. Bereichsleiter des Unterwassertechnikums am Institut für Werkstoffkunde im Fachbereich Maschinenbau der Leibniz Universität Hannover. Leiter der Forschungsprojekte *Wechselwirkungen zwischen Endlager, Lagerungssystem und Reststoffen zur Beurteilung von Langzeitstabilität und Rückholbarkeit* und *Interventionstechniken zur sicheren Rückholbarkeit* im Verbundprojekt ENTRIA. Forschungsschwerpunkte: Rückbau kerntechnischer Anlagen, Endlagerbehälter, Werkstoffwissenschaften metallische Werkstoffe, Füge-technik.



Joachim Stahlmann

Geboren 1956 in Bremen. Universitätsprofessor und Leiter des Instituts für Grundbau und Bodenmechanik an der Technischen Universität Braunschweig. Leiter von Forschungsprojekten im Bereich Geotechnik, Salzmechanik und Tiefenlagerung. Forschungsschwerpunkte: Salzmechanik, Gebirgsmechanik, Geomesstechnik, Stoffmodellentwicklung, Konzeptentwicklung für Tiefenlager mit der Option der Rückholung.

