

5. Endlagersicherheitsforschung



Tilmann Rothfuchs

→ Die wesentliche Aufgabe der GRS in ihrem Arbeitsfeld Endlagersicherheitsforschung liegt in der anwendungsbezogenen Forschung und Entwicklung (FuE) zur Führung des Langzeitsicherheitsnachweises von Endlagern für radioaktive Abfälle und Untertagedeponien für chemisch-toxische Abfälle in geologischen Formationen. Darüber hinaus bietet die GRS weiteren potenziellen Auftraggebern der öffentlichen Hand und der Industrie an, die im Rahmen ihrer bisherigen Forschungsarbeiten entwickelten sicherheitsanalytischen und experimentellen Methoden und Instrumente in weiteren Bereichen der Umweltforschung einzusetzen. Hierzu zählen etwa Arbeiten zur langzeitsicheren CO²-Verbringung in geeigneten geologischen Formationen, zur geothermischen Energiegewinnung, zur Chemikaliensicherheit und für die Entwicklung einer internationalen Strategie zur sicheren Entsorgung von Quecksilber.

Endlagersicherheitsforschung heute

Erreichter Stand. Nach über 30 Jahren FuE zur Endlagerung in Steinsalzformationen in Deutschland sind die Grundlagen für den Einstieg in ein Genehmigungsverfahren vorhanden. Die GRS hat im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) die entsprechenden Erkenntnisse zusammen mit dem Ökoinstitut in dem Bericht »Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle in Deutschland« umfassend dargestellt; der Bericht ist auf der Website der GRS als Download erhältlich.

Aktuelle Fragen. Die Fragestellungen, die weitere FuE erfordern, sind weitgehend identifiziert. Diese betreffen insbesondere die Weiterentwicklung bzw. Anpassung sicherheitsanalytischer Methoden und Instrumente an den internationalen Stand von Wissenschaft und Technik sowie die Verbesserung des Verständnisses der in Endlagersystemen ablaufenden Prozesse. Ein wesentliches Element hierbei ist die Weiterentwicklung von Modellen, die eine vertiefte Untersuchung der komplexen Wechselwirkungen zwischen thermischen, hydraulischen, mechanischen und chemischen Prozessen in einem potenziellen Endlager erlauben. Ergänzend dazu sollen Programme entwickelt werden, mit denen diese Prozessabläufe sowohl für den interessierten Laien als auch den

forschenden Wissenschaftler anschaulich visualisiert werden können. Die diesbezüglichen Arbeiten der GRS werden soweit wie möglich in internationale Projekte eingebettet. Diese Einbindung erhöht die Transparenz der nationalen Vorgehensweise und stellt ein unverzichtbares Element für deren wissenschaftliche Absicherung dar.

Führung eines Langzeitsicherheitsnachweises. Nach internationalem Verständnis ist der Nachweis der langzeitigen Sicherheit eines Endlagersystems in Form eines Safety Case (Langzeitsicherheitsnachweis) zu führen; die einschlägigen Safety Requirements (»Geological Disposal of Radioactive Waste«) der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAO) gelten diesbezüglich als zentrale Referenz. Die GRS hat in einem Entwurf zu entsprechenden Sicherheitsanforderungen konkrete Vorschläge zur Führung eines Langzeitsicherheitsnachweises formuliert (vgl. B. Baltés, »Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen«, atw, Feb. 2008). Der Entwurf wird aktuell in der deutschen Fachwelt diskutiert und war auch Gegenstand der Beratungen der Entsorgungskommission.

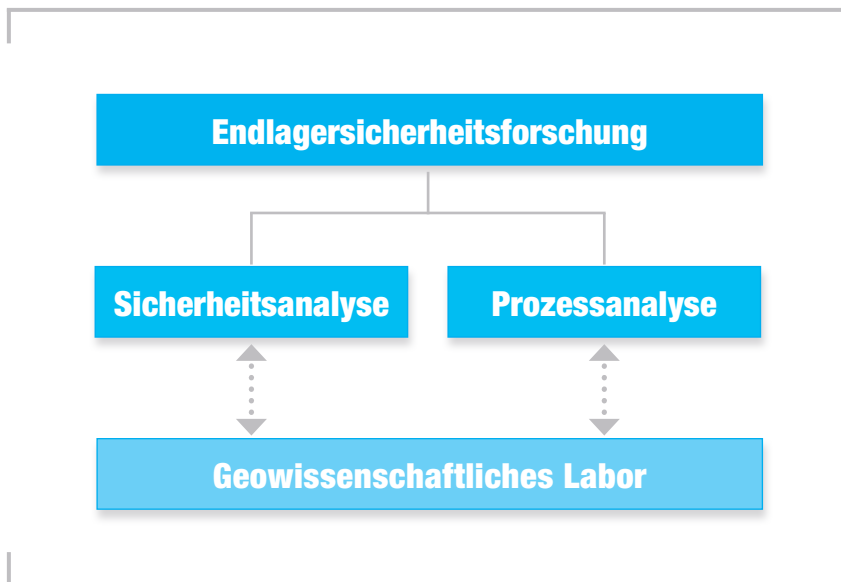
Die Methodik zur Führung eines Langzeitsicherheitsnachweises sieht eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Planungen und Sicherheitsbewertungen vor. Diese Zielsetzung gilt grundsätzlich auch für ein einstufiges Genehmigungsverfahren für Endlager, wie es das deutsche Recht mit dem Planfeststellungsverfahren gegenwärtig vorsieht. Unabhängig von der Diskussion zu Details ist man daher in Fachkreisen einhellig der Meinung, dass begleitende FuE-Arbeiten auch über den Zeitpunkt des Planfeststellungsbeschlusses hinaus durchzuführen sind, das heißt auch während der Bau- und Betriebsphase bis hin zum langzeitsicheren Verschluss des Endlagers. Entsprechende Anforderungen ergeben sich sowohl aus Sicht des Anwenders als auch aus regulatorischer Sicht.

Der Bereich Endlagersicherheitsforschung Kompetenzen, Organisationsstruktur und Forschungsprogramm

Die GRS verfolgt den Anspruch, den oben genannten Anforderungen auf höchstem wissenschaftlichem Niveau gerecht zu werden. Um ihre Kompetenzen in diesem Arbeitsfeld weiter auszubauen hat die GRS ihren Bereich Endlagersicherheitsforschung mit Beginn des Jahres 2008 neu strukturiert. Nachfolgend werden die besonderen Kompetenzen, die neue Struktur und das Forschungsprogramm des Bereichs Endlagersicherheitsforschung dargestellt.

Kompetenzen der GRS. Die Bewertung von Konzepten und Standortoptionen, die wissenschaftliche Ableitung und Untermauerung von Kriterien, die Entwicklung und kontinuierliche Verbesserung des sicherheitsanalytischen Instrumentariums und die Realisierung der komplexen Langzeitsicherheitsanalysen für Endlager oder Untertagedeponien stellen interdisziplinäre Herausforderungen dar. Sie erfordern das Zusammenwirken von experimentell, analytisch, theoretisch und systemanalytisch arbeitenden Wissenschaftlern. In Ihrem Bereich Endlagersicherheitsforschung bietet die GRS für die Lösung solcher interdisziplinärer Aufgaben die Fachkompetenz von Physikern, Mathematikern, Ingenieuren, Chemikern, Geologen, Geophysikern und Geochemikern an. Eigene Laborkapazitäten machen den Bereich weitgehend unabhängig von externer Zuarbeit, erzeugen zusätzliche Fachkompetenz und ermöglichen die zeitnahe Bearbeitung von experimentell-theoretisch angelegten Fragestellungen. Die Verbindung aus diesen Kompetenzen und der langjährigen Erfahrung aus nationalen und internationalen FuE-Projekten stellt – auch im internationalen Vergleich – ein Alleinstellungsmerkmal der GRS dar.

Organigramm Bereich Endlagersicherheitsforschung



Organisationsstruktur des Bereichs Endlagersicherheitsforschung. Der Bereich Endlagersicherheitsforschung war über viele Jahre in die drei Abteilungen Langzeitsicherheitsanalyse, Geochemie und Geotechnik untergliedert. Ein detailliertes, auf Ergebnissen von experimentellen und theoretischen Untersuchungen basierendes Verständnis der maßgebenden Prozesse und insbesondere ihrer Wechselwirkungen erfordert aber – wie gezeigt – ein interdisziplinäres Zusammenwirken. Es erfordert auch den unmittelbaren Austausch mit experimentell arbeitenden Fachleuten, die sich in Labor- oder Feldversuchungen mit der Gewinnung der für ein solches Verständnis notwendigen Basisdaten befassen. Um auch organisatorisch optimale Rahmenbedingungen für ein so umschriebenes Zusammenwirken zu erzielen, wurde der Bereich Endlagersicherheitsforschung in die zwei Abteilungen »Sicherheitsanalyse« und »Prozessanalysen« gegliedert. Diese beiden Abteilungen können, wo für Ihre Aktivitäten notwendig, auf experimentelle Daten des zusammen-

geführten und als Serviceeinheit ausgerichteten geowissenschaftlichen Labors zurückgreifen (vgl. Abbildung »ORGANIGRAMM«).

Abteilung Sicherheitsanalyse. In der Abteilung Sicherheitsanalysen erfolgt die Entwicklung und Anwendung sicherheitsanalytischer Methoden und eigener Rechencodes. In die Entwicklungen fließen Erfahrungen aus der internationalen Praxis und die sich weiter entwickelnden Anforderungen an den Langzeitsicherheitsnachweis ein. Im Rahmen von FuE-Projekten werden für die verschiedenen Wirtsformationen zur Beschreibung der komplexen gekoppelten Prozesse vereinfachte Modellansätze für Teilsysteme (Nahbereich, Geosphäre – siehe hierzu auch den Beitrag zur »Transportmodellierung mit nichtlinearer Sorption und stochastischer Strömung« – und Biosphäre) des Endlagersystems entwickelt bzw. verbessert und in Programmalgorithmen überführt. Diese Codes werden dann für integrierte Systemanalysen bzw. Langzeitsicherheitsanalysen eingesetzt.

Abteilung Prozessanalyse. In der Abteilung Prozessanalysen werden die thermischen, hydraulischen, mechanischen und chemischen (THMC) Prozesse in Endlagersystemen und ihre komplexe wechselseitige Beeinflussung aufgeklärt und in Modellen beschrieben. Die Entwicklung solcher gekoppelten Prozessmodelle wurde durch die Verschmelzung der Abteilungen Geochemie und Geotechnik erleichtert: Neben dem Fachwissen zu geochemischen und geotechnischen Fragestellungen wurden so auch Spezialkenntnisse auf wichtigen Gebieten wie der theoretischen Chemie, der Thermodynamik hochsaliner Lösungen, der experimentellen Analytik, der Geophysik und der Grundwasserhydraulik zusammengeführt. Die Erkenntnisse aus der Entwicklung und Anwendung von Prozessmodellen werden in abstrahierter Form von der Abteilung Sicherheitsanalysen übernommen und in integrierten Sicherheitsanalysen eingesetzt.

Geowissenschaftliches Labor. Die experimentellen Arbeiten im Labor und in Untertagelabors stellen einen unverzichtbaren Teil der Endlagersicherheitsforschung dar. Sie dienen der Überprüfung und Absicherung der in den Sicherheitsanalysen eingesetzten Prozessmodelle. Darum ist es ein besonderer Vorteil des Bereichs Endlagersicherheitsforschung, dass modelltheoretische und experimentelle Arbeiten vernetzt und im eigenen Hause durchgeführt werden können. Ein Beispiel für solche vernetzten Arbeiten findet sich im Beitrag »Zur Kurz- und Langzeitstabilität von Bentoniten als technische Barrierematerialien für Endlager für radioaktive Abfälle« in dieser Ausgabe des GRS-Jahresberichtes. Aufgrund seiner langjährigen Beteiligung an internationalen Projekten in ausländischen Untertagelabors verfügt der Bereich auch über eine hohe Kompetenz in der angewandten Forschung in Untertagelabors. Diese dient insbesondere der Charakterisierung von Wirtsgesteinen, der Optimierung und Untersu-

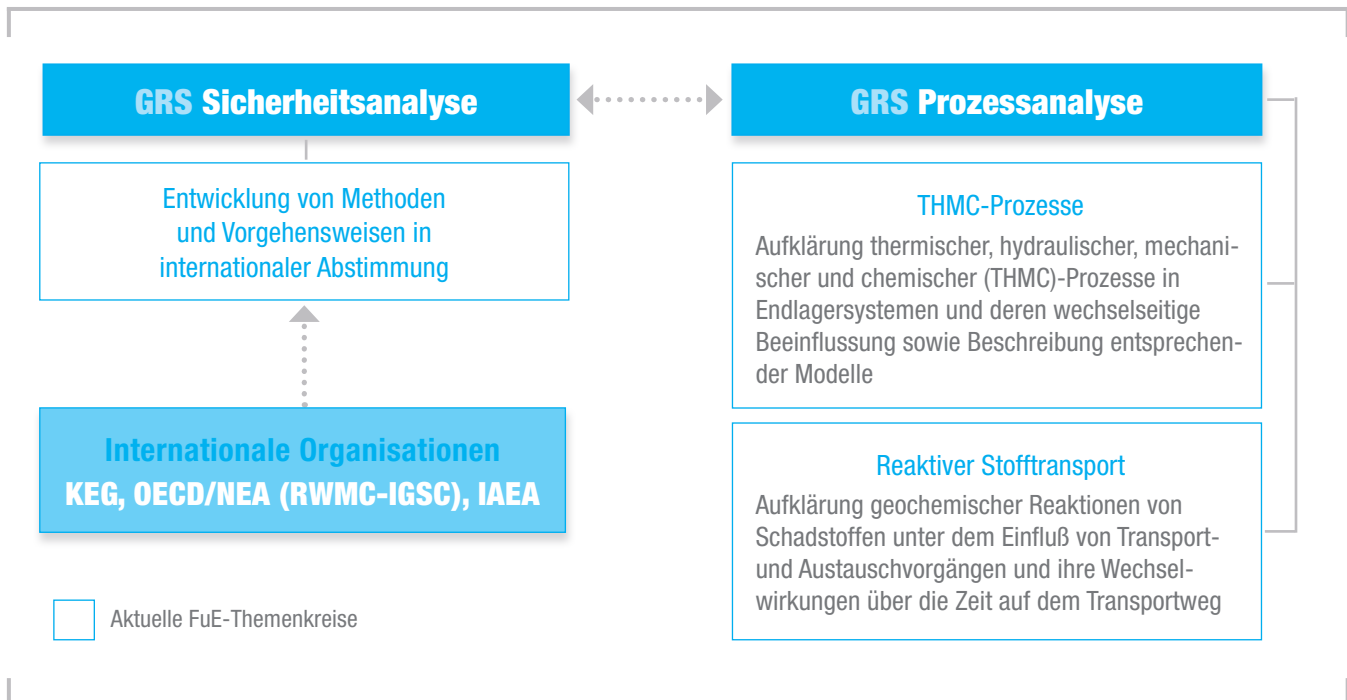
chung der Einsatzmöglichkeiten von Verschluss- und Versatzmaterialien, dem Langzeitverhalten von Geomaterialen und Bauwerkselementen in Endlagern und der Weiterentwicklung und Anwendung geophysikalischer und geotechnischer Messverfahren.

Zum Jahreswechsel 2008/2009 wurde nach den ersten 12 Monaten ihres Bestehens eine interne Bewertung der Wirksamkeit der neuen Struktur des Bereichs durchgeführt. Dabei wurde deutlich, dass die mit der Restrukturierung angestrebte Optimierung teilweise bereits verwirklicht werden konnte. Durch die Integration der ehemaligen Abteilungen Geotechnik und Geochemie in die Abteilung Prozessanalyse wurden angestrebten Synergien bezüglich der experimentell-analytisch und modelltheoretisch-systemanalytisch orientierten Arbeiten bereits nach einem Jahr durch eine zunehmende Anzahl integrierter Projekte sichtbar. Die Einrichtung des Labors als zentrale Serviceeinheit für die beiden neuen Abteilungen führte zu der angestrebten Effizienzsteigerung.

Forschungsprogramm des Bereichs Endlagersicherheitsforschung

Forschung für die Salz- und Tonoptionen. Das aktuelle Forschungsprogramm des Bereichs Endlagersicherheitsforschung ist an den bereits heute erkennbaren Erfordernissen an die Führung zukünftiger Langzeitsicherheitsnachweise sowie an den im Förderprogramm des BMWi 2007–2010 aufgeführten Forschungsschwerpunkten ausgerichtet. Entsprechend dem Ziel der Bundesregierung, neben Steinsalzformationen auch Tonstein als weiteres alternatives Wirtsgestein in die Grundlagenforschung einzubeziehen, werden entsprechende FuE-Arbeiten seit Anfang dieses Jahrzehnts intensiviert und bilden heute einen Schwerpunkt des FuE-Programms der GRS.

Potenzielle Schwerpunkte zukünftiger Forschungs und Entwicklungsarbeiten



Schwerpunkte zukünftiger FuE-Projekte. Auf der Grundlage ihrer laufenden FuE-Projekte für das BMWi, der Mitarbeit in internationalen Verbundprojekten der EU-Kommission (KEG) sowie der Mitarbeit in internationalen Gremien der OECD/NEA und IAEA hat die GRS die potenziellen Schwerpunkte zukünftiger FuE-Projekte identifiziert (vgl. Abbildung »POTENZIELLE SCHWERPUNKTE ZUKÜNFTIGER FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSARBEITEN«). Diese Einschätzung dient als Basis zur Abstimmung zielführender Projekte in regelmäßigen Fachgesprächen mit den potentiellen Auftraggebern der GRS.

Kompetenzen über Kooperationen bündeln. Während der in jüngerer Vergangenheit durchgeführten Projekte hat sich eine zunehmende Bündelung einzelner Forschungsaufgaben unter zentralen Forschungsthemen als außerordentlich fruchtbar erwiesen. Ein Großteil der neu begonnenen Projekte wird daher auch im Verbund mit externen Forschungsinstitutionen durchgeführt. Damit wird unter anderem das Ziel verfolgt, die GRS noch stärker in der Fachwelt zu vernetzen und dadurch den unmittelbaren Zugang zu neuesten wissenschaftlich relevanten Einzelergebnissen weiter zu verbessern. Dies erlaubt es der GRS, ihre Kompetenz zu stärken und ihre Aufgabe, sicherheitsanalytischen Methoden und Instrumente weiterzuentwickeln und abzusichern, auch im Spiegel internationaler Entwicklungen weiterhin auf hohem Niveau zu erfüllen. ■