

Forschungszentrum Karlsruhe Technik und Umwelt

**Interner Bericht
PTE Nr. 18**

Bericht über die im zweiten Halbjahr 1999
vom BMWi und BMBF geförderten FuE-Arbeiten zur
„Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen
Formationen“
und
„Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“

Projektträgerschaft Entsorgung
im Auftrag des
Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie
und des
Bundesministeriums für Bildung und Forschung

**Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Januar 2000**

PTE-Berichte

Der vorliegende Bericht dient der aktuellen Unterrichtung der im Rahmen der Förderkonzepte „Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen“ und „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“ FuE-Arbeiten durchführenden Forschungsstellen und der zuständigen Behörden. Der Bericht ist nicht zitierfähig. Eine Weitergabe des Berichtes oder seines Inhaltes an Dritte bedarf der Zustimmung des Projektträgers des BMWi und BMBF für Entsorgung.

Verantwortlich für den Inhalt sind die Autoren bzw. die entsprechenden Forschungsstellen. Die Forschungszentrum Karlsruhe GmbH übernimmt keine Gewähr insbesondere für die Richtigkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie die Beachtung privater Rechte Dritter.

Vorwort

Die Forschungszentrum Karlsruhe GmbH hat im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMW) sowie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) die Durchführung der Projektträgerschaft für den Programmbereich „Entsorgung“ übernommen.

Dieses umfasst die Förderkonzepte „Forschungsförderung zur Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen“ und „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“. Unter Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen wird hierbei die Endlagerung radioaktiver und die untertägige Entsorgung chemotoxischer Abfälle verstanden.

Im Rahmen dieses Auftrages betreut der Projektträger des BMW und BMBF für Entsorgung (PTE) fachlich und administrativ vom BMW und BMBF im Rahmen der beiden Förderkonzepte geförderte FuE-Vorhaben. Die Betreuung der FuE-Vorhaben erfolgt für folgende Referate in den beiden Ministerien:

Endlagerung radioaktiver Abfälle	BMW Referat III B4
Untertägige Entsorgung chemotoxischer Abfälle	BMBF Referat 421
Weiterentwicklung der Kernmaterialüberwachung	BMW Referat III B4
Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	BMBF Referat 413

Der vorliegende Projektfortschrittsbericht dokumentiert Stand und Ergebnisse dieser FuE-Vorhaben. Er wird von PTE *halbjährlich* herausgegeben, um alle Beteiligten über die durchgeführten Arbeiten zu informieren.

Dem Bericht liegt folgendes Gliederungsprinzip zugrunde:

Im *Teil 1* sind die FuE-Vorhaben dem jeweiligen Förderkonzept zugeordnet.

Im *Teil 2*, dem Hauptteil, sind die „formalisierten Zwischenberichte“ der FuE-Vorhaben, geordnet nach Förderkennzeichen, aufgeführt. Im Förderkennzeichen stehen die Buchstaben

- E ⇒ „Endlagerung radioaktiver Abfälle“,
- C ⇒ „Untertägige Entsorgung chemotoxischer Abfälle“,
- W ⇒ „Weiterentwicklung der Kernmaterialüberwachung“,
- S ⇒ „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“.

Die vom BMW betreuten FuE-Vorhaben, die sogenannten Hausvorhaben, sind mit der Buchstabenfolge KWA gekennzeichnet.

Im *Teil 3* sind die FuE-Vorhaben den jeweils ausführenden Forschungsstellen zugeordnet.








Inhaltsverzeichnis

1	VERZEICHNIS DER FÖRDERVORHABEN GEMÄß FuE-FÖRDERKONZEPTEN.....	1
1.1	ENTSORGUNG GEFÄHRLICHER ABFÄLLE IN TIEFEN GEOLOGISCHEN FORMATIONEN	1
1.1.1	<i>Weiterentwicklung von Endlager- und Untertagedeponiekonzeptionen unter Sicherheitsgesichtspunkten</i>	<i>1</i>
1.1.2	<i>Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien</i>	<i>3</i>
1.1.3	<i>Weiterentwicklung der Kernmaterialüberwachung.....</i>	<i>9</i>
1.2	STILLEGUNG/RÜCKBAU KERntechnischer ANLAGEN	11
2	FORMALISIERTE ZWISCHENBERICHTE	13
2.1	E-VORHABEN	13
2.2	C-VORHABEN	75
2.4	W-VORHABEN	126
2.4	S-VORHABEN	133
3	VERZEICHNIS DER AUSFÜHRENDEN FORSCHUNGSSTELLEN.....	162

1 Verzeichnis der Fördervorhaben gemäß FuE-Förderkonzepten

1.1 Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen

1.1.1 Weiterentwicklung von Endlager- und Untertagedeponiekonzeptionen unter Sicherheitsgesichtspunkten

02 C 0486	Grundlagenuntersuchungen zum Dickstoffverfahren mit chemisch/toxischen Abfällen, insbesondere MVA-Filteraschen, im Salinar	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	 82
02 C 0516	Schachtverschlüsse für untertägige Deponien in Salzbergwerken - Forschungsvorhaben Schachtverschluss Salzdelfurth Schacht SA II	Kali und Salz Beteiligungs AG Kassel	 86
02 C 0547	Entwicklung eines Grundkonzepts für langzeitstabile Streckenverschlussbauwerke im Salinar -Bau und Test eines Versuchsverschlussbauwerkes unter realen Bedingungen-	TU Bergakademie Freiberg	 93
02 E 8181A	Verkehrs- und atomrechtliches Zulassungsverfahren für den Transport- u. Lagerbehälter CASTOR MTR 2	GNB Gesellschaft für Nuklear-Behälter mbH, Essen	 14
02 E 9118	Untersuchungen zur hydraulisch wirksamen Auflockerungszone um Endlagerbereiche im Salinar in Abhängigkeit vom Hohlraumabstand und Spannungszustand	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	 50
02 E 9188	Untersuchungen zur Gas- und Wasserfreisetzung und der Wasserverteilung im Erhitzerversuch im OPALINUS-Ton des Mont Terri-Tunnels	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	 64
KWA 9901	Unterstützungsprogramm Granit	Forschungszentrum Karlsruhe GmbH	 159

1.1.2 Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien

02 C 0264	Untersuchungen (Stoffgesetz-Entwicklung, Modellierung) zum Spröbruchverhalten von Carnallit und seiner Auswirkungen auf die Langzeitsicherheit von UTD	IFG Institut für Gebirgsmechanik GmbH, Leipzig	📖 76
02 C 0274	Untersuchungen zur Langzeitsicherheit von UTD in Salzformationen der flachen Lagerung im Zusammenhang mit dem Verformungs- und Bruchverhalten (Phase II)	IFG Institut für Gebirgsmechanik GmbH, Leipzig	📖 78
02 C 0395	Untersuchungen zur dauerhaften Immobilisierung schadstoffhaltiger Rückstände unter Berücksichtigung der Barrierewirkung kompakter Wirtsgesteine	TU Clausthal, Clausthal-Zellerfeld	📖 80
02 C 0506	Erweiterung und Übertragung von Untersuchungsmethoden für die untertägige Einbringung von Abfällen - Realitätsnahe Untersuchungsmethoden zur Bestimmung des Langzeitverhaltens-	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	📖 84
02 C 0527	In-situ-Ermittlung von Strömungskennwerten natürlicher Salzgesteine in Auflockerungszonen gegenüber Gas und Salzlösungen unter den gegebenen Spannungsbedingungen im Gebirge	TU Bergakademie Freiberg	📖 89
02 C 0537	Entwicklung und In-situ-Test akustischer Verfahren zur zerstörungsfreien Beurteilung von Auflockerungszonen im Salinar	Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., München	📖 91
02 C 0558	Komplexes Mess- und Auswerteeinstrumentarium für die untertägige Erkundung von Problemzonen der geologischen Barriere von Endlagern und UTD im Salinar - Geologie, Einbeziehung von Geoelektrik und Seismik	Universität Leipzig	📖 95
02 C 0568	Komplexes Mess- und Auswerteeinstrumentarium für die untertägige Erkundung von Problemzonen der geologischen Barriere von Endlagern und Untertagedeponien im Salinar; Einbeziehung von Sonarverfahren	Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., München	📖 98
02 C 0578	Komplexes Mess- und Auswerteeinstrumentarium für die untertägige Erkundung von Problemzonen der geologischen Barriere von Endlagern und UTD im Salinar - Einbeziehung elektromagnetischer Verfahren	Nieders. Landesamt für Bodenforschung -Geowissenschaftl. Gemeinschaftsaufgaben-, Hannover	📖 100

02 C 0588	Mechanische und hydraulische Eigenschaften von Auflockerungszonen des grubenraumnahen Gebirges in Verbindung mit der Planung von Damm- und Verschlussbauwerken im Salinar –Teil A: Mechanische Modellbildung und mechanisch-hydraulische Tragwerksanalyse-	TU Clausthal, Clausthal-Zellerfeld	📖 103
02 C 0598	Mechanische und hydraulische Eigenschaften von Auflockerungszonen des grubennahen Gebirges in Verbindung mit der Planung von Damm- und Verschlussbauwerken im Salinar –Teil B: Hydraulische Modellbildung-	TU Clausthal, Clausthal-Zellerfeld	📖 105
02 C 0608	Geochemische Barriereeffizienz im anaeroben Deponienahfeld einer UTD (Geochemische Barriere)	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	📖 107
02 C 0618	Erstellung einer Datenbank zur Bestandsaufnahme und Bewertung geochemischer Informationen zum Verhalten von Abfallinhaltsstoffen im Deckgebirge einer UTD/UTV (Sorptionsdatenbank Chemieabfälle)	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	📖 109
02 C 0628	Modellrechnungen zur großräumigen dichteabhängigen Grundwasserbewegung	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	📖 111
02 C 0659	Langzeitstabilität von Tondichtungen in Salzformationen	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	📖 113
02 C 0669	Hydraulische Kennwerte von tonhaltigen Mineralgemischen zum Verschluss von Untertagedeponien	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	📖 115
02 C 0679	Erstellung und Nutzung einer Datenbank zur Bestandsaufnahme und Bewertung methoden-abhängiger Informationen zum Mobilisationsverhalten und zum Schadstoffpotential von organisch und anorganisch belasteten Feststoffen	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	📖 117
02 C 0689	Gasfreisetzung aus chemisch-toxischen Abfällen in Untertagedeponien	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	📖 119
02 C 0699	Untersuchungen zur Entwicklung, Anwendung und Eignung von mineralischen Gelen und Bindemittelsystemen auf Sorelbasis zur Einbettung und Sorption schadstoffhaltiger Abfallstoffe und zur Verbesserung der Barrierewirkung von Versatz	Kali-Umwelttechnik GmbH Sondershausen	📖 121
02 C 0709	Geochemische Untersuchungen zur Retention von geogen-/anthropogenen Kohlenstoffverbindungen für toxische Schwermetalle	Institut für Interdisziplinäre Isotopenforschung e.V., Leipzig	📖 123

02 E 8805	Experimentelle Untersuchungen zum Verhalten von Versatz in Endlagerstrecken im Salinar	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	16
02 E 8845	Aktualisierte Langzeitsicherheitsanalyse für wärmeerzeugende Abfälle im Salinar	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	18
02 E 8855	Wissenschaftliche Grundlagen zum Nachweis der Langzeitsicherheit von Endlagern	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	20
02 E 8916	Mobilisierung und Immobilisierung endlagerrelevanter Elemente	TU Clausthal, Clausthal-Zellerfeld	22
02 E 8946	Entwicklung und Erprobung redundanter faseroptischer Messsysteme mit Selbstkontrolle zur Endlagerüberwachung	Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE), Peine	24
02 E 8956	Experimentelle und theoretische Untersuchung physikalisch-chemischer Vorgänge beim Laugenzutritt in Einlagerungsstrecken -theoretischer Teil-	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	26
02 E 8966	Experimentelle und theoretische Untersuchung physikalisch-chemischer Vorgänge beim Laugenzutritt in Einlagerungsstrecken -experimenteller Teil-	Stoller Ingenieurtechnik GmbH, Dresden	28
02 E 8986	Untersuchungen zur geochemischen Stabilität von Tonen in Endlagern und Untertagedeponien im Salzgestein	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	30
02 E 9006	Gasfreisetzung und Migration im Boom-Clay von Mol im Projekt >Corrosion on Active Glass in Underground Conditions< (CORALUS) at SCK-CEN in Mol	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	32
02 E 9017	Untersuchungen zum Zweiphasenfluss und diffusiven Transport in Tonbarrieren und Tongesteinen	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	34
02 E 9027	Zweiphasenfluss-Experiment im geklüfteten Kristallin im Hartgesteinslabor Äspö -Strömungsverhältnisse im Stollennahfeld-	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	36
02 E 9037	Zweiphasenfluss-Experimente im geklüfteten wasserführenden Kristallin >Gastransport in geklüfteten teilgesättigten Gebirgen<	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover	38
02 E 9047	Wirksamkeit der Abdichtung von Versatzmaterialien -Geochemische Untersuchungen zum Langzeitverhalten von Salzversatz mit Zuschlagstoffen-	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	40



02 E 9057	Wirksamkeit der Abdichtung von Versatzmaterialien - Technikums- und In-situ-Versuche am Dreistoffsystem polymineralisches Salzgestein-Versatzstoff-Fluid-	Kali-Umwelttechnik GmbH Sondershausen	📖 42
02 E 9067	U-Th-Isotopenverteilung als natürliches Analogon zur Mobilität von Actiniden in granitischen Gesteinen	TU Clausthal, Clausthal-Zellerfeld	📖 44
02 E 9098	Entwicklung und Erprobung von zerstörungsfreien seismischen In-situ-Methoden zur Beurteilung der geomechanischen und hydraulischen Gebirgseigenschaften in der Umgebung untertägiger Hohlräume in Endlagerformationen	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover	📖 46
02 E 9108	Untersuchungen zur Radionuklidfreisetzung und zum Korrosionsverhalten von bestrahltem Kernbrennstoff aus Forschungsreaktoren unter Endlagerbedingungen	Forschungszentrum Jülich GmbH	📖 48
02 E 9128	Tertiäre Sedimente als Barriere für die U/Th-Migration im Fernfeld von Endlagern	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	📖 52
02 E 9138	Entwicklung eines Modells zur Beschreibung des geochemischen Milieus in hochsalinaren Lösungen	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	📖 54
02 E 9148	Entwicklung eines Programms zur dreidimensionalen Modellierung des Schadstofftransportes	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	📖 56
02 E 9158	Untersuchung des Barriereverhaltens von Anhydrit bei großräumigen Spannungsumlagerungen (BARIAN)	IFG Institut für Gebirgsmechanik GmbH, Leipzig	📖 58
02 E 9168	Untersuchung des Barriereverhaltens von Anhydrit bei großräumigen Gebirgsspannungsumlagerungen (BARIAN)	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	📖 60
02 E 9178	Aktualisierung sicherheitsanalytischer Rechenprogramme für Teilsysteme eines Endlagers (ARTE)	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	📖 62
02 E 9198	Untersuchungen zur Gasausbreitung in den technischen Barrieren Beton und Bentonit sowie im Granit im Felslabor Grimsel (Phase 5)	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	📖 66
02 E 9208	Felslabor Grimsel (Phase V): Effektive Parameter (EFP) -Begleitende geoelektrische Untersuchungen-	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln	📖 68
02 E 9218	Deutsch-Schweizerische Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Endlagerung (Felslabor Grimsel Phase V). Teilprojekt I: Effektive Parameters (EFP); Teilprojekt II: Numerical Calculation of Two-Phase Flow.	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover	📖 70

02 E 9228 Weiterführung der Arbeiten zu den experimentellen und numerischen Untersuchungen zum Verhalten von Versatz in Endlagerstrecken im Salinar

**Bundesanstalt für
Geowissenschaften
und Rohstoffe, Hanno-
ver**

 72

1.1.3 Weiterentwicklung der Kernmaterialüberwachung

- | | | | |
|------------------|---|--|---|
| 02 W 6218 | Entwicklung digitaler Safeguardstechniken zur Verbesserung der Effektivität und der Kosteneffizienz und Anpassung an das neue Safeguardssystem IN FCIRC/540 | Forschungszentrum
Jülich GmbH |  127 |
| 02 W 6228 | Das "gestärkte Safeguardssystem" und die Nichtverbreitungs-Herausforderungen –Perspektiven und innovative Lösungsansätze- | Forschungszentrum
Jülich GmbH |  130 |

1.2 Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen

02 S 7697	Weiterentwicklung der In-situ-Gammaspektrometrie zu einem qualifizierten Freimessverfahren zur Entlassung großer Flächen und Gebäudestrukturen aus der strahlenschutzrechtlichen Bindung	TÜV Süddeutschland, München	📖 134
02 S 7738	Entwicklung und prototypische Anwendung eines In-situ-Röntgenfluoreszenz-Gammaspektrometers zur Detektion der Schwermetallkontamination (Th, U, Pu) beim Rückbau kerntechnischer Anlagen	Verein für Kerntechnik und Analytik Rossendorf e.V., Dresden	📖 136
02 S 7758	Entwicklung und Qualifizierung neuer Zerlege- und Dekontaminationstechniken für den Rückbau von Forschungsreaktoren unter dem Gesichtspunkt der Kostenminimierung	Universität Dortmund	📖 138
02 S 7768	Schnelles Freimessverfahren für alpha-aktive Nuklide in Bauschutt durch Direktmessung von großflächigen dünnen Messpräparaten -Automatisierung des Verfahrens-	Forschungszentrum Rossendorf e.V. (FZR), Dresden	📖 140
02 S 7778	Ermittlung von Einsparpotentialen bei Stilllegung und Rückbau deutscher kerntechnischer Anlagen	Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Salzgitter	📖 142
02 S 7788	Entwicklung von Beurteilungsmethoden für Transport- und Lagerbehälter mit erhöhten metallischen Reststoffanteilen - Weiterführende Untersuchungen (EBER II)-	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin	📖 144
02 S 7798	Forschungsvorhaben zur Optimierung der Reststoffverwertung von Metallen -Weiterführende Untersuchungen (FORM II)-	Siempelkamp Nuklear- und Umwelttechnik GmbH & Co., Krefeld	📖 146
02 S 7808	Entwicklung von Grundlagen zu Sanierungstechniken für schwermetall- bzw. radionuklidkontaminierte Böden durch Nutzung des Transfers der Kontaminaten in Pflanzenbiomassen	Friedrich-Schiller-Universität, Jena	📖 148
02 S 7818	Entwicklung und Optimierung modularer Strahlschneid- und Handhabungssysteme für den kostengünstigen Rückbau kerntechnischer Anlagen	Universität Hannover	📖 151
02 S 7828	Planung zur Schließung der Schachanlage Asse - Grundlagenermittlung und Vorplanung zu Abschnitt 2.2 des Rahmenterminplans	GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH, Oberschleißheim	📖 153
02 S 7839	Überarbeitung und Aktualisierung der Untersuchung zu Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Anlagen aufgrund geänderter Rahmenbedingungen	Brenk Systemplanung, Aachen	📖 155

2 Formalisierte Zwischenberichte

2.1 E-Vorhaben

Auftragnehmer: GNB, Hollestr. 7A, 45127 Essen		Förderkennzeichen: 02 E 8181A
Vorhabensbezeichnung: Verkehrs- und atomrechtliches Zulassungsverfahren für den Transport- und Lagerbehälter CASTOR MTR 2		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Weiterentwicklung von Endlager- und Untertagedeponiekonzeptionen unter Sicherheitsgesichtspunkten		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.01.94 bis 31.12.99	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.435.519,00 DM	Projektleiter: Weiß	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Ziel des Vorhabens besteht in der Erarbeitung von verkehrs- und atomrechtlichen Genehmigungsunterlagen für den Transport- und Zwischenlagerbehälter CASTOR MTR 2 sowie in der Einleitung und Begleitung des verkehrs- und atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens bis zum Vorliegen der entsprechenden Zulassungen.

Das Vorhaben schließt an den F/E-Vertrag mit dem Kennzeichen 02 E 8181 2 an. Im Rahmen dieses Vorhabens wurde ein Entsorgungskonzept für den abgebrannten Kernbrennstoff von Forschungsreaktoren entwickelt, das auf einer längerfristigen Zwischenlagerung in Behältern des Typs CASTOR MTR 2 und auf einer anschließenden Direkten Endlagerung basiert.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- (1) Erstellung von revidierten Antragsunterlagen zum verkehrs- und atomrechtlichen Genehmigungsverfahren.
- (2) Erstellung von Konstruktionsunterlagen für das verkehrs- und atomrechtliche Genehmigungsverfahren.
- (3) Begleitung des verkehrs- und atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens.

3. Durchgeführte Arbeiten

- Revision der verkehrs- und atomrechtlichen Antragsunterlagen für VKTA-Inventare (geänderter Absorberstab für Brennelement-Ladeeinheiten)
- Einreichung z. T. überarbeiteter Antragsunterlagen für folgende Revisionen der verkehrsrechtlichen Zulassung:
 - Revision 1: Behälterinventar: VKTA-Brennelemente (geänd. BE-Ladeeinheiten)
 - Revision 2: Behälterinventar: FRM-II-Kompaktbrennelemente
 - Revision 3: Behälterinventar: Kastenförmige und tubulare MTR-Brennelemente, TRIGA-Brennelemente

4. Ergebnisse

Gutachterliche Stellungnahme der BAM vom 20.12.1999 zur Revision 1 der verkehrsrechtlichen Zulassung.

5. Geplante Weiterarbeiten

- (1) Verkehrsrechtliches Zulassungsverfahren
 - Begleitung des Verfahrens
 - Erstellung von zusätzlichen Unterlagen auf Anforderung des Gutachters
- (2) Atomrechtliches Genehmigungsverfahren für die Lagerung
 - Einreichung der revidierten Antragsunterlagen und Revision Zulassung für MTR- und TRIGA-Inventare
 - Begleitung des Verfahrens
 - Erstellung von zusätzlichen Unterlagen auf Anforderung des Gutachters

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

Revidierte Antragsunterlagen im verkehrs- und atomrechtlichen Genehmigungsverfahren für den Transport- und Lagerbehälter CASTOR MTR 2 mit MTR- und TRIGA-Inventaren

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 E 8805	
Vorhabensbezeichnung: Experimentelle Untersuchungen zum Verhalten von Versatz in Endlagerstrecken im Salinar			
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien			
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.01.96 bis 31.03.00		Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 5.904.029,00 DM		Projektleiter: Dipl. Geophysiker Rothfuchs	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Im Demonstrationsversuch "Thermische Simulation der Streckenlagerung ausgedienter Brennelemente" sind je drei Großbehälter von ca. 5,5 m Länge, 1,5 m Durchmesser und 65 t (Mg) Gewicht in zwei parallel angeordneten Strecken im Salzbergwerk Asse eingebaut worden. Nach dem Versetzen der Strecken mit Salzgrus wurden die Versuchsbehälter über acht Jahre beheizt und die Reaktionen zwischen Versuchsbehältern, Versatzmaterial und Streckennahbereich untersucht. Das Ziel des Vorhabens ist die Untersuchung des Verhaltens von Versatz und Gebirge unter den in einem salinaren Endlager für wärmeerzeugende Abfälle zu erwartenden Bedingungen.

Fortsetzung des Vorhabens "Arbeiten zur direkten Endlagerung von Brennelementen".

Das Vorhaben wurde im Rahmen des Projektes „Backfill and Material Behaviour in Underground Salt Repositories (BAMBUS)“ von der Europäischen Union (EU) gefördert.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- Projektmanagement und Versuchsbetrieb
- Messung und Bewertung der thermischen und thermomechanischen Reaktionen von Versatz und Gebirge
- Gasbildung und Gasfreisetzung im Versatz
- Laboruntersuchungen zur Ermittlung von Porosität und Permeabilität an kompaktiertem Versatz
- Vergleichsstudie verschiedener Stoffansätze für Versatz (Unterauftrag DBE)
- In-situ-Permeabilitätsmessungen in der Auflockerungszone am Ende der Aufheizung

3. Durchgeführte Arbeiten

Nach der Abschaltung der Erhitzer am 1. Februar 1999 wurden die versuchsbegleitenden geotechnischen Messungen sowie die Feuchtemessungen im Versatz während der Abkühlphase fortgeführt.

4. Ergebnisse

Nach dem Abschalten der Erhitzer nahmen die Temperaturen im heißen Bereich rasch ab; sie liegen derzeit im Erhitzerbereich bei 54°C und sinken langsam weiter. Die Streckenkonvergenzraten sanken im heißen Bereich von 0,4 - 0,5 %/a bis auf 0,02 %/a ab. Im kalten Bereich kam es nach der Abschaltung der Erhitzer zu einem vorübergehenden Anstieg der Konvergenzraten von 0,3 - 0,5 %/a auf bis zu 0,7 %/a; danach sanken die Raten wieder. Derzeit werden 0,2 - 0,3 %/a gemessen. Die Versatzporosität hat sich im heißen Bereich kaum weiter verringert und liegt derzeit bei 23,5 - 24,75 %; im kalten Bereich nahm die Versatzporosität weiter ab auf 29,5 - 31,5 %. Der Versatzdruck sank im heißen Bereich deutlich ab (von max. 4 MPa auf bis zu 0,05 MPa). In einigen Messquerschnitten stieg der Versatzdruck während der Abkühlung wieder an. Derzeit werden im heißen Bereich zwischen 0,3 - 1,5 MPa gemessen. Im kalten Bereich stieg der Versatzdruck weiter an (auf 0,3 - 0,6 MPa). Die Feuchtemessungen im Porenraum des Versatzes zeigen eine Abnahme des Wassergehaltes während der Abkühlphase. Am Ende der Aufheizung wurde ein temperaturkorrigierter Wassergehalt von 22 - 27 g Wasser pro m³ Luft gemessen; derzeit liegt er bei 13 - 23 g Wasser pro m³ Luft.

5. Geplante Weiterarbeiten

Die geotechnischen In-situ-Untersuchungen und Feuchtemessungen in der laufenden Abkühlphase werden bis Ende März 2000 fortgesetzt. Zur Durchführung eines Nachuntersuchungsprogramms soll ab April 2000 eine Versuchsstrecke aufgewältigt werden. Um eine mögliche Gefährdung durch toxische Gaskomponenten vor Beginn der Streckenauffahrung abschätzen zu können, soll im Februar 2000 eine vorlaufende Bohrung in den aufgeheizten Versatz erstellt werden, aus der Gasproben entnommen werden.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

Bechthold, W., Rothfuchs, T., Poley, A., Ghoreychi, M., Heusermann, S., Gens, A., Olivella, S., 1999: "Backfilling and Sealing of Underground Repositories for Radioactive Waste in Salt (BAMBUS Project)", Final Report, European Commission, EUR 19124 EN.

Pudewills, A., Rothfuchs, T., 1999: "Thermomechanical Analyses for the TSS-Experiment and Comparison with in situ Measurements", Proc. 5th Conference on the Mechanical Behaviour of Salt, Bucharest, Romania, August 9-11, 1999.

Bechthold, W., Rothfuchs, T., Huertas, F., Poley, A., Ghoreychi, M., Heusermann, S., Gens, A., 1999: "Backfilling and Sealing of Repositories in Rock Salt - The BAMBUS Project", EURADWASTE '99, Luxembourg, November 15-17, 1999.

Rothfuchs, T., Gens, A., Poley, A., Pudewills, A., 1999: "In-situ Measurement and Modelling of Crushed Salt Compaction - The BAMBUS-Project", EURADWASTE '99, Luxembourg, November 15-17, 1999.

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 E 8845
Vorhabensbezeichnung: Aktualisierte Langzeitsicherheitsanalyse für wärmeerzeugende Abfälle im Salinar		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.01.96 bis 31.12.99	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 878.506,00 DM	Projektleiter: Dr. Buhmann	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Nach der Weiterentwicklung des Instrumentariums zur Durchführung von Langzeitsicherheitsanalysen im Vorhaben 02 E 8835 6 werden die Auswirkungen neuer Erkenntnisse bezüglich Modellansätzen und aktueller Anforderungen in Anwendungsrechnungen erprobt und bewertet. Untersuchungsobjekt ist ein hypothetisches Endlager mit wärmeproduzierendem Abfall im Salz, für welches Fragestellungen zum Versatz, zur Laugenbewegung und zu Abfallkonzepten bearbeitet werden. Des weiteren werden die im Vorhaben 02 E 8835 6 entwickelten Modelle zur Auswirkung der Gasproduktion und einer netzwerkartigen Struktur des Grubengebäudes erprobt. Die Ergebnisse werden jeweils im Hinblick auf potentielle Strahlenexpositionen bewertet.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Die Anwendungsrechnungen zu den aktualisierten Langzeitsicherheitsanalysen werden in fünf Arbeitsschritten durchgeführt. Im ersten Arbeitsschritt "Versatz und Laugenbewegung" werden Untersuchungen zum Einfluss des Lastabtrags in Bohrlöchern, stützender Versatzstoffe, einer feineren örtlichen Diskretisierung und unterschiedlicher Zutrittsorte auf den Laugen- und Nuklidtransport durchgeführt. Im zweiten Arbeitsschritt "Behälter und Abfälle" wird die Konsequenz von einfachen Behälterkonzepten auf die Nuklidfreisetzung bewertet. Die Auswirkungen einer netzwerkartigen Grubengebäudemodellierung werden im dritten und diejenigen von veränderten Aktivitätsinventaren im vierten Arbeitsschritt "Modifizierte Nuklidvektoren" untersucht. Abschließend wird die "Auswirkung der Gase im Grubengebäude" im fünften Arbeitsschritt bewertet.

3. Durchgeführte Arbeiten

- AS1: Die Auswirkungen unterschiedlicher Zutrittsorte von Lauge wurden mit einer Monte-Carlo-Simulation untersucht.
- AS3: Alle Rechnungen zu den netzwerkartigen Strukturen wurden durchgeführt.
- AS6: Die Auswirkung von Gasen auf die Radionuklidfreisetzung in einem netzwerkartigen Grubengebäude wurde untersucht.
- AS7: Der Abschlussbericht wurde geschrieben (siehe unter “Veröffentlichungen”)

4. Ergebnisse

- AS1: Die Wahl des Laugenzutrittsortes hat großen Einfluss auf die berechneten Konsequenzen in einem Störfall. Nach der Sensitivitätsanalyse steht dieser Parameter auf dem 7. Rang.
- AS3: Der Vergleich zwischen baumförmiger Struktur und netzwerkartiger Struktur verlief positiv. Die Netzwerkstruktur hat in dem gewählten Beispiel wenig Einfluss auf die berechneten Konsequenzen.
- AS6: Die Gasbildung hat in dem gewählten Beispiel wenig Einfluss auf die berechneten Konsequenzen.

Das Instrumentarium zur Berechnung der Radionuklidfreisetzung aus netzwerkartigen Grubengebäuden und zur Berücksichtigung der Gasbildung ist einsatzfähig. Die Relevanz der beiden Effekte ist von dem konkreten Endlager abhängig und muss jeweils bewertet werden.

5. Geplante Weiterarbeiten

Die Arbeiten wurden abgeschlossen.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

- J. Brenner, D. Buhmann, T. Kühle: Einfluss netzwerkartiger Strukturen im Nahbereich auf die Langzeitsicherheit eines Endlagers im Salinar. GRS-Bericht (in Vorbereitung).
- B. Boese, D. Buhmann: Einfluss von Zwischenstopfen in Bohrlöchern, einfachen Behälterkonzepten, stützendem Versatz und Transmutation auf die Langzeitsicherheit von Endlagern im Salinar. GRS-Bericht (in Vorbereitung).

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 E 8855
Vorhabensbezeichnung: Wissenschaftliche Grundlagen zum Nachweis der Langzeitsicherheit von Endlagern		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.04.96 bis 31.01.00	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 3.451.666,00 DM	Projektleiter: Dr. Brewitz	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Im Rahmen des Vorhabens werden die wissenschaftlichen Ergebnisse von experimentellen und theoretischen FuE-Vorhaben im Hinblick auf ihre Berücksichtigung in Modellvorstellungen und Modelldaten für Langzeitsicherheitsanalysen ausgewertet. Beantragte und laufende Projekte werden hinsichtlich ihrer Relevanz für die Bewertung der Langzeitsicherheit überprüft.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- TA 1: Verfolgung internationaler Entwicklungen zu offenen Fragen bei Langzeitsicherheitsnachweisen und Überprüfung der Übertragbarkeit von Ergebnissen auf deutsche Verhältnisse.
- TA 2: Bewertung von Projektanträgen und -ergebnissen und Identifizierung zukünftiger FuE-Vorhaben auf der Basis vorhandener Kenntnislücken.
- TA 3: Auswertung neuer wissenschaftlicher Ergebnisse und Erarbeitung aktualisierter Modelle und Daten zur Verwendung in Instrumentarien für Langzeitsicherheitsanalysen.
- TA 4: Verfolgung und Begleitung von Vorhaben über Natürliche Analoga und Bewertung ihrer Relevanz für den Langzeitsicherheitsnachweis von Endlagern.
- TA 5: Erstellung und Anwendung eines vollständigen Instrumentariums für die Langzeitsicherheitsanalyse eines deutschen Endlagers für radioaktive Abfälle in Hartgestein.
- TA 6: Statusanalyse internationaler Arbeiten zur Berücksichtigung zukünftiger Entwicklungen der hydrologischen, klimatischen und geologischen Verhältnisse in Langzeitsicherheitsanalysen.

3. Durchgeführte Arbeiten

- TA 1: - Dokumentation der Ergebnisse der Arbeitsgruppe „Implications of simplification in geosphere-transport modelling in performance assessment“ des 4. GEOTRAP-Workshops und Erarbeitung von Arbeitsvorschlägen für nichtsalinare Formationen auf Basis der Erkenntnisse der GEOTRAP-Veranstaltungen
- Auswertung des Berichtsentwurfs der NEA zum Thema “Gasmigration und Zweiphasenfluss” hinsichtlich der Relevanz für die Langzeitsicherheitsanalyse
- Teilnahme an der Konferenz Euradwaste-99 mit Beiträgen zu In-situ-Barrieren im Hinblick auf Performance Assessment und zu Ergebnissen der Langzeitsicherheitsanalyse für ein Endlager im Granit (SPA)
- -Ausrichtung der 10. Jahressitzung SEDE mit organisatorischer und fachlicher Vorarbeit.

- Mitarbeit an der Konzepterstellung zur Zusammenführung von PAAG und SEDE in mehreren RWMC-Sitzungen
 - Teilnahme an der PAAG-Sitzung mit dem Schwerpunkt auf aktuellen Sicherheitsanalysen verschiedener Länder
 - Teilnahme an der International Conference on Geological Repositories der DOE in Denver, Colorado
 - Teilnahme am Workshop der US National Academies on the "Deposition of HLW through Geological Isolation" in Irvine, Californien
 - Teilnahme an der Tagung Migration-99 in Incline Village, Nevada
 - Teilnahme am ersten Treffen des Programmkomitees zum geplanten Workshop der OECD/NEA über Gasmigration und Zweiphasenfluss: Festlegung von Themen, Ort, Termin und Teilnehmern
- TA 2: - Bewertung der Ergebnisse der Projekte "Erstellung einer Datenbasis zur Modellierung von chrom-, kupfer- und nickelhaltigem Deponiegut mit Lösungen des Salzgesteins einer UTD" (TU Freiberg) und "Untersuchung zur Radionuklidfreisetzung durch Einwirkung konzentrierter Salzlaugen auf Alu-MTR-Brennelemente" (FZ Jülich) hinsichtlich Ihrer Relevanz für die Langzeitsicherheitsanalyse
- TA 3: - Abschließende Überarbeitung der Quellterme für HAW, LWR und Zement auf Basis der aktuellen Berichte des INE und Beschreibung der Ergebnisse im Abschlussbericht
- TA 4: - Zusammenstellung der Arbeiten von USNRC zur Oberflächenkomplexmodellierung im ASARR-Projekt. Dokumentation aller Arbeiten zu dieser Teilaufgabe
- TA 5: - Abstimmung des EU-Abschlussberichtes mit allen Teilnehmern des Projekts Spent Fuel Performance Assessment (SPA)
- TA 6: - Dokumentation der Arbeiten als Teilkapitel des zusammenfassenden Abschlussberichts

4. Ergebnisse

- TA 1: - SEDE: Statusbericht zur Endlagerforschung in Deutschland
- Vortrag und Paper zur Euradwaste-99: In-situ testing of underground barrier systems in view of PA-relevant Parameters.
 - Posterbeitrag und Paper zur Euradwaste-99: Spent Fuel Performance Assessment for a Generic Repository in Crystalline Formations in Germany
- TA 5: - Der gemeinsame Abschlussbericht zum EU-Projekt SPA ist im Entwurf fertig und wird derzeit von der Europäischen Kommission begutachtet

5. Geplante Weiterarbeiten

Fertigstellung des zusammenfassenden Abschlussberichts.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

Müller-Lyda, H. BIRTHLER, E. FEIN: Ableitung von Permeabilitäts-Porositätsbeziehungen für Salzgrus. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, GRS-148, Braunschweig 1999.

Müller-Lyda: Permeabilität von aufgelockertem Steinsalz. Ableitung einer Relation zur Modellierung von Auflockerungszonen innerhalb von Langzeitsicherheitsanalysen. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, GRS-151, Braunschweig 1999

Zuwendungsempfänger: TU-Clausthal, Adolph-Roemer-Str. 2 A, 38678 Clausthal-Zellerfeld		Förderkennzeichen: 02 E 8916
Vorhabensbezeichnung: Mobilisierung und Immobilisierung endlagerrelevanter Elemente		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.04.96 bis 31.10.99	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.10.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 481.544,00 DM	Projektleiter: Prof. Dr. Mengel	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Hauptziel besteht in der Entwicklung einer Methode zur Beurteilung der Mobilität von chemischen Elementen, die als Radionuklide aus dem Container austreten und in das Granitwirtsgestein eindringen könnten. Die Methode dient der Quantifizierung geochemischer Mobilisierungs-/Immobilisierungsprozesse in verschiedenen Graniten. Das Hauptziel lässt sich in folgende Teilziele gliedern:

- Geochemische Charakterisierung von Granit.
- Endlagerrelevante Elemente in Silikaten und untertägigen Wässern.
- Korngrenzbereiche: Migrations- und Retentionsvermögen von hochgeladenen Ionen auf Korngrenzen in Mineralen.
- Hydrothermalexperimente zur Quantifizierung der Rückhaltekapazität von Epidot bei dessen Reaktion mit wässrigen Lösungen zu Allanit.
- Ermittlung der Elementmobilität mittels Massenbilanz.

Das Vorhaben ist eingebunden in die durch den Vertrag zwischen BMWi und SKB geregelte Zusammenarbeit im schwedischen Hartgesteinslabor Äspö.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP 1: Probenahme, Petrographie, hochreine Mineralseparate
- AP 2: Geochemie von Gesamtgestein und Mineralseparaten
- AP 3: Geochemie untertägiger Wässer
- AP 4: Labor- Experimente
- AP 5: Modellierung des methodischen Ansatzes

3. Durchgeführte Arbeiten

Allanit ist ein potentiell rückhaltefähiges Mineral für Actiniden. Es entsteht aus dem Granit-Mineral Epidot bei Zufuhr von geeigneten Lösungen. Um die Allanitbildung in Graniten experimentell nachzuvollziehen, wurde bei $p = 0,5$ kbar und unterschiedlichen Zeiten (3 Tage bis 144 Tage) und Temperaturen (550°C bis 250°C) das Mineral Epidot in einer Hydrothermalapparatur mit an La, Ce, Nd, Eu, Yb, Y, U und Th angereicherten wässrigen Lösungen beaufschlagt. Mittels ICP-MS konnten die Gehalte an den oben genannten Elementen im Reaktionsprodukt und in der wässrigen Phase bestimmt werden. Der Verteilungskoeffizient D ist der Quotient der Elementkonzentration im Mineral und in der Lösung. Die im Bereich von 550°C bis 250°C gewonnenen Daten des Einbaus der eingesetzten Elemente werden auf $T = 150^{\circ}\text{C}$ extrapoliert.

4. Ergebnisse

Die Aufnahme von U, Th und REE (Homologe für Actiniden) ist zum Teil temperaturabhängig. Die auf 150°C extrapolierten Ergebnisse der Experimente zeigen folgende D -Werte: $U = 2$, $Th = 6300$, $Ce = 20$. Von den Elementen La, Nd, Eu, Yb und Y wird bei 150°C wesentlich weniger im Allanit eingebaut. Die im Experiment erzeugte Aufnahme aller Elemente aus einer hochbeladenen Lösung (0.1 bis 1 %) führt in einem 1 km^3 Referenzgestein von Äspö-Granitoiden zu folgenden Aufnahmekapazitäten des Minerals Epidot, das mit 3 Vol-% (Mittelwert) im Granit vertreten ist:

5,6 t La, 302,18 t Ce, 8,7 t Nd, 76,37 t Eu, 6,55 t Y, 4,23 t Yb, 24,63 t U und 102,73 t Th

Bei pervasivem Fluidtransport könnte ein Großteil der in Lösung befindlichen Elemente im Mineral Epidot bzw. im hieraus neu gebildeten Mineral Allanit fixiert werden.

5. Geplante Weiterarbeiten

Es wird eine schriftliche Zusammenfassung der bei den hydrothermalen Experimenten im Epidot/Allanit-System gewonnenen Ergebnisse durchgeführt.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

Poster (DMG-Tagung), daraus resultiert die Veröffentlichung:

Johannes, K., Holtz, F., Mengel, K. (1999): Immobilisierung von REE, Th und U in Graniten des HRL Äspö durch Epidot-Allanit-Reaktion in hydrothermalen Systemen, Berichte der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft, Beih., z. Eur. J. Mineral. Vol.11, 1999, No. 1

Auftragnehmer: DBE, Eschenstraße 55, 31224 Peine		Förderkennzeichen: 02 E 8946
Vorhabensbezeichnung: Entwicklung und Erprobung redundanter faseroptischer Messsysteme mit Selbstkontrolle zur Endlagerüberwachung		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.10.96 bis 31.01.00	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 4.415.800,86 DM	Projektleiter: Jobmann	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Im Rahmen dieses Vorhabens sollen, orientiert an vorgegebenen Grubengebäuden, faseroptische Sensorsysteme konzipiert und entwickelt werden, die in der Lage sind, den jeweiligen Überwachungsbedarf langfristig verlässlich zu decken. Basierend auf den Empfehlungen der Voruntersuchung (Vorhaben 02 E 8735 9) wurden Sensoren zur Entwicklung selektiert, die in der Lage sein werden, charakteristische Größen des Standsicherheitsnachweises wie Temperatur, Verschiebung etc. zu messen sowie betriebsgefährdende Gase wie beispielsweise Kohlendioxid oder Wasserstoff. Mittels Software-Schnittstellen zu visualisierenden Computerprogrammen soll die Möglichkeit geschaffen werden, gemessene Veränderungen optimal zu analysieren und damit fundierte Prognosen des Gesteinsverhaltens zu erstellen. Es soll ein möglichst wartungsfreier Betrieb und eine lückenlose Überwachung sicherheitsrelevanter Größen während der Betriebsphase möglich werden. Auf der Basis dieser Netzwerkmodule soll ein Konzept zur kompletten Überwachung eines vorgegebenen Grubengebäudes erarbeitet werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

1. Projektmanagement
2. Systemplanung
3. Modulentwicklung
 - a) Laborversuche
 - b) In-situ-Versuche
4. Netzwerkplanung
5. Berichtswesen

3. Durchgeführte Arbeiten

Zu 1: - Organisation der in situ Arbeiten

Zu 3: - Die Fertigung der einzelnen Systemkomponenten für die vorgesehenen in situ Versuche wurde abgeschlossen. Die Sensorik und die entsprechende Messwerterfassung wurde am geplanten Versuchsort in der Schachanlage Konrad komplettiert. Nach anfänglichen Schwierigkeiten, bedingt durch die in situ Verhältnisse, arbeitete die Demonstrationsanlage kontinuierlich. Die Software-Umgebung zur Messwerterfassung wurde verbessert und die Bedienung einfacher gestaltet.

Es wurde in einem vierzehntägigen Rhythmus manuelle konventionelle Konvergenzmessungen am Streckenquerschnitt zu Vergleichszwecken durchgeführt.

Zu 5: - Die Arbeiten zum Abschlussbericht zu diesem Projekt haben begonnen.

4. Ergebnisse

Sämtliche Komponenten für die In-situ-Demonstrationsanlage sind fertiggestellt und in der Schachanlage Konrad installiert. Die ersten Messergebnisse zeigen eine gute Übereinstimmung zwischen faseroptischer und konventioneller Sensorik.

5. Geplante Weiterarbeiten

Die erzielten Messergebnisse werden abschließend analysiert und der Abschlussbericht in deutscher und englischer Sprache wird fertiggestellt.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

Ein Verfahren bzw. eine Messanordnung zur kontinuierlichen Erfassung sicherheitsrelevanter Parameter in untertägigen Grubenräumen insbesondere der Querschnittsverformung mittels faseroptischer Sensoren wurde entwickelt und in situ getestet. Eine entsprechende Schutzrechtsanmeldung wird geprüft.

7. Berichte, Veröffentlichungen

Fischer, S., Verwilghen, B., Voet, M., Jobmann, M., Glötzl, F., Bugaud, M., Ferdinand, P. 1999: Fibre Bragg Grating Sensors and Sensing Systems for Civil Engineering and Mine Applications, Proceedings of „Optical Fibre Sensors -13“, Late Paper, Kyongju, Korea.

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 E 8956	
Vorhabensbezeichnung: Experimentelle und theoretische Untersuchung physikalisch-chemischer Vorgänge beim Laugenzutritt in Einlagerungsstrecken -theoretischer Teil-			
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien			
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.07.96 bis 30.09.99		Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 30.09.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.191.066,00 DM		Projektleiter: Dr. Storck	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Vorhabens ist es, die Vorgänge beim Volllaufen einer mit Salzgrus versetzten Einlagerungsstrecke für wärmeproduzierende Abfallbehälter zu untersuchen und einer Modellierung zugänglich zu machen. Dazu sind experimentelle und theoretische Arbeiten erforderlich. Die Ergebnisse der Experimente im kleinräumigen und kurzzeitigen Maßstab sollen anhand von numerischen Modellen nachgerechnet und verstanden werden. Damit werden Extrapolationen auf große Zeiträume und auf reale Abmessungen von Einlagerungsstrecken möglich. Das Vorhaben ist Teil eines gemeinsam mit der Fa. Stoller Ingenieurtechnik, Dresden, bearbeiteten Gesamtprojekts, wobei diese die experimentellen Arbeiten durchführt.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Die theoretischen Arbeiten beginnen mit analytischen Abschätzungen einzelner Effekte im Hinblick auf ihre Bedeutung für das Gesamtsystem. Auf dieser Basis durchgeführte Experimente werden unter Berücksichtigung ausgewählter Effekte ein- und zweidimensional numerisch nachmodelliert. Hierzu sind gezielte Programmentwicklungen erforderlich. Im weiteren werden vorhandene, eventuell zu modifizierende Rechenprogramme zur Behandlung von Strömungs- und Umlöseprozessen eingesetzt. Die Ergebnisse werden mit den Resultaten abgestimmter Experimente verglichen und zur Extrapolation auf große Zeiträume herangezogen. Auf der Basis der Ergebnisse werden einfache Modelle zur Integration in das Langzeitsicherheitsanalysepaket EMOS erarbeitet. Alle Arbeitsschritte werden ausführlich dokumentiert.

3. Durchgeführte Arbeiten

Die Arbeiten wurden abgeschlossen und im Abschlussbericht dokumentiert. Spezielle modelltheoretische Arbeiten und Ergebnisse wurden in einem eigenen Bericht dargestellt. Eine CD-ROM mit den Projektergebnissen, Computertomogrammen und Unterberichten wurde erstellt.

4. Ergebnisse

Modelltheoretischer Bericht, Abschlussbericht, CD-ROM.

5. Geplante Weiterarbeiten

Fertigstellung des Abschlussberichts und der CD-ROM.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

D.-A. Becker, N.-M. Bremer, K.-J. Richter, L. Schneider, R. Storck:
Experimentelle und theoretische Untersuchung physikalisch-chemischer Vorgänge beim Laugenzutritt in Einlagerungsstrecken (Veröffentlichung als GRS-Bericht in Vorbereitung)

Auftragnehmer: Stoller, Bärensteiner Straße 27/29, 01277 Dresden		Förderkennzeichen: 02 E 8966
Vorhabensbezeichnung: Experimentelle und theoretische Untersuchung physikalisch-chemischer Vorgänge beim Laugenzutritt in Einlagerungsstrecken -experimenteller Teil-		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.07.96 bis 31.08.99	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.08.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.295.799,00 DM	Projektleiter: Schneider	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Vorhabens ist es, die Vorgänge beim Volllaufen einer mit Salzgrus versetzten Einlagerungsstrecke für Pollux-Behälter zu untersuchen und einer Modellierung zugänglich zu machen. Dazu sollen die zu erwartenden Prozesse im kleinräumigen und kurzzeitigen Maßstab in Experimenten im Technikumsmaßstab simuliert werden. Für die Experimentgestaltung ist davon auszugehen, dass die betrachtete Einlagerungsstrecke wärmeproduzierende Abfallbehälter enthält und mit Salzgrus verfüllt ist. Die Untersuchungen werden sowohl die Vorgänge beim Zulauf der Lauge als auch die Vorgänge nach der vollständigen Laugensättigung des Porenraumes behandeln.

Zur Verbesserung des Verständnisses werden die Ergebnisse dieser Experimente anhand von numerischen Modellen nachgerechnet. Damit sollen Extrapolationen auf größere Zeiträume und auf reale Abmessungen von Einlagerungsstrecken durchgeführt werden. Die sich ergebenden Erkenntnisse über die in der Einlagerungsstrecke ablaufenden Vorgänge sind für eine Berücksichtigung in Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit aufzubereiten.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Im Berichtszeitraum wurden die vereinbarten Einzelexperimente zu den diskutierten Phänomenen im Falle von Laugenzuflüssen einer Streckenlagerung beendet. Die Untersuchung solcher grundlegender Effekte der Streckenlagerung unter Laugenzutritt wurden wie folgt durchgeführt:

Experiment-Typ I:

Untersuchung des Porenraumverschlusses im Salzgrus durch Laugenverdampfung in der Salzgrusschichtung

Experiment-Typ II:

Untersuchung der Krustenbildung in der Salzgrusschichtung unter "langsamen" Laugenzulaufbedingungen

Experiment-Typ III:

Untersuchung von Konvektions- und Umlösevorgängen in der feuchten Salzgrusschichtung

Experiment-Typ IV:

Untersuchung von Konvektions- und Umlösevorgängen in der laugengesättigten Salzgrusschichtung

3. Durchgeführte Arbeiten

Gemäß der zu betrachtenden Szenarien des Laugenzutritts in die Endlagerstrecke wurden die notwendigen Stoff- und Materialkennwerte ermittelt. Die Einzelexperimente vom Typ I bis IV sind durchgeführt und beendet worden. Zusätzlich konnten durch mikroskopische Untersuchungen die in den Experimenten erreichten Endzustände dokumentiert werden.

Im Berichtszeitraum erfolgte der Abbau der Säulenversuchsanlage, die Endfassung des Abschlussberichtes und eine umfangreiche datentechnische Aufarbeitung der Berichtsdokumente für eine HTML-Anwendung und deren Umsetzung.

4. Ergebnisse

Die Arbeiten wurden mit dem Abschlussbericht zum experimentellen Teil beendet und die Zuarbeiten zum gemeinsamen Abschlussbericht GRS/Stoller an die GRS übergeben. Alle Datenfiles für die Herstellung der CD liegen seitens Stoller vor.

5. Geplante Weiterarbeiten

keine

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

Abschlussbericht „Stoller“

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 E 8986	
Vorhabensbezeichnung: Untersuchungen zur geochemischen Stabilität von Tonen in Endlagern und Untertagedeponien im Salzgestein			
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien			
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.07.96 bis 31.12.00		Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 2.411.405,00 DM		Projektleiter: Dr. Herbert	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Es werden experimentelle und theoretische Grundlagen für die Beschreibung des mineralogisch-geochemischen Verhaltens von Tonen im Kontakt zu hexären Salzlösungen geschaffen. Ein theoretisches Modell wird erstellt, das es erlaubt, den Wassereinbau und das Quellverhalten von Tonen im Kontakt mit Salzlösungen unterschiedlicher Konzentration rechnerisch zu ermitteln. Das Modell wird auf Messungen der Veränderungen des Ionenbesatzes in hexären Salzlösungen mit unterschiedlichen Konzentrationsverhältnissen zwischen jeweils zwei Kationen beruhen und soll durch Messungen in endlagerrelevanten hexären Na-K-Ca-Mg-Cl-SO₄-Lösungen validiert werden. Untersucht und quantifiziert werden die mineralogisch-geochemischen Eigenschaften von quellfähigen und nichtquellfähigen Tonen. Aus dem Vergleich der Eigenschaften werden Aussagen zur Stabilität von Tonen in Endlagern und Untertagedeponien in Salzformationen abgeleitet.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Das Vorhaben umfasst zwei Arbeitspakete:

AP1: Praktische Arbeiten

- 1.1 Beschaffung des Probenmaterials (Na-Bentonit, Ca-Bentonit, Illit und Fe-Chlorit)
- 1.2 Aufbereitung und Charakterisierung des Probenmaterials
- 1.3 Planung und Durchführung der Versuche zur Erstellung der Austauschisothermen mit den unterschiedlichen Tonen und den unterschiedlichen Salzlösungen
- 1.4 Messung des Wassereinbaus

AP2: Theoretische Arbeiten

- 2.1 Erstellung eines theoretischen Modells und eines Rechenprogramms zur Auswertung der Messergebnisse, Erstellung der Austauschisothermen
- 2.2 Erstellung eines Formalismus zur Berechnung von Selektivitätskoeffizienten zur Quantifizierung des Kationeneinbaus in die Zwischenschichten und an den Außenflächen

- 2.3 Berechnung des Wassereinbaus in die Zwischenschichten
- 2.4 Korrelierung des Ioneneinbaus mit dem Wassereinbau und mit Ergebnissen von Quelldruckmessungen
- 2.5 Vergleich der Ergebnisse für die unterschiedlichen Tone und Ableitung von Aussagen zur Stabilität

3. Durchgeführte Arbeiten

Die Arbeiten in Freiberg zur Ermittlung der Quelldrucke von MX-80 mit Modelllösungen der IP-Serie wurden fortgesetzt. In diesen gesättigten Lösungen ändern sich Normalität, Na/Mg-Verhältnis und der Kaliumgehalt. Planung und Beschaffung einer Quelldruckapparatur, die eine einfachere Kontrolle des Reaktionsfortschrittes während der Quellung ermöglichen und damit zu besser abgesicherten Quelldruckwerten führen soll.

4. Ergebnisse

Bei den Quelldruckmessungen bestätigen sich die Befunde früherer Experimente, denen zufolge sich der kompaktierte MX-80 gegenüber einigen Salzlösungen wie eine semipermeable Membran verhält. Wiederholungsversuche zur Bestimmung von Quelldrucken weisen jedoch auf eine schlechte Reproduzierbarkeit hin.

5. Geplante Weiterarbeiten

Test der neuen Quelldruckapparatur. Durchführung weiterer Quelldruckmessungen, Fertigstellung des Abschlussberichtes, Vorbereitung einer Veröffentlichung.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

Durch die Kontrolle der Zusammensetzung und der Menge der bei den Quelldruckmessungen durchtretenden Lösungen kann nachgewiesen werden, ob der gesamte kompaktierte Bentonit homogen durchfeuchtet wurde, oder ob nur Teile durchfeuchtet wurden und zum gemessenen Quelldruck beitragen. Es ist auch möglich diese Tonanteile zu quantifizieren. Damit ergeben sich neue Möglichkeiten der Qualitätskontrolle der Quelldruckmessungen.

7. Berichte, Veröffentlichungen

Herbert, H.-J und Moog, H. C.(1999): Untersuchungen zur geochemischen Stabilität von Tonen in Endlagern und Untertagedeponien im Salzgestein – Vortrag auf dem 4. Projektstatusgespräch PTE/CUTEC, Clausthal, 14.-15. September 1999, FZKA-PTE Nr. 6

Herbert, H.-J und Moog, H. C.(1999): Zur Quellung und chemischen Interaktion von Tonen mit hochsalinaren Lösungen. Environment 2000 - Geosciences for Society, 22.-25.9.1999, Halle, Germany.

Herbert, H.-J. (1999): Long term Stability of Bentonite – Vortrag auf dem Workshop „Cernice '99 – „Bentonite in Geological Repository Concepts“ der Fakultät für Bauwesen der Technischen Universität Prag zusammen mit der Tschechischen Radioactive Waste Repository Authority, Prag, 28 – 29 Nov.1999

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 E 9006	
Vorhabensbezeichnung: Gasfreisetzung und Migration im Boom-Clay von Mol im Projekt >Corrosion on Active Glass in Underground Conditions< (CORALUS) at SCK-CEN in Mol			
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien			
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.01.97 bis 31.01.00		Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 708.377,50 DM		Projektleiter: Dr. Jockwer	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Im Untertagelabor in Mol (HADES) sollen in einem Versuchsfeld (CORALUS) die Korrosion einer aktiven Glasmatrix in Tonformationen sowie die Freisetzung und Ausbreitung von Radionukliden untersucht werden. SCK-CEN (Belgien) nimmt bei diesem internationalen Vorhaben die Projektleitung und Koordination wahr und übernimmt die mineralogisch-chemische Untersuchung des Tonsteins sowie des Versatzmaterials und die chemischen Untersuchungen der Formationswässer. Von GRS sollen die für die Interpretation der Glaskorrosion und die Ausbreitung der Radionuklide wichtigen Daten der Gaserzeugung und -freisetzung ermittelt sowie die Gasausbreitung und die Gasadsorption im Ton untersucht werden. Ziel der Untersuchungen auf deutscher Seite ist es, in Ergänzung zu den im Salzgestein gewonnenen Daten auch solche aus Tonformationen zu ermitteln, da Ton und Tonmineralgemische als Verschlussmaterialien in Schächten, Kammern und Strecken in Salzformationen eingesetzt werden sollen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP 1 Laboruntersuchungen

Bestimmung der Gasbildung und -freisetzung aus natürlich feuchtem und trockenem Tonstein sowie potentiellen Versatzmaterialien

Bestimmung petrophysikalischer Parameter wie Gasdiffusion, Porosität und Permeabilität von Tonstein und Versatzmaterialien.

AP 2 In-situ-Messungen

Bestimmung der In-situ-Gaspermeabilität, -freisetzung und -ausbreitung

Bestimmung der Gasspeicherkapazität im Versuchsfeld CORALUS im Forschungsbergwerk HADES in MOL

3. Durchgeführte Arbeiten

Im Versuchsfeld im Untertagelabor HADES in Mol (Belgien) wurden die technischen Komponenten des ersten Bohrloches, in dem die Aufheizung vom 24.02.99 bis 21.05.99 betrieben wurde, wieder freigelegt.

In der im Ton eingebauten Sonde wurde im Oktober ein weiterer Gasinjektionstest zur Permeabilitätsbestimmung durchgeführt.

Im Labor wurden Messungen zur Diffusion an den drei verschiedenen Verfüllmaterialien im kompaktierten trockenen sowie im wassergesättigten Zustand durchgeführt.

Die Planungen für die Installation des zweiten und dritten Versuchsbohrloches mit radioaktiven Quellen laufen.

4. Ergebnisse

Die durchgeführten Messungen zum Gasgehalt in den Formationswässern sowie die Untersuchung der freigelegten technischen Komponenten haben ergeben, dass die Methode für die weiteren drei noch geplanten Versuchsbohrlöcher mit radioaktiven Quellen eingesetzt werden kann. Die Gasdiffusionskonstanten der drei verschiedenen Verfüllmaterialien waren:

im kompaktierten trockenen Zustand im Bereich zwischen $0,1$ bis $0,4 \cdot 10^{-6}$ m²/s

im kompaktierten wassergesättigten Zustand im Bereich zwischen $0,01$ bis $0,05 \cdot 10^{-9}$ m²/s.

Die im Oktober in situ gemessene Gaspermeabilität des Tons betrug $8 \cdot 10^{-19}$ m² und war damit um mehrere Größenordnungen höher als zuvor. Allerdings befindet sich die Sonde in nur 0,5 m Abstand vom rückgebauten CORALUS-Bohrloch, so dass die Permeabilitätserhöhung durch mechanische Veränderungen (Auflockerung) des Tons erklärt werden kann.

5. Geplante Weiterarbeiten

Erstellungen des Abschlussberichtes für die Versuchsphase 1997 – 1999.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

CORALUS: An Integrated In situ Corrosion Test on α -Active HLW Glass, Valcke, E.; van Iseg-ham, P.; Godon, N.; Jockwer, N.

Euradwaste'99 – First European Commission Conference on Radioactive Waste Management and Disposal and Decommissioning; Luxemburg 15 to 18 November 1999.

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 E 9017	
Vorhabensbezeichnung: Untersuchungen zum Zweiphasenfluss und diffusiven Transport in Tonbarrieren und Tongesteinen			
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien			
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.01.97 bis 31.12.99		Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 2.270.843,00 DM		Projektleiter: Dr. Jockwer	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Endlager für radioaktive Abfälle im Salinar oder Kristallin sollen mit Tonen oder Ton-Mineralgemischen verschlossen werden. Für die Bewertung der Wirksamkeit dieser Nahbereichsbarrieren sind Untersuchungen und die Bereitstellung von Parametern zum advektiven und diffusiven Transport einer gasförmigen und flüssigen Phase in diesen Materialien notwendig. Es sollen der Zweiphasenfluss und der Kapillardruck für verschiedene Wassersättigungsgrade an Tonen, Ton-Sand-Gemischen verschiedener Zusammensetzung und unterschiedlicher Kompaktierung sowie natürlichen Tonsteinen untersucht und deren funktionale Abhängigkeit ermittelt werden. Für die Langzeitsicherheitsanalyse werden damit Ausgangsdaten für weitergehende Berechnungen zur Ausbreitung freigesetzter Radionuklide zur Verfügung gestellt.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Die Durchführung des FuE-Vorhabens ist in folgenden Arbeitspaketen konzipiert:

AP1: Einphasenfluss

- Entwicklung von Präparationsmethoden
- Bestimmung des Einphasenflusses mit Gas und Wasser
- Bestimmung der Diffusionskonstanten mit Gas

AP2: Zweiphasenfluss

- Konzeptentwicklung zur Durchführung des Zweiphasenflusses
- Messungen zum Zweiphasenfluss

AP3: Funktionale Abhängigkeit

- Abteilerung der Permeabilitäts- und Kapillardruckrelationen
- Bewertung

3. Durchgeführte Arbeiten

Zur Ermittlung der Zweiphasenflussparameter wurden weitere Proben mit Mischungsverhältnissen (Sand/Ton) 80/10, 75/25 und 50/50 untersucht. Hierbei wurden die einphasigen Gas- und Wasserpermeabilitäten und anschließend an den wassergesättigten Proben die sättigungsabhängigen effektiven Gaspermeabilitäten durch Verdrängen des Wassers mit Gas ermittelt.

Durch Regressionsanalyse wurden die Zweiphasenflussparameter nach den Modellen von van Genuchten und Brooks-Corey ermittelt.

An trockenen kompaktierten und wassergesättigten kompaktierten Proben wurden die Diffusionskonstanten für die verschiedenen Mischungsverhältnisse ermittelt.

Mit der Erstellung des Abschlussberichtes wurde begonnen.

4. Ergebnisse

Die Gaspermeabilitäten an den trockenen Proben sind unabhängig vom Tongehalt, hingegen sind die Wasserpermeabilitäten vom Tongehalt abhängig. Proben mit einem Sand-/Tonmischungsverhältnis von 50/50 % konnten in den Versuchszeiträumen nicht homogen gesättigt werden, da an den Injektionsflächen der Ton quoll und eine weitere Wasseraufnahme verhinderte. Daher konnte an diesen Proben auch keine effektive Gaspermeabilität bestimmt werden.

Die Gasdiffusionskonstanten sind an den trockenen kompaktierten Proben von 0,02 bis $0,2 \cdot 10^{-9}$ m²/s und die der wassergesättigten kompaktierten Proben kleiner als 10⁻¹² m²/s.

5. Geplante Weiterarbeiten

Keine – Auftrag ausgelaufen.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 E 9027	
Vorhabensbezeichnung: Zweiphasenfluss-Experiment im geklüfteten Kristallin im Hartgesteinslabor Äspö -Strömungsverhältnisse im Stollennahfeld-			
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien			
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.01.97 bis 31.12.99		Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 3.717.715,00 DM		Projektleiter: Kull	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Mit Durchführung des geplanten In-situ-Zweiphasenfluss-Experimentes im Hartgesteinslabor Äspö (Schweden) wird ein kalibriertes dreidimensionales Modell zur Beschreibung der Einphasen-Strömung und Transport im Nahbereich von Endlagerstrecken und ein zweidimensionales Modell für die Zweiphasen-Strömung zur Verfügung gestellt. Mit diesen Modellen wird es möglich sein, den Verbleib von Gasen in einem geklüfteten Gebirge systemgerecht zu simulieren und die langfristige Entwicklung einer Zweiphasen-Strömung aufzuzeigen. Unter der Voraussetzung, dass mit Erfolg das Transportprogramm für den Zweiphasenfluss erstellt werden kann, wird die Möglichkeit der komplexen Simulation der Radionuklidenausbreitung bei Anwesenheit einer zweiten Phase gegeben sein. Darüber hinaus werden die Methoden zur Standorterkundung mittels geoelektrischer Messungen und zur Bestimmung von Gasgehalten und -freisetzungen unter den Bedingungen des HRL Äspö überprüft und weiterentwickelt und damit allgemein anwendbare Verfahren zur Verfügung getestet. Das Vorhaben ist eingebunden in die durch den Vertrag zwischen BMWi und SKB geregelte Zusammenarbeit im schwedischen Hartgesteinslabor Äspö.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP 1: Hydraulische Charakterisierung eines geklüfteten Bereiches und Vorbereitung eines Dipol-Fließfeldes für Gas-Tracerversuche.
- AP 2: Modellierung der Einphasen- und Zweiphasen-Strömung in Klüften mit den Programmen ROCKFLOW und MUFTE.
- AP 3: Geoelektrische Ermittlung der Ausdehnung und Durchfeuchtung von Auflockerungszonen und Hohlräumen.
- AP 4: Untersuchung des Gasgehaltenes und der Gasfreisetzung aus dem Wirtsgestein und den Formationswässern.

3. Durchgeführte Arbeiten

Die Langzeitdruckmessungen in der V2-Kluft wurden während der Dipolversuche der BGR fortgeführt. Die Auswertung und Interpretation der hydraulischen Untersuchungen und die mineralogische Typisierung der ausgewählten Kluftzone wurden abgeschlossen. Die Zweiphasenströmung in einem Dipolfeld wurde mit dem Programm MUFTE modelliert. Die Weiterentwicklung des Programms MUFTE UG wurde mit der Durchführung von Beispielrechnungen beendet. Mit der Erfassung der elektrische Widerstandsverteilung während der Aufsättigung des Schotterabschnittes im Backfill-Experiment wurde begonnen. Die Abrüstung der Versuchseinrichtungen in der Nische 2715 wurde eingeleitet, der Rückbau des geoelektrischen Messarrays wurde vorbereitet.

4. Ergebnisse

Die Druckverläufe in den Beobachtungsbohrungen während der Dipolversuche weisen auf ein anisotropes heterogenes Permeabilitätsfeld innerhalb der V2-Kluft hin. Ein in der direkten Nähe zum Stollen ermittelter pulsierender Druckverlauf (breathing) deutet an, dass die mobile Gasphase sich vermutlich in Form von Gasblasen in der Kluft ausbreitet. Während der Gasinjektion beobachtete Gasaustritte an der Stollenoberfläche, also außerhalb des Dipolfeldes, deuten auf bevorzugte Wegsamkeiten (Channelling) hin, die in situ deterministisch nicht zu erfassen sind. Die für ein homogenes Permeabilitätsfeld modellierte Gasströmung unterstreicht die ungehinderte Gasausbreitung in entsprechenden Kluftsystemen. Die simulierten Zeitpunkte für den Gasdurchbruch und das Erreichen des stationären Zustandes sowie die hohe Rückgewinnungsrate stimmten gut mit den experimentellen Messdaten überein. Die Ergebnisse von Rechnungen mit MUFTE UG zeigen, dass mit stochastischen Permeabilitätsverteilungen eine vermutlich bessere Anpassung an die natürlichen Fließverhältnisse zu erzielen ist.

5. Geplante Weiterarbeiten

Keine, da Vorhaben ausgelaufen.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

U. Sellen (1999): Mineralogische und petrographische Untersuchungen an Kluftsystemen im schwedischen Untertagelabor Äspö.- Diplomarbeit, Inst. f. Mineralogie und Mineralische Rohstoffe, TU-Clausthal

E. Fein & H. Kull (1999): HRL Äspö Schweden. Experimental and Modelling Approaches with Respect to Two-Phase Flow Conditions in Granite.- IPSN/GRS Proceedings Waste and the Environment 'Eurosafte 99', 18/19th 1999, Paris.

Zuwendungsempfänger: BGR, Stilleweg 2, 30655 Hannover		Förderkennzeichen: 02 E 9037
Vorhabensbezeichnung: Zweiphasenfluss-Experimente im geklüfteten wasserführenden Kristallin >Gastransport in geklüfteten teilgesättigten Gebirgen<		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.01.97 bis 30.06.00	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.617.800,00 DM	Projektleiter: Dr. Liedtke	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung von Modellen zur Berechnung von Zweiphasen-Strömungs- und Transportvorgängen im wasserführenden geklüfteten Fels und die Vertiefung der Kenntnisse zu den Zweiphasenfluss-Prozessen. Hierzu wird im schwedischen Untertagelabor HRL Äspö gemeinsam mit der GRS durch Feldversuche eine Datenbasis mit spezifischen Formationsparametern aufgestellt, die als Grundlage für die Interpretation der Zweiphasenfluss-Experimente und der Modellberechnungen dient. Die numerischen Modelle und die Computercodes werden entsprechend den in den Vergleichen zwischen Experimenten und Modellberechnungen erzielten Ergebnissen weiterentwickelt. Das in den bisherigen Arbeiten entwickelte Verfahren zur Berechnung der Zweiphasenströmung soll im Rahmen des weiterführenden Projektes im Äspö angewendet werden. Dabei sind erhöhte Temperaturen und der Quelldruck des Versatzmaterials auf das umgebende Gebirge zu berücksichtigen.

Das Vorhaben ist eingebunden in die durch den Vertrag des BMWi mit der schwedischen SKB geregelte deutsch-schwedische Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Endlagerung radioaktiver Abfälle.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Two Phase Flow - Gastransport im geklüfteten teilgesättigten Gebirge
- AP2: Modellrechnungen zu Tracer Retention Understanding Experiments (TRUE)
- AP3: Hydrogeologische und hydrochemische Modellierung zur Untersuchung der Wirkung der Tunnelkonstruktion auf das Grundwasser-System in Äspö
- AP4: Prototype Repository; temperaturabhängige hydromechanische (THM) Modellrechnungen

3. Durchgeführte Arbeiten

- AP1: - Durchführung und Bewertung von 1 Phasen-Tracer-Tests mit Wasser und Gas
- Durchführung und Bewertung von 2 Phasen-Tracer-Tests mit Gas und Wasser
- Entwicklung eines 2D-Strömungsmodells mit dem Programm TOUGH2
- Erstellung des Mehrphasenprogramms (3D) MMT mit Stofftransport
- AP2: - Bericht der Ergebnisse des Sorbing Tracer Tests STT-2

- AP3: - Erstellung eines räumlichen 2D-Strömungs- und Transportmodells mit vier und sieben zusammenhängenden Klüften
- Modellierung des Grundwasserzustroms in den Tunnel sowie Charakterisierung von Fließpfaden und Bestimmung der Strömungs- und der Transportgeschwindigkeit
 - Zuweisung und Berechnung der zeitlichen Änderung der Anfangsverteilung als Folge der Tunnelkonstruktion unter Berücksichtigung der Massenbilanz
 - Auswertung der Analysendaten von Wasserproben und Modellierung von Mischungsszenarien mit dem Programm Phreeqc (Parkhurst 1995)
 - Zusammenfassung der durchgeführten Arbeiten in einem Statusbericht
- AP4: - 2D-Modellierung der hydraulischen Aufsättigung des Versatzes (Bentonit)

4. Ergebnisse

- AP1: - Die Testintervalle konnten durch die Positionierung der Packer ausreichend isoliert werden.
- Durch die Tracerversuche konnten Abstandsgeschwindigkeiten für Gas und Wasser unter Einphasen- und Zweiphasenbedingungen bestimmt werden
 - Die Erstellung des Mehrphasenprogramms mit Transport wurde abgeschlossen
- AP2: - Erstellung eines Abschlussberichtes
- AP3: - Die Transportzeiten konnten als Funktion der Tracerkonzentration in Abhängigkeit des lokalen Strömungsregimes zwischen 1.6 und 7.1 m/d ermittelt werden. Die chemischen Analysen weisen auf starke Schwankungen der Salinität bei einem gleichzeitig einheitlichen Na-Ca-Cl-Grundwassertyp hin. Erhöhte Salinitäten und elektrische Leitfähigkeiten gehen einher mit geringeren Fließraten und einer damit verbundenen längeren Verweildauer.
- AP4: - Eine Wassersättigung ist unter Umständen in 30 Jahren nicht abgeschlossen.

5. Geplante Weiterarbeiten

- AP1: - Durchführung von weiteren Tracertests
- Validierung des Computerprogramms MMT mit In - situ - Versuchsergebnissen
- AP2: - Teilnahme am kommenden Projekt TRUE 4G
- AP3: - Erweiterung des numerischen Modells auf zehn Makro Klüfte
- 1D-Berechnung zum reaktiven chemischen Transport
- AP4: - kombinierte hydro - mechanische Modellierungen

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

- LIEDTKE, L.; - Water pressure development in the buffer system over 30 years; Prototype Repository – Project Meeting 99-3; November 18-19,1999; ÄSPÖ Hard Rock Laboratory; Sweden
- LIEDTKE, L. & KLENNERT, N.; Modelling of Groundwater Flow and Transport of Solutes; 6th Working Group Meeting; October 28-29, 1999; Krusenberg Herrgård, Upsala, Sweden
- SHAO, H. & LIEDTKE, L.: Predictive Modelling Report of STT-2:Modelling the Sorption of radioactive Tracers in Feature A, Interim Report in 12th Task Force Meeting, 20-22, April 1999, SKB, Sweden

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 E 9047
Vorhabensbezeichnung: Wirksamkeit der Abdichtung von Versatzmaterialien -Geochemische Untersuchungen zum Langzeitverhalten von Salzversatz mit Zuschlagstoffen-		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.05.97 bis 30.04.00	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.895.516,00 DM	Projektleiter: Sander	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Durch die mineralogisch-geochemische Untersuchung von Versatzmaterialien und Zuschlagstoffen sollen Reaktionen identifiziert und qualifiziert werden, die zur inhärenten Bildung weitgehend dichter Verschlüsse im Falle eines Salzlösungszutritts im Endlager in Salzformationen führen können. Solche Reaktionen haben eine Wasserbindung in hydratisierten Mineralen, Mineralneubildungen, Volumenvergrößerungen und somit Porositätsverringerungen zur Folge. Diese können letztlich einen Verschluss von Wegsamkeiten im permeablen Versatz bewirken. Im Rahmen des Vorhabens sollen die Zuschlagstoffe ausgesucht werden, die beim Lösungszutritt derartige Reaktionen auslösen und gleichzeitig zu langzeitstabilen Mineralassoziationen im Salzversatz führen. Durch gleichartige Untersuchungen von Abfall- und Reststoffen soll weiterhin festgestellt werden, ob in diesen Stoffen Verbindungen auftreten, die solche Selbstverschlussmechanismen auslösen. Durch die geeignete Kombination von Rest- bzw. Abfallstoffen könnte damit ein Streckenverschluss, der sich bei Lösungszutritt selbsttätig bildet, das weitere Vordringen von Lösungen in UTV's und UTD's verringern oder unterbinden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Die Durchführung des FuE-Vorhabens ist in folgenden Arbeitspaketen konzipiert:

AP1: Theoretische Arbeiten

- Literatursammlung
- Bewertungsmatrix
- Modellrechnungen
- Bewertung

AP2: Laborversuche

- Kurzzeitversuche
- Durchlaufsäulenversuche
- Hochdrucksäulenversuche
- Langzeitversuche

3. Durchgeführte Arbeiten

Es werden Langzeitversuche in Hochdrucksäulen wurden mit Versatzmaterialien durchgeführt, die metastabile Bodenkörper und stabile Bodenkörper erwarten lassen. Die Stopfenbildung in horizontalen Strecken wurde in liegenden Hochdrucksäulen durchgeführt. Um den Einfluss der Säulengeometrie zu bestimmen, wurden Säulen mit unterschiedlichem Durchmesser eingesetzt. Die Säulen waren über ihre Länge mit bis zu acht Dehnungsmessstreifen zur Ermittlung der Wanddehnung bestückt. Durch Kalibration konnte die Dehnung in Kristallisationsdruck umgerechnet werden.

Zur Ermittlung der Veränderung der Porenraumstruktur durch die Stopfenbildung wurde ein orientierendes Computertomogramm von der gefüllten Säule aufgenommen, mit dem die Poren innerhalb der verschlossenen Säule sichtbar wurden.

Zur quantitativen Bewertung ausgewählter Versatzgemenge wurde für vier Salzlösungen der stabile und der metastabile Reaktionspfad mittels EQ3/6 modelliert und die Volumenveränderungen bis zum vollständigen Verbrauch der Lösungen berechnet.

4. Ergebnisse

Bei den Hochdrucksäulenversuchen wurde auch in liegenden Säulen und bei größeren Durchmessern 20 kN (200 bar) druckdichte Stopfen gebildet. Wie schon in früheren Versuchen ergab sich eine Permeabilität des gebildeten Stopfens von $< 10^{-20}$ m². Die Messung des Kristallisationsdrucks entlang des Fließweges der Lauge ergab den höchsten Kristallisationsdruck im ersten Drittel der Säule. Aber auch im weiteren lösungsdurchtränkten Salzversatz bildete sich ein Kristallisationsdruck aus. Das nach Versuchsende gewonnene Versatzmaterial war kompakt und trocken.

Kurzzeitversuche, bei denen zusätzlich zu dem Versatzmaterial Impfkristalle zur Unterdrückung der metastabilen Phasen eingesetzt wurden, waren erfolgreich.

Durch gestaffelten Aufbau einer Versatzschüttung konnten in Kurzzeitversuchen weitere Steuerungsmechanismen zur Beeinflussung der Stopfenbildung identifiziert werden.

5. Geplante Weiterarbeiten

Die Hochdrucksäulenversuche sind weitestgehend abgeschlossen. Es laufen Untersuchungen, die die Einflussnahmemöglichkeiten auf den Kristallisationsdruck und die Phasenstabilität aufzeigen sollen. Die Veränderung der Strömung im Porenraum versetzter Säulen durch die Mineralneu- und -umbildung wird anhand von dreidimensionalen computertomographischen Aufnahmen modelliert. Die Arbeiten zur Modellierung werden abgeschlossen. Zur Übertragung der Laborergebnisse auf die Untertageverhältnisse befindet sich ein In-situ-Versuch in der Planung. Der Abschlussbericht wird erstellt.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

Das Verfahren zur Bildung eines Stopfens in einem selbstverheilenden Versatz wurde als Arbeitnehmererfindung angemeldet.

7. Berichte, Veröffentlichungen

W. Sander, (1999): Wirksamkeit der Abdichtung von Versatzmaterialien – Geochemische Untersuchungen zum Langzeitverhalten von Salzversatz mit Zuschlagstoffen; Projektstatusgespräch zu FuE-Vorhaben auf dem Gebiet der Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen, FZKA-PTE Nr. 6

Zuwendungsempfänger:: K-UTEC , Am Schacht II, 99701 Sondershausen		Förderkennzeichen: 02 E 9057
Vorhabensbezeichnung: Wirksamkeit der Abdichtung von Versatzmaterialien -Technikums- und In-situ-Versuche am Dreistoffsystem polymineralisches Salzgestein-Versatzstoff-Fluid-		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.01.98 bis 31.07.01	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.650.520,00 DM	Projektleiter: Dr. Scherzberg	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Gegenstand des Vorhabens sind grundlegende Untersuchungen zur abdichtenden Wirkung von Versatzmaterial. Dabei soll untersucht werden, unter welchen Bedingungen eingebrachtes Versatzgut eine zusätzliche Barriere gegen eindringende Fluide bildet. Es werden Technikums und In-situ-Versuche am System polymineralisches Salzgestein - Versatzstoff - Fluid durchgeführt. Das Vorhaben ist arbeitsteilig mit einem tangierenden Vorhaben der GRS Braunschweig angelegt.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Arbeitspaket 1:

Technikumsuntersuchungen an Prüfkörpern zur Bestimmung von Intensität und Richtungsabhängigkeit des Lösungsangriffs von Fluiden auf Systeme verschiedener Salzgesteine

Arbeitspaket 2:

Technikumsuntersuchungen an stofflichen Modellen zur Bestimmung von Intensität und Richtungsabhängigkeit des Lösungsangriffs von Fluiden auf Systeme verschiedener Salzgesteine und Versatzstoffe

Arbeitspaket 3:

Untersuchungen des Verhaltens von Versatzstoffen in Kontakt mit Salzgesteinen mit und ohne Fluideinwirkung unter In-situ-Bedingungen in einem Versatzbergwerk

3. Durchgeführte Arbeiten

- Weitere Durchführung von Löseversuchen entsprechend AP 2.1 und deren Auswertung. Dabei wurde Schwerpunkt auf die gleichzeitige Auflösung von Salz und Versatz gelegt.
- Weitere Fortsetzung der Untersuchungen der Standversuche nach AP 2.2 bis 2.4.
- Beginn weiterer 6 Standversuche welche speziell auf den Nachweis der Abdichtwirkung von Versatz ausgelegt sind. Dabei werden vollständig vom Versatz eingeschlossene Salzkörper einem Fluidangriff ausgesetzt.
- Vorbereitende Untersuchungen für das AP 3. In diesem Zusammenhang wurden Drucksäulen von 1 m Länge getestet um die Abdichtwirkung von Versatz unter Druck simulieren zu können.
- In Vorbereitung auf das AP 3 wurden unter Tage geeignete Orte zur Durchführung der Untertageversuche gefunden und mit deren Vorbereitung begonnen.
- Absprachen und Beginn der Vorbereitung der Versuche in Zusammenarbeit mit der GRS – Braunschweig. In diesen Versuchen werden Hartsalzpresslinge in Standversuchen in Kontakt mit einer Lauge mit vorgegebener Konzentration gebracht. Es soll ein zu erwartender Selbstversatz durch Volumenzunahme der festen Phase untersucht werden.

4. Ergebnisse

AP 1 Ist abgeschlossen und wissenschaftlich ausgewertet.

AP 2.1 Die bereits ausgewerteten Versuche zeigen, dass beim gleichzeitigen Fluidangriff an einen Salz- und einen Versatzkörper eindeutig das Salz das schwächste Glied ist. Das heißt, dass die Auflösung des Versatzes neben einem Salzkörper fast nicht zu beobachten ist. Allerdings zeigen sich z.B. am Pumpversatz leichte Umkristallisierungen, welche sich jedoch auf Grund der Kürze der Versuche im Solsimulator kaum bzw. gar nicht auf die Lösegeschwindigkeit des Salzes auswirken. Die Untersuchungen werden fortgesetzt.

AP 2.2, 2.3 Die Versuche werden regelmäßig visuell und analytisch ausgewertet. Die Analysen zeigen, dass der Lösefortschritt nahezu zum Ende gekommen ist, so dass die Versuche innerhalb der nächsten 2 Monate beendet und vollständig ausgewertet werden. Es zeigt sich, dass es zu einer Beeinflussung der Lösegeschwindigkeiten und zu Umkristallisierungen gekommen ist. Weitere Ergebnisse sind nach dem Beenden der Versuche zu erwarten

AP 2.4 Es wurden weitere Ergebnisse der Langzeituntersuchungen gewonnen. Der Lösefortschritt ist deutlich verlangsamt aber noch nicht zum Ende gekommen, so dass die Versuche auch weiterhin fortgesetzt werden. Die Einwirkung der Fluide wird weiterhin mittels Analysen und fotografisch festgehalten. Nähere Untersuchungen der Beschaffenheit der sich neu bildenden Salze können erst nach Beendigung der Versuche gemacht werden.

5. Geplante Weiterarbeiten

Weiterarbeiten wie im Arbeitsplan angegeben.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger:: TU-Clausthal , Adolph-Roemer-Straße 2 A, 38678 Clausthal-Zellerfeld		Förderkennzeichen: 02 E 9067
Vorhabensbezeichnung: U-Th-Isotopenverteilung als natürliches Analogon zur Mobilität von Actiniden in granitischen Gesteinen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.10.97 bis 31.03.00	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 249.000,00 DM	Projektleiter: Prof. Dr. Mengel	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Vorhabens ist die Vorhersage der Actiniden-Ausbreitung in Granitkörpern am Beispiel des U und seiner jungen Zerfallsprodukte (^{234}U , ^{230}Th) als Analogon zu den Actiniden. Dabei wird besonders die räumliche und zeitliche Darstellung der Mobilität von U und Th innerhalb der geologischen Barriere Granit betrachtet, indem die Isotopie dieser Elemente in sekundären Mineralen untersucht wird. Das Hauptziel lässt sich in folgende Teilziele gliedern:

- Charakterisierung der Sekundär-Mineralen aus dem Felslabor Grimsel und dem HRL-Tunnel Äspö hinsichtlich ihrer U- und Th-Gehalte.
- Überprüfung des U-Th-Isotopensystems in diesen Mineralen hinsichtlich säkularer Gleichgewichte.
- Einordnung der U-Mobilität in die Fluid-Migrationssysteme der beiden Granitkörper.
- Interpretation des natürlichen Analogons U-Th-Isotopie in Graniten zur Voraussage der zeitlichen Ausbreitung von Actiniden in der geologischen Barriere.

Das Vorhaben ist eingebunden in die durch den Vertrag zwischen BMWi und SKB geregelte Zusammenarbeit im schwedischen Hartgesteinslabor Äspö.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP 1: Probenahme und Charakterisierung sekundärer Karbonate

AP 2: Messung und Interpretation der U-Th-Isotope

AP 3: Bezug zu den hydraulischen Systemen

AP 4: Beurteilung der untersuchten Granite

3. Durchgeführte Arbeiten

Die U-Th-Isotopenmessungen mittels TIMS an den Calciten aus dem HRL Äspö sind abgeschlossen, von den Proben aus dem FL Grimsel liegen bereits die Ergebnisse von 11 Messungen vor. Die Daten mussten aufgrund ihrer Verunreinigung auf das detritische ^{232}Th korrigiert werden. Somit war die Bestimmung des initialen $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ -Aktivitätsverhältnisses sowie der Zeitspanne seit der letzten Wasser-Gesteins-Wechselwirkung hinsichtlich U und Th zwischen den Mineralen und migrierenden Lösungen möglich.

4. Ergebnisse

Die U-Th-Isotopenmessungen an den sekundären Mineralen aus dem HRL Äspö sowie FL Grimsel zeigen ein unterschiedliches Verhalten der Proben. Während die Calcite aus dem HRL Äspö in ihrem initialen $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ -Aktivitätsverhältnis stark streuen (von 1.0 bis 6.0), haben die Proben aus dem FL Grimsel untereinander sehr ähnliche Werte (1.0 bis 2.0). Die Zeitspanne seit der letzten Wasser-Gesteins-Wechselwirkung bei den dem HRL Äspö entnommenen Proben beträgt 100 bis 500 Tausend Jahre. Das Alter des letzten U-Th-Austausches für die aus dem FL Grimsel entstammenden Proben liegt bei den meisten Proben < 20 Tausend Jahren. Lediglich 5 Proben haben ein höheres Alter (bis 200 Tausend Jahren).

5. Geplante Weiterarbeiten

Die U-Th-Isotopenmessungen an den restlichen 9 Proben aus dem FL Grimsel sind für Januar geplant. Das Verhalten der U-Th-Migration bzw. -Fixierung in sekundären Mineralen im HRL Äspö und FL Grimsel wird im März in einer Dissertation zusammengefasst.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

Gerdas, A.; Weisshaar, R.; Mengel, K.; Mangini, A. (1999): U/Th-Ungleichgewichte in sekundären Kluftmineralen aus Graniten des HRL Äspö und FL Grimsel. - Berichte der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft, Beih. z. Eur. J. Mineral. Vol. 11, No.1, Seite 81.
(Poster zur DMG-Tagung in Wien, August/September 1999)

Zuwendungsempfänger:: BGR, Stilleweg 2, 30655 Hannover		Förderkennzeichen: 02 E 9098
Vorhabensbezeichnung: Entwicklung und Erprobung von zerstörungsfreien seismischen In-situ-Methoden zur Beurteilung der geomechanischen und hydraulischen Gebirgseigenschaften in der Umgebung untertägiger Hohlräume in Endlagerformationen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.07.98 bis 30.06.01	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 734.007,00 DM	Projektleiter: Dr. Lüdeling	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Zerstörungsfreie Erforschung von Auflockerungszonen (Excavated Disturbed Zones, EDZ) mit Hilfe seismischer Methoden.

Weiterentwicklung von hochauflösenden reflexions- und refraktionsseismischen Verfahren zur petrophysikalischen Charakterisierung der EDZ.

Mitarbeit im internationalen Mont-Terri-Projekt (Schweiz) und Zusammenarbeit mit der Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) im Untertagelabor Äspö (Schweden) sowie Mitarbeit im Projekt „Stofftransport in geklüftetem Fels / Gebirgscharakterisierung im Stollennahbereich“ im Felslabor Grimsel.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP A „Salz“:

Durchführung seismischer Messungen im Salzbergwerk Asse und an den Standorten Gorleben und Morsleben.

Insbesondere Bestimmung der Dämpfungseigenschaften.

Wiederholungsmessungen zur Kontrolle des Langzeitverhaltens der EDZ.

AP B „Kristallin“:

Durchführung seismischer Messungen (Bohrlochseismik, Reflexion, Refraktion) im Untertagelabor Äspö in Zusammenarbeit mit dem Vorhaben „Zweiphasenfluss-Experimente im geklüfteten, wasserführenden Kristallin“ sowie im Felslabor Grimsel.

Untersuchungen zur Korrelation zwischen seismischen Parametern und der Permeabilität.

AP C „Sedimentgestein“:

Durchführung seismischer Messungen (Bohrlochseismik) im Untertagelabor Mont Terri im internationalen Projekt. Wiederholungsmessungen zur Kontrolle des Langzeitverhaltens der EDZ (u.a. Ermittlung von Korrelationen mit dem Spannungsfeld).

AP D „Synthese“:

Zusammenfassende Beschreibungen und vergleichende Bewertungen.

3. Durchgeführte Arbeiten

Seismische Bohrlochmessungen (Intervallgeschwindigkeiten, cross-hole) im Untertagelabor Mont Terri. Auswertung der Daten und Präsentation der Ergebnisse des Zeitraums Januar - Juni 1999. Tests mit verschiedenen seismischen Empfängern. Modifikationen an der Impulsquelle (Prallhammer), Durchführung von Tests.

Planung des Einsatzes einer vielkanaligen Apparatur als Basis für hochauflösende seismische Refraktions- und Reflexionsmessungen.

Modifikationen an den Vorrichtungen zum Ankoppeln von seismischen Empfängern und/oder Quellen. Anpassung seismischer Auswertesoftware.

4. Ergebnisse

Mit Hilfe eindimensionaler Auswertungen der refraktionsseismischen Testmessungen im Felslabor Grimsel konnte in einem vorläufigen Bearbeitungsschritt die Auflockerungszone detektiert werden. Auflockerungszonen konnten durch Intervallgeschwindigkeitsmessungen im Bohrloch (Aspö, Mont Terri und Grimsel) durch Geschwindigkeits- und Amplitudenanomalien bestimmt werden.

Auswertungen der cross-hole-Messungen (Mont Terri) zeigen, ebenso wie Labormessungen an Bohrkernen, seismische Anisotropie. Ergebnisse von Wiederholungsmessungen zur Intervallgeschwindigkeitsbestimmung im Bohrloch weisen markante Unterschiede auf.

5. Geplante Weiterarbeiten

Durchführung refraktions-/reflexionsseismischer Messungen mit einer vielkanaligen Apparatur an den unter Punkt 2. genannten Standorten. Apparative Anpassungen zur Erhöhung des Auflösungsvermögens, des Messfortschritts und der registrierten Datenmenge. Anpassung von Programmpaketen zur hochauflösenden Auswertung von refraktions- und reflexionsseismischen Daten. Programmierung von Teilroutinen zur Extraktion seismischer Signalattribute aus seismischen Registrierungen, womit ein verstärktes Einbeziehen dieser Parameter in die Auswertung angestrebt wird. Suche nach Korrelationen zwischen seismischen Signalattributen (Amplituden, momentane Frequenzen, ...) und hydraulisch relevanten Parametern (Klüfte, Permeabilitäten). Optimierung der Impulsquellen.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

Alheid, H.-J., M. Knecht, J.-Y. Boisson, F. Homand-Etienne and S. Pepa: Comparison of in situ hydraulic and seismic measurements in the excavation damaged zone of underground drifts, Proceedings, 9. International Congress on rock Mechanics, ed. G. Vouille & P. Berest, Volume 2, 1263-1266, Paris, 1999.

Homand, F., S. Pepa, H.-J. Alheid & K. Schuster: Perméabilité et vitesse des ondes in situ dans la zone endommagée des argilites du Mont Terri. Poster zur Tagung: Journées Scientifiques de l'ANDRA, december 7-9, 1999.

Zuwendungsempfänger:: FZ-Jülich, , 52425 Jülich		Förderkennzeichen: 02 E 9108
Vorhabensbezeichnung: Untersuchungen zur Radionuklidfreisetzung und zum Korrosionsverhalten von bestrahltem Kernbrennstoff aus Forschungsreaktoren unter Endlagerbedingungen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.06.98 bis 31.05.01	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 2.424.962,00 DM	Projektleiter: Dr. Fachinger	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Für die in der Bundesrepublik Deutschland betriebenen Forschungsreaktoren wird die direkte Endlagerung abgebrannter Brennelemente als nationale Entsorgungsalternative zur Wiederaufarbeitung diskutiert. Die in Deutschland derzeit favorisierten Endlagerformationen sind geologisch stabile Salinare, aber auch die Lagerung in granitischen Formationen ist denkbar. Bei beiden Endlagervarianten ist das Langzeitverhalten der Brennelemente in den wässrigen Phasen der jeweiligen Gesteinsformation für die Sicherheitsanalyse von Bedeutung. Im Rahmen dieses Vorhabens soll das Verhalten von Forschungsreaktorbrennelementen in endlagertypischen Lösungen untersucht werden. Ziel des Vorhabens ist die Ermittlung von Daten, die einen Beitrag zur Formulierung eines Quellterms für Freisetzungsberechnungen liefern.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

1. Beurteilung des Korrosionsverhaltens unterschiedlicher Forschungsreaktorbrennelemente.
2. Korrosionsverhalten von Forschungsreaktorbrennelementestrukturmaterialien in endlagerrelevanten aquatischen Phasen.
3. Auslaugung bestrahlter Forschungsreaktorbrennelemente mit korrosiven aquatischen Phasen.
4. Auslaugexperimente zur Remobilisierung von Radionukliden aus Korrosionsrückständen der MTR-BE.
5. Charakterisierung von Korrosionsprodukten aus Forschungsreaktorbrennelementestrukturmaterialien.
6. Sorption von Radionukliden an Korrosionsprodukten.
7. Erstellen eines Abschlussberichts.

3. Durchgeführte Arbeiten

Zu 1: Die Auswertung der Literatur wurde fortgeführt und mit der Erstellung einer Literaturdatenbank begonnen. Die Literatur bezüglich der Alterung von PE durch Bestrahlung mit Licht wurde ausgesondert. Literatur zum Verhalten von PE bei kleinen Strahlendosen wurde noch nicht gefunden.

- Zu 2: Die Experimente zum Korrosionsverhalten von MTR-Strukturmaterialien wurden begonnen. Aufgrund eines totalen Stromausfalls im Forschungszentrums wurden die Versuchseinrichtungen jedoch so stark beeinträchtigt, dass die Versuche wiederholt werden müssen.
- Zu 3: Der begonnene Auslaugversuch wurde vorgeführt. Durch den Stromausfall ergab sich ein Datenverlust bei der on-line Druckerfassung. Weitere Auswirkungen auf den Versuch müssen noch untersucht werden. Die Versuchseinrichtungen mit zwei Autoklaven in einer Bleizelle wurden nach einem Sicherheitstest noch leicht modifiziert. Der Versuchsbeginn ist daher auf das 1.Quartal 2000 verschoben worden
- Zu 4: Die Desorptionsversuche mit einer festen Phase aus einem Auslaugversuch wurden fortgeführt.
- Zu 5: Die Oberflächenladungsdichten und die BET-Oberfläche des amorphen Al_2O_3 wurden bestimmt.
- Zu 6: Sorptionsversuche mit amorphen Phasen wurden durchgeführt.

4. Ergebnisse

- Zu 1: Die Auswertung der Literatur bezüglich Zirkonium ergab erste Hinweise auf das Verhalten des durch Korrosionsprozesse gebildeten Zirkonhydrids.
- Zu 4: Die eingesetzten festen Phasen werden in aquatischen Phasen mit geringerer Ionenstärke nicht signifikant gelöst.
- Zu 5: Der „Point of Zero Charge“ ist bei amorphen Al_2O_3 zu höheren pH-Werten verschoben und die Oberflächenladungsdichte ist erhöht. Die BET-Oberfläche des amorphen Al_2O_3 ist etwa um eine Größenordnung größer als bei den kristallinen Phasen.
- Zu 6: Die Sorptionsgeschwindigkeit und die Sorptionskapazität an amorphen Al_2O_3 sind deutlich höher als bei den kristallinen Phasen.

5. Geplante Weiterarbeiten

- Zu 1: Erweiterte Suche nach Daten über das Korrosionsverhalten von Zirkonhydrid in aquatischen Phasen sowie Daten über die Alterung von PR durch kleine Strahlendosen. Vervollständigen der Literaturdatenbank.
- Zu 2: Neubeginn von Korrosionsversuchen unter aeroben reduzierenden Bedingungen.
- Zu 3: Beginn der vier weiteren Auslaugversuche.
- Zu 4: Abschluss der Remobilisierungsexperimente mit Korrosionsprodukten aus aeroben Auslaugversuchen und Erstellung einer Aktivitätsbilanz. Neue Remobilisierungsexperimente mit Korrosionsprodukten aus dem anaeroben Auslaugversuch.
- Zu 5: Fortführung der Untersuchung der amorphen Phasen.
- Zu 6: Weitere Sorptionsversuche mit veränderten aquatischen Phasen zur Untersuchung des Einflusses der Ionenstärke.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln	Förderkennzeichen: 02 E 9118
Vorhabensbezeichnung: Untersuchungen zur hydraulisch wirksamen Auflockerungszone um Endlagerbereiche im Salinar in Abhängigkeit vom Hohlraumabstand und Spannungszustand	
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Weiterentwicklung von Endlager- und Untertagedeponiekonzeptionen unter Sicherheitsgesichtspunkten	
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.07.98 bis 30.06.01	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999
Gesamtkosten des Vorhabens: 2.079.684,00 DM	Projektleiter: DP Wiczorek

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die Wirksamkeit von Bohrloch- und Streckenverschlüssen in Endlagern bzw. Untertagedeponien in Salzformationen wird durch die Auflockerungszone im umgebenden Gestein beeinflusst, die durch Verformungen und damit verbundene Spannungsumlagerungen während und nach der Hohlraumerrstellung entsteht und infolge der Spannungsaufnahme beim Auflaufen des Gebirges auf einen Verschluss wieder abgebaut wird. Die hydraulischen Eigenschaften der Auflockerungszone und ihre Entwicklung während der Rückbildungsphase sind Gegenstand der geplanten Untersuchungen. Da die Rückbildungsphase für direkte Beobachtungen eine zu lange Zeit in Anspruch nimmt, soll der Zusammenhang zwischen Durchlässigkeit und Spannungszustand abgeleitet werden. Dazu werden an verschiedenen Versuchsorten In-situ-Messungen der Permeabilität und der Gebirgsspannung mit ergänzenden Laboruntersuchungen und Modellrechnungen durchgeführt. Untersucht wird insbesondere auch die Permeabilität und ihre Richtungsabhängigkeit im unmittelbaren Streckensaum.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AS1: Geoelektrische Kartierung der Versuchsorte
- AS2: Labormessungen
- AS3: Gebirgsspannungsmessungen
- AS4: Permeabilitätsmessungen mit Gas
- AS5: Bestimmung der Permeabilität im unmittelbaren Nahbereich von Hohlräumen
- AS6: Modellierung des mechanischen Zustandes
- AS7: Vergleich Hydraulik - Mechanik und abschließende Auswertung
- AS8: Projektmanagement und Dokumentation

3. Durchgeführte Arbeiten

AS2: An Kernproben aus dem Bereich der AHE-Strecke wurden die mechanischen Kennwerte bestimmt.

AS3: In der AHE-Strecke wurden in einem horizontalen Bohrloch drei Überbohrversuche zur Ermittlung der Gebirgsspannung durchgeführt und vorausgewertet.

AS4: Die Permeabilitätsmessungen in der AHE-Strecke wurden nahezu beendet; die letzte Messung dauert noch an. Am Dammjoch auf der 700-m-Sohle wurden drei der vier geplanten Bohrungen für die Permeabilitätsmessungen fertiggestellt. Mit den Messungen wird im Januar 2000 begonnen.

AS5: Die Planungen für die Permeabilitätsmessungen im unmittelbaren Streckennahbereich wurden weitergeführt und vorbereitende Arbeiten durchgeführt.

AS6: Ein dreidimensionales Finite-Element-Modell der AHE-Strecke wird zur Zeit entwickelt. Als Eingabe benötigt es die Ergebnisse der Spannungsmessung.

4. Ergebnisse

AS2: Die Ergebnisse der mechanischen Laboruntersuchungen der AHE-Proben sind typisch für Steinsalz aus diesem Bereich. Die Kennwerte werden für die Auswertung der Überbohrversuche benötigt.

AS3: Drei Überbohrversuche wurden in Bohrlochtliefen von 3 m, 10 m und 15 m durchgeführt. Die Vorauswertung unter Annahme eines idealelastischen Verhaltens des Steinsalzes zeigt eine generelle Spannungszunahme mit der Bohrlochtliefe sowie eine gegenüber den anderen Komponenten deutlich erhöhte Spannung in Axialrichtung des Bohrloches, was allerdings auf das stark vereinfachte Auswerteverfahren zurückzuführen sein kann. Eine genauere Auswertung mittels FE-Modellierung, die das viskoplastische Verhalten des Steinsalzes mitberücksichtigt, ist in Vorbereitung.

AS4: Während sich die Zone erhöhter Permeabilität in den Stößen der AHE-Strecke kaum 0.5 m ins Gebirge erstreckt, ist die Auflockerungszone unter der Sohle etwa 1.5 m ausgedehnt. Die Permeabilität erreicht Werte in der Größenordnung von 10^{-17} m^2 gegenüber weniger als 10^{-21} m^2 im ungestörten Bereich. Dies ist in Übereinstimmung mit den Ergebnissen früherer Messungen im vorhergehenden Projekt "Auflockerungszone".

5. Geplante Weiterarbeiten

Ab Januar 2000 werden Permeabilitätsmessungen am Dammjoch durchgeführt. Überbohrversuche am Dammjoch werden ebenfalls vorbereitet. Mit der Durchführung dieser Messungen ist im zweiten Quartal 2000 zu rechnen.

Die Überbohrversuche werden mittels FE-Modellierung ausgewertet und eine 3D-Modellierung des AHE-Feldes durchgeführt.

Im ersten Quartal 2000 werden der Messaufbau zur Bestimmung der Permeabilität im Streckennahbereich vervollständigt und erste Tests durchgeführt.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 E 9128	
Vorhabensbezeichnung: Tertiäre Sedimente als Barriere für die U/Th-Migration im Fernfeld von Endlagern			
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien			
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.07.98 bis 30.06.01		Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 2.424.695,00 DM		Projektleiter: Dr. Noseck	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Uran- und Thorium-Lagerstätten, speziell in der Umgebung sedimentärer Gesteine, können unter bestimmten Randbedingungen als natürliche Analoga für die Radionuklidrückhaltung im Fernfeld von Endlagern für radioaktive Abfälle herangezogen werden. Mit der Untersuchung solcher Vorkommen können Aussagen zum Langzeitverhalten der Radionuklidmigration in geologischen Formationen überprüft und ggf. ergänzt werden. Damit werden die sicherheitsanalytischen Modellrechnungen zu Freisetzung und Transport von Radionukliden im Deckgebirge eines Endlagers für radioaktive Abfälle unterstützt. Basierend auf Voruntersuchungen sollen am Standort Ruprechtov (CZ) und ggf. alternativen Standorten detaillierte hydraulische und geochemische Untersuchungen sowie begleitende Modellrechnungen durchgeführt werden, um die stattgefundenen geochemischen und Transportprozesse zu identifizieren und zu verstehen. Es soll überprüft werden, welche Ergebnisse auf deutsche Endlagerstandorte übertragbar sind und in Langzeitsicherheitsanalysen berücksichtigt werden können.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP 1 Experimentelle Arbeiten werden schwerpunktmäßig am Standort Ruprechtov (CZ) und in geringerem Umfang am Standort Heselbach (D) durchgeführt. Diese Arbeiten umfassen das Abteufen erforderlicher Bohrungen, die Ermittlung hydraulischer und geochemischer Parameter, eine detaillierte Sedimentanalytik, sowie Analytik von Grund- und Porenwässern. Darüber hinaus werden auch die Verteilungen wichtiger Isotope aus den natürlichen Zerfallsreihen untersucht.
- AP 2 Begleitend zu den experimentellen Arbeiten werden theoretische Arbeiten durchgeführt. Dazu gehört die Auswertung und Interpretation radio- und geochemischer Messungen, die Modellierung von geochemischen Effekten und von Transportprozessen mit geeigneten Codes. Letztendlich soll überprüft werden, ob die erzielten Ergebnisse auf deutsche Endlagerverhältnisse übertragbar sind.

3. Durchgeführte Arbeiten

- Durchführung der Bohrungen NA4 und NA5 am Standort Ruprechtov, Bohrkerngewinnung unter Luftausschluss, Positionierung von Filterstrecken, Ausbau der Bohrungen zu GW-Messstellen in zwei Horizonten, Charakterisierung der Sedimente mittels geophysikalischer Bohrlochverfahren

- Identifikation von Urananreicherungen im Bohrkernabschnitt NA4, 33,0 – 38,4 m mittels ortsauflöser Messung der Gamma-Aktivität
- Messung wichtiger Grundwasserparameter in beiden Horizonten und Entnahme erster Grundwasserproben nach Wiedereinstellung weitgehend ungestörter Bedingungen
- Vergleichende Beprobung von Oberflächengewässern in der Umgebung
- Verteilung der Bohrkern- und Wasserproben an beteiligte Institutionen und Durchführung des wissenschaftlichen Untersuchungsprogramms:
 - Mineralogie (Röntgendiffraktometrie, Mikrosonde)
 - Bestimmung der Uran-Verteilung (sequentielle Extraktion, Autoradiografie)
 - Bestimmung hydraulischer Parameter
 - Porenwasserextraktion
 - Bestimmung des Chemismus von Sediment, Grund- und Porenwasser
 - Bestimmung der Isotopenverhältnisse in Sediment, Grund- und Porenwasser
 - Altersbestimmung von Grundwässern über stabile Isotope
 - Untersuchung des Einflusses von Bakterien/Kolloiden
- Beginn von Ringversuchen zur Überprüfung der analytischen Methoden
- Planung und Durchführung von Aufschlussbohrungen am Standort Heselbach
- Beschaffung, Zusammenstellung und Auswertung von Literatur zur regionalen Geologie der Standorte
- Fertigstellung und Einreichung des Proposals für das 5. Rahmenprogramm bei der Europäischen Kommission

4. Ergebnisse

- Nachweis erhöhter Uran/Radium-Gehalte in kohleführenden Horizonten aber auch in den unterliegenden Schichten (Kaolinit) mittels γ -Aktivitätsmessung (Ruprechtov)
- Deutliche Gamma-Anomalien in den Kohleschichten sowie Tonlagen des Braunkohletertiärs (Heselbach).

5. Geplante Weiterarbeiten

- Vorbereitung eines weiteren Beprobungs- und Untersuchungsprogramms im Falle der Bewilligung des EU-Projektes
- Auswertung der Ergebnisse und Diskussion mit NRI und anderen beteiligten Institutionen. Durchführung weiterer Untersuchungen an Kernmaterial und Grundwasser
- Durchführung begleitender geochemischer Modellrechnungen
- Formulierung möglicher Szenarien zur Radionuklidmigration auf Basis der vorliegenden Ergebnisse
- Radiometrische und ggf. weiterführende Untersuchungen der Bohrkerne und Grundwasserproben aus Heselbach

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 E 9138
Vorhabensbezeichnung: Entwicklung eines Modells zur Beschreibung des geochemischen Milieus in hochsalinaren Lösungen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.10.98 bis 30.09.01	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 2.748.697,00 DM	Projektleiter: Dr. Moog	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Durch Literaturrecherchen und eigene Laborexperimente sollen Pitzer-Ionenwechsellwirkungskoeffizienten für Eisen- und reduzierte Schwefelspezies ermittelt werden. Dies ermöglicht eine verbesserte Berechnung sowohl der Löslichkeit von schwerlöslichen Sulfiden als auch anderer eisenhaltiger Mineralphasen in endlagerrelevanten, hochsalinaren Lösungen. Die angestrebten Resultate berühren auch die theoretische Behandlung der Korrosion von Stahlbehältern.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Das Untersuchungsprogramm umfasst zwei Arbeitspakete.

AP 1: Thermodynamische Modellierung

- 1) Literaturrecherche
- 2) Berechnung von Pitzerkoeffizienten (Aufbau entspr. Algorithmen in Excel-Tabellen)
- 3) Berechnung von Löslichkeitskurven und osmotischen Koeffizienten und Vergleich mit den experimentellen Ergebnissen bzw. Literaturdaten
- 4) Anwendung des neuentwickelten Parametersatzes
- 5) Abschlussbericht

AP 2: Laborarbeiten

- 1) Isopiestic Messungen (Eisen)
- 2) Löslichkeitsuntersuchungen (Eisen)
- 3) Löslichkeitsuntersuchungen (Schwefel)
- 4) Validierung des neu entwickelten Parametersatzes
- 5) Auslaugversuche

AP 3: Langzeitsicherheit

- 1) Vorarbeiten
- 2) Programmtechnische Entwicklungsarbeiten
- 3) Qualitätssicherungsmaßnahmen

3. Durchgeführte Arbeiten

Notwendige Materialien und Gerätschaften für die isopiestic Messungen in St. Petersburg wurden beschafft bzw. aufgebaut. Analytische Methoden für die Charakterisierung der Stammlösungen wurden entwickelt. Der Aufbau einer eigenen isopiestic Apparatur an der TU Braunschweig ist so gut wie abgeschlossen. Löslichkeitsversuche wurden durchgeführt für die Systeme Fe(II)-Na-Cl, Fe-K-SO₄, Fe-Mg-Cl und Fe-Ca-Cl. Goethit und Hämatit wurden dargestellt und erste Versuche zur Löslichkeitsbestimmung in hochsalinaren Lösungen begonnen.

4. Ergebnisse

Isopiestic Messungen wurden für das System Fe₂(SO₄)₃-H₂SO₄-H₂O begonnen, da in Lösungen ohne Säurezusatz die Interpretation der Messergebnisse durch die ausgeprägte Hydrolyse neigung des Fe(III) erschwert wird. Durch Extrapolation konnten Wasseraktivitäten für hypothetische Lösungen von nicht hydrolysierten Fe(III)-Sulfat-Lösungen gewonnen werden. Erste Versuche mit dem System FeCl₃-HCl-H₂O zeigten, dass Eisen(III)chloridlösungen nicht nur Wasserdampf sondern auch Chlorwasserstoff (HCl) freisetzen. Eine Auswertung der Experimente ist dennoch möglich, wenn der Versuchszeitraum eine Dauer von 1,5 Wochen nicht übersteigt oder Eisenkonzentrationen von 2 mol/kg nicht überschritten werden.

5. Geplante Weiterarbeiten

Fortführung der isopiestic Messungen in St. Petersburg (binäre Systeme mit Fe(II) und Fe(III), ternäre mit Fe(II)). Erprobung der isopiestic Apparatur an der TU Braunschweig. Durchführung von Löslichkeitsversuchen mit Goethit und Hämatit. Fortsetzung der Löslichkeitsversuche mit Fe(II). Installation der H₂S-Durchflussmesszelle und Kalibration der dazugehörigen Apparatur.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 E 9148
Vorhabensbezeichnung: Entwicklung eines Programms zur dreidimensionalen Modellierung des Schadstofftransportes		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.10.98 bis 31.03.02	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 4.724.211,00 DM	Projektleiter: Dr. Fein	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

In Langzeitsicherheitsanalysen von Endlagern für gefährliche Abfälle in tiefen geologischen Formationen wird für relevante Szenarien die Belastung der Biosphäre infolge einer potentiellen Ausbreitung von Schadstoffen abgeschätzt. Dabei werden drei von einander unabhängige Teilbereiche betrachtet, das Nahfeld, die Geosphäre und die Biosphäre.

Mit der Bereitstellung eines Transportprogramms soll die Möglichkeit geschaffen werden, den Schadstofftransport in der Geosphäre in porösen oder äquivalent-porösen Medien für große, dreidimensionale, komplexe Gebiete zu modellieren. Dabei wird das Programm in der Lage sein, alle relevanten Rückhalte- bzw. Wechselwirkungseffekte zu berücksichtigen. Diese sind Gleichgewichtssorption, Sorptionskinetik, Diffusion in immobile Porenwässer, Ausfällung, Komplexbildung, kolloidgetragener Transport und Matrixdiffusion. Es ist aber nicht beabsichtigt, in dieser Neuentwicklung den Transport mit einem Speziationscode zu koppeln.

Auf Grund dieser Anforderungen wird es möglich werden, das Verdünnungspotential und auch die auf den Wechselwirkungseffekten basierende Barrierewirkung des Deckgebirges realitätsnah abzuschätzen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Die Durchführung des Vorhabens ist in folgende Arbeitspakete unterteilt:

AP 1: Leitung des Vorhabens

Organisatorische und koordinierende Tätigkeiten

Erstellung des Anwenderhandbuches und der Dokumentation

Durchführung regelmäßiger Statusgespräche

Ab- und Übernahme des Programms

Berichtswesen

- AP 2: Detailplanung und Benutzeroberflächen
 Entwicklung eines fachlichen Feinkonzeptes
 Erstellung eines Softwareentwicklungsplanes
 Definition von Schnittstellen zu anderen Programmen
- AP 3: Testrechnungen

3. Durchgeführte Arbeiten

Die Entwicklung und Sammlung analytischer Lösungen für den Transport von Radionuklidketten unter Berücksichtigung linearer Gleichgewichtssorption in homogenen porösen bzw. doppelporösen Medien wurde abgeschlossen. Dabei zeigte sich, dass auch die Momentenanalyse sinnvoll zur Durchführung von Testrechnungen benutzt werden kann.

Als Diskretisierungsschema wurde implizites Knoten-zentriertes Finite Volumen Verfahren gewählt. Es wurde begonnen hierfür einen a-posteriori Fehlerschätzer herzuleiten.

Das Konzept für die Benutzerschnittstelle DAT (**D**aten **A**nalyse **T**ool) zur Formulierung komplexer Anfragen wurde weiterentwickelt. Mit der Realisierung wurde begonnen. Die Kopplung von DAT mit Darstellungsroutinen wurde ebenfalls begonnen und getestet.

Zwei Testfälle (Radionuklidkette, biologischer Abbau von Perchlorethen) wurden berechnet. In 2D wurden Rechnungen auf Parallelrechner durchgeführt. Dabei war die Lastverteilung mit einem provisorischen Fehlerschätzer realisiert.

Erstellung und Übergabe eines realistischen Datensatzes für den Transport einer Radionuklidkette. Die Erstellung des fachlichen Feinkonzeptes wurde weitergeführt. Mit der Erstellung des Schnittstellenkonzeptes wurde begonnen.

Am 30.9./1.10.1999 fand in Braunschweig das 2. Statusgespräch statt.

4. Ergebnisse

keine

5. Geplante Weiterarbeiten

Die Arbeiten werden entsprechend der im Antrag angegebenen Vorgehensweise fortgesetzt. Im ersten Quartal 2000 soll eine Entwicklerversion von der GRS übernommen und getestet werden.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Auftragnehmer: IfG, Friederikenstr. 60, 04279 Leipzig		Förderkennzeichen: 02 E 9158	
Vorhabensbezeichnung: Untersuchung des Barriereverhaltens von Anhydrit bei großräumigen Spannungsumlagerungen (BARIAN)			
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien			
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.09.98 bis 31.08.01		Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.576.387,00 DM		Projektleiter: Dr. Kamlot	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

In einem Gemeinschaftsvorhaben mit der GRS, Bereich Endlagersicherheitsforschung, werden an einem Hauptanhydritaufschluss, der in den nächsten Jahren infolge Abbaueinfluss erhöhten Gebirgsspannungen ausgesetzt wird, der Spannungszustand, die Hohlraumkonvergenz und die Klufftpermeabilität mit dem Ziel ermittelt, das Barriereverhalten in Abhängigkeit vom Spannungszustand zu bewerten.

Mit hydraulisch/mechanisch gekoppelten Modellrechnungen wird der Einfluss der sich ändernden Gebirgsspannung auf die Klufftströmung im Anhydrit untersucht, wobei die In-situ-Messwerte der Modellüberprüfung dienen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP 1 Ermittlung des Hauptspannungstensors am Anhydritaufschluss mit unterschiedlichen Verfahren und Nachweis der Spannungsänderungen unter Abbaueinwirkung.
- AP 2 Nachweis des Abbaueinflusses mit Konvergenzmessungen.
- AP 3 Bestimmung der Fluiddruckbelastbarkeit von Anhydritklüften und der Risspermeabilität in Abhängigkeit von der Abbaueinwirkung.
- AP 4 Berechnung der Klufftströmung in Abhängigkeit von den Gebirgsspannungen und Modellüberprüfung mittels In-situ-Messungen.
- AP 5 Ableitung standortunabhängiger und übertragbarer Abhängigkeiten und Berichterstattung.

3. Durchgeführte Arbeiten

- Weiterführung und Zwischenauswertung der Konvergenzmessungen.
- Durchführung einer 2. Messkampagne zur Spannungssondierung.
- Aufstellung von Rechenmodellen und Berechnung der Streckenkonvergenzen und Spannungsverteilungen am Messort in Abhängigkeit von der Abbauentwicklung.
- Präsentation der Arbeitsergebnisse von IfG und GRS zum Projektstatusgespräch in Clausthal-Zellerfeld.

4. Ergebnisse

- Die Streckenkonvergenz erreicht für eine Einzelstrecke in dieser Teufe typische Raten. Ein Abbaueinfluss ist noch nicht nachweisbar. Auch die sondierten Minimalspannungen haben sich infolge der Abbaufrotnäherung noch nicht geändert.
- Mit den Modellrechnungen wurde nachgewiesen, dass erst bei Auffahrung der Abbaukammer in einer Minimalentfernung zum Messort von 100 m mit einer Erhöhung der Maximalspannung von 2 MPa zu rechnen ist.
Die z. Z. gemessenen Konvergenzen und Minimalspannungen ließen sich bestätigen.

5. Geplante Weiterarbeiten

Entsprechend der Vorhabensbeschreibung.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 E 9168	
Vorhabensbezeichnung: Untersuchung des Barriereverhaltens von Anhydrit bei großräumigen Gebirgsspannungsumlagerungen (BARIAN)			
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien			
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.09.98 bis 31.08.01		Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.858.178,00 DM		Projektleiter: Dr. Flach	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Anhydrit- und Salztonschichten sind Bestandteile der Normalabfolge des Salinars und unterliegen in der Betriebs- und Nachbetriebsphase eines Endlagers gebirgsmechanischen Beanspruchungen. Während im Steinsalz infolge Konvergenz erhöhte Gebirgsspannungen abgebaut werden, kommt es in den steiferen und festeren Anhydrit- und Salztonschichten zu Belastungserhöhungen durch Spannungsumlagerungen. Es muss hier mit Klüften gerechnet werden und infolgedessen mit Zutritten von Laugen und Wässern. Das geplante Vorhaben soll als Gemeinschaftsprojekt mit dem Institut für Gebirgsmechanik, Leipzig, im Salzbergwerk Bernburg durchgeführt werden. Da in dieser Grube Steinsalz gewonnen wird und Anhydrit in Form von Klippenstrukturen aufgeschlossen ist, bestehen sehr günstige geologische und bergbauliche Bedingungen, in einem überschaubaren Zeitraum den Anhydrit unter dem Einfluss großräumiger Gebirgsspannungsänderungen zu untersuchen. Schwerpunkte sind die quantitative Beschreibung der induzierten Seismizität (Rissbildung und -fortpflanzung), der Einfluss des Spannungsfeldes auf die Risspermeabilität sowie die Modellierung der mechanischen und hydraulischen Vorgänge.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP 1 Großräumige, langfristige Überwachung der induzierten Seismizität mit Schallemissionsmessungen in Array-Technik in einem geklüfteten Anhydrit-Bereich und quantitative Beschreibung der SE-Ereignisse
- AP 3 Eignungsuntersuchung einer alternativen Messmethode zur Bestimmung des räumlich/zeitlichen Spannungsfeldes der Maximalspannung
- AP 6 Labormessungen und Modellierung des quantitativen Zusammenhangs der spannungsabhängigen Mikrorissbildung mit der Gesteinspermeabilität
- AP 7 Permeabilitäts-Vergleichsmessungen mit Gas in unterschiedlich aufgelockerten Gebirgsbereichen
- AP 9 Auswertung und zusammenfassende Berichterstattung

3. Durchgeführte Arbeiten

Zur Optimierung des seismischen Arrays, das im NW des westlichen Abbaufeldes des Salzbergwerkes Bernburg errichtet wird, wurden Berechnungen mit räumlicher Fehleranalyse durchgeführt und die Sensorkoordinaten bestimmt. Unter Berücksichtigung betrieblicher Belange und Vorgaben wurden die Ansatzpunkte der Sensorbohrungen festgelegt. Die Vermessungs- und Bohrarbeiten sowie infrastrukturelle Arbeiten, wie Ausführung der Notstromversorgung und des Telefonanschlusses sowie Verlegung der Messkabel, wurden begonnen und sind teilweise abgeschlossen (AP1).

An Anhydritproben wurden Messungen unter einaxialer Druckbelastung durchgeführt mit dem Ziel, einen Zusammenhang zwischen der Entstehung von Schallemissionen und dem Spannungszustand, der am Probenentnahmeort geherrscht hat, zu finden (AP3).

Der Untersuchung der Gesteinsintegrität dienen Labormessungen an Anhydrit- und Steinsalzproben. Es wurde die Korrelation der Rissdichte mit verschiedenen Gesteinsparametern quantitativ untersucht und verschiedene Modelle, die diesen Zusammenhang beschreiben, getestet (AP6).

4. Ergebnisse

Das seismische Array ist noch nicht in Betrieb (AP1).

Ein Zusammenhang zwischen den Schallemissionen und dem ursprünglichen Probenentnahmeort besteht bei Anhydrit nach bisherigen Ergebnissen nicht. Schallemissionen entstehen in größerer Zahl erst vor dem Erreichen der Bruchspannung, die in erster Linie eine Materialeigenschaft ist (AP3).

Die Abhängigkeit der Scherwellenpolarisation im Steinsalz und Hauptanhydrit von der vorhandenen Korn- und Rissstruktur sowie der Nachweis, das petrophysikalische Modell von Hudson quantitativ anwenden zu können, können in Zukunft dazu benutzt werden, die Gesteinseigenschaften von Steinsalz und Hauptanhydrit genauer zu erfassen und diese Erkenntnisse und Untersuchungsmethoden auf andere Gesteine auszudehnen (AP6).

5. Geplante Weiterarbeiten

Nächste Schritte:

- Installation und Inbetriebnahme des seismischen Arrays, Auswertung und Interpretation der Signale nach seismologischen Auswerteverfahren
- Ausdehnung der Labormessungen zum Kaisereffekt auf Steinsalz aus dem Bereich des Versuchsfeldes

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

Flach, D. (1999): Untersuchung des Barriereverhaltens von Anhydrit bei großräumigen Spannungsumlagerungen (BARIAN). FZKA-PTE-Nr. 6

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 E 9178	
Vorhabensbezeichnung: Aktualisierung sicherheitsanalytischer Rechenprogramme für Teilsysteme eines Endlagers (ARTE)			
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagegedeponien			
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.01.99 bis 31.12.01		Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.703.026,00 DM		Projektleiter: Dr. Buhmann	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die Rechenprogramme (Module) des Programmpakets EMOS werden entsprechend neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse erweitert, um den Anforderungen an bevorstehende Langzeitsicherheitsanalysen gerecht zu werden. Betroffen sind die Module für den Nahbereich von Endlagern in Granit und Salz, für die Biosphäre und für probabilistische Rechnungen. Die Werkzeuge zur Auswertung und Visualisierung von Rechenergebnissen werden erweitert.

Die derzeitige Version des Programmpakets EMOS wurde im Vorhaben 02 E 8835 fertiggestellt. In die Weiterentwicklung fließen Ergebnisse aus Vorhaben der EU und IAEA ein.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Die Module für den Nahbereich und den Fernbereich von Endlagern im Granit werden um die Effekte "Aufsättigung des Bentonits", "Kolloide in Klüften" und "ortsabhängige Diffusionseigenschaften der Gesteinsmatrix" ergänzt. In den Modulen für den Nahbereich von Endlagern im Salz wird die Überlagerung advektiver und konvektiver Transportmechanismen mit Hilfe mehrdimensionaler Transportrechnungen überprüft. In die Module für die Biosphäre werden als Ergebnis aus einem internationalen Vorhaben Referenz-Biosphären integriert. In die Module für probabilistische Rechnungen werden neue Sampling-Methoden und Sensitivitätsschätzer übernommen.

Die Werkzeuge zur Auswertung und grafischen Darstellung von Rechenergebnissen werden um folgende Teile erweitert: Berechnung und Darstellung der zeitlichen Änderung der Schadstoffverteilung über die Teilbereiche (u.a. Nahbereich, Fernbereich, Biosphäre) eines Endlagers; Visualisierung der netzwerkartigen Grubengebäudestruktur eines Endlagers im Salz und Abbildung von Rechenergebnissen auf diese grafische Darstellung.

3. Durchgeführte Arbeiten

- AS5: Ein neuer Prä- und Postprozessor für probabilistische Rechnungen wurde übernommen.
AS6: Der Postprozessor zur grafischen Ausgabe von Schadstoffverteilungen wurde entwickelt. Mit der Überarbeitung der Module zur Datenbereitstellung wurde begonnen.
AS7: Die Programmierung der Werkzeuge zur Visualisierung von netzwerkartigen Grubengebäudestrukturen wurde fortgesetzt.

4. Ergebnisse

- AS5: Der neue Prä- und Postprozessor für probabilistische Rechnungen liegt vor.
AS6: Der Postprozessor zur grafischen Darstellung von Schadstoffverteilungen ist einsatzbereit.
AS7: Mit Hilfe des Präprozessors können netzwerkartige Grubengebäudestrukturen über eine Bedienungsfläche eingegeben und in Eingangsdaten für das Modul LOPOS umgewandelt werden. Die Strukturen können mit der Software AutoCAD dargestellt werden.

5. Geplante Weiterarbeiten

- AS1: Durchführung der Arbeiten gemäß Antrag.
AS5: Anpassung von EMOS, Tests und Dokumentation der Statistik-Werkzeuge.
AS6: Test und Dokumentation des Werkzeugs.
AS7: Weiterentwicklung des Postprozessors für weitere Funktionalitäten, Test und Dokumentation

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 E 9188
Vorhabensbezeichnung: Untersuchungen zur Gas- und Wasserfreisetzung und der Wasserverteilung im Erhitzerversuch im OPALINUS-Ton des Mont Terri-Tunnels		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Weiterentwicklung von Endlager- und Untertagedeponiekonzeptionen unter Sicherheitsgesichtspunkten		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.10.98 bis 30.09.01	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.185.781,00 DM	Projektleiter: Dr. Jockwer	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Von ENRESA (ES), ANDRA (F) und dem internationalen Konsortium SNHGS (CH) wird im Opalinus-Ton des Autobahntunnels durch den Mont Terri ein Erhitzerversuch durchgeführt, um das thermische, hydraulische und mechanische Verhalten des natürlichen Tons bei erhöhten Temperaturen zu untersuchen. Da Tone als technische Barrieren in deutschen Endlagern verwendet werden sollen, sind die Kenntnisse von Tonstein unter Gebirgstemperatur und die Auswirkung erhöhter Temperatur von Bedeutung. Daher beteiligt sich die GRS im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit zur Endlagerforschung am Erhitzerversuch im Opalinus-Ton mit den Arbeitspaketen „Ermittlung der Gasfreisetzung aus dem aufgeheizten und dem nicht aufgeheizten Tongestein“ und „Ermittlung des natürlichen Wassergehaltes und der Austrocknungseffekte bzw. der Wasserumverteilung mit geoelektrischen Messverfahren“. Im Nahbereich der Erhitzerbohrung werden hierfür spezielle Bohrlöcher erstellt, die für die Gasprobennahme bzw. die geoelektrische Erfassung der örtlichen und zeitlichen Veränderungen des Wassergehaltes instrumentiert werden. Die Messungen der Gas- und Wasserfreisetzung sowie der Wasserumverteilung dienen der Bewertung der Langzeitwirksamkeit der in den deutschen Endlagern vorgesehenen technischen Barrieren aus Tonstein.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Das Vorhaben (Arbeiten der GRS) untergliedert sich in:

AP 1: In-situ-Untersuchungen zur Wasser- und Gasfreisetzung im Nahfeld des Erhitzers.

AP 2: In-situ-Untersuchungen zur Wasserumverteilung im Nahfeld des Erhitzers.

3. Durchgeführte Arbeiten

Die Installationen im Versuchsfeld von Seiten der GRS sind abgeschlossen. Die spanische Firma AITEMIN, die im Auftrag von ENRESA den In-situ-Versuch geplant und die Installationen durchgeführt hat, hat Schwierigkeiten mit den Messkomponenten und der Datenerfassungsanlage, so dass der Versuch (Einschalten der Erhitzer), nicht wie ursprünglich geplant im September 1999, in Betrieb gegangen ist. Wann diese technischen Schwierigkeiten behoben sein werden und die Erhitzer eingeschaltet werden können, steht bisher noch nicht fest. Die geoelektrischen Messungen laufen seit Juni 1999 im geplanten Umfang.

4. Ergebnisse

Die Gasprobenahme aus den Bohrlöchern im nicht aufgeheizten Gebirge hat ergeben, dass der Opalinus-Ton geringe Mengen Kohlendioxid und Methan freisetzt.

Erste Auswertungen der geoelektrischen Messungen zeigen, dass die Flutung des Erhitzerbohrloches detektiert ist. Für genauere Aussagen über die Wassergehaltsverteilung und ihre Änderung während der Zeit nach der Flutung sind umfangreichere Auswertungen nötig, die zur Zeit durchgeführt werden.

5. Geplante Weiterarbeiten

Unmittelbar vor Einschalten der Erhitzer sollen durch Gasprobenahme aus den Bohrlöchern der Ausgangszustand erfasst und dann durch weitere Probenahme etwa zweimal pro Jahr die Auswirkung der Temperatur auf die Gasbildung und –freisetzung erfasst werden.

Der Einfluss der Aufheizung auf die Leitfähigkeitsverteilung im Gebirge wird durch Fortsetzung des geoelektrischen Messprogramms untersucht.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 E 9198	
Vorhabensbezeichnung: Untersuchungen zur Gasausbreitung in den technischen Barrieren Beton und Bentonit sowie im Granit im Felslabors Grimsel (Phase 5)			
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien			
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.10.98 bis 30.09.02		Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 870.714,00 DM		Projektleiter: Dr. Jockwer	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die Schächte und Zugangsstrecken in Endlagern für radioaktive Abfälle sollen durch technische Barrieren (Dämme, Abschlussbauwerke, Streckenversatz) hinreichend dicht und dauerhaft verschlossen werden. Als Verschlussmaterialien sollen u. a. Beton, Tone und Ton-Mineralgemische Verwendung finden. Im Felslabor Grimsel wird im Auftrag von RWMC ein Betonsilo mit einem Durchmesser von ca. 2,00 m und einer Höhe von ca. 2,00 m mit seinen technischen Barrieren hergestellt. In diesem Silo werden von GRS unter drei Versuchsbedingungen die Gasmigration in den technischen Komponenten (Beton, Bentonit) und im angrenzenden Gebirge untersucht werden. Unter realistischen Bedingungen soll das Zusammenwirken im Normalfall und des Versagens der verschiedenen technischen Barrieren bei hohem Druck ermittelt werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Das Vorhaben (Arbeiten der GRS) untergliedert sich in:

- AP1** Ermittlung des Gasgehaltes sowie des Fluiddruckes im Porenraum des den Versuchsort umgebenden Granites (Step A Site Characterisation)
- AP2** Gasausbreitung in den Bauwerkskomponenten des Silos (technische Barrieren Beton und Bentonit) unterhalb eines Gasdurchbruchs (Step B with vent)
- AP3** Ermittlung des Gasdurchbruchdruckes durch die technischen Barrieren, Aufzeigen von Schwachstellen und Gasausbreitung im umgebenden Gebirge (Step C without vent).

3. Durchgeführte Arbeiten

Im Rahmen des AP's 1 'Step A Site Characterisation' wurden in ausgewählten Matrix- und Scherzonenbereichen die initialen Porenwasserdrücke bzw. ihre zeitliche Entwicklung gemessen. Zur Ermittlung der effektiv Wasserpermeabilitäten wurden in denselben Bereichen hydraulische Injektionsversuche mit Formationswasser aus der sogenannten Migrationskluft durchgeführt. Ausgewählte chemische Parameter des Injektionswassers wurden bestimmt und Gas-/Wasserproben für die weitere Analyse entnommen. Für die Erfassung des qualitativen und quantitativen Gasgehaltes der durchlässigeren Scherzonen wurde frisches Kernmaterial erbohrt.

4. Ergebnisse

Die initialen Porenwasserdrücke in den 1 – 2 m vom Silorand entfernten Messintervallen sind quasi-stationär. Die Druckwerte in den seitlichen Messintervallen liegen unter dem Luftdruck und weisen auf teilgesättigte Gebirgsverhältnisse hin. Die Drücke in den Scherzonen über dem Silo liegen bei 250 und 490 kPa. Die effektive Wasserpermeabilität in den Scherzonen liegt größenordnungsmäßig bei 10^{-17} m^2 und in der Matrix bei 10^{-18} m^2 . Das chemische Milieu in den Messintervallen ist leicht alkalisch (pH⁺9,1) und reduzierend (Eh<100mV). Die Salinität des Formationswassers ist relativ gering (Lf 112µS).

5. Geplante Weiterarbeiten

Fortführung der Druckmessungen unter Teilsättigung der Messintervalle mit Argon als Trägergas. Bestimmung der Gleichgewichtspartialdrücke der verschiedenen aus dem Gebirge freigesetzten Gas-komponenten.

Instrumentierung der Bauwerkskomponenten im Silo im Rahmen von 'Step B with vent'.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

GMT/M: 99-12: GRS Status Report 9/99 subtask 'Gas Analysis' (Nagra Interner Bericht).

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 E 9208
Vorhabensbezeichnung: Felslabor Grimsel (Phase V): Effektive Parameter (EFP) -Begleitende geoelektrische Untersuchungen-		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.10.98 bis 30.09.01	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 338.356,00 DM	Projektleiter: Dr. Flach	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Für die Abschätzung der großräumigen Transportmechanismen wird von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), mit der das Vorhaben als Gemeinschaftsvorhaben durchgeführt wird, die Aufstellung eines numerischen Modells geplant, das basierend auf den bisherigen Erkenntnissen entwickelt und in einem Feldversuch im Felslabor Grimsel, Schweiz, validiert werden soll.

Der GRS-Beitrag zu diesem Feldversuch besteht darin, mit geoelektrischen Messungen die Ausbreitung von Tracern unterschiedlicher Leitfähigkeiten in einem ausgewählten Kluftsystem zu erforschen und Eingangsparameter für das numerische Modell des Transportmechanismus zu liefern. Da das Tracerexperiment zunächst in einem Gebirgsbereich mit bekannten geologischen und geometrischen Verhältnissen stattfindet, soll die Leistungsfähigkeit der angewandten geoelektrischen Methode überprüft werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Optimierung der Auswertemethodik der Leitfähigkeitstomographie und großräumiger Feldversuch zur Überprüfung des konzipierten Modellansatzes.

Visualisierung der Tracer-Ausbreitung in einem Kluftsystem mittels Elektrotomographie.

3. Durchgeführte Arbeiten

Die neue Planung, nach der zwei Tracerversuche mit Fluoreszenz- bzw. Salztracer durchgeführt werden sollen, wurde zwischen den Projektpartnern BGR und GRS sowie mit der NAGRA abgestimmt. GRS beteiligt sich zunächst an dem kleinräumigeren Salztracertest, der in bereits bestehenden Bohrungen des Bohrlochkranzversuches stattfinden wird. Es wurden vier Messbohrungen, in die vorbereitete Elektrodenmessketten zur besseren Ankopplung an das Gebirge einzementiert werden sollen, sowie je zwei Injektions- und Entnahmebohrungen festgelegt. Die Elektrodenketten, die in Eigenbau angefertigt wurden, befinden sich bereits vor Ort. Die Durchführung von Modellrechnungen verzögert sich, da das beschaffte 3D-Rechenprogramm aus technischen Gründen bisher nicht eingesetzt werden konnte.

4. Ergebnisse

Es liegen keine Ergebnisse vor, da noch keine Geoelektrik-Messungen durchgeführt werden konnten.

5. Geplante Weiterarbeiten

Weitere Schritte:

- Durchführung erster Modellrechnungen
- Installation der Elektrodenketten
- Inbetriebnahme des geoelektrischen Arrays
- Durchführung des ersten Tracerexperimentes

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger:: BGR, Stilleweg 2, 30655 Hannover		Förderkennzeichen: 02 E 9218
Vorhabensbezeichnung: Deutsch-Schweizerische Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Endlagerung (Felslabor Grimsel Phase V). Teilprojekt I: Effektive Parameters (EFP); Teilprojekt II: Numerical Calculation of Two-Phase Flow.		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.10.98 bis 31.12.01	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 961.920,00 DM	Projektleiter: Dr. Weber	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

EFP

In dem Vorhaben sollen die vorhandenen konzeptionellen Modellvorstellungen und die eingesetzten numerischen Programme für die Modellierung der großräumigen Schadstofftransportprozesse in geklüfteten Formationen überprüft bzw. mit den Versuchsdaten validiert werden. Es sind die effektiven Parameter zur Beschreibung repräsentativer Volumina des Wirtgesteins um ein Endlager zu ermitteln.

GMT

Das Ziel bei der Beteiligung am japanischen Projekt "Gas Migration Test in the Engineered Barrier System" ist die Überprüfung und Weiterentwicklung der numerischen Methoden und Modelle zur Berechnung von Gas-Wasserströmungen in den technischen und natürlichen Barrieren in einem Endlager in Granit.

Das Vorhaben ist eingebunden in die Deutsch-Schweizerische Zusammenarbeit zur Endlagerforschung im Felslabor Grimsel.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

EFP

- Überprüfung des Verfahrens zur Charakterisierung des Wirtgesteins, inklusive Identifizierung großer Klüfte und Festlegung des repräsentativen Elementarvolumens des fein geklüfteten Granits sowie des Matrixbereiches durch Ableitung der hydraulischen Kennwerte aus der Klufstatistik,
- Überprüfung der Modellbildung zur Berechnung der zeitlich/räumlichen Verteilung der Tracerkonzentrationen in großen Gebirgsvolumina,
- Konzipierung, Festlegung und Durchführung großräumiger In-situ-Tracerversuche zur Validierung des vorgestellten Modells und
- Nachweis der Übertragbarkeit des Verfahrens auf andere geologische Formationen.

GMT:

- Überprüfung von numerischen Methoden und Modellen zur Beurteilung des Schadstofftransports in einer Gas-Wasserströmung im geklüfteten Granit,
- Zusammenstellung einer Datenbasis für die Ermittlung von physikalischen Parametern zur Zweiphasenströmung in porösen und geklüfteten Medien und Kalibrierung der numerischen Modelle, sowie
- Weiterentwicklung des numerischen Modells zur Modellierung des Gastransportprozesses im Engineered Barrier System und angrenzenden Felsgestein.

3. Durchgeführte Arbeiten

EFP

- Geostatistische Auswertung vorhandener Kluftdaten aus Bohrungen im BK-Bereich,
- Auswahl von Bohrungskombinationen für Tracerversuche mit unterschiedlichen Detektionsverfahren (Fluoreszenztracer und tomografische Visualisierung mittels Salztracer),
- Diskussion mit Sandia National Laboratories über die erforderlichen Datensätze für den Beitrag von Sandia zum Teilprojekt EFP (numerische Modellierung von Tracertests).

GMT

- Zur Ergänzung der geologischen und hydraulischen Kenntnisse zur EDZ der Silo-Kaverne wurde eine detaillierte Kartierung und Kluftdatenaufnahme durchgeführt. Hydraulische Kennwerte wurden in Oberflächenpackertests und numerischen Modellinterpretation der Testverläufe ermittelt. Mit dem Computerprogramm FracWorks wurden Fließweganalysen berechnet.

4. Ergebnisse

EFP

- Die aus den sphärischen Kluftdaten abgeleiteten Ergebnisse deuten darauf hin, dass zwei Hauptrichtungen der Klüftung vorliegen, die mit den bekannten Raumstellungen der Lamprophyrgänge zusammenhängen. Alle anderen Kluft Richtungen scheinen statistisch gleich verteilt zu sein.
- Für die aus Bohrungsdaten ermittelten Kluftabstände im BK-Bereich ergab sich für fast alle untersuchten Bohrungen eine räumliche Korrelation, wobei die räumliche Korrelationsdistanz von der Lage und Richtung der Bohrung abhängt.

GMT

- Es wurde gezeigt, dass sich die geologische Barriere durch ein gekoppeltes Kluft-Matrix-Modell darstellen lässt. Darin ist die Kluftpermeabilität mit 10^{-13} m^2 und die Matrixpermeabilität mit 10^{-18} m^2 anzusetzen.

5. Geplante Weiterarbeiten

EFP

- Erweiterung der geostatistischen Auswertungen zur Ermittlung eines repräsentativen Elementarvolumens, stochastische Generierung von Kluftnetzwerken im kleinskaligen Bereich, numerische Simulationen
- Einbau von Packersystemen in die Bohrungen für die Tracer-Versuche; Verschluss (voraussichtlich Zementation) nicht mehr benötigter Bohrungen im Salztracer-Versuchsfeld zur Vermeidung hydraulischer Kurzschlüsse; Aufsättigung des Gebirges, anschließend Beginn Tracerversuche

GMT

- Zweiphasen-Modellierung VEGAS-Versuch

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

Shao, H., Monecke, K., „Geological and Hydraulic Characterisation of EDZ in GMT Silo Cavern at Grimsel Test Site“, (Bericht in Bearbeitung)

Zuwendungsempfänger:: BGR, Stilleweg 2, 30655 Hannover		Förderkennzeichen: 02 E 9228
Vorhabensbezeichnung: Weiterführung der Arbeiten zu den experimentellen und numerischen Untersuchungen zum Verhalten von Versatz in Endlagerstrecken im Salinar		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.01.99 bis 31.03.00	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 112.231,00 DM	Projektleiter: Dr. Heusermann	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Seit mehreren Jahren wird auf der Schachtanlage Asse ein großmaßstäblicher Versuch zur thermischen Simulation der Einlagerung wärmeentwickelnder Abfälle in Strecken im Salzgebirge durchgeführt, um die Einlagerungstechnik zu demonstrieren und insbesondere die langfristige Reaktion des Streckenversatzes und des umgebenden Gebirges aus geowissenschaftlicher Sicht zu beobachten und zu bewerten. Dazu führt die BGR experimentelle und theoretische geotechnische Untersuchungen (In-situ-Messungen, Laborversuche, numerische Modellberechnungen, Weiterentwicklung von Stoffgesetzen) durch.

Das Vorhaben schließt an die FuE-Vorhaben „Geotechnische Untersuchungen im Rahmen des Demonstrationsversuchs ‘Thermische Simulation der Streckenlagerung (TSS)’“ und „Experimentelle und numerische Untersuchungen zum Verhalten von Versatz in Endlagerstrecken im Salinar“ an sowie an das von der Europäischen Union geförderte Vorhaben „Backfill and Material Behaviour in Underground Salt Repositories (BAMBUS)“ an.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Folgende Forschungsarbeiten zu den geotechnischen Eigenschaften und zum geotechnischen Verhalten des Salzgebirges und des Versatzmaterials werden bzw. wurden durchgeführt:

- Langfristige Ermittlung von Gebirgsspannungsänderungen, hervorgerufen durch Wärmeeinwirkung und durch Kriechen des Gebirges,
- Untersuchungen des Gebirgsdeformationsverhaltens im erwärmten Bereich unter definierter Belastung,
- Ermittlung von Absolutspannungen im erwärmten Gebirgsbereich,
- Durchführung von Benchmark-Studien zum Kompaktionsverhalten von Salzgrus,
- Beurteilung der Kompaktion des Streckenversatzes in Abhängigkeit von der Zeit und der Temperatur,
- Demonstration der Eignung geotechnischer Messmethoden,
- Auswertung und Interpretation der In-situ-Messungen mit Hilfe begleitender geomechanischer Untersuchungen (Laborversuche, numerische Berechnungen) sowie Vergleich mit Ergebnissen thermomechanischer Modellberechnungen.

3. Durchgeführte Arbeiten

- Fortsetzung der Messung von Temperaturen und thermisch induzierten Spannungsänderungen im Versuchsfeld auf der Schachanlage Asse während der Abkühlphase,
- Wartung der In-situ-Messeinrichtungen auf der Schachanlage Asse,
- Erstellung von Unterlagen für die Anfertigung des Schlussberichtes.

4. Ergebnisse

- Die während der Abkühlphase in situ beobachteten Temperatur- und Spannungsänderungen im Salzgebirge stimmen qualitativ mit den Ergebnissen thermomechanischer Modellberechnungen überein.

5. Geplante Weiterarbeiten

Anfertigung des Schlussberichts für das BMWi.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

Heemann, U., S. Heusermann & N. Knowles (1999): Benchmarking the Behaviour of Crushed Salt - The CEC BAMBUS project. NAFEMS World Congress, 25-28 April, Newport, Rhode Island, USA.

Heemann, U., S. Heusermann, W. Sarfeld & B. Faust (1999): Numerical Modelling of the Compaction Behaviour of Crushed Rock Salt. NUMOG VII, 1-3 Sept., Graz, Austria.

2.2 C-Vorhaben

Auftragnehmer: IFG, Friederikenstr. 60, 04279 Leipzig		Förderkennzeichen: 02 C 0264	
Vorhabensbezeichnung: Untersuchungen (Stoffgesetz-Entwicklung, Modellierung) zum Sprödbbruchverhalten von Carnallit und seiner Auswirkungen auf die Langzeitsicherheit von UTD			
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien			
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.04.95 bis 31.12.99		Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.829.081,00 DM		Projektleiter: Dr. Minkley	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die Beurteilung der Langzeitsicherheit von UTD im Salzgebirge, in denen Carnallit großflächig aufgeschlossen ist, setzt spezielle Kenntnisse über das Verformungs- und Bruchverhalten voraus. Im Unterschied zum duktilen Verformungsverhalten von Steinsalz können infolge der Sprödbbruchneigung von Carnallit im Zusammenhang mit dynamischen Prozessen (z.B. Gebirgsschlägen) völlig andersartige Beanspruchungen entstehen. Das Vorhaben hat zum Ziel, für Gruben mit Carnallitauflüssen Rechenmodelle und Kriterien für Aussagen zur Langzeitsicherheit (Systemstabilität, Integrität der Barrieren, Einschluss des Einlagerungsgutes, Störfallszenarien) bereitzustellen. Es umfasst Modellentwicklung, Aufarbeitung vorhandener Daten zur Modellvalidierung und Laboruntersuchungen zur Ableitung von Stoffgesetzen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Teilvorhaben 1: Weiterentwicklung von Modellvorstellungen

zum Verformungs- und Bruchverhalten im und um Grubengebäude in Salzformationen unter besonderer Berücksichtigung dynamischer Einwirkungen und der Sprödbbruchneigung von Carnallit

Teilvorhaben 2: Bestimmung von Stoffparametern

zum gesteinsmechanischen Verhalten von Carnallitvarietäten unter besonderer Berücksichtigung des Sprödbbruchverhaltens

Teilvorhaben 3: Validierung der Modellvorstellungen

am vorhandenen Datenmaterial zu dynamischen Erscheinungen in Grubengebäuden in Salzlagerstätten der flachen Lagerung.

3. Durchgeführte Arbeiten

- TV 1 Verifizierung des visko-elastoplastischen Stoffmodells zur Beschreibung von Kriechen, Entfestigung und Dilatanz durch Nachrechnung von Laborversuchen am Carnallitit.
- TV 2 Analyse der Spannungsabhängigkeit der Kriechparameter von Carnallitit und Erweiterung des Burgers-Modells zur Erfassung der spannungsabhängigen Kriechrate im Rahmen des visko-elastoplastischen Stoffmodells.
- TV 3 Erprobung der TV-Messeinrichtung zur Lokalisierung von Scherbrüchen und Bohrlochwandausbrüchen in situ.

4. Ergebnisse

- TV 1 Das durch Kopplung des Entfestigungsmodells mit dem Burgers-Kriechmodell weiterentwickelte visko-elastoplastische Stoffmodell ist in der Lage, das Kriechverhalten (transientes, stationäres) einschließlich Kriechbruch als Folge dilatanter Entfestigungsvorgänge zu beschreiben.
- TV 2 Zur Beschreibung des Kriechverhaltens von Carnallitit im Rahmen des visko-elastoplastischen Stoffmodells ist es ausreichend eine Spannungsabhängigkeit der Maxwell-Viskosität zu berücksichtigen.
- TV 3 Die TV-Messeinrichtung ist zur Lokalisierung von Scherbrüchen und Bohrlochwandausbrüchen in Carnallititpfählen bei In-situ-Temperaturen $< 40^\circ$ geeignet.

5. Geplante Weiterarbeiten

- TV 1 Erarbeitung des Abschlussberichtes.
- TV 2 Erarbeitung des Abschlussberichtes.
- TV 3 Erarbeitung des Abschlussberichtes.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

9th International Congress on Rock Mechanics, Paris 1999:
 Vorausberechnung des Kollapses eines Grubenfeldes Proc. Vol. 2, 1115 – 1118

Auftragnehmer: IFG, Friederikenstr. 60, 04279 Leipzig		Förderkennzeichen: 02 C 0274
Vorhabensbezeichnung: Untersuchungen zur Langzeitsicherheit von UTD in Salzformationen der flachen Lagerung im Zusammenhang mit dem Verformungs- und Bruchverhalten (Phase II)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.04.95 bis 31.12.99	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 528.124,00 DM	Projektleiter: Dr. Salzer	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Ziel ist die Bereitstellung von Rechenmodellen und Kriterien für Aussagen zur Langzeitsicherheit der geologischen und technischen Barrieren, zum Einschluss des Einlagerungsgutes im Salzgebirge der flachen Lagerung sowie zur Bewertung von Störfallszenarien.

Das Vorhaben umfasst die Fortführung von geotechnischen In-situ-Messungen in einem Salzbergwerk der flachen Lagerung, die im Rahmen des Vorhabens 02 C 00628 begonnen wurden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

An den 4 im Rahmen des Vorhabens 02 C 00628 eingerichteten Messkomplexen werden Wiederholungsmessungen zur Erfassung des Verformungsverhaltens und Spannungssondierungen durchgeführt. Die Messeinrichtungen sind zu kontrollieren und bei Erfordernis zu warten. Parallel dazu erfolgt die Auswertung der Messdaten und die Fortschreibung der für die Messkomplexe charakteristischen gebirgsmechanischen Strukturmodelle.

3. Durchgeführte Arbeiten

Im Berichtszeitraum erfolgte die planmäßige Ablesung und Wartung der Verformungsmessstellen an allen Messkomplexen.

Für die Messkomplexe 1 und 2 wurden gebirgsmechanische 3D Strukturmodelle und für den Messkomplex 4 ein 2D-Strukturmodell auf der Basis der Programmsysteme FLAC^{3D} bzw. FLAC mit dem neu implementierten kombinierten Kriechansatz zur Beschreibung der transienten und stationären Kriechphasen aufgebaut, getestet und an den In-situ-Messreihen validiert.

Erarbeitung des Abschlussberichtes.

4. Ergebnisse

Mit den durchgeführten In-situ-Arbeiten wurden umfangreiche Messreihen für eine breite Palette von Spannungs-Verformungszuständen bereitgestellt, die für eine UTD/UTV in Salzformationen der flachen Lagerung charakteristisch sind.

Ein Vergleich der Validierungsergebnisse für die drei untersuchten Modelle zeigt eine gute tendenzielle Übereinstimmung zwischen den berechneten und gemessenen Verformungen und Spannungen. Eine Validierung für die stationäre Kriechphase konnte noch nicht für alle Messkomplexe durchgeführt werden.

Für eine weitere Verbesserung ist die Einbeziehung der tertiären Kriechphase in die Stoffgesetzformulierung erforderlich.

Außerdem konnte gezeigt werden, dass die Übertragung der im Labormaßstab abgeleiteten Kriechparameter auf Abmessungen, die für Untersuchungen der geologischen Barriere relevant sind, gerechtfertigt ist.

5. Geplante Weiterarbeiten

Fortsetzung der In-situ-Messungen im Anschlussvorhaben bis zum Erreichen der stationären Kriechphase an allen Messkomplexen für eine abschließende Modellvalidierung.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

SALZER; K., SCHREINER, W., GÜNTHER, R.-M., (1999): Creep law to describe the transient, stationary and accelerating phases, 5th Conference Mechanical Behavior of Salt, Bucharest August 9-11

SALZER,K., WIEDEMANN,M. (1999): Untersuchungen zur Langzeitsicherheit von UTD in Salzformationen der flachen Lagerung im Zusammenhang mit dem Verformungs- und Bruchverhalten (Phase II). FZK 02 C 0274

4. Projektgespräch zu FuE-Vorhaben auf dem Gebiet der Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen am 14./15.09.1999 im CUTEC-Institut, Clausthal-Zellerfeld, FZKA-PTE Nr. 6

SALZER, K., WIEDEMANN, M. (1999): Untersuchungen zur Langzeitsicherheit von UTD in Salzformationen der flachen Lagerung im Zusammenhang mit dem Verformungs- und Bruchverhalten (Phase II) Abschlussbericht FZK 02 C 0274

Zuwendungsempfänger:: TU-Clausthal, Adolph-Roemer-Straße 2A, 38670 Clausthal-Zellerfeld		Förderkennzeichen: 02 C 0395
Vorhabensbezeichnung: Untersuchungen zur dauerhaften Immobilisierung schadstoffhaltiger Rückstände unter Berücksichtigung der Barrierewirkung kompakter Wirtsgesteine		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.08.95 bis 31.07.99	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.07.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.028.670,00 DM	Projektleiter: Prof. Dr. Knissel	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Vorhabens ist die Durchführung von Untersuchungen zur Langzeitsicherheit der Verbringung von Abfall- und Reststoffen unter geogenen Bedingungen. In Laborversuchen soll experimentell des Zusammenwirken von immobilisierten Rückständen und unterschiedlichen Wirtsgesteinen ermittelt werden. Von besonderem Interesse sind die mineralogischen und chemischen Effekte im Kontaktbereich Rückstand/Wirtsgestein. Versuchsparameter sind dabei der Gebirgsdruck, die Gebirgstemperatur, die Wirt- und Nebengesteinsverhältnisse sowie die Beschaffenheit der Grubenwässer und das pH-Wert-Milieu.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Optimierung der Immobilisierung von Schadstoffen in Rückständen unter geogenen Bedingungen
- AP2: Bestimmung der Bindungsformen von Schwermetallen vor und nach der Immobilisierung
- AP3: Grundlagenuntersuchungen zur Barrierewirkung von ausgewählten Wirtsgesteinen gegen Schwermetalle
- AP4 : Untersuchung der Kombination von immobilisiertem Rückstand und umgebendem Gestein
- AP5: Erstellung des Abschlussberichtes

3. Durchgeführte Arbeiten

Die Laborarbeiten einschließlich der Elutionsversuche sind bereits abgeschlossen. Die durchgeführten Tätigkeiten umfassten daher die Entsorgung der für die experimentellen Untersuchungen verwendeten Filteraschen und Prüfkörper. Darüber hinaus wurden die verbliebenen Eluatproben systematisiert und im Probenkeller gelagert.

4. Ergebnisse

Keine neuen Ergebnisse, da das Projekt abgeschlossen ist.

5. Geplante Weiterarbeiten

Fertigstellung des Abschlussberichtes.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger:: Uni-Magdeburg, Universitätsplatz 2, 39016 Magdeburg		Förderkennzeichen: 02 C 0486
Vorhabensbezeichnung: Grundlagenuntersuchungen zum Dickstoffverfahren mit chemisch/toxischen Abfällen, insbesondere MVA-Filteraschen, im Salinar		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Weiterentwicklung von Endlager- und Untertagedeponiekonzeptionen unter Sicherheitsgesichtspunkten		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.01.97 bis 30.04.00	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 775.000,00 DM	Projektleiter: Prof. Dr. Kecke	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Dickstoffverfahren mit (schwermetallbelasteten) MVA-Filteraschen und bergbaueigenen Reststoffen weist Vorzüge für die untertägige Einbringung solcher Stoffe im Salinar auf (staubfreier Transport, restwasserfreies Abbinden, resthohlraumfreie Einbringung, ggf. Einbinden weiterer Abfälle, Einstellbarkeit der bodenmechanischen Eigenschaften). Um diese universell nutzen zu können, müssen die Grundlagen für das Fließ- und Verfestigungsverhalten bekannt sein, insbesondere angesichts der Schwankungsbreite in den Spezifikationen der Filteraschen.

Das Vorhaben umfasst die Charakterisierung der Ausgangsstoffe mit der Aufklärung ihrer Entstehung. Untersuchungen der Stoffumsetzungsvorgänge im Dickstoff zur Aufklärung des Einflusses der Komponenten auf die Produkteigenschaften (Fließ- und Verfestigungsverhalten, Festigkeit) sowie Untersuchungen zum Auslaugverhalten und der Einbindung weiterer Abfälle. Ziel sind allgemeine Grundsätze für Dickstoffrezepturen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP 1: Erfassung und Charakterisierung der Rückstände aus der Rauchgasreinigung von MVA
- AP 2: Rheologische Eigenschaften, Fließ- und Ausbreitungsverhalten
- AP 3: Kinetik der Verfestigungsprozesse
(Mitwirkung/FE-Auftrag an Institut für Baustoff- und Umweltschutztechnologie GmbH, Weimar)
- AP 4: Eigenschaften des verfestigten Materials
- AP 5: In-situ-Untersuchungen/Verifizierung der theoretischen und experimentellen Ergebnisse
(Mitwirkung/FE-Auftrag an Kali und Salz Entsorgung GmbH, Kassel)

3. Durchgeführte Arbeiten

Bearbeitung in Übereinstimmung mit der Ausgangsplanung:

- AP 1: Erarbeitete Übersicht zu MVA-Aufbau, Anfall und Zusammensetzung von Kesselstäuben, Reaktionsprodukten und Filterstäuben (RGRP)
- AP 2: Zusammenfassende Auswertung hinsichtlich Suspensionsbereich (Konzentrationen), Fließverhalten in Abhängigkeit von den physikalischen und chemischen Eigenschaften der RGRP
- AP 3: Verallgemeinernde Auswertung der Phasenumwandlungen bei der Verfestigung, der aktiven Komponenten sowie der möglichen Wasserbindung
- AP 4: Verfestigungsverhalten in Zuordnung zur Systematik der RGRP, Erfassung der Einflussparameter sowie der Erscheinungen bei der Verfestigung, Untersuchung der Auslaugungsverhältnisse
- AP 5: In-situ-Untersuchungen bei Erfassung und Zuordnung der Stoffeigenschaften (eingesetzte Komponenten) und Beobachtung des Misch-, Transport- und Verfestigungsverhaltens

4. Ergebnisse

Die Untersuchungen befinden sich in der Endphase der Projektbearbeitung.

Somit ist weitestgehend eine Übersicht erarbeitet worden zu den in Abhängigkeit vom Aufbau der MVA anfallenden Rauchgasreinigungsprodukten (physikalische und chemische Eigenschaften), zum Bereich stabiler Suspensionen und deren Fließverhalten, zur Verfestigungsmöglichkeit in Verbindung mit dem Einsatz verschiedener Bindemittel (Phasenumwandlungen, aktive Komponenten) und zu den Eigenschaften des verfestigten Materials (Festigkeit, Durchlässigkeit, Auslaugverhalten).

Herausgearbeitet wurden die Einflussparameter und Erscheinungen beim Gesamtprozess, insbesondere auch im Hinblick auf die großtechnische Umsetzung.

Ergänzend wurde die Schwermetallbelastung und das Verhalten der Schwermetallverbindungen beim Prozessdurchlauf von der Abfalleinbringung bis zur Verfestigung analysiert.

5. Geplante Weiterarbeiten

Schwerpunkt der abschließenden Arbeiten sind die systematisierende Auswertung der Untersuchungen in allen Teilkomplexen und somit die Berichtserarbeitung.

Ergänzende Untersuchungen zur Einbindung grobkörnigen Materials in die quasi homogene nicht-Newton'sche Suspension sowie zum Auslaugungsverhalten von Schwermetallverbindungen aus dem verfestigten Material sind abzuschließen.

Die In-situ-Versuchsergebnisse sind mit den Ergebnissen der Grundlagenuntersuchungen abschließend zu vergleichen.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

eingereichte Dissertation: Richter, A.: Schwermetalle in den Rauchgasreinigungsprodukten von Müllverbrennungsanlagen

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 C 0506	
Vorhabensbezeichnung: Erweiterung und Übertragung von Untersuchungsmethoden für die untertägige Einbringung von Abfällen -Realitätsnahe Untersuchungsmethoden zur Bestimmung des Langzeitverhaltens-			
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien			
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.08.96 bis 31.07.99		Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.07.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.918.323,00 DM		Projektleiter: Dr. Brassler	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Im Zusammenhang mit der untertägigen Einbringung von Abfällen existieren noch keine allgemeingültigen Untersuchungsvorgaben, so dass bei stärker differierender Praxis eine vergleichende Konzeptbewertung nicht möglich ist. Aufbauend auf einer Literaturobwertung und Analyse plausibler Randbedingungen sollen deshalb in einem umfassenden Laborprogramm systematisch alle möglichen und sinnvollen Untersuchungsmethoden erarbeitet werden, um daraus eine auf den Abfall und das Entsorgungskonzept optimierte Vorgehensweise abzuleiten. Insbesondere wird der Einfluss von pH-Wert, Redox-Potential, Ionenstärke, Kontakt- bzw. Reaktionszeit, Feststoff- / Fluid- Mengenverhältnis u.a.m. untersucht und bewertet. Damit wird eine grundsätzliche Charakterisierung des Freisetzungsverhaltens unter unterschiedlichen UTD-Bedingungen möglich und es werden wichtige Voraussetzungen geschaffen, um Defizite in existierenden Regelwerken abzubauen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Die Durchführung des FuE-Vorhabens ist in folgenden Arbeitspaketen konzipiert:

AP 1: Literaturkataster zu Elutionsmethoden sowie Analyse und Festlegung realitätsnaher Randbedingungen für unterschiedliche UTD / UTV - Konzepte

Hierbei wird der wissenschaftliche Kenntnisstand bzgl. Mobilisierung von Schadstoffen aus festen Matrices zusammengestellt und die grundsätzliche Eignung der jeweiligen Methoden zur Bestimmung der für die Prognose des langfristigen Abfallverhaltens benötigten Daten bewertet.

AP 2: Vergleichendes Labor-Untersuchungsprogramm für unterschiedlich ausgelegte Elutionsverfahren

Auf der Grundlage einer systematischen Durchführung und vergleichenden Analyse unterschiedlicher Elutionsverfahren werden Abfall- und Entsorgungskonzept-spezifische Vorschläge für eine bestgeeignete Untersuchungs- und Bewertungsmethodik von untertägig abzulagernden Abfällen abgeleitet

3. Durchgeführte Arbeiten

- Die Auswertung aller Analysenergebnisse wurde vollständig abgeschlossen.
- Eine Gesamtinterpretation der Ergebnisse wurde vorgenommen.
- Sämtliche Versuchs- und Analysendaten wurden in einer Datenbank für weiterführende Auswertungen erfasst.
- Der Abschlussbericht wurde erstellt.

4. Ergebnisse

- Als schnelle Analysenmethode zur Überprüfung von Deklarationsanalysen bzw. zur einfachen Überprüfung, ob relevante Schadstoffgehalte überhaupt vorliegen, ist die Röntgenfluoreszenzanalyse sehr gut geeignet. Es zeigte sich eine gute Korrelation der Elementgehalte, speziell bei Werten über 500 ppm mit den Daten der aufwendigen Analyse nach vollständigem chemischen Aufschluss.
- Zwischen verschiedenen Auslaugverfahren wie DEV S4, Batch-Elutionen und Umlaufsäulenelutionen besteht i. a. eine sehr gute Übereinstimmung der Ergebnisse bei Berücksichtigung der spezifischen Feststoff-/Fluid-Verhältnisse.
- Vereinzelt zeigen sich elementspezifisch Abweichungen bei den Umlaufsäulenelutionen, d. h. dann werden meist höhere, gelegentlich auch geringere Eluatkonzentrationen als bei den eintägigen Schüttelversuchen festgestellt. Dies wird auf sekundäre, langsame Auslaugreaktionen bzw. den langsamen Abbau von Konzentrationen durch Ausfällung gesättigter Mineralphasen dieses Elements bzw. Ko-Ausfällung zurückgeführt.
- Aus den Daten von Versuchen bei vergleichsweise geringen Feststoff-/Fluid-Verhältnissen lässt sich häufig nicht auf das Verhalten bei UTD-relevanten Randbedingungen schließen. Der Kaskadentest liefert entsprechende Daten, ist aber sehr zeit- und arbeitsaufwendig.
- Bei Vorliegen einfacher Eingangsgrößen wie Abfallzusammensetzung und elementspezifische Auslaugraten, ermittelt aus gezielten DEV S4 Versuchen bei sehr niedrigem Feststoff-/Fluid-Verhältnis, kann die geochemische Modellierung belastbare Informationen zum langfristigen Reaktionsverlauf in einer UTD liefern. Zur Überprüfung der Modellergebnisse empfiehlt sich die Durchführung eines Tests, bei dem sicher von einer Gleichgewichtseinstellung ausgegangen werden kann, z. B. ein Umlaufsäulentest oder ein langfristiger Schütteltest.

5. Geplante Weiterarbeiten

keine

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger:: Kali+Salz, Friedrich-Ebert-Str. 160, 34119 Kassel		Förderkennzeichen: 02 C 0516
Vorhabensbezeichnung: Schachtverschlüsse für untertägige Deponien in Salzbergwerken -Forschungsvorhaben Schachtverschluss Salzdetfurth Schacht SA II		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Weiterentwicklung von Endlager- und Untertagedeponiekonzeptionen unter Sicherheitsgesichtspunkten		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.08.97 bis 31.07.01	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 10.651.762,00 DM	Projektleiter: Dr. Breidung	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Gesamtziele des Vorhabens sind die Entwicklung eines Grundkonzeptes, Bau und Test von Elementen für Schachtverschlussbauwerke nach der TA Abfall für Untertagedeponien (UTD's) im Salinar. Aufbauend auf diesem Konzept können künftige Schachtverschlüsse realisiert werden, die dann bei Gebirgsdruckeinwirkungen und hohen Belastungen durch saline Lösungen über längere Zeiträume hinweg stabil, dicht und wartungsfrei sind. Diese Schachtverschlussysteme müssen geeignet sein, den Ablagerungsbereich einer UTD hinreichend wirksam gegenüber der Biosphäre zu verschließen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP 1 Vorbereitung, Konzeptentwicklung und Projektabwicklung

AS 1.1 Vorbereitung

AS 1.2 Planung

AS 1.3 Projektabwicklung

AP 2 Bestandsaufnahme und Voruntersuchungen

AS 2.1 Bestandsaufnahme Schächte SA I und SA II

AS 2.2 Voruntersuchungen im Schacht SA II

AP 3 Voruntersuchungen zur Schottersäule

AP 3.1 Labor- und halbtechnische Versuche

AP 3.2 Vorversuche Schottersäule SA I

AP 3.3 Einbau und Überwachung der Schottersäule in SA II

AP 4 Untersuchungen zum Dichtelement

AP 4.1 Technikumsversuche Freiberg

AP 4.2 Untersuchungen in Großbohrlöchern

AP 4.3 Einbau und Überwachung des Dichtelementes in SA II

AP 5 Numerische Modelle

AS 5.1 Geotechnisches Modell

AS 5.2 Hydraulische Modellrechnung

AS 5.3 Langzeitsicherheitsbetrachtungen

3. Durchgeführte Arbeiten

- AP1 - Laufende Projektbegleitung mit Kostenauswertung zum Stand des Projektes.
Aufstockungsantrag für Konzept „Bohrschacht“ beim BMBF gestellt
Erstellen von Betriebsplänen zu aktuellen Projektaktivitäten
- AP2 - Fortführung von Konvergenz- und Temperaturmessungen bis zum Ende der Projektlaufzeit
- AP3 - Planung und Beschaffung der Messinstrumente für die Untersuchung zur Schottersäule SA II
Schotterbefüllung bis zur 774m-Sohle, Fortführung der Messungen sowie Freifahren der Füllortsohle 774m
Erste Tests der Setzungsmesseinrichtungen im Schacht SA I
- AP4 - Konzeptbearbeitung Bohrschacht, Erarbeitung und Festlegung der geoelektrischen Instrumentierung für den Bohrschacht
Auswahl und Beschaffung der Messsysteme für den Bohrschachtversuch
Herstellung und Qualitätsüberwachung des Bentonitmaterials in den vorgegebenen erforderlichen Körnungen (Preßlinge und Granulat)
Bergmännische Vorbereitungsarbeiten
Ausspitzen des Widerlagers
Erstellen sämtlicher Bohrungen gemäß Konzept
Vorbereitung für Fundament Stahlstütze
Permeabilitätsmessungen im Bohrschacht
- AP5 - Numerische und analytische silotheoretische Berechnungen zur Verfüllsäule aus Schotter unter Einfluss von Lösungen
Numerische Untersuchungen zum Spannungs-Verformungsverhalten am Bohrschacht unter Einfluss der Kopf- und Fußstreckenauffahrung
Laboruntersuchungen an Bentonitpellets und –granulaten zur Kalibrierung
Festlegung der Modellansätze für die hydraulische und mechanische Modellierung, sowie der Kopplung beider Modelle. Vereinheitlichung der verwendeten Stoffgesetze und Referenzparameter basierend auf den aktuellen Materialuntersuchungen.

4. Ergebnisse

- AP3 - Bericht IfG zum Spannungs-Verformungsverhalten im Bohrschacht liegt vor
- AP4 - Bericht TU Freiberg Untersuchung der Kontaktzone Ton – Steinsalz liegt vor
Konzept für den Versuch Dichtsystem Bohrschacht wurde vorgelegt
Messkonzept DBE zum Bohrschacht liegt vor und wurde bestätigt
Nachweis der großtechnischen Herstellung von Bentonitgranulat
Bericht IbeWa Freiberg Permeabilitätsmessungen im Bohrschacht liegt vor
- AP5 - Ein Modellkonzept für den Versuch „Dichtsystem Bohrschacht“ wurde erstellt.

5. Geplante Weiterarbeiten

- AP3 - Abschlussbericht zu den Vorversuchen Schottersäule Schacht SA I unter Lösung
Weitere Verfüllung, Einbau, Instrumentierung und Datenerfassung Schottersäule SA II
- AP4 - Widerlagerherstellung, Verfüllung und Instrumentierung des Bohrschachtes
- AP5 - Weiterführende hydraulische und gebirgsmechanische Modellrechnungen

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger: BAF, Akademiestr. 6, 09596 Freiberg		Förderkennzeichen: 02 C 0527
Vorhabensbezeichnung: In-situ-Ermittlung von Strömungskennwerten natürlicher Salzgesteine in Auflockerungszonen gegenüber Gas und Salzlösungen unter den gegebenen Spannungsbedingungen im Gebirge		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.10.97 bis 31.01.01	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.240.660,00 DM	Projektleiter: Prof. Dr. Häfner	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Vorhaben hat als Ziele:

- die Entwicklung eines vertrauenswürdigen Verfahrens für In-situ-Durchlässigkeitsmessungen mit Gas und Salzlösungen, mit niedriger Messschwelle (Kammermethode),
- Durchlässigkeitsuntersuchungen an verschiedenen UTD-charakteristischen Standorten im Salinar mit Gas, dabei Untersuchung der Abhängigkeit von den geologischen Gegebenheiten, der Gebirgsspannung und der Vorgeschichte der Hohlräume
- Messungen in Gas und Salzlösung zur Korrelation der Gas- und Laugendurchlässigkeit.

Durchführung im Zusammenhang mit den Vorhaben „Langzeitstabile Streckenverschlussbauwerke“ des Institutes für Bergbau der TU Bergakademie Freiberg und „Akustische Verfahren zur zerstörungsfreien Beurteilung von Auflockerungszonen im Salinar“ der Fraunhofer-Einrichtung für Akustische Diagnostik und Qualitätssicherung Dresden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP 1 Festlegung der Versuchsbedingungen, der Versuchsorte und Versuchsparameter
- AP 2 Versuchs- und Messtechnik
- AP 3 Theoretische Modelle
- AP 4 Vorbereitung der Versuchsorte sowie der Versuchsdurchführung
- AP 5 Durchführung der Messungen
- AP 6 Ergebnisanalyse, Endauswertung
- AP 7 Berichte

Erweiterung des Untersuchungsprogramms gegenüber der Planung um zusätzliche Durchführung der lt. Forderung des Dichtungsbauwerkerstellers notwendigen Dichtheitsuntersuchungen der Ortsbrust am Standort des Dichtungsbauwerks und am Standort eines Technikumsversuches.

3. Durchgeführte Arbeiten

Untersuchungsprogramm entsprechend AP 1-7:

- Weitere Versuche zur Bestätigung der Permeabilitätswerte aus den vorangegangenen Untersuchungen im Bereich des Dichtelementes des Dichtungsbauwerkes (Versuchsverschlussbauwerk);
- Durchführung von Durchlässigkeitsuntersuchungen mit Vierfach-Packern in der Sohle der großflächig aufgefahrenen Strecke und deren Auswertung.
- Vorbereitung von FRAC-Untersuchungen in der großflächig aufgefahrenen Strecke zur Bestimmung des Grundspannungszustandes sowie Entwicklung und Herstellung eines neuen Packersystems und eines neuen Messschrankes für diese Untersuchungen;

- Vorbereitung zu Durchlässigkeitsuntersuchungen mit Flüssigkeiten;
- Charakterisierung des geologisch-mineralogischen Umfeldes der neu aufgefahrenen Strecke (Vergabe an Dritte);
- Durchführung Durchlässigkeitsuntersuchungen in einer neuaufgefahrenen Strecke zur Bestimmung der zeitabhängigen Entwicklung der Permeabilität;
- Die bis September 1999 erlangten Ergebnisse wurden auf der Tagung „PTE Projektstatusgespräche in Clausthal-Zellerfeld“, auf dem Workshop „Langzeitsichere Verschlussbauwerke im Salinar - Stand der Realisierbarkeit“ an der Bergakademie Freiberg, und auf dem Geomechanischen Kolloquium an der Bergakademie in Freiberg in Rahmen von Vorträgen vorgestellt.

Zusätzlich durchgeführte relevante Arbeiten:

- Versuche zur Bestimmung der Permeabilität um einen Bohrschacht in der Grube Salzdettfurth.

4. Ergebnisse

- Die Permeabilität der Saumzone im Versuchsort des Dichtungsbauwerkes im Bereich des Dichtelementes (nahe der Ortsbrust) zeigte sich auch in einer zweiten Firstbohrung sowie in Richtung des Nord-Ost-Stoßes analog den Ergebnissen der vorangegangenen Untersuchungen an diesem Ort.
- Die Permeabilität der Saumzone um die großflächig aufgefahrene Strecke in den Sohle-Bohrungen mit den Vierfachpackern zeigte, dass ab einer Teufe von ca. 3,2 m die mit den Zweifachpackern erlangten Ergebnisse hin zu einer um mehrere Zehnerpotenzen kleineren Permeabilität zu korrigieren sind. Ursache für diese Abweichungen sind die Umströmungen der Packerelemente in der bohrlochnahen Zone.
- Die Durchlässigkeitsuntersuchungen in der neuaufgefahrenen Strecke zeigen größere Durchlässigkeiten in den vertikalen Richtungen (Firste bis in 1,5 m Tiefe große Durchlässigkeiten) als in den horizontalen Richtungen. In den horizontalen Richtungen ist bereits nach wenigen Dezimetern Dichtheit erreicht. Die Untersuchungen wurden in den jeweils gleichen Bohrungsabschnitten zu unterschiedlichen Zeiten nach der Streckenauffahrung durchgeführt.
- Die Untersuchungen im Bohrschacht (2,5 m Durchmesser im älteren Staßfurtsteinsalz) in der Grube Salzdettfurth zeigen bereits nach 4 cm Abstand zur Kontur Permeabilitäten kleiner $5 \cdot 10^{-22} \text{ m}^2$. Die Gasdruckhöhe hat bis zu einem Wert von ca. 13 bar keinen Einfluss auf die Durchlässigkeit.

5. Geplante Weiterarbeiten

- Untersuchungen in der großflächig aufgefahrenen Strecke mit Lauge und deren Auswertung;
- Durchführung der FRAC-Versuche zur Bestimmung des Grundspannungszustandes;
- Untersuchungen in der neu aufzufahrenden Strecke;
- Rechnerische Modellierung des Gebirgsbeanspruchungszustandes;

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

Häfner, F.; Belohlavek, K.-U.; Behr, A.; Förster, S.; Pohl, A.:

„In-situ-Ermittlung von Strömungskennwerten natürlicher Salzgesteine in Auflockerungszonen gegenüber Gas unter den gegebenen Spannungsbedingungen im Gebirge“. Vortrag zum PTE Projektstatusgespräch 14./15. September 1999 in Clausthal Zellerfeld, FZKA-PTE Nr. 6

Belohlavek, K.-U.; Behr, A.; Förster, S.; Häfner, F.; Pohl, A.:

„Bestimmung der hydraulischen Leitfähigkeit der Auflockerungszone als Ausgangsparameter für die Bemessung des Dichtelementes“; Vortrag zum Workshop -Langzeitsichere Verschlussbauwerke im Salinar - Stand der Realisierbarkeit; TU Bergakademie Freiberg, 04./05. November 1999

Häfner, F.; Belohlavek, K.-U.; Behr, A.; Förster, S.; Belohlavek, K.-U.:

„Die Permeabilität als Strömungskennwert von Festgesteinen und ihre Ermittlung in-situ in Salzgesteinen“; Vortrag zum 29. Geomechanischen Kolloquium an der TU Bergakademie Freiberg; 19. November 1999

Zuwendungsempfänger: FhG-München, Leonrodstraße 54, 80636 München		Förderkennzeichen: 02 C 0537
Vorhabensbezeichnung: Entwicklung und In-situ-Test akustischer Verfahren zur zerstörungsfreien Beurteilung von Auflockerungszonen im Salinar		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.10.97 bis 31.01.01	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.132.021,00 DM	Projektleiter: Dr. Kühnicke	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Vorhaben hat die Entwicklung von aktiven Verfahren und den In-situ-Test von aktiven und passiven akustischen Verfahren zur zerstörungsfreien Charakterisierung des Auflockerungszustandes von Saumzonen vor und nach dem Einbau von Verschlussbauwerken zum Ziel. Schwerpunkte sind

- die Entwicklung einer aktiven akustischen Methode zur Charakterisierung des momentanen Auflockerungszustandes,
- der Vergleich des aktiven Verfahrens mit den Ergebnissen der Schallemissionsanalyse und den Permeabilitätswerten aus Packerversuchen,
- die Anwendung des aktiven und des passiven akustischen Verfahrens zur Beurteilung des Einbauortes eines Versuchsdammes bezüglich der Ausbildung von Auflockerungen und
- die Überwachung des Einflusses der Konvergenz des Gebirges und künstlicher Belastungen auf den Auflockerungszustand der Umgebung des eingebauten Versuchsdammes.

Das Vorhaben wird im Zusammenhang mit den Vorhaben der TU Bergakademie Freiberg Entwicklung eines Grundkonzeptes für langzeitstabile Streckenverschlussbauwerke im Salinar, Bau und Test eines Versuchsverschlussbauwerkes unter realen Bedingungen" und In-situ-Ermittlung der Durchlässigkeit von Salzgestein in Auflockerungszonen gegenüber Salzlösungen und Gas unter den gegebenen Spannungsbedingungen im Gebirge" durchgeführt.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- Arbeitspunkt 1:* Modelluntersuchungen zur Ankopplung der Bohrlochsonden und der Wellenausbreitung in der gradienten Saumzone
- Arbeitspunkt 2:* Voruntersuchungen zur Auswahl der geeigneten aktiven Methoden (Entwicklung von Sensoren, Messsystemen und Auswertalgorithmen, Labortests)
- Arbeitspunkt 3:* Entwicklung des aktiven Verfahrens zur Anwendungsreife unter Tage (Test im Salzbergwerk)
- Arbeitspunkt 4:* Anwendung des aktiven Verfahrens zur Beobachtung der Auflockerungszone bei der Auffahrung einer Strecke und Vergleich mit den Ergebnissen des passiven Verfahrens und der Permeabilitätsmessungen
- Arbeitspunkt 5:* Anwendung des aktiven und passiven Verfahrens zur Langzeitüberwachung der Auflockerungszone während der Belastung eines Versuchs-Dammbauwerkes
- Arbeitspunkt 6:* Auswertung und Abschlussbericht

3. Durchgeführte Arbeiten

- Arbeitspunkt 1:* Simulationen zur Ausbreitung und der Dispersion von Raleighwellen auf der Oberfläche einer gradienten Saumzone.
- Arbeitspunkt 2:* Am Salzblock wurden Laboruntersuchungen durchgeführt, um das Messsystem für die aktiven und passiven Methoden weiter zu verbessern.
- Arbeitspunkt 3:* Durchschallungsmessungen von Bohrloch zu Bohrloch wurden in einem alten Streckenstummel (RV) in der Grube Sondershausen in der Sohle durchgeführt. Diese Messungen wurden ebenfalls in der Maschinenstrecke EU1 am Stoß und in der Firste ausgeführt. Erste Testmessungen zur Ausbreitung von Raleighwellen in der Strecke EU1 wurden vorgenommen.
- Arbeitspunkte 4:* Die Beobachtung der zeitlichen Entwicklung der Auflockerungszone nach der Neuauffahrung einer Strecke in der Grube Sondershausen mit dem mit dem passiven akustischen Verfahren wurde fortgeführt.
- Arbeitspunkte 5-6:* Im Berichtszeitraum keine Aktivitäten.

4. Ergebnisse

- Arbeitspunkt 1:* Die Simulationen zeigen einen Zusammenhang zwischen Dispersion der Raleighwellen und dem Geschwindigkeitsgradienten in der Saumzone.
- Arbeitspunkt 2:* Das Messsystem und die Sensoren wurden verbessert.
- Arbeitspunkt 3:* Die Messungen an der Saumzone in der EU 1 ergaben eine Dicke der Auflockerungszone von 0,2 bis 0,3 m im Stoß und von 0,6 m in der Firste. In dem altaufgefahrenen Streckenstummel (R V) ergab sich eine Dicke der Saumzone die größer als 3 m ist. Die Messung war durch die Tiefe der Bohrlöcher begrenzt. Die Auflockerung in der Sohle ist größer als im Stoß. Die Ergebnisse zeigen eine gute Übereinstimmung mit den Permeabilitätsmessungen der TU BAF.
- Arbeitspunkt 4:* Die Langzeitbeobachtung der Neuauffahrung von Strecken hat gezeigt, dass sich die Auflockerungszone sehr schnell nach der Neuauffahrung ausbildet. Legt man einen Beobachtungszeitraum von 30 Tagen nach der Auffahrung zu Grunde, werden bereits nach 18 Stunden alle mikroseismisch aktiven Rissbildungen registriert. Der Prozess der mikroseismisch aktiven Rissbildungen verlangsamt sich stetig. Eine mikroseismische Restaktivität in der Auflockerungszone bleibt jedoch erhalten, d.h., es werden in geringem Umfang ständig neue Risse gebildet.

5. Geplante Weiterarbeiten

Die Arbeiten zu allen Arbeitspunkten werden planmäßig fortgeführt.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

Projektstatusgespräch zu FuE-Vorhaben auf dem Gebiet der Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen. Clausthal-Zellerfeld, 14./15. September 1999, FZKA-PTE Nr. 6

Zuwendungsempfänger: BAF, Akademiestr. 6, 09596 Freiberg		Förderkennzeichen: 02 C 0547
Vorhabensbezeichnung: Entwicklung eines Grundkonzepts für langzeitstabile Streckenverschlussbauwerke im Salinar -Bau und Test eines Versuchsverschlussbauwerkes unter realen Bedingungen-		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Weiterentwicklung von Endlager- und Untertagedeponiekonzeptionen unter Sicherheitsgesichtspunkten		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.10.97 bis 31.01.02	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 5.133.938,00 DM	Projektleiter: Prof. Dr. Sitz	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Entwicklung eines Grundkonzeptes für den Bau langzeitstabiler, flüssigkeitsdichter und standsicherer Streckenverschlussbauwerke für UTD und andere für die untertägige Ablagerung von Abfällen genutzter Hohlräume im Salinar. Projektierung und Bau eines Versuchsverschlussbauwerkes unter typischen UTD-Bedingungen und experimenteller Nachweis zu Dichtheit, Lastabtrag, Beanspruchung, Sicherheitspotential und Versagensvorgang durch den In-situ-Versuch. Dadurch soll nachgewiesen werden, dass die erarbeitete Grundkonzeption für reale Gebirgsverhältnisse und UTD-Bedingungen gültig ist und somit nach diesem Grundkonzept langzeitsichere Streckenverschlussbauwerke zukünftig errichtet werden können. Durchführung in enger Abstimmung mit den Vorhaben „Strömungskennwerte in Auflockerungszonen“ (02 C 0527) und „Akustische Verfahren zur Detection von Auflockerungszonen“ (02 C 0537).

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP 1: Entwicklung des Grundkonzeptes
- AP 2: Labor- und Technikumsuntersuchungen zum Dichtsystem
- AP 3: Labor- und Technikumsuntersuchungen zum statischen Widerlager
- AP 4: Ausarbeitung eines Qualitätssicherungsprogrammes für den Bau eines Streckenverschlussbauwerkes
- AP 5: Erarbeitung des Konzeptes für das Versuchsstreckenverschlussbauwerk; Anforderungen an das Versuchsprogramm
- AP 6: Bemessung des Versuchsverschlussbauwerkes, Festlegung des Messkonzeptes und der erforderlichen Instrumentierung
- AP 7: Streckenauffahrung und Bau des Versuchsverschlussbauwerkes
- AP 8: Versuchsdurchführung
- AP 9: Untersuchungen zur Grenzbelastung des Verschlussbauwerkes (Versagensfall)
- AP 10: Auswertung

3. Durchgeführte Arbeiten

- AP 1: Zwischenbericht zum Grundkonzept wurde erarbeitet.
- AP 2: Auswertung des Technikumsversuches in der Grube Sondershausen ist erfolgt.
- AP 3: Standsicherheitsberechnungen nach Programm ABAQUS wurden durchgeführt.
- AP 4: Erarbeitung des Qualitätssicherungsprogrammes (27.09.1999)
- AP 5: Die Anforderungen für das Versuchsprogramm liegen vor. Das Ausführungsprojekt für das Versuchsverschlussbauwerk wurde überarbeitet (Verteidigung).
- AP 6: Die Messsensoren für den Einbau im Versuchsverschlussbauwerk liegen vor.
- AP 7: Die Hohlraumkonfiguration für das statische Widerlager wurde mittels Seilsägeverfahren hergestellt.
- AP 8/9: Das Versuchsprogramm für die Druckbeaufschlagung des Versuchsverschlussbauwerkes liegt im Entwurf vor.

4. Ergebnisse

- AP 2: Wichtige Erkenntnisse: Verwendung von Bentonitgranulat mit ≥ 80 % Montmorillonitgehalt, glatte Konturflächen für den Bereich des Dichtelementes, keine einheitliche Sättigungsfront im Dichtelement nachweisbar, Rückbau des Dichtelementes I im Versuchsverschlussbauwerk.
- AP 3: Die Standsicherheit des statischen Widerlagers wurde nach ABAQUS ebenfalls nachgewiesen.
- AP 6: Die Messsensoren sind funktionsfähig (Labortest)
- AP 7: Das Seilsägeverfahren eignet sich hervorragend für die Herstellung von Konturflächen von Verschlussbauwerken, da eine glatte Oberfläche erreicht werden kann.
- AP 8/9: Die Versuchsdauer überschreitet das bisher festgelegte Ende des Vorhabens (31.01.2001).

5. Geplante Weiterarbeiten

- AP 2: Weiterführung von Versuchen mit Bentonitformsteinen zu Optimierung der Eigenschaften
- AP 3: Versuchsdurchführung mit Salzbriketts am Versuchsstand „Reiche Zeche“
- AP 4: Ständige Präzisierung nach Arbeitsergebnissen
- AP 7: Weiterführung der Bauarbeiten
- AP 8: Fertigstellung Versuchsprogramm

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger: Uni-Leipzig, Ritterstr. 26, 04109 Leipzig		Förderkennzeichen: 02 C 0558
Vorhabensbezeichnung: Komplexes Mess- und Auswertinstrumentarium für die untertägige Erkundung von Problemzonen der geologischen Barriere von Endlagern und UTD im Salinar -Geologie, Einbeziehung von Geoelektrik und Seismik		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.07.98 bis 30.06.01	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.192.454,00 DM	Projektleiter: Prof. Dr. Jacobs	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die untertägige Erkundung der geologischen Barriere von Endlagern und UTD ist eine wichtige Voraussetzung für Planung und qualifizierten Sicherheitsnachweis. Es existieren hierfür leistungsstarke physikalische Verfahren, die jedoch unter ungünstigen Bedingungen unzureichend aussagekräftig sind (z.B. an Feuchtezonen). Ebenso kann die Interpretation der Daten ein Problem darstellen. Das Vorhaben hat, gemeinsam mit den Vorhaben "- elektromagnetische Verfahren" (02C 0578) und "- Sonarverfahren" (02C 0568) die Lösung dieser Probleme durch Verbesserung der Verfahren, durch die kombinierte Anwendung verschiedener Verfahren und durch neue Auswertealgorithmen zum Ziel, mit In-situ-Messungen an Problemzonen in einer Grube. Gegenstand ist die Einbindung geoelektrischer und seismischer Verfahren in das komplexe System.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- 1) Identifizierung von Referenzmessorten in der Grube Bischofferode
- 2) Anpassungsmessungen der Einzelverfahren mit Orientierungsmessungen
- 3) Bestimmung physikalischer Gesteinsparameter im Labor und in-situ
- 4) Modellierung
- 5) Gemeinsame Messkampagne mit allen Verfahren
- 6) Entwicklung eines komplexen Mess- und Auswertinstrumentariums

3. Durchgeführte Arbeiten

- 1) Identifizierung: beendet
- 2) Anpassungsmessungen: beendet
- 3) Parameterbestimmung: Probennahme im Bergwerk und Labormessungen zum Feuchtegehalt und spezifischen elektrischen Widerstand wurden fortgeführt.
- 4) Modellierung: Vollraum-Modellierungen auf der Basis von FE-Berechnungen befinden sich in der Planungsphase.
- 5) Messkampagne: Aus den Rohdaten der Spezialverfahren (separate Einspeisung und Aufzeichnung des Signals mit Transientenrekordern) wurden Widerstandswerte abgeleitet. Zusätzliche to-

mographische In-situ-Messungen wurden durchgeführt. Der gesamte Datensatz (ca. 20.000 Messpunkte auf Profillängen von insgesamt etwa 500 m) wurde geprüft und dargestellt.

- 6) komplexes Instrumentarium: Die Messstrecken der gekoppelten Projekte wurden miteinander abgestimmt. Vorläufige Parametersätze der elektrischen Vertikalsektionen wurden mittels 2D-Inversion erstellt.

4. Ergebnisse

- 1) Identifizierung: abgeschlossen
- 2) Anpassungsmessungen: abgeschlossen
- 3) Parameterbestimmung: Labormessungen: Widerstände der Proben in der Größenordnung von 100 MO, entsprechend einem spezifischen Widerstand von 1 MOm
- 4) Modellierung: Erste FE-Berechnungen wurden zum Testen des Verfahrens durchgeführt und zeigen die prinzipielle Eignung der vorhandenen Programme (Ansys).
- 5) Messkampagne: Die Spezialmessungen zeigen hervorragende Übereinstimmung mit den bisher ausgewerteten Routinemessungen. Anhand mehrfachüberdeckender Messungen kann eine befriedigende Datenqualität festgestellt werden.
- 6) komplexes Instrumentarium: Die vorläufigen Tiefensektionen der Geoelektrik sind noch fehlerbehaftet. Sie zeigen geologisch interpretierbare und mit anderen Messungen und Beobachtungen konsistente Strukturen.

5. Geplante Weiterarbeiten

- 1) Parameterbestimmung im Labor: Widerstandsmessungen in Abhängigkeit vom Wassergehalt
- 2) 2D-Inversionen der geoelektrischen Messdaten
- 3) Modellentwicklung für elektrische 3D-Modellierung
- 4) FE-Modellierung mit einfachen Modellen
- 5) Modellierung anhand der Messdaten und der Ergebnisse der 2D-Inversionen.
- 6) Seismisches Processing zur Parametergewinnung

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

J. Kulenkampff, L. Aschmann, E. Moise, F. Jacobs, G. Kurz, B. Fluche (1999): Detection and Estimation of Problem Zones in Salt Rock with the Aid of Underground Geophysical Exploration Methods. Vortrag, Ext. Abstrakt u. CD-ROM-Beitrag, 5th Meeting of the EEGS, Budapest.

J. Kulenkampff, L. Aschmann, E. Moise, F. Jacobs, G. Kurz, B. Fluche (1999): Komplexe geophysikalische Erkundung von Problemzonen der geologischen Barriere im Salinar. Vortrag, Ext. Abstrakt, GUG-Tagung Umwelt 2000 - Geowissenschaften und Gesellschaft, Halle.

J. Kulenkampff, L. Aschmann, B. Heuer, F. Jacobs (1999): Geoelektrische Messungen zur Detektion und Bewertung von Feuchtezonen im Salinar. Vortrag, Seminar Hochauflösende Geoelektrik, Bucha.

Universität Leipzig (1999): Untertage-Geophysik zur Erkundung von Problemzonen in Salzgesteinen. Poster, Geobit Leipzig.

F. Jacobs, J. Kulenkampff, L. Aschmann, E. Moise, U. Lindner, A. Schuck, A. Schwandt (1999): Komplexes Mess- und Auswertinstrumentarium für die untertägige Erkundung von Problemzonen der geologischen Barriere von Endlagern und Untertagedeponien (UTD) im Salinar - Geologie, Einbeziehung von Geoelektrik und Seismik (02 C 0558). 4. Projektstatusgespräch zu FuE-Vorhaben auf dem

Gebiet der Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen, Clausthal-Zellerfeld,
FZKA-PTE Nr. 6

Zuwendungsempfänger: FhG-München, Leonrodstraße 54, 80636 München		Förderkennzeichen: 02 C 0568
Vorhabensbezeichnung: Komplexes Mess- und Auswertinstrumentarium für die untertägige Erkundung von Problemzonen der geologischen Barriere von Endlagern und Untertagedeponien im Salinar; Einbeziehung von Sonarverfahren		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.07.98 bis 31.01.01	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 880.000,00 DM	Projektleiter: Dr. Kühnicke	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die untertägige Erkundung der geologischen Barriere von Endlagern und Untertagedeponien ist eine wichtige Voraussetzung für deren Planung und den zugehörigen qualifizierten Sicherheitsnachweis. Es existieren hierfür leistungsstarke physikalische Erkundungsverfahren, die jedoch unter ungünstigen Bedingungen unzureichend aussagefähig sind (z.B. an Feuchtezonen). Ebenso kann die Interpretation der gewonnenen Daten ein Problem darstellen. Das Ziel des Vorhabens „- Einbeziehung von Sonarverfahren“ ist es, gemeinsam mit den Vorhaben „- Geologie, Einbeziehung von geoelektrischen und seismischen Verfahren“ (02C0558) und „- Einbeziehung von elektromagnetischen Verfahren“ (02C0578) diese Probleme durch Weiterentwicklung der Verfahren, durch die kombinierte Anwendung der verschiedenen Verfahren, durch neue verfahrensübergreifende Auswertalgorithmen und mit Hilfe von In-situ-Messungen an Problemzonen in einer Grube zu lösen. Das Vorhaben hat Untersuchungen zur Weiterentwicklung und zur Einbeziehung von Sonarverfahren in das komplexe untertägige Erkundungssystem zum Gegenstand.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- Arbeitspunkt 1:* Auswahl und Charakterisierung von Referenzmessorten in der Grube Bischofferode
- Arbeitspunkt 2:* Messkampagne in der Grube Bischofferode
- Arbeitspunkt 3:* Bestimmung physikalischer Gesteinsparameter in situ und im Labor
- Arbeitspunkt 4:* Modellierung der Sende- und Empfangseinrichtungen, der Reflektoren und der zu dedektierenden und zu bewertenden Problemzonen
- Arbeitspunkt 5:* Weiterentwicklung von Auswertalgorithmen der Einzelverfahren
- Arbeitspunkt 6:* Entwicklung eines komplexen Mess- und Auswertinstrumentariums
- Arbeitspunkt 7:* Auswertung und Abschlussbericht

3. Durchgeführte Arbeiten

Arbeitspunkt 1: Im Berichtszeitraum keine Aktivitäten

Arbeitspunkt 2+3: Es wurde eine Messkampagne durchgeführt an den Bohrungen, welche die Grube Bischofferode an dem ausgesuchten Referenzmessort in den Stoß eingebracht hat. Ziel der Messkampagne war die Gewinnung von Messdaten zum Schichtaufbau und eventuellen Störungen in diesem, z.B. Laugentaschen und Versetzungen. Dabei wurden die Sensoren mit eingebautem Vorverstärker verwendet, die im Bohrloch schwenkbar sind. Es wurden Messungen in Richtung Firse und in Richtung Sohle durchgeführt.

Arbeitspunkte 4: Modellierungen zum Einsatz und zum Auflösungsvermögen der SAFT-Technik (Synthetic Aperture Focusing Technique).

Arbeitspunkt 5: Der SAFT-Algorithmus wurde weiterentwickelt, um die Messdaten aus der Messkampagne damit auswerten zu können.

Arbeitspunkte 6-7: Im Berichtszeitraum keine Aktivitäten.

4. Ergebnisse

Arbeitspunkt 1: Im Berichtszeitraum keine Aktivitäten.

Arbeitspunkt 2-3: Die Messergebnisse lassen in Richtung Firse die Tonschicht in circa 5 m Entfernung, in etwa 32 m Entfernung den Übergang zum NA3 und in 9 m Entfernung den Übergang zum A3. Die Schallgeschwindigkeiten im K2 betragen 4560 m/s für longitudinale und 2450 m/s für transversale Wellen.

Arbeitspunkte 4-5: Die Modellierungen zeigen die Möglichkeit mit Hilfe des SAFT-Algorithmus Versetzungen um einen Meter im Schichtgefüge zu detektieren.

Arbeitspunkte 6-7: Im Berichtszeitraum keine Aktivitäten.

5. Geplante Weiterarbeiten

Die Arbeiten zu allen Arbeitspunkten werden planmäßig fortgeführt.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

Projektstatusgespräch zu FuE-Vorhaben auf dem Gebiet der Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen. Clausthal-Zellerfeld, 14./15. September 1999, FZKA-PTE Nr. 6

Zuwendungsempfänger: NL-Bodenforschung, Stilleweg 2, 30655 Hannover		Förderkennzeichen: 02 C 0578
Vorhabensbezeichnung: Komplexes Mess- und Auswerteeinstrumentarium für die untertägige Erkundung von Problemzonen der geologischen Barriere von Endlagern und UTD im Salinar -Einbeziehung elektromagnetischer Verfahren-		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.07.98 bis 30.06.01	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 877.300,00 DM	Projektleiter: Dr. Fluche	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die untertägige Erkundung der geologischen Barrieren von Endlagern und Untertagedeponien ist eine wichtige Voraussetzung für Planung und qualifizierten Sicherheitsnachweis. Es existieren hierfür leistungsstarke physikalische Erkundungsverfahren, die jedoch unter ungünstigen Voraussetzungen unzureichend aussagefähig sind (z.B. Feuchtezonen). Ebenso kann die Interpretation der gewonnenen Daten ein Problem darstellen. Das Vorhaben "Elektromagnetische Verfahren" hat, im Verbund mit den Vorhaben "- Geologie, Geoelektrik und Seismik" und "Sonarverfahren" die Lösung dieser Probleme durch Verbesserung der Verfahren, durch die kombinierte Anwendung der verschiedenen Verfahren und durch neue Auswertelgorithmen mit in situ Messungen an Problemzonen in einer Grube zum Ziel. Es hat Untersuchungen zur Entwicklung und zur Einbeziehung von elektromagnetischen Verfahren zum Gegenstand.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Identifizierung von Referenzmessorten in der Grube Bischofferode
 AP2: Anpassung der Einzelverfahren mit Orientierungsmessungen
 AP3: Bestimmung physikalischer Gesteinsparameter im Labor und in situ
 AP4: Modellierung
 AP5: Gemeinsame Messkampagne mit allen Verfahren
 AP6: Entwicklung eines komplexen Mess- und Auswerteeinstrumentariums

3. Durchgeführte Arbeiten

AP1: ist abgeschlossen
 AP2: ist abgeschlossen
 AP3: ist abgeschlossen, ebenso Auswertung der Proben (mit der Uni Leipzig)
 AP4: Neue Ansätze wurden entwickelt, damit konnte mit der Modellierung von Spulensystemen im homogenen Vollraum begonnen werden.
 AP5: ist abgeschlossen

AP6: Erstellung eines Konzeptes zur kombinierten Interpretation ist abgeschlossen, mit der Umsetzung wird ab dem 1.1.2000 begonnen.

4. Ergebnisse

1. Die mit unterschiedlichen Spulenkonfigurationen durchgeführten HLEM-Messungen wurden bisher nicht weiter ausgewertet, da zuerst die erforderlichen Modellrechnungen durchgeführt werden sollen: Dazu wurden neue Ansätze entwickelt, die auf der Ersetzung der induzierten Ströme durch Spulensysteme basieren und eine analytische Darstellung des induzierten Feldes ermöglichen sollen. Dies dient auch als Vergleich zur Kalibrierung von numerischen Verfahren. Wesentliche Fortschritte bei der Modellierung verspricht der Einsatz des Finite-Elemente-Programms FEMLAB.
2. Die Messungen mit dem elektromagnetischen Reflexionsverfahren (EMR) werden seit der Einstellung eines zweiten Wissenschaftlers (E. Moçse) mit dem Programm REFLEX ausgewertet und außerdem bereits einige einfache Modelle entwickelt. Zur Verfeinerung dieser Modelle dienen die Labormessungen, die mit Hilfe des Karl-Fischer-Titrationsverfahrens auf ihren Wassergehalt untersucht werden; dieser steht in direktem Zusammenhang mit den EMR-Laufzeiten.
3. Die bisherigen HLEM- und EMR-Messungen ergaben, dass im Bereich einer EM-Anomalie das EMR-Verfahren keine Signale lieferte. Die Einbeziehung der Geoelektrik ergab in diesem Bereich ein Absinken des elektrischen Widerstandes.

5. Geplante Weiterarbeiten

Schwerpunkt der weiteren Arbeiten sind:

1. Modellierung der EM-Messungen
Der bereits unter 4.1 erwähnte Ansatz zur Modellierung von Leitfähigkeitsanomalien im Vollraum wird weiter verfolgt. Dabei ist die Frage zu klären, ob dieses Verfahren auch auf endlich viele Spulen ausgedehnt werden kann. Davon hängt u.a. ab, mit welcher Intensität die Entwicklung numerischer Verfahren weiterbetrieben werden muss.
2. Entwicklung des komplexen Auswerteeinstrumentariums
Vor der Entwicklung von Inversionsalgorithmen sollen statistische Betrachtungen durchgeführt werden. Dazu wurde die Statistik-Software SPLUS2000 angeschafft, mit der die Daten aller Verfahren miteinander verglichen und Korrelationen untereinander festgestellt werden sollen. Anschließend sollen getrennt Inversionsverfahren für die elektrischen und die seismischen Verfahren entwickelt werden, die im letzten Schritt zusammengeführt werden sollen.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

Entfällt, da bisher bekannte Verfahren Angewendet wurden.

7. Berichte, Veröffentlichungen

FLUCHE, B., KURZ, G., MOISE, E.: Komplexes Mess- und Auswerteeinstrumentarium für die untertägige Erkundung von Problemzonen der geologischen Barriere von Endlagern und UTD im Salinar - Einbeziehung elektromagnetischer Verfahren. Protokoll 4. Projektstatusgespräch v. 14.9.-15.9.1999 in Clausthal, FZKA-PTE Nr. 6

KULENKAMPFF, J., ASCHMANN, L., MOÏSE, E., JACOBS, F., KURZ, G., FLUCHE, B.: Komplexe geophysikalische Erkundung von Problemzonen der geologischen Barriere im Salinar. Ext. Abstract, GUG-Tagung Umwelt 2000 - Geowissenschaften und Gesellschaft, Halle

KULENKAMPFF, J., ASCHMANN, L., MOÏSE, E., JACOBS, F., KURZ, G., FLUCHE, B.: Detection and Estimation of Problem Zones in Salt Rock with the Aid of Underground Geophysical Exploration Methods. Ext. Abstrakt u. CD-ROM-Beitrag, 5th Meeting of the EEGS, Budapest.

Zuwendungsempfänger: TU-Clausthal, Adolph-Roemer-Str. 2 A, 38678 Clausthal-Zellerfeld		Förderkennzeichen: 02 C 0588
Vorhabensbezeichnung: Mechanische und hydraulische Eigenschaften von Auflockerungszonen des grubenraumnahen Gebirges in Verbindung mit der Planung von Damm- und Verschlussbauwerken im Salinar -Teil A: Mechanische Modellbildung und mechanisch-hydraulische Tragwerksanalyse-		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.07.98 bis 30.11.01	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.031.373,36 DM	Projektleiter: Prof. Dr. Lux	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Auflockerungszonen im Nahbereich von Strecken, Schächten, Bohrlöchern und Kavernen mit erhöhter Permeabilität setzen die Wirksamkeit geologischer und geotechnischer Barrieren gegen eine Schadstofffreisetzung aus abgelagerten Abfällen herab und bedeuten daher einen kritischen Befund für die gesetzlich geforderte sichere und nachsorgefreie Ablagerung der Abfälle in untertägigen Deponien. Durch Laborversuche an axial gelochten Großbohrkernen sollen die mechanischen und hydraulischen Eigenschaften der Auflockerungszonen quantifiziert und hinsichtlich ihrer wechselseitigen Beeinflussung untersucht werden. Ziel der Versuche ist es, ein Stoffmodell zu entwickeln, welches eine Berechnung der Porosität bzw. Porositätsänderung in Abhängigkeit von den mechanischen Belastungsrandbedingungen ermöglicht. Durch eine Verknüpfung dieses Stoffmodells mit einem geeigneten Stoffmodell zur Beschreibung der hydraulischen Wirksamkeit von Auflockerungszonen (Porositäts-Permeabilitätsbeziehung) soll schließlich eine gekoppelte mechanische Simulation von Auflockerungszonen realisiert werden.

Bezug zu anderen Vorhaben: Hydraulische Modellbildung - Prof. Pusch / Teil B

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- a) Aufarbeitung der vorhandenen Erkenntnisse zu geomechanisch-geohydraulischen Wechselwirkungen im Salinar und Formulierung einer diese Prozesse quantifizierenden Arbeitshypothese.
- b) Implementierung des hypothetischen Stoffmodellansatzes zur Beschreibung der Gefügauflockerung (Dilatanz).
- c) Rechnerische Ermittlung von charakteristischen Beanspruchungszuständen im Streckennahbereich.
- d) Aufbau eines Versuchsstandes zur Durchführung von Versuchen an axial gelochten Großbohrkernen.
- e) Gewinnung von Bohrkernmaterial.
- f) Laborversuche zur Entstehung von Auflockerungszonen bei variierten Beanspruchungsrandbedingungen (s,t).
- g) Quantifizierung der hydraulischen Wirksamkeit von Auflockerungszonen.
- h) Erweiterung der vorhandenen FE-Software um den neu entwickelten geohydraulischen Teil (Teil B),

- i) Numerische Simulation der Experimente an axial gelochten Großbohrkernen zur Validation.
- j) Prüfung (Verifizierung, Falsifizierung) der Arbeitshypothese, gegebenenfalls Modifizierung.
- k) Anwendung der neuen FE-Software auf die rechnerische Simulation der mechanisch-hydraulischen Prozesse im Saumbereich von Abdichtungsbauwerken.

3. Durchgeführte Arbeiten

- Teilaufbau des Modellprüfstandes;
- Konstruktion, Bau und Adaption einer Dilatanz-Messeinrichtung an bestehende Prüfanlagen;
- Testversuche zur messtechnischen Erfassung der Prüfkörperdilatanz (Δ versuchsbegleitend);
- Herstellung von Salzprüfkörpern;
- Verifikationsrechnungen und Qualitätssicherung Mises 10 bzgl.
 - Konvergenzberechnung,
 - Versatzmodell,
 - Druckaufbau (Fluidmodell),
 - Stoffmodell Hou/Lux, Norton an 2D-, 3D- und rotationssymmetrischen Modellen;
- Programmierung mechanisch-hydraulisch gekoppelter Berechnung;
- Numerische Berechnungen zur mechanisch-hydraulischen Kopplung.

4. Ergebnisse

- Qualitätskontrolle / Verifikation Mises 10 erfolgreich abgeschlossen;
- Funktionsprüfung der Dilatanzmesseinrichtung erfolgreich abgeschlossen;
- Versuchsbegleitende Messung der Ultraschallwellengeschwindigkeit als zusätzliche Messgröße zur Erfassung der Dilatanz in die labortechnischen Arbeiten integriert.

5. Geplante Weiterarbeiten

- Herstellung geeigneten Prüfkörpermaterials aus den erbohrten Kernen;
- Aufbau und Inbetriebnahme des Modellprüfstandes;
- Erweiterung der Prüfeinrichtungen um Ultraschallmessung;
- Laborversuche zur Ermittlung der stoffmodellbeschreibenden Parameter für das Stoffmodell Hou/Lux;
- Numerische Berechnungen zur mechanisch-hydraulischen Kopplung.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger: TU-Clausthal, Adolph-Roemer-Str. 2 A, 38678 Clausthal-Zellerfeld		Förderkennzeichen: 02 C 0598
Vorhabensbezeichnung: Mechanische und hydraulische Eigenschaften von Auflockerungszonen des grubennahen Gebirges in Verbindung mit der Planung von Damm- und Verschlussbauwerken im Salinar-Teil B: Hydraulische Modellbildung-		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.07.98 bis 30.06.01	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 876.750,00 DM	Projektleiter: Prof. Dr. Pusch	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die Ziele des Vorhabens sind die Entwicklung und Validierung eines Stoffmodells zur Simulation mechanisch-hydraulischer Prozesse in aufgelockerten Saumzonen für die Analyse der Langzeitsicherheit von Abdichtungs- und Verschlussbauwerken über die Zeit. Insgesamt soll mit dem Vorhaben die Grundlage für eine quantifizierende Prognose des geomechanisch-hydraulischen Verhaltens von geotechnischen Barrieren als Teil des Langzeitsicherheitsnachweises geschaffen werden. Durch experimentelle Untersuchungen an homogenen Salzkörpern sollen die mechanischen Entstehungsbedingungen von Auflockerungszonen untersucht und die hydraulischen Auswirkungen bestimmt werden.

Bezug zu anderen Vorhaben: Prof. Lux, TU Clausthal-Teil A: Mechanische Modellbildung und mechanisch-hydraulische Tragwerksanalyse.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

B1: Modellhafte Untersuchung der Entstehung von Auflockerungszonen und ihrer geometrischen Struktur anhand von Versuchen an homogenen Salzkörpern unter den im Arbeitspaket A1 vorgegebenen Randbedingungen.

B2: Untersuchung der hydraulischen Wirksamkeit von Auflockerungszonen und ihr zeitlicher Verlauf.

B3: Erarbeitung von Stoffmodellen für den Zusammenhang von mechanischen und hydraulischen Eigenschaften zur Überprüfung und Verbesserung des derzeitigen Kenntnisstandes. Dabei werden zeitabhängige Aspekte in die Untersuchungen einbezogen, um die durch die Konvergenz des Hohlraumes bewirkte Rückbildung der Gefügeveränderungen zu berücksichtigen.

3. Durchgeführte Arbeiten

Aufbau der Triaxialanlage: Die neue Triaxialzelle wurde konzipiert und gebaut, um Endeffekte zu bestimmen, sie bei den weiteren Experimenten zu vermeiden und Präzisionsmessungen auszuführen. Besonders die Effekte der Heterogenität und der plastischen Verformung der Kernenden wurden untersucht. Als Ergebnis wurde festgestellt, dass beide einen sehr wichtigen Einfluss auf die Bestimmung des Permeabilitätsverhaltens von Salzkernen haben. Die Peripherie-Geräte sind fertiggestellt, der größte Teil der gesamten Anlage ist aufgebaut. Das Gesamtsystem ist mit einem PC über das Steuerungsprogramm Diadem verbunden.

Akustische Testmessungen: Das praktische Know-how des Einbaues der akustischen Sensoren in die obere und untere Stempelplatte und in die Wand des Salzkernes wurde wie von GMUG vorgeschlagen erworben. Ein Kern ist mit eingesetzten Sensoren in einem Kompressionsversuch getestet worden, um mögliche technische Probleme festzustellen und zu lösen.

Kompressions-Extensions-Versuche: Insgesamt sind sieben Kompressionsversuche mit akustischem Monitoring durchgeführt worden, die Ergebnisse sind ausgewertet. Die Einflüsse der Endeffekte und der Belastungsgeschwindigkeit sind untersucht worden. Die Ergebnisse sind in Bezug auf die geplanten Testprogramme ausgewertet und werden bei den weiteren Arbeiten berücksichtigt.

Hydraulische Modellbildung: Das ASSE-Salzgestein wurde zur Beschreibung als Rissystem in Bezug auf seine hydraulische Leitfähigkeit definiert. Die Fraktalgeometrie wurde als passender Weg zur Beschreibung der Verteilung der Risse und Rissysteme von Salzgesteinen herausgestellt. Vorhandene Modellierungskonzepte wurden auf ihre Anwendbarkeit hin analysiert, besonders hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Erfassung der Kopplung von Dilatanz und Permeabilität bei Anwendung deviatorischer Spannungen.

Visualisierungsarbeiten: Die Entstehung und Entwicklung der Risse unter deviatorischen Spannungen wurde optisch untersucht, indem mit einer geeigneten einfachen mechanischen Ausrüstung biaxiale Drücke unter dem Mikroskop erzeugt wurden. Es bestätigte sich, dass die Risse sofort nachdem die deviatorische Phase bei Zunahme des Druckes eingeleitet wird sich zu öffnen beginnen.

4. Ergebnisse

liegen noch nicht vor.

5. Geplante Weiterarbeiten

Kompressions-Extensionsversuche: Die Kompressions-Extensionsversuche werden ab Februar nach Erarbeitung eines Testprogramms mit dem Projektteam des Teiles A (Prof. Lux) mit der neuen Zelle mit Kernen von 300 mm Länge und 60 mm Durchmesser durchgeführt.

Akustische Messungen: Die akustischen Messungen werden mit der neuen TRIAX-300 Zelle auf der Basis einer neuen Sensorenkonfiguration durchgeführt. Gleichzeitig wird die Entwicklung von weiteren Auswertungsmöglichkeiten untersucht zusammen mit der Nutzung einer neuen 4 Kanal-Messeinrichtung für das TRIAX-100. Die Messergebnisse werden zur Charakterisierung der Risse (örtliche Beschreibung der Rissbildung und Rissentwicklung) ausgewertet.

Hydraulische Modellbildung: Ergebnisse der Visualisierung der Rissbildung und Rissentwicklung werden analytisch bearbeitet. Eine zutreffende Beschreibung der Risse mit Fractalverfahren wird weiter untersucht. Ein Modell, das auf der Perkolationstheorie basiert und nur auf experimentelle Daten aufbaut befindet sich der Zeit in Entwicklung. Es wird ein Perkolationsmodell untersucht, in dem die fraktale Geometrie der Risse als eine Funktion der Perkolationseigenschaften darzustellen ist.

Infiltrationsmessung mit Tracern: Zur Visualisierung und Charakterisierung der Mikrorisse wird die Injektion eines Tracers versucht. Know-how entwickeln, Materialbeschaffung, Anwendung und Auswertung.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 C 0608	
Vorhabensbezeichnung: Geochemische Barriereeffizienz im anaeroben Deponienahfeld einer UTD (Geochemische Barriere)			
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien			
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.07.98 bis 30.06.01		Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.730.884,00 DM		Projektleiter: Dr. Brassler	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Nach Stilllegung einer UTD sind Maßnahmen durchzuführen, die den sicheren Abschluss der Abfälle vom Biozyklus gewährleisten. Aufbauend auf den Erfahrungen bislang durchgeführter Untersuchungen zu Wechselwirkungen und zum Mobilisierungsverhalten von Schwermetallen wird zunächst die langfristige Entwicklung des chemischen Milieus in der Nachbetriebsphase einer UTD unter anaeroben Bedingungen experimentell ermittelt. Darüber hinaus werden geeignete und technisch handhabbare Maßnahmen bestimmt, welche die Löslichkeits- und Mobilitäts- beeinflussenden Parameter (wie z. B. Eh- und pH-Wert) entstehender Lösungen in bestimmten Bandbreiten fixieren und so zur Erhöhung der Barrierewirksamkeit im Nahfeld einer UTD beitragen. Dadurch wird einerseits eine wesentlich belastbarere Beurteilung des von abgelagerten Abfällen ausgehenden Gefährdungspotentials ermöglicht und andererseits die Voraussetzung geschaffen, durch geeignete technische Maßnahmen schon bei der Ablagerung der Abfälle selbst die Langzeitsicherheit des gesamten UTD-Konzeptes erheblich zu verbessern.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Die Durchführung des Vorhabens ist in folgenden Arbeitsschritten konzipiert:

1. Bestandsaufnahme und Zusammenstellung wissenschaftlicher Ergebnisse zum SM-Verhalten in natürlichen anaeroben Systemen
2. Auswahl und Beschaffung von Abfallproben, Grundwässern, Laugen und deren Analytik
3. Experimentalprogramm mit unterschiedlichen Löseversuchen (Kaskadenversuche, Langzeitumlaufsäulenversuche unter Inertgas, Zugabe von Na₂S und dazugehöriger Analytik
4. Auswertung in Hinblick auf pH- / Eh- Einfluss auf das SM-Mobilisierungsverhalten, Ableitung von Stabilitätsdiagrammen, Beständigkeit von Mineralphasen, Laugenentwicklung und SM-Spezies

3. Durchgeführte Arbeiten

Von den insgesamt geplanten 72 Umlaufsäulenversuchen sind bislang 24 und von den 32 Kaskadenversuchen 11 unter anaeroben (<100 ppm O₂ in der Gasphase der Glovebox) bzw. aeroben Bedingungen durchgeführt worden. Der Versuchsablauf der Umlaufsäulen (Versuchsdauer ca. 80 Tagen) wird durch regelmäßige Messungen der Eh- und pH-Werte sowie der Leitfähigkeit kontrolliert. Bei den Kaskadenversuchen wird nach jeweils drei Tagen Verweilzeit in der Schüttelapparatur ein Teil des Eluates zwecks Analyse entnommen, der Rückstand nach Filtration durch noch nicht ausgelaugten Abfall ersetzt (Kaskadenversuch zur Bestimmung der maximalen Konzentrationen). Die Analysenergebnisse der eingesetzten Abfälle, der verwendeten Fluide sowie der resultierenden Eluate liegen vor.

4. Ergebnisse

Die in den Versuchsserien eingesetzten Filterstäube aus der Abfallverbrennung (CA200, CA201, CA203, CA302 und CA403) weisen einen hohen löslichen Anteil in Form amorpher sowie kristalliner Phasen auf, insbesondere der Elemente Na, Ca, K und Mg sowie Cl und S bzw. SO₄. Daneben sind Fe, Mn sowie Schwermetalle in hohen Konzentrationen in den Eluaten vertreten. Die löslichen Anteile der Braunkohlenfilterasche (CA400) sowie des Elbschlicks (CA402) sind insgesamt geringer, enthalten aber - wie die Filterstäube - die Elemente Fe, Mn, S bzw. SO₄ und Schwermetalle. Die untersuchten Wechselwirkungssysteme weisen beispielsweise im Kontakt mit Grundwasser vom Ca-Mg-SO₄-Typ je nach Versuchsdurchführung (unter anaeroben bzw. aeroben Bedingungen) deutliche Unterschiede - insbesondere beim Redoxpotential - auf (s. Tabelle).

Tabelle: Eh-Werte in unterschiedlichen Eluaten nach 80 Tagen Umlaufsäulenversuch [mV]

	GW-CA200	GW-CA201	GW-CA203	GW-CA302	GW-CA400	GW-CA402	GW-CA403
Aerob	-41	388	101	284	-244	10	238
Anaerob	-360	283	-162	99	-577	-358	-2

Die festgestellten Unterschiede in den Redoxpotentialen sind dabei i. w. auf die in den Umlaufsäulenversuchen ablaufenden Redoxreaktionen, insbesondere unter Beteiligung der Elemente Eisen, Schwefel und Kohlenstoff zurückzuführen.

5. Geplante Weiterarbeiten

Die Umlaufsäulen- sowie Kaskadenversuche werden mit den noch ausstehenden Wechselwirkungssystemen (Abfall/Grundwasser bzw. Salzlauge) in der Glovebox (Anaerob-Bedingungen) sowie vergleichend unter Normalatmosphäre vervollständigt. Unter Verwendung vorliegender Analysenergebnisse werden darüber hinaus ergänzende Umlaufsäulenversuche unter Zugabe von Additiven (z. B. Schwermetallsalze) sowie geochemische Modellrechnungen, u. a. zur Bestimmung der Sättigungsverhältnisse in den Eluaten, durchgeführt.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

Brasser, Th. & Brewitz, W.: Underground Waste Disposal: A Potential Technology for Reducing Pollution of the Biosphere. 10th International Symposium on Environmental Pollution and its Impact on Life in the Mediterranean Region, Oct. 2-6, 1999, Alicante.

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 C 0618	
Vorhabensbezeichnung: Erstellung einer Datenbank zur Bestandsaufnahme und Bewertung geochemischer Informationen zum Verhalten von Abfallinhaltsstoffen im Deckgebirge einer UTD/UTV (Sorptionsdatenbank Chemieabfälle)			
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien			
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.09.98 bis 31.08.01		Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 913.973,00 DM		Projektleiter: Dr. Brassler	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Für den Langzeitsicherheitsnachweis einer UTD/UTV ist die Bewertung einer möglichen Schadstoffausbreitung von Bedeutung. Im Gegensatz zur Endlagerung radioaktiver Abfälle ist das Migrationsverhalten von Schadstoffen aus chemisch-toxischen Abfällen im Deckgebirge noch nicht zusammenhängend untersucht. Es ist deshalb Ziel des Vorhabens, bereits verfügbare Ergebnisse relevanter geochemischer Experimente zusammenzustellen, zu bewerten und in einer Datenbank verfügbar zu machen. Damit wird ein Instrumentarium erarbeitet, welches Basisdaten für sicherheitsanalytische Modellrechnungen bereitstellt, die Barriere „Deckgebirge“ in die Bewertung untertägiger Abfallentsorgungskonzepte einbezieht und letztendlich eine TA Abfall konforme Durchführung eines Langzeitsicherheitsnachweises für UTD/UTV durch sicherheitsanalytische Methoden und Modelle erst ermöglicht.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Die Durchführung des Vorhabens ist in folgenden Arbeitsschritten konzipiert:

1. Literaturrecherche zum Verhalten von Abfallinhaltsstoffen im Deckgebirge einer UTD/UTV (Schwerpunkt: As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Sr, Ti, V, Zn)
2. Literaturlauswertung unter Berücksichtigung relevanter Schadstoffe
3. Erarbeitung einer geeigneten Datenbankstruktur mit entsprechendem Auswerteinstrumentarium auf der Grundlage des Datenbankprogramms ACCESS
4. Konzeptüberprüfung, Erarbeitung eines Manuals und Veröffentlichung
5. Weiterführung und Abschluss der ARBUS Bergwerk- und UTD-Standortdatenbank

3. Durchgeführte Arbeiten

- Recherche, Sammlung und Auswertung weiterer Sorptionsdaten aus einer Vielzahl von Fachzeitschriften, sonstigen Publikationen, Projektberichten, Diplomarbeiten und Dissertationen (Schwerpunkt: „Sorptionsseigenschaften von Festgesteinen und definierten Mineralphasen“)
- Erfassung von Literaturangaben in einer Teildatenbank mit bereits projektbezogener Klassifikation und Bewertung der entsprechenden Quelle
- Fortsetzung der Arbeiten an der Sorptionsdatenbank-Struktur (Erstellung von Tabellen, Festlegung von Feldbezeichnungen und Felddatentypen)

4. Ergebnisse

- Erweiterte Teildatenbank mit relevanten Quellenangaben
- Zusammenfassung vorliegender Sorptionsdaten in Excel-Tabellen (erlaubt schnelle Übertragung der Datensätze nach Fertigstellung der eigentlichen Sorptionsdatenbank)
- Weiterentwickelte Sorptionsdatenbank-Struktur (Entwurf) unter Berücksichtigung von Standortparametern, Lithologie, physikalischen, chemischen und mineralogischen Parametern sowie Angaben zu Sorptionsversuchen und Sorptionsergebnissen; bei fehlenden Datentabellen erfolgt die Umsetzung graphischer Darstellungen von Sorptionsisothermen über ein spezielles Rechenprogramm
- Erwartungsgemäß befasst sich nur ein geringer Teil der recherchierten Publikationen mit Sorptionsseigenschaften von Festgesteinen oder Mineralphasen; aufgrund unvollständiger Angaben zu Versuchsbedingungen und Auswerteverfahren ist davon wiederum nur ein Teil für die Sorptionsdatenbank zu verwenden

5. Geplante Weiterarbeiten

- Recherche, Erfassung und Auswertung weiterer Sorptionsdaten
- Erweiterung und Anpassung der Sorptionsdatenbank-Struktur (Schwerpunkt: Erarbeitung einer Vorgehensweise für die graphische Darstellung von Ergebnissen in Form von Sorptionsisothermen); eine erste lauffähige Version wird voraussichtlich im Frühjahr 2000 vorliegen
- Im Bedarfsfall weitere Aktualisierung und Vervollständigung der ARBUS-Datenbank

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 C 0628
Vorhabensbezeichnung: Modellrechnungen zur großräumigen dichteabhängigen Grundwasserbewegung		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.01.99 bis 31.12.01	Berichtszeitraum: Vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.482.030,00 DM	Projektleiter: A. Schneider	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Mit der Fertigstellung des in den Jahren 1995-1998 unter BMBF-Förderung entwickelten Programmpaketes d³f steht ein Werkzeug zur Verfügung, das es erlaubt, Grundwasserbewegungen unter Berücksichtigung der Salinität in großräumigen, hydrogeologisch komplexen Gebieten über lange Zeiträume zu berechnen.

Im Rahmen dieses Projektes wird das Programm mit allen enthaltenen Möglichkeiten der Modellierung und unter Ausschöpfung der Hard- und Softwaregrenzen umfassend erprobt. Damit soll das Vertrauen in die Modellierung von Dichteströmungen erhöht werden.

Bearbeitet werden Deckgebirge in der Umgebung von Salzformationen, Salzwasserintrusionen in Küstengebieten und Süßwasserlinsen unter Inseln.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Die Durchführung des Vorhabens ist in folgende Arbeitsschritte unterteilt:

AS1: Deckgebirge über norddeutschen und ausländischen Salzstöcken

AS2: Ausländische Endlagerstandorte

AS3: Salzwasserintrusion in Küstengebieten, Brunnen in Küstengebieten

AS4: Süßwasserlinsen unter Inseln

AS5: Dokumentation

AS6: Wartung und Pflege des Programms d³f

3. Durchgeführte Arbeiten

Zum Arbeitspunkt "Süßwasserlinsen unter Inseln" wurden zunächst Rechnungen anhand eines Prinzipmodells durchgeführt. Ein hydrogeologisches Modell der Insel Norderney wurde erstellt.

Mit der Sichtung der Daten zur WIPP-Site (Arbeitspunkt "Ausländische Endlagerstandorte") wurde begonnen.

Zwecks Datenbeschaffung wurden weitere Kontakte zur Firma Kali und Salz und zu den Wasserwerken Amsterdam aufgenommen.

Eine neue Version des Simulators von d³f wurde installiert.

4. Ergebnisse

Ein hydrogeologisches Modell der Insel Norderney und Rechenergebnisse zu einem Prinzipmodell liegen vor.

5. Geplante Weiterarbeiten

Die Arbeiten zum Punkt "Süßwasserlinsen unter Inseln" werden fortgesetzt und zu Ende geführt. Aufgrund der Datenlage wird der Arbeitspunkt "Ausländische Endlagerstandorte" vorgezogen.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

Schneider, Anke: Modellrechnungen zur großräumigen dichteabhängigen Grundwasserbewegung. Projektstatusgespräch zu FuE-Vorhaben auf dem Gebiet der Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen. Clausthal-Zellerfeld, 14./15. September 1999, FZKA-PTE Nr. 6

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln	Förderkennzeichen: 02 C 0659
Vorhabensbezeichnung: Langzeitstabilität von Tondichtungen in Salzformationen	
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien	
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.07.99 bis 31.12.01	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.699.334,00 DM	Projektleiter: Dr. Herbert

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die Eignung von Bentoniten als Dicht- und Verschlussmaterial in Untertagedeponien (UTD) und Endlagern in Salzformationen ist abhängig von der Langzeitstabilität der quellfähigen (Smektit- bzw. Montmorillonit-) Anteile. Für die Beurteilung der Langzeitstabilität im salinaren Milieu werden Tone unterschiedlichen geologischen Alters aus salinärer Umgebung untersucht. Es sollen Mechanismen und Faktoren identifiziert werden, die für die Umwandlung von Smektiten unter UTD-Bedingungen von Bedeutung sind. Weiterhin werden durch gezielte experimentelle Untersuchungen unter den besonderen Bedingungen einer UTD bzw. eines Endlagers Daten ermittelt, die Aussagen über Art, Mechanismus und Kinetik des Umwandlungsprozesses ermöglichen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

(AP1) Vorlaufende Arbeiten

- Systematische Literaturrecherche zum Thema Umwandlung von Smektiten.
- Aufbau einer Literaturdatenbank zu diesem Thema
- Literaturoberprüfung im Hinblick auf die Faktoren, welche die Umwandlung von Smektiten begünstigen und inwiefern diese UTD- bzw. endlagerrelevant sind

(AP2) Untersuchung natürlicher Analoga, d. h. von Tonen aus salinärer Umgebung

- Probenbeschaffung: Beschafft werden Proben aus sedimentären Becken, die unterschiedlich lange in Salzlösungen bekannter Zusammensetzung dem Umwandlungsprozess ausgesetzt waren. Weiterhin werden Salztone aus Zechsteinsalzformationen untersucht.
- Probenuntersuchung: Alle Proben werden mittels TEM, XRD, AFM, XRD, ICP etc. charakterisiert. Untersucht werden Parameter wie: chemische und mineralogische Zusammensetzung der Tonminerale, insbesondere auch einzelner Aggregate, die auftretenden Wechsellagerungsstrukturen, die kristallographischen Modifikationen, Stapelfrequenzen, Morphologiefaktoren etc.

(AP3) Experimentelle Arbeiten

Die Umwandlung von Montmorillonit wird unter UTD- und endlagerrelevanten Randbedingungen experimentell untersucht. In den Experimenten werden die Reaktionen von Montmorillonit mit zwei charakteristischen Salzlösungen, bei einem relevanten Feststoff-Lösungsverhältnis, bei drei Temperaturen, 25, 90 und 150 °C, mit und ohne Eisen sowie mit und ohne Zementzusatz beobachtet. Über einen Zeitraum von 600 Tagen werden alle 100 Tage Proben gezogen und mit den gleichen Methoden charakterisiert, die auch bei der Untersuchung der natürlichen Analoga eingesetzt werden.

3. Durchgeführte Arbeiten

Die Literaturrecherche zum Thema Umwandlung von Smektiten wurde fortgeführt und zu einem vorläufigen Abschluss gebracht.

Für die Charakterisierung natürlicher tonhaltiger Gesteine wurden Proben aus dem Umfeld von Gorleben genommen und untersucht. Diese Untersuchungen sind weitgehend abgeschlossen. Weiterhin wurden Tonproben aus Tiefbohrungen aus dem slovakischen Becken in das Untersuchungsprogramm aufgenommen.

Vorversuche für die Probenhandhabung bei erhöhten Temperaturen wurden durchgeführt. Daraus wurden die Anforderungen an die Probengefäße abgeleitet und die Beschaffung der Druckgefäße durchgeführt. Die Versuche werden mit der 2- μm -Fraktion des Bentonits MX-80 durchgeführt. Die Abtrennung dieser Fraktion in ausreichenden Mengen für alle geplanten Versuche ist erfolgt.

Tonmineralogen der Universitäten Greifswald und Bratislava wurden für eine Mitarbeit im Projekt gewonnen.

4. Ergebnisse

Die Literaturlauswertung hat ergeben, dass es wenig experimentelle Daten zur Umwandlung von Montmorillonit unter UTD- oder endlagerrelevanten Bedingungen gibt. Folgende allgemeine Aussagen lassen sich bisher zum Thema Illitisierung von Smektiten treffen:

- das Ausmaß der Illitisierung ist von der Natur der Zwischenschicht-Kationen und der Zusammensetzung des Ausgangsmaterials, d. h. von den Nebengemengeteilen im Bentonit abhängig
- die Reaktionsgeschwindigkeit der I/S-Umwandlung wird durch erhöhte K^{2+} -Gehalte in den Porenlösungen erhöht und durch Mg^{2+} -, Ca^{2+} - und Na^+ -Gehalte herabgesetzt.
- Geschwindigkeit und Umfang der Illitisierung wird durch hohe fest-flüssig-Verhältnisse herabgesetzt, d. h. viel Feststoff und wenig Porenlösung in hochkompaktierten Bentoniten hemmen die Illitisierung

Das wichtigste Ergebnis aus der Untersuchung der Salztone als natürliches Analogon für Smektite, die 200 Mio Jahre in Salzformationen gelegen haben ist, dass die Umwandlung in Illite und Chlorite nicht vollständig erfolgt ist. Sowohl im Roten, als auch im Grauen Salzton aus dem Kalibergwerk Bernburg sind noch I/S-Wechselagerungsstrukturen nachzuweisen.

5. Geplante Weiterarbeiten

Die Versuche werden mit zwei relevanten Salzlösungen durchgeführt; mit einer NaCl-CaSO_4 -gesättigten aber K-freien Lösung und einer NaCl-CaSO_4 -gesättigten aber K- und Mg-reichen IP21-Lösung. Die Herstellung dieser Lösungen und der Beginn der Versuche ist für Januar 2000 vorgesehen. Ebenso wird mit der Charakterisierung des Ausgangsmaterials für die Versuche begonnen.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 C 0669	
Vorhabensbezeichnung: Hydraulische Kennwerte von tonhaltigen Mineralgemischen zum Verschluss von Untertagedeponien			
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien			
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.10.99 bis 31.12.02		Berichtszeitraum: vom 01.10.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.792.143,00 DM		Projektleiter: Dr.-Ing. Mieke	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Abdichtsysteme haben die Aufgabe, Ablagerungskammern gegenüber dem Grubengebäude zu verschließen. Der Verschluss darf nicht zu dicht sein, da sonst die durch die mikrobielle Zersetzung organischer Bestandteile bedingte Gasbildung hohe Drücke in den Kammern aufbauen kann. Als geeignete Abdichtmaterialien werden Tone angesehen. Ein Zusatz von Mineralen, wie Sand oder Splitt kann zu größerer mechanischer Stabilität und zu einer Optimierung der Durchlässigkeit beitragen. In Laborversuchen soll eine Datenbasis für die hydraulischen Kennwerte von Tonmineralgemischen unter Zweiphasenflussbedingungen erstellt werden. Die Wechselwirkung ausgewählter Materialmischungen mit Wirtsgesteinen wird optional überprüft. Geochemische Untersuchungen sollen Aussagen über die chemisch-mineralogischen Wechselwirkung der Fluide mit den Dichtmaterialien liefern. Numerische Modellrechnungen werden für die Auswertung und Interpretation der Versuche vorgenommen. Eine vergleichende Bewertung von Modell- und Versuchsergebnissen ermöglicht die ggf. erforderliche Weiterentwicklung der Modelle.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP 1: Ermittlung hydraulischer Kennwerte von Ton-Sand-Gemischen.

AS 1: Erweiterung der vorhandenen Datenbasis bezüglich hydraulischer Kennwerte von Ton-Sand-Gemischen in Abhängigkeit von der Wassersättigung.

AS 2: Bereitstellung hydraulischer Kennwerte von Ton-Sand-Gemischen in Abhängigkeit von der Laugensättigung.

AP 2: Orientierende Untersuchungen zur Übertragbarkeit der Ergebnisse des AP 1 auf Tongemische mit grobkörnigen Mineralbeimengungen.

AP 3: Überprüfung der Wechselwirkung eines Ton-Mineral-Gemisches mit dem Wirtsgestein an einem Bohrkern. (Option)

3. Durchgeführte Arbeiten

Mit der Umrüstung der Messeinrichtungen im geotechnischen Labor wurde begonnen. Die Beschaffung vorhabensspezifischer Komponenten wurde eingeleitet und teilweise installiert.

4. Ergebnisse

Es liegen noch keine Ergebnisse vor, da noch keine Versuche durchgeführt werden konnten.

5. Geplante Weiterarbeiten

Weitere Schritte:

- Fertigstellung und Erprobung der Apparaturen zur Bestimmung der Zwei-Phasenflussparameter
- Durchführung der Untersuchungen an Ton-Sand-Gemischen mit Gas und Wasser.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln	Förderkennzeichen: 02 C 0679
Vorhabensbezeichnung: Erstellung und Nutzung einer Datenbank zur Bestandsaufnahme und Bewertung methodenabhängiger Informationen zum Mobilisationsverhalten und zum Schadstoffpotential von organisch und anorganisch belasteten Feststoffen	
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien	
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.10.99 bis 30.09.01	Berichtszeitraum: vom 01.10.1999 bis 31.12.1999
Gesamtkosten des Vorhabens: 935.111,00 DM	Projektleiter: Dr. Mönig

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die in der nationalen und internationalen Literatur veröffentlichten und bei den am Vorhaben beteiligten Institutionen vorliegenden Ergebnisse und Daten physikochemischer Experimente (mit Relevanz für die Schadstoffmobilisation und damit den Stofftransport auf dem Wasserpfad in der Geo- und Biosphäre) sollen im Hinblick auf deren Verwendbarkeit (z. B. Elemente, Versuchs-Randbedingungen, Gesteinsmatrix) im Rahmen eines Langzeitsicherheitsnachweises für untertägige Abfallentsorgungsmaßnahmen bewertet und in einer sog. Mobilitätsdatenbank (AMANDA) zusammengestellt werden. Grundlage für diese Datenbank bildet dabei die bereits in der Praxis erprobte Abfallanalysendatenbank (ABANDA) des Nordrhein-Westfälischen Landesumweltamtes (LUA NRW). Da der Schwerpunkt der Studie in einer breiten Erfassung von mit unterschiedlichen Untersuchungsverfahren und an einem weiten Spektrum von Abfällen ermittelten Elutionsdaten besteht, werden nicht ausschließlich Untersuchungen zum Verhalten von Schwermetallen berücksichtigt, sondern im Rahmen der Verfügbarkeit auch Verfahren und Daten zum Verhalten organischer Verunreinigungen und von Haldenmaterialien aufgenommen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Die Durchführung des Vorhabens ist in folgenden Arbeitsschritten konzipiert:

1. Datenrecherchen zur Aktualisierung der bereits vorhandenen Zusammenstellung international verwendeter Untersuchungsverfahren zur Schadstoffmobilität sowie vorliegender Untersuchungsergebnisse
2. Entwicklung und Einrichtung einer für das Vorhaben geeigneten Datenbankversion auf der Basis der Abfallanalysendatenbank ABANDA
3. Sammlung und Eingabe von Daten aus Elutions-, Säulen-, Lysimeter- und Kaskadenversuchen, die von den Projektpartnern durchgeführt wurden, bzw. in der Literatur zugänglich sind, mit Überprüfung auf Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit der Daten
4. Datenauswertung mit AMANDA sowie Bereitstellung von Schnittstellen zur externen fortgeschrittenen statistischen Analyse der Daten

3. Durchgeführte Arbeiten

- Unteraufträge an drei Projektpartner wurden erteilt
- Eine Abgrenzung der von den einzelnen Projektpartnern bei der Datenrecherche zu durchsuchenden Literatur ist erfolgt. Die Datenrecherche wurde begonnen.
- Erste Festlegungen zum Aufbau der Datenbank AMANDA sowie zu möglichen bzw. notwendigen Schnittstellen zum Datenexport wurden getroffen

4. Ergebnisse

keine

5. Geplante Weiterarbeiten

- Weiterführung der Recherche und Erfassung von Daten zum Mobilisationsverhalten von Schadstoffen aus Abfällen
- Einrichtung einer Vorläuferversion der Datenbank AMANDA bei allen Projektpartnern zu Testzwecken und zur Dateneingabe einschließlich Einweisung in Aufbau und Nutzung der Datenbank
- Identifizierung und Abstimmung der in die Datenbank aufzunehmenden Grundinformationen aus den Versuchsbeschreibungen auf der Basis der Ergebnisse im Arbeitsschritt 1
- Beginn der Datenvalidierung

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 C 0689	
Vorhabensbezeichnung: Gasfreisetzung aus chemisch-toxischen Abfällen in Untertagedeponien			
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien			
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.10.99 bis 30.09.02		Berichtszeitraum: vom 01.10.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 2.060.278,00 DM		Projektleiter: Dr. Hagemann	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

In Fortführung abgeschlossener und laufender Forschungsvorhaben sind in diesem Projekt vergleichende Untersuchungen zur Gasfreisetzung aus UTD-relevanten und UTV-zugelassenen Abfällen vorgesehen. Hierbei soll insbesondere geklärt werden, welche Abfallarten unter trockenen Ablagerungsbedingungen oder nach Zutritt von Gebirgslösungen gasbildend sind, wie hoch ihr Gasbildungspotential ist und welche Gasdrücke sich in den Ablagerungskammern unter ungünstigsten Bedingungen ausbilden können.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- Ausgehend von früheren Arbeiten ist eine standardisierbare Methodik zur Messung der Gasfreisetzung aus chemisch-toxischen Abfällen zu entwickeln, die sowohl die kontinuierliche Bestimmung des Druckaufbaus als auch Aufschlüsse über die quantitative Zusammensetzung der entstehenden Gase zulässt.
- Es ist eine systematische Querschnittsuntersuchung bei UTD-relevanten und UTV-zugelassenen Abfallarten vorzunehmen. Hierzu wird eine jeweils repräsentative Probenzahl beschafft und chemisch wie auch mineralogisch charakterisiert. Möglichst kurzfristig nach Eingang der Abfallproben wird deren Gasfreisetzungspotential in Abhängigkeit von verschiedenen Versuchsparametern (Temperatur, Reaktionslösung, mikrobielle Aktivität) untersucht.
- Aus den experimentellen Daten werden Modellvorstellungen entwickelt, mit denen mittelfristige Aussagen über Gasentwicklungspotentiale unter Einlagerungsbedingungen getroffen werden können. Es sind diejenigen Abfallarten und Gasbildungsprozesse zu identifizieren, die langfristig zu einem erhöhtem Druckaufbau und damit zu einem Sicherheitsrisiko führen könnten.

3. Durchgeführte Arbeiten

Die Entwicklung der Methode zur Gasfreisetzung wurde begonnen. Anhand von Mustergefäße wurden Validierungsmessungen vorgenommen, um die Eignung des WTW-OxiTop-Systems zur Messung der Gasfreisetzung zu überprüfen. Außerdem wurden verschiedene Möglichkeiten zur Optimierung des Gaschromatographie-Systems in Zusammenarbeit mit Anbieterfirmen entwickelt.

Der Fortschritt der Arbeiten liegt innerhalb der Zeitplanung.

4. Ergebnisse

Das WTW-OxiTop-System ist für die Messungen der Gasfreisetzung geeignet. Die Methodenentwicklung wird auf diesem System aufbauen. Das optimierte Gaschromatographiesystem wird im Januar 2000 einsatzbereit sein.

5. Geplante Weiterarbeiten

Beschaffung von Abfallproben, Entwicklung der Methode zur Gasfreisetzung.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger: K-UTEC, Am Petersenschacht 7, 99706 Sondershausen		Förderkennzeichen: 02 C 0699
Vorhabensbezeichnung: Untersuchungen zur Entwicklung, Anwendung und Eignung von mineralischen Gelen und Bindemittelsystemen auf Sorelbasis zur Einbettung und Sorption schadstoffhaltiger Abfallstoffe und zur Verbesserung der Barrierewirkung von Versatz		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.10.99 bis 30.09.01	Berichtszeitraum: vom 01.10.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.101.590,00 DM	Projektleiter: König	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Gegenstand des Vorhabens sind Untersuchungen zur Herstellung und von Anwendungseigenschaften spezieller mineralischer Gele für die Einbettung chemisch-toxischer und/oder durch Schwermetalle belasteter Stoffe in Verbindung mit deren Endlagerung in Salzformationen. Ziel der Untersuchungen ist es, einen rein mineralischen, unter Sole oder an Luft erhärtenden aber dauerplastischen Stoff zu schaffen, in dem Schadstoffe eingebettet werden können und der inert zu den umgebenden Salzgesteinen, den eingebetteten Stoffen und im Schadensfall zutretenden Salzlösungen ist.

Ziel der Entwicklung sind pumpbare und nach dem Einbringen erhärtende Stoffe auf Gelbasis, welche eine hohe Resistenz und Stabilität haben, das Restvolumen von Einlagerungskammern selbstnivellierend ausfüllen und aufgrund ihrer chemischen Natur die minimale Elution für Schwermetalle und ggf. Nuklide gewährleisten.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Arbeitspaket 1: Labor- und Technikumsuntersuchungen zur Herstellbarkeit von mineralischen Gelen und deren physikalische Parameter vor, während und nach dem Aushärtevorgang

Arbeitspaket 2: Labor- und Technikumsuntersuchungen zum Verhalten ausgewählter Stoffsysteme gegenüber verschiedenen Einflussfaktoren (Einlagerung in NaCl-Sole mit verschiedenen pH-Werten, Einlagerung in Q-Lauge, Verhalten in trockener Luft, Verhalten bei erhöhten Temperaturen, Verhalten gegenüber Wirtsgesteinen, Bestimmung mechanischer Parameter

Arbeitspaket 3: Labor- und Technikumsuntersuchungen zum Elutionsverhalten von im Gel eingebetteten Stoffen, insbesondere Schwermetallen

Arbeitspaket 4: Technikumsuntersuchungen zur Verstärkung der Barrierewirkung von eingebrachtem Versatz durch mineralische Gele

3. Durchgeführte Arbeiten

Arbeitspaket 1:

- Definition der Ausgangsdaten und Anforderungen an ein mineralisches Gelsystem
- Definition und Festlegung der Einlagerungsbedingungen unter Tage (Teufe, Gebirgstemperatur, Druck, Art und Konzentration möglicher Fluide einschl. Schadstoffpotential und Art salinärer Wirtsgesteine)
- Beginn der Herstellung verschiedener Arten mineralischer Gele im Labormaßstab auf der Grundlage von
 - KCl-NaCl-MgCl₂-MgSO₄-Lösung als Lösungsphase
 - MgO/Mg(OH)₂-CaO/Ca(OH)₂ als mineralisches Bindemittel
 - Füllstoffe: Dolomitmehl, Kalksteinmehl, Anhydritsteinmehl
 - weitere Füllstoffe werden noch in die Untersuchungen einbezogen

Arbeitspaket 2:

Untersuchungen zum Zerfall von Gelen ohne Füllstoffe vorerst gegen NaCl-Sole im Standversuch wurden aufgenommen.

4. Ergebnisse

Ergebnisse liegen bisher noch nicht vor.

5. Geplante Weiterarbeiten

Weiterarbeiten wie im Arbeitsplan angegeben.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger: IIF e.V., Permoserstr. 15, 04318 Leipzig		Förderkennzeichen: 02 C 0709	
Vorhabensbezeichnung: Geochemische Untersuchungen zur Retention von geogenen/anthropogenen Kohlenstoffverbindungen für toxische Schwermetalle			
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Verbesserung von Instrumentarien für die Sicherheitsbewertung von Endlagern und Untertagedeponien			
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.10.99 bis 30.09.02		Berichtszeitraum: vom 01.10.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 750.000,00 DM		Projektleiter: Dr. habil. Kupsch	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Geochemische Rückhaltebarrieren, insbesondere Deposite geogener/anthropogener Kohlenstoffverbindungen, können gegenüber Schwermetallen als Senke fungieren und bei geeigneten konstanten geochemischen Parametern (pH-Wert, Eh, Ionenstärke) langfristig stabil sein. Es soll die Bildung, die Reaktivität und die Stabilität von Depositen geogener/anthropogener Kohlenstoffverbindungen auf geogenen Matrices und die damit verbundenen Stoffumsätze, insbesondere mit toxischen Schwermetallen, untersucht werden. Dazu wird die Ausbildung von Oberflächendepositen und deren Stabilität und Einfluss auf die Schwermetallsorption in Abhängigkeit von geochemischen Parametern untersucht. Ausgangspunkt für diese Experimente sind die von der GRS an verschiedenen Standorten durchgeführten Untersuchungen. Die wesentlichen Ergebnisse des Vorhabens werden aus innovativen Bewertungskonzepten und Erfahrungen bestehen, die in konkreten Anwendungsfällen in die Kalkulation der Kosten und der Umweltverträglichkeit des Entsorgungskonzeptes einfließen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- Präparative Arbeiten: Extraktion und Radiomarkierung geogener und anthropogener Kohlenstoffverbindungen (Herkunft: Oberflächenwässer, Deponieinventar, Grundwässer)
- Bestimmung der Sorptionskoeffizienten für toxische Schwermetalle in Abhängigkeit von geochemischen Parametern (pH-Wert, Redoxverhältnis und Elektrolytangebot) in Abwesenheit geogener/anthropogener Kohlenstoffverbindungen an Modellmatrix und Geomatrices
- Untersuchungen zur Bildung, Zusammensetzung und Stabilität von Oberflächendepositen geogener/anthropogener Kohlenstoffverbindungen auf Modellmatrix und Geomatrices in Abhängigkeit von geochemischen Parametern (pH-Wert, Redoxverhältnis und Elektrolytangebot)
- Bestimmung der Sorptionskoeffizienten für toxische Schwermetalle in Abhängigkeit von geochemischen Parametern (pH-Wert, Redoxverhältnis und Elektrolytangebot) in Gegenwart geogener/anthropogener Kohlenstoffverbindungen an Modellmatrix und Geomatrices
- Identifizierung der an den Elektrolytwechselwirkungen beteiligten reaktiven Kohlenstoffverbindungen mit der Methode der radioaktiven Doppelmarkierung nach der Extraktion und der Fraktionierung
- Aufklärung des Retentionsvermögens der identifizierten reaktiven Kohlenstoffverbindungen hinsichtlich ihrer Adsorptionskapazität und deren Stabilität bei Parameteränderung des geochemischen Systems mit der Methode der radioaktiven Doppelmarkierung

- Abschließende Auswertung, Dokumentation und Schlussberichterstellung

3. Durchgeführte Arbeiten

- Beginn der Arbeiten an einer Literaturrecherche zum Sorptionsverhalten von toxischen Schwermetallen
- Erprobungsphase zur präparativen Abtrennung (Extraktion) von natürlichen Huminsäuren auf der Grundlage der Vorschrift der IHSS an natürlichen Huminsäuren (Carlsfeld, Oberes Westerzgebirge) im Vergleich zu kommerziell erhältlichen Huminsäuren
- Neutronenaktivierung der natürlichen, gereinigten Huminsäuren zur Bestimmung der Schwermetallbelastung am Mainzer TRIGA-Reaktor
- Aufnahme der Arbeiten zur Entwicklung eines Verfahrens zur Herstellung von trägerfreien ^{140}La aus den Spaltprodukten des Urans des Mainzer TRIGA-Reaktors, ^{140}La soll zur Markierung der Huminsäuren an den reaktiven Gruppen (Verdrängungsreaktionen) eingesetzt werden
- Arbeiten zur Entwicklung einer Methode zur Herstellung von ^{131}I markierten Huminsäuren

4. Ergebnisse

keine

5. Geplante Weiterarbeiten

- Extraktion und Radiomarkierung natürlicher Huminsäuren
- Beginn der Untersuchungen zur Bestimmung der Sorptionskoeffizienten für toxische Schwermetalle in Abhängigkeit von geochemischen Parametern in Abwesenheit geogener/anthropogener Kohlenstoffverbindungen an Modellmatrix und Geomatrix
- Aufnahme der Untersuchungen zur Bildung, Zusammensetzung und Stabilität von Oberflächendepositen geogener/anthropogener Kohlenstoffverbindungen auf Modellmatrix und Geomatrizes in Abhängigkeit von geochemischen Parametern in der zweiten Hälfte des ersten Bewilligungsjahres
- Zur Bestimmung der Sorptionskoeffizienten für toxische Schwermetalle in Abhängigkeit von geochemischen Parametern in Gegenwart geogener/anthropogener Kohlenstoffverbindungen an Modellmatrix und Geomatrizes sind erste Arbeiten im letzten Drittel des ersten Bewilligungsjahres geplant

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

2.4 W-Vorhaben

Zuwendungsempfänger: FZ-Jülich, Postfach 19 13, 52425 Jülich		Förderkennzeichen: 02 W 6218
Vorhabensbezeichnung: Entwicklung digitaler Safeguardstechniken zur Verbesserung der Effektivität und der Kosteneffizienz und Anpassung an das neue Safeguardssystem IN FCIRC/540		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Weiterentwicklung der Kernmaterialüberwachung		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.01.1999 bis 31.12.2002	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 2.497.738,00 DM	Projektleiter: Dr. Stein	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Im Jahre 1997 beschloss der Gouverneursrat der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) die Einrichtung eines neuen Safeguardssystems zur Stärkung der Effektivität und der Effizienz der IAEO-Kontrollen. Das IAEO-Ziel ist die Entdeckung nichtdeklarerter Aktivitäten und Anlagen in den kontrollierten Staaten sowie die Überprüfbarkeit der Vollständigkeit und Korrektheit der Deklarierungen dieser Staaten.

Weiterhin soll das bestehende INFCIRC/153-Überwachungssystem mit dem neuen INFCIRC/540-System zusammengeführt werden (Integrated Safeguards System). Die generelle Zielsetzung ist hierbei, den Inspektionsaufwand der IAEO zu reduzieren durch geeignete Zusammenarbeit mit der Euratom-Behörde im Rahmen des New Partnership Approach.

Die jüngsten Forschungsarbeiten und Diskussionen bei der IAEO haben gezeigt, dass das Ziel der Kosten- und Ressourcenschonung durch den Einsatz zweier neuer Elemente erreicht werden könnte: Vernetzbare, miniaturisierte, fernabfragbare Überwachungstechniken und Auswertung von 'open information sources' und hier insbesondere von Daten satellitengestützter Sensoren (Satellitenerkundung).

Das Vorhaben baut auf den Ergebnissen des vorangegangenen Vorhabens 02 W 6184 auf.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Teil I Vernetzbare, miniaturisierte, fernabfragbare Überwachungstechniken

- a) Festlegung der Geräte-Anforderungen
- b) Festlegung der Geräte-Funktionen
- c) Entwicklung eines Laborprototypen
- d) Demonstration und Test des Laborprototypen
- e) Festlegung der Spezifikationen des Seriengerätes
- f) Entwicklung des Seriengerätes
- g) Demonstration und Test des Seriengerätes im integrierten System mit Video und Fernabfrage
- h) Analyse der Kostenreduktion für die IAEO und Euratom

Teil II Auswertung von Open Information Sources (Satellitenerkundung)

- a) Einordnung der Satellitenüberwachung in die Konzeption und Philosophie der Open Sources
- b) Untersuchung der Synergie-Effekte der Satellitenüberwachung und anderer Kontrollsystem
- c) Entwicklung von Methoden zur Unterstützung der IAEO-Routineaktivitäten
- d) Identifizierung von Indikatoren zur Entdeckung nichtdeklarerter Anlagen oder Aktivitäten
- e) Analyse der Kostenreduktion für die IAEO

f) Abschlussbericht

3. Durchgeführte Arbeiten

TEIL I Vernetzbare, miniaturisierte, fernabfragbare Überwachungstechniken

Hinsichtlich des digitalen Vielkanal-Analysators erhielt der Entwickler im August den Auftrag. Die erste Projektsitzung mit der IAEO fand im Dezember beim Entwickler statt. Das in Ahaus installierte Datenfernabfragesystem mit drei digitalen Videokameras wurde täglich von Luxemburg aus abgefragt. Im September fand eine Projektsitzung in Ahaus statt.

TEIL II Auswertung von Open Sources (Satellitenerkundung)

Das Multivariate Alteration Detection (MAD) Verfahren wurde probeweise bei LANDSAT-Aufnahmen großräumiger nuklearer Anlagen eingesetzt (Uranbergbausanierung in Deutschland, Douglas Point Nuclear Generating Station in Kanada). Erste Versuche einer automatisierten Bestimmung der Änderungsschwellen wurden unternommen.

4. Ergebnisse

TEIL I Vernetzbare, miniaturisierte, fernabfragbare Überwachungstechniken

Hinsichtlich des digitalen Vielkanal-Analysators wurden die vom Entwickler vorgeschlagenen technischen Spezifikationen diskutiert und ein erster Systemaufbau demonstriert. Der Testbetrieb der Datenfernabfrage zwischen Ahaus und Luxemburg lief verlustfrei. Systemverbesserungen an der Software wurden in Ahaus und Luxemburg vorgenommen.

TEIL II Auswertung von Open Sources (Satellitenerkundung)

Signifikante Änderungen im Gebäudeplan der Anlagen (z.B. Entfernung von Schwerwassertrennungstürmen in Douglas Point) sind mit dem MAD-Verfahren gut zu erkennen und zu isolieren. Die automatisierte Schwellenbestimmung erweist sich als robust.

5. Geplante Weiterarbeiten

TEIL I Vernetzbare, miniaturisierte, fernabfragbare Überwachungstechniken

Hinsichtlich des digitalen Vielkanal-Analysators sollen die Entwicklungsarbeiten in Absprache mit IAEO und Euratom fortgesetzt werden. Der Datenfernabfragetest in Ahaus soll 12 Monate dauern. Alle zwei Monate sollen Projektsitzungen stattfinden.

TEIL II Auswertung von Open Sources (Satellitenerkundung)

Die bisherigen Arbeiten im Bereich Änderungsdetektion werden fortgesetzt, vor allem mit hochauflösenden multispektralen Bildern (IKONOS Satelliten-Bilder und Luftbilder). Verfahren zur automatisierten Bildregistrierung sollen implementiert werden.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

zur Zeit nicht zutreffend

7. Berichte, Veröffentlichungen

Niemeyer, I.; Canty, M.J.; Baatz, M.: Fractal-Hierarchical Pattern Recognition for Safeguards Purposes. 2nd International Symposium on Operationalization of Remote Sensing, Enschede, The Netherlands, 16-20 August, 1999 (in print).

Zuwendungsempfänger: FZ-Jülich, Postfach 19 13, 52425 Jülich		Förderkennzeichen: 02 W 6228
Vorhabensbezeichnung: Das "gestärkte Safeguardssystem" und die Nichtverbreitungs-Herausforderungen -Perspektiven und innovative Lösungsansätze-		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Weiterentwicklung der Kernmaterialüberwachung		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.01.1999 bis 31.12.2001	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.248.996,00 DM	Projektleiter: Dr. Stein	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Am Ende des 20. Jahrhunderts stellt sich das internationale Nichtverbreitungsregime als von Widersprüchen gezeichnet dar. Nicht alle seine Komponenten sind so gefestigt, dass sie anhaltenden, starken Anfechtungen standhalten könnten. Die Staatengemeinschaft und damit auch Deutschland müssen eine fortlaufende, regelmäßige Überprüfung und Anpassung seiner Komponenten sicherstellen, um vorhandene Probleme zu lösen. Im Vordergrund des Projektes stehen folgende miteinander verwobene Problemfelder:

- Steigerung der Effizienz und Effektivität der Safeguards, speziell die Integration von INFCIRC/153 und INFCIRC/540;
- Weiterentwicklung des Nichtverbreitungsregimes;
- Überwachungsmaßnahmen für ein Cut-off-Abkommen vor dem Hintergrund von INFCIRC/540;
- Synergien aus Verifikationsabkommen zur Eindämmung von Massenvernichtungswaffen.

Durch Studien und im Rahmen einer Arbeitsgruppe werden wissenschaftlich fundierte und politisch umsetzbare Hinweise für eine sachgerechte, konsensfähige deutsche Nichtverbreitungs- und nuklearrelevante Technologiepolitik gegeben.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Einrichtung eines Arbeitskreises aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft zur Diskussion und Weiterentwicklung der Nichtverbreitungspolitik.

Erarbeitung von Studien zu den Problemfeldern

- Gestärktes Safeguardssystem (Effizienz und Effektivität),
- Überwachung eines Cut-off-Abkommens,
- Synergien der Verifikationssysteme.

3. Durchgeführte Arbeiten

Im Rahmen des Projektes "Das "gestärkte Safeguardssystem" und die Nichtverbreitung" wurde am 8.11.1999 eine Sitzung des Arbeitskreises "Nichtverbreitung und Safeguards" in der Deutschen Gesellschaft für Auswärtige Politik (DGAP) in Berlin durchgeführt. Anwesend waren etwa 40 Expertinnen und Experten aus Politik, Administration (u.a. BMBF, AA, BMVG), Wissenschaft und den Medien. Drei Referenten trugen zu den folgenden Themen vor:

- Prof. Dr. Harald Müller (HSFK), Rahmenbedingen einer stabilen Nuklearordnung
- Dr. Horsten (AA), Deutsche Perspektiven einer stabilen Nuklearordnung
- Dr. Lingenthal (AA), Stand und Perspektiven des Umfassenden Teststopp-Abkommens.

Die intensive Diskussion wird in einem Protokoll, das den Mitarbeitern des AK zur Verfügung steht, niedergelegt. Inhaltliche Ergebnisse fließen auch in eine geplante Buchpublikation ein.

Die Arbeiten zur Entwicklung von Transparenzkriterien wurden fortgeführt. Ein Arbeitspapier, in dem erste Ansätze für Transparenzkriterien entwickelt wurden, wurde in das SAGSI-Treffen zur "Transparenzproblematik" (15.-19.11.99, IAEA Wien) eingeführt.

Dr. Stein nahm auf Einladung des US-Energieministeriums an der "International Conference on Geological Repositories" (Denver, Colorado, 1.-2.11.99) teil. Diskutiert wurden u.a. Probleme der Internationalisierung der Endlager und damit verbundener Safeguardsprobleme sowie die Überwachung und Nichtverbreitung von Plutonium.

4. Ergebnisse

Die Vorträge und Diskussionen der Arbeitskreis-Sitzung zeigten die negativen Auswirkungen der akuten Krise der nuklearen Rüstungskontroll-Politik auf den Vorbereitungsprozess der NPT-Überprüfungskonferenz im Jahre 2000. Ansätze für eine deutsche Strategie, über EU und Nato speziell sowie im Rahmen der Vorbereitungstreffen der Konferenz die besonders kritischen Punkte (CTBT, START, Cut-off) in ein kooperatives Gesamtkonzept einzufügen, wurden diskutiert. Dabei wurde deutlich, dass angesichts der bevorstehenden Wahlen in den USA und Russland die Einwirkungs- und Handlungsmöglichkeiten eher gering sind.

Die Arbeiten zur Entwicklung von Transparenzkriterien haben gezeigt, dass es konzeptionell möglich ist, eine nukleare "Proliferationskette", d.h. Schritte zur Proliferation, mit Messpunkten zu versehen, die Vorgänge in dieser "Kette" transparent machen. Eine Konkretisierung der "Kette" und "Messpunkte" steht jedoch noch aus. Deshalb ist die Frage nach der praktischen Umsetzbarkeit des Konzeptes weiteren Arbeitsschritten vorbehalten.

5. Geplante Weiterarbeiten

Die nächste Sitzung des Arbeitskreises wird voraussichtlich im Februar 2000 in Bonn stattfinden. Fortführung der Arbeiten zu Transparenzkriterien und "Integrierte Safeguards".

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

Wolfgang Fischer / Gotthard Stein, On-site-Inspections, in: Disarmament Forum, 3/1999, S. 45-55

2.4 S-Vorhaben

Zuwendungsempfänger: TÜV-Bayern, Westendstraße 199, 80686 München		Förderkennzeichen: 02 S 7697
Vorhabensbezeichnung: Weiterentwicklung der In-situ-Gammaspektrometrie zu einem qualifizierten Freimessverfahren zur Entlassung großer Flächen und Gebäudestrukturen aus der strahlenschutzrechtlichen Bindung		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.12.96 bis 30.11.99	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 30.11.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 831.700,00 DM	Projektleiter: Guglhör	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Vorhaben hat zum Ziel mit der Qualifikation eines fortschrittlichen Freimesskonzeptes auf der Basis der In-situ-Gammaspektrometrie, den Aufwand bei der Entlassung von Flächen und Gebäudestrukturen kerntechnischer Anlagen aus der strahlenschutzrechtlichen Bindung zu reduzieren. Es baut auf den Ergebnissen des FuE-Vorhabens FI2D-CT94-0086 „High resolution in situ gamma spectrometer for use on contaminated reactor building structures and outdoor grounds under de-commissioning“ auf.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- Arbeitspaket 1: Modellierung von Kontaminationsszenarien und deren radiologische Bewertung im Hinblick auf die Festlegung von Kriterien für Entscheidungsmessungen
- Arbeitspaket 2: Prüfung der Verwendbarkeit kommerziell angebotener Software bzw. Eigen/Ergänzungsentwicklung von Software zur Auswertung der mit der Messeinrichtung erzeugten Daten
- Arbeitspaket 3: Zuverlässigkeit von Freimesskonzepten basierend auf In-situ-Gammaspektrometrie im Vergleich zu konventionellen Messmethoden im Hinblick auf inhomogene Aktivitätsverteilungen
- Arbeitspaket 4: Aufbau des In-situ-Gammaspektrometers
- Arbeitspaket 5: Messkampagnen in kerntechnischen Anlagen
- Arbeitspaket 6: Freimesskonzept mit In-situ-Gammaspektrometrie
- Arbeitspaket 7: Dokumentation und Berichterstattung
- Arbeitspaket 8: Projektmanagement

3. Durchgeführte Arbeiten

Zum Abschluss des Arbeitspaketes (AP) 1 wurden die radiologischen Auswirkungen bei Variation der Mittelungsgrößen (Flächen, Massen) bei den Entscheidungsmessungen zur uneingeschränkten Freigabe ermittelt. Hierfür wurden mit den Expositionsszenarien Direktstrahlung (Szenarien „Werkshalle“ und „Terrasse“), Inkorporation („Kleinkind“) und Hautkontamination entsprechende Modellierungen durchgeführt. Im Rahmen des AP 3 wurden mit dem im Vorhaben erstellten Simulations-

programm Kontaminationsszenarien erstellt, verschiedene Freimessverfahren simuliert und statistisch ausgewertet. Ziel dabei war es, typische Rastermessverfahren hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit der Erkennung von Freigabewertüberschreitungen, sowie der Qualität der Restaktivitätsabschätzung zu bewerten. Das Simulationsprogramm wurde mit derzeitig bestehenden Modellen zur Beurteilung von Rastermessverfahren (z.B. DIN 25457, Teil 6) verglichen. Die Ergebnisse der AP 1, 3 und 5 sind in die Entwicklung von Freimesskonzepten unter Verwendung der unkollimierten und kollimierten In-situ-Gammaspektrometrie eingeflossen.

4. Ergebnisse

Auf der Basis der durchgeführten Untersuchungen zum Kontaminationsstatus freizugebender Gebäudestrukturen (vgl. Zwischenbericht 1. Halbjahr 1999; typische Nuklidvektoren, Eigenschaften von Kontaminationen in und auf Gebäudestrukturen) und den derzeitig diskutierten Freigabewerten für Gebäude und Bauschutt ist bei Einhaltung der Mittelungsgrößen von 1 m² bzw. 1 Mg von keiner Verletzung des radiologischen Schutzzieles (10 µSv-Konzept) auszugehen.

Die Anwendung des Simulationsprogrammes und der Vergleich mit derzeitig bestehenden Bewertungsverfahren für Rastermessungen lieferte folgende relevante Ergebnisse:

- Sehr stark lokalisierte Aktivitäten (~10 cm²) können mit gängigen Messdichten bei Kontaminationsmonitoren nur schlecht erkannt und bilanziert werden. In diesen Fällen ist die In-situ-Gammaspektrometrie überlegen. Bei derart ungünstigen Kontaminationsszenarien sind quasi-flächendeckende Entscheidungsmessungen unumgänglich.
- Bei realistischen Kontaminationsszenarien, erreichen Rastermessverfahren basierend auf Kontaminationsmonitoren und der kollimierten In-situ-Spektrometrie für typische Messdichten nahezu identische systematische Fehler bei der Restaktivitätsabschätzung.
- Im Hinblick auf mögliche Freigabewertüberschreitungen liefern die von uns überprüften Modelle zur Beurteilung von Rastermessverfahren vergleichsweise gute Ergebnisse. Die anforderungsgerechte Abschätzung der tatsächlichen Restaktivität der freizugebenden Fläche führt tendenziell zu schlechteren Ergebnissen.

5. Geplante Weiterarbeiten

Die fachlichen Arbeiten im Rahmen des Vorhabens wurden mit Beendigung der Laufzeit des Vorhabens (30.11.1999) abgeschlossen. Zur Fertigstellung des Abschlussberichtes des Vorhabens werden noch Textbeiträge erstellt und redaktionelle Arbeiten durchgeführt.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

Die Implementierung von Erkenntnissen im entsprechenden technischen Regelwerk (DIN 25457, DIN 25462) ist vorgesehen.

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger: VKTA, Postfach 510 119, 01314 Dresden		Förderkennzeichen: 02 S 7738
Vorhabensbezeichnung: Entwicklung und prototypische Anwendung eines In-situ-Röntgenfluoreszenz-Gammaspektrometers zur Detektion der Schwermetallkontamination (Th, U, Pu) beim Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.03.98 bis 28.02.01	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 752.000,00 DM	Projektleiter: Dr. Kahn	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, ein Verfahren zur In-situ-Bestimmung und Bewertung von Schwermetallkontaminationen (Th, U, Pu) durch kombinierte Gamma-/Röntgenfluoreszenzspektroskopie zu entwickeln und zu testen. Die durch eine Gammastrahlungsquelle in der Probe angeregte Röntgenfluoreszenzstrahlung der Kontaminanten wird mit einem kollimierten Germaniumdetektor gemessen. Dadurch wird eine wesentlich empfindlichere Bestimmung der Schwermetallkontamination erreicht. Wegen der unterschiedlichen Reichweiten der Gamma- und Röntgenstrahlung kann zusätzlich zwischen Oberflächen- und Volumenaktivität unterschieden werden. Dies ermöglicht Aussagen zur Tiefenverteilung der Kontamination und damit zu einem gezielten Abtrag des kontaminierten Materials. Ebenso wird die Unterscheidung zwischen durch künstliche Radionuklide verursachte Oberflächenkontamination und im Volumen vorhandener natürlicher Radioaktivität möglich. Ziel ist die Minimierung endzulagernden Abfalls beim Rückbau kerntechnischer Anlagen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Konstruktion, Bau und Kalibrierung des Röntgenfluoreszenzspektrometers und der Bestrahlungseinrichtung, Bestimmung der Spektrometerparameter
- AP2: Vergleich der ersten Untersuchungsergebnisse mit Messungen mittels der low-level Gammaspektrometrie und Messungen mit Kontaminationsmonitoren, weitere Arbeiten zur Kalibrierung des Röntgenfluoreszenzspektrometers
- AP3: Qualifizierung der Methode durch prototypische Messungen zur selektiven Bestimmung der Kontamination mit Th-, U- und Pu-Isotopen sowie durch Messungen zur Deklaration von Abschirmmaterialien mit einem erheblichen Anteil von natürlichen Radionukliden.

3. Durchgeführte Arbeiten

AP2: Präparation großflächiger uranhaltiger Proben

AP3: Optimierung der Messbedingungen und Messungen zur In-situ-Bestimmung großflächiger Urankontaminationen

4. Ergebnisse

AP3: Anregung mit ^{57}Co -Quelle (74 MBq):

Bei der Messungen an flächenhaften Proben (3 cm² bis 50 cm²) und einem U_{hat.}-Gehalt von 14 % wurde mit einer Messzeit von 700 s eine Nachweisgrenze von 0,9 Bq g⁻¹ erreicht. An elektrolytisch abgeschiedenen Uransichten wurde mit einer Messzeit von 16 h eine Nachweisgrenze von 0,3 Bq g⁻¹ erzielt.

Messungen an großflächig präparierten uranhaltigen Proben (ca. 2000 cm²) ergaben eine Nachweisgrenze von 0,15 Bq/cm² bei 1000 s Messzeit.

5. Geplante Weiterarbeiten

- Einsatz einer intensiveren ^{57}Co -Quelle (370 MBq),
- Präparation von uran- und thoriumhaltigen Proben auf mineralischen, metallischen und organischen Trägermaterialien,
- Untersuchungen zur Quantifizierung von Thoriumkontaminationen.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

Workshop „Freimessung und Verwertung von Beton“, 15.12.1999, Karlsruhe

Zuwendungsempfänger: UNI-Dortmund, August-Schmidt-Str. 4, 44227 Dortmund		Förderkennzeichen: 02 S 7758
Vorhabensbezeichnung: Entwicklung und Qualifizierung neuer Zerlege- und Dekontaminationstechniken für den Rückbau von Forschungsreaktoren unter dem Gesichtspunkt der Kostenminimierung		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.09.98 bis 31.08.01	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 2.131.070,00 DM	Projektleiter: Prof. Dr. Ing. Bach	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Beim Rückbau von Forschungsreaktoren und verwandten kerntechnischen Anlagen sind spezifische Randbedingungen zu beachten, wie Materialien, Nuklide, Geometrien, räumliche Verhältnisse. Das Vorhaben zielt auf die Entwicklung / Anpassung und Qualifizierung fortschrittlicher Verfahren für den Rückbau unter diesen Bedingungen und dem Gesichtspunkt der Kostenminimierung ab. Einbezogen werden die Laserstrahlschneidtechniken Nd:YAG- und CO₂-Laser (an Atmosphäre und unter Wasser, ferngesteuert und manuell geführt), der Diodenlaser (Thermoschock-Dekontamination zusammen mit dem Trockeneisstrahl), das Wasserabrasivstrahlschneiden unter den Bedingungen in Forschungsreaktoren und die Entschichtung mittels Trockeneisstrahlen. Das Vorhaben umfasst die anwendungsreife Entwicklung unter Berücksichtigung der Gesichtspunkte der Genehmigungsfähigkeit und mündet in der Demonstration als Pilot-Rückbaueinsatz beim FRMB. Dabei werden das Betriebspersonal dieses Reaktors und anderer Anlagen geschult, so dass die Verfahren allgemein für kostenminimierte Rückbaumaßnahmen zur Verfügung stehen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Arbeitspaket 1: Ermittlung der Werkstoffe und anderer spezifischer Randbedingungen beim Rückbau von Forschungsreaktoren

Arbeitspaket 2: Entwicklung und Bewertung existierender Schneidtechniken in Bezug auf die Anwendbarkeit beim Rückbau der Forschungsreaktoren

Arbeitspaket 3: Entwicklung fortgeschrittener Dekontaminationstechniken

Arbeitspaket 4: Technikumsversuche an Mock-Up's

Arbeitspaket 5: Planung und Durchführung der prototypischen Anwendung am FRMB

Arbeitspaket 6: Berichterstattung

3. Durchgeführte Arbeiten

- Durchführung der Versuche Trockeneis-Laserstrahlentschichten an Beton und Kacheln.
- Versuche mit der *Coaxial Jet Laser Cutting* Mehrphasendüse. Bestimmung des optimalen Arbeitsbereiches. Planung von modifizierten Ringstrahldüsen mit festem Durchmesser Verhältnis.
- Vorversuche zum Nd:YAG Laserschneiden.
- Planung und Einrichtung des Aerosolmessstandes. Anschluss an vorhandene Absaugeinrichtungen. Wahl der Messtechniken und Beschaffung der Messgeräte.

4. Ergebnisse

Die Parameterstudien beim Trockeneis-Laserstrahlentschichten mit dem Diodenlaser liefern den optimalen Arbeitsbereich.

Versuche mit der ersten Version der Coaxial-Jet-Düse zeigen, dass stabile Strahlen mit einer Länge bis zu 120 mm erzeugt werden können. Das optimale Querschnittsverhältnis Wasserstrahl/Luftstrahl sowie die optimalen Reynoldszahlen für Luft und Wasser wurden ermittelt.

Die Nd:YAG-Laser Schneidversuche zeigen die Grenzen der Schneidbarkeit von Aluminiumblechen mit einem 1kW Laser und herkömmlicher Schneidstrategie bei ca. 6 mm.

5. Geplante Weiterarbeiten

Durchführung weiterer Nd:YAG Laser Schneidversuche.

Versuche mit modifizierten Coaxial Jet Laser Cutting Mehrphasendüsen.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger: FZR, Postfach 510119, 01314 Dresden		Förderkennzeichen: 02 S 7768
Vorhabensbezeichnung: Schnelles Freimessverfahren für alpha-aktive Nuklide in Bauschutt durch Direktmessung von großflächigen dünnen Messpräparaten -Automatisierung des Verfahrens-		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.11.98 bis 31.10.00	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 357.500,00 DM	Projektleiter: Dipl. Chem. Nebelung	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Bei der Stilllegung von Nuklearanlagen mit möglichen α -aktiven Kontaminanten ist die Freimessung von Betonstrukturen wegen der geringen Reichweite der α -Strahlen ein Problem. Bisher übliche nasschemische Verfahren sind sehr zeitaufwendig. Mit den BMBF-geförderten Vorhaben 02 S 7442 2 und 02 S 7655 A8 konnte ein auf rein mechanischer Probenaufbereitung und Herstellung großflächiger dünner Messpräparate aus Suspensionen beruhendes Freimessverfahren für Beton entwickelt werden, das wesentlich schneller arbeitet. Es zeigen sich bei einigen Betonsorten Probleme bei der Herstellung der Messpräparate infolge Partikelagglomeration in der Suspension. Das Vorhaben hat die Überwindung dieser Probleme durch Einstellung geeigneter Bedingungen in der Suspension auf Grund von Zetapotentialbestimmungen, die Weiterentwicklung des Zerkleinerungsverfahrens für eine Anwendung auf kleine Probenmengen und die Automatisierung von Präparation, Messung und Messauswertung zum Gegenstand mit dem Ziel einer sicher reproduzierbaren und zeitoptimierten Anwendung der α -Direktmessung im Routinebetrieb.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

1. Untersuchung des Agglomerationsverhaltens der Suspension
 - Beton- und Suspensionsanalytik
 - Zetapotentialbestimmungen der Suspensionen
2. Vereinfachung des Zerkleinerungsprozesses
 - Erprobung der Fragmentierungsanlage „FRANKA“ zur Betonaufbereitung für
 - Grobzerkleinerung
 - Trennung in Grob- und Feinanteil
 - Trennung von Beton und Eisenbestandteilen
3. Automatisierung der Spektrenmessung und Spektrenauswertung

3. Durchgeführte Arbeiten

1. Vergleich des Zetapotentials von realen Betonsuspensionen mit den Suspensionen der Einzelbestandteile des Betons entsprechend der ermittelten Elementanalyse
Untersuchung der Wirkung verschiedener Dispergatoren
2. Wirkung des Hartmetall (WC) – Abriebs auf die α -Spektren
3. Verbesserung der Bedieneroberfläche des Programms Winkrum

4. Ergebnisse

1. Die Konzentration von Calciumcarbonat ist der Haupteinflussfaktor der Betonbestandteile auf das Zetapotential.
Als günstige Dispergatoren für Betonsuspensionen haben sich Natriumpyrophosphat, Natriumcitrat und Natriumhexametaphosphat erwiesen.
2. Durch WC - Beschichtung auf Actinidenstandards wird eine lineare Abnahme der Zählausbeute und eine lineare Zunahme der Halbwertsbreite der α -Peaks in Abhängigkeit der WC - Masse / Fläche gemessen. Gleichzeitig erfolgt eine Verschiebung des Peakmaximums zu niedrigen Energien.

5. Geplante Weiterarbeiten

1. Bestimmung von Ladungsmengen in Betonsuspensionen durch Polyelektrolyttitration
Ermittlung der Veränderung des Zetapotentials während des Trocknungsvorganges
2. Erprobung der Fragmentierungsanlage
3. Fertigstellung des Programms WINKRUM, Schaffung der Möglichkeit der Subtraktion von Spektren (Nulleffekt oder nichtkontaminierter Beton) und der Verwendung von Energieinhalten statt Kanalinhalt

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

Vortrag: BMBF / PTE – Workshop „Freimessung und Verwertung von Beton“ 15.12.99, Karlsruhe

Zuwendungsempfänger: BfS, Postfach 10 01 49, 38301 Salzgitter		Förderkennzeichen: 02 S 7778
Vorhabensbezeichnung: Ermittlung von Einsparpotentialen bei Stilllegung und Rückbau deutscher kerntechnischer Anlagen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.01.99 bis 31.12.99	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 702.952,00 DM	Projektleiter: Prof. Dr. Weil	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Eine Reihe stillgelegter und für den Rückbau vorgesehener kerntechnischer Anlagen befindet sich in der Verantwortung des BMBF. Er ist nachdrücklich darum bemüht, die Kosten für die Stilllegung von kerntechnischen Anlagen in seinem Verantwortungsbereich zu minimieren.

Zur Ermittlung von Einsparpotentialen bei Stilllegung und Rückbau werden 5 prototypische Standorte näher betrachtet: Physikalisch-Technischen Bundesanstalt Braunschweig (FRMB); Kerntechnische Anlagen im Forschungszentrum Karlsruhe (KNK-II, MILLI); Forschungszentrum Jülich (AVR, MERLIN); Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e.V. (RFR, AMOR); Kernkraftwerke der Energiewerke Nord GmbH Greifswald.

Nach entsprechender Datenerfassung wurden sowohl die technischen als auch die projektspezifischen und administrative Einsparpotentiale ermittelt, beraten und in einem gemeinsam von allen Beteiligten getragenen Bericht herausgestellt.

Neben der Erfassung des Anlagenstatus ist die Erfassung noch nicht gelöster Stilllegungs- und Entsorgungsprobleme vorgesehen, um für die zukünftigen Aufgaben optimale Lösungen für den Stilllegungsprozess vorschlagen zu können.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Das Vorhaben enthält 3 Arbeitspakete:

1. Arbeitspaket - Iststand (Information über die Anlagen, Stilllegungs- und Rückbauaktivitäten mit Darstellung der Probleme und Erfahrungen, Genehmigungsverfahren, Management und Controlling.)

2. Arbeitspaket - Analyse und Synthese

3. Arbeitspaket - Ergebnisdarstellung (Es wird ein Ergebnisbericht mit Empfehlungen und Vorschlägen zu Einsparpotentialen erarbeitet, nach Diskussion mit allen Beteiligten verabschiedet und vorgelegt.)

3. Durchgeführte Arbeiten

Die Vorhabensplanung sieht als wesentliches Element der Vorhabensdurchführung die Arbeit einer Arbeitsgruppe vor, die aus Vertretern des BfS, der Betreiber der beteiligten o.a. Anlagenstandorte, der GRS, des PTE und des BMBF besteht. Im Berichtszeitraum waren folgende Tätigkeiten zu verzeichnen:

1. 5. Sitzung der Arbeitsgruppe am 20.-21.10.1999 im FZJ (einschließlich Anlagenbesichtigung MERLIN), Diskussion bisher vorliegender Ergebnisse
2. Sitzung der Redaktionskommission der AG am 15.-16.11.1999 im BfS (Außenstelle Berlin) zur Abstimmung der Zusammenfassung des Berichts
3. 6. und letzte Sitzung der AG am 09.12.-10.12.1999 im VKTA (Rossendorf): Festlegung des Textes der Zusammenfassung und des allgemeinen Teils des Schlussberichts.

4. Ergebnisse

Es wurden folgende wesentliche Einsparpotentiale identifiziert:

- Vernetzung von Rückbauaktivitäten: Durch eine organisierte Kooperation der Anlagenbetreiber bei Stilllegung und Rückbau können, allein bezogen auf die untersuchten Anlagen, pro Jahr öffentliche Mittel von mindestens 80 Mio. DM eingespart werden.
- Verfügbarkeit des Endlagers KONRAD: Bei zeit-, d. h. bedarfsgerechter Verfügbarkeit des Endlagers KONRAD können öffentliche Mittel in Höhe von mindestens 10 Mrd. DM eingespart werden. Diese müssten sonst für eine Ertüchtigung der derzeit in Zwischenlagern eingelagerter Abfallbinde für eine Langzeitzwischenlagerung bzw. für eine spätere Endlagerung bis zum Jahr 2030 aufgewendet werden. Für einige Projekte besteht der Bedarf bereits jetzt.
- Verfügbarkeit von zentralen Langzeitzwischenlagern: Bei fortbestehendem Fehlen von Endlagerungsmöglichkeiten für die radioaktiven Abfälle aus der Stilllegung von mit öffentlichen Mitteln finanzierten kerntechnischen Anlagen ermöglicht eine zentrale Zwischenlagerung in bereits existierenden Lagern (ZLN der EWN und Gorleben) Einsparungen in Höhe von 1.9 bis 5 Mrd. DM gegenüber einer dezentralen Zwischenlagerung an den Standorten selbst.

Die Ergebnisse können sowohl bei laufenden Stilllegungsprojekten als auch bei der zukünftigen Stilllegung vor allem von Forschungsreaktoren genutzt werden.

5. Geplante Weiterarbeiten

Das Vorhaben ist abgeschlossen.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

Es liegt ein Schlussbericht mit dem Titel des Vorhabens vor.

Zuwendungsempfänger: BAM, Unter den Eichen 87, 12205 Berlin		Förderkennzeichen: 02 S 7788
Vorhabensbezeichnung: Entwicklung von Beurteilungsmethoden für Transport- und Lagerbehälter mit erhöhten metallischen Reststoffanteilen -Weiterführende Untersuchungen (EBER II)-		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.10.98 bis 31.03.01	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 536.830,00 DM	Projektleiter: Prof. Dr. Droste	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Der Zusatz metallischer Reststoffe bei der Herstellung von Gussbehältern für radioaktive Abfälle kann zu einer nachteiligen Beeinflussung sicherheitsrelevanter Werkstoffeigenschaften führen. Methoden der sicherheitstechnischen Bewertung von Transport- und Lagerbehältern mit erhöhten metallischen Reststoffanteilen wurden im Vorhaben EBER (02 S 7584) entwickelt. Zur Absicherung dieser Ergebnisse und Sicherstellung ihrer praktischen Anwendbarkeit sollen ergänzende Werkstoffuntersuchungen durchgeführt sowie das erarbeitete bruchmechanische Sicherheitskonzept für geometrisch komplexe Behälterpartien weiterentwickelt und verifiziert werden. Ein weiteres Ziel ist die Verallgemeinerung der Methodik auf andere optionale Endlagerstandorte.

Zusammenarbeit mit Fa. Siempelkamp Nuklear- und Umwelttechnik GmbH & Co., Krefeld als Zuwendungsempfänger des „Forschungsvorhabens zur Optimierung der Reststoffverwertung von Metallen – Weiterführende Untersuchungen (FORM II)“, Förderkennzeichen 02 S 7798

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- I. Ermittlung von Werkstoffkennwerten unter dynamischer Beanspruchung
(Messung der Ausbreitung von Spannungspulsen in Gusseisen mit Rezyklieranteil mittels Hopkinson-Bar-Technik und Berechnung der Werkstoffdämpfung)
- II. Weiterentwicklung der Beanspruchungsanalyse
(Definition der Referenzstörfallsituation, Berücksichtigung des Behälterinventars, der Zwischenlagerfundamente sowie von Optimierungen des Behälterdesigns)
- III. Bruchdynamische Untersuchungen
(Ermittlung des Spannungsintensitätsfaktors von Fehlern in geometrisch komplexen Behälterpartien und werkstoffmechanische Beurteilung)
- IV. Weiterentwicklung des sicherheitstechnischen Bewertungskonzepts
- V. Verifizierung des Sicherheitskonzeptes
(Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Fallversuchen mit einem vorgeschädigten Prototypbehälter sowie Vergleich mit Berechnungsergebnissen)

3. Durchgeführte Arbeiten

- Fortsetzung der Analyse der Ergebnisse aus den Hopkinson-Bar-Versuchen
- Weiterentwicklung der FE-Modelle für den Gusscontainer Typ VII mit Innenmasse und Referenzfundament (Versuchsfundament äquivalent Konrad-Endlager)
- Weiterführung der bruchdynamischen Untersuchungen (u. a. zur Verallgemeinerung einzelner Finite-Elemente-Berechnungsergebnisse als eine Grundlage des weiterentwickelten Sicherheitskonzeptes)

4. Ergebnisse

- Das Probenmaterial zeigt im elastischen Bereich bei Spannungen ab 70 % der Streckgrenze z. T. ein ausgeprägtes nichtlineares Verhalten, was bei der Auswertung der Hopkinson-Bar-Experimente (Korrelation der Messsignale an den Messstäben und am Probenstab) zu berücksichtigen ist. Für geringere Belastungsspannungen (Messreihe mit 30 % der Streckgrenze) ist das Materialverhalten hinreichend linear. Zur Angabe von mittleren Dämpfungsparametern für die einzelnen Werkstoffqualitäten sind noch weitere Berechnungen notwendig.
- Unterschiedlich vernetzte FuE-Modelle für die Behälterinnenmasse zeigen, dass diese in Abhängigkeit vom Materialmodell für die Berücksichtigung von Wellenausbreitungseffekten ebenso fein zu diskretisieren ist wie der Behälterkörper.
- Die Berücksichtigung des elastisch-plastischen Materialverhaltens bei der Bewertung von rissartigen Werkstofffehlern soll mit Hilfe der Deformationstheorie der Plastizität erfolgen, um eine formale Darstellung der Abhängigkeiten z. B. von der Rissbelastung und der Rissgeometrie zu ermöglichen.

5. Geplante Weiterarbeiten

- Abschluss der Untersuchungen zur Werkstoffdämpfung
- Weiterführung der Berechnungen zur Beanspruchungsanalyse
- Fortsetzung der bruchdynamischen Untersuchungen
- Weiterentwicklung des sicherheitstechnischen Bewertungskonzeptes
- Vorbereitung und Durchführung der Fallversuche mit einem Prototypbehälter

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger: Siempelkamp, Siempelkampstr. 45, 47803 Krefeld		Förderkennzeichen: 02 S 7798
Vorhabensbezeichnung: Forschungsvorhaben zur Optimierung der Reststoffverwertung von Metallen -Weiterführende Untersuchungen (FORM II)-		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.10.98 bis 31.03.01	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.002.900,00 DM	Projektleiter: Dr.-Ing. Holland	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Beim Rückbau kerntechnischer Anlagen werden in Zukunft vermehrt radioaktive metallische Reststoffe anfallen, die von einer konventionellen Wiederverwertung ausgeschlossen sind. Die Möglichkeiten und Konsequenzen eines steigenden Anteils dieser Reststoffe bei der Herstellung von Transport- und Lagerbehältern aus Gusseisen wurden im Vorhaben FORM (02 S 7594 2) untersucht. Zur Vervollständigung und Absicherung dieser Ergebnisse werden ergänzende Werkstoffuntersuchungen an gezielt eingestellten Werkstoffqualitäten des Sphärogusses durchgeführt und das Design der beiden Referenzbehälter optimiert. Aus den Ergebnissen werden auch die Anforderungen für unterschiedliche optionale Endlager, insbesondere im Hinblick auf die Fundamentgestaltung, ableitbar sein.

Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin, als Zuwendungsempfänger des Vorhabens „Entwicklung von Beurteilungsmethoden für Transport- und Lagerbehälter mit erhöhten metallischen Reststoffanteilen - Weiterführende Untersuchungen (EBER II)“, Förderkennzeichen: 02 S 7788

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- I Werkstofftechnische Untersuchungen an Testblöcken
 - Abguss und Bewertung von Testblöcken mit mittleren Karbid- und Perlitgehalten.
 - Glühversuche
 - Statistische Auswertung und multiple Einflussgrößenberechnung.

- II Bruchmechanische Werkstoffbewertung unter Störfallbedingungen
 - Ermittlung dynamischer Werkstoffkennwerte für Behältersicherheitsanalyse bei tiefen Temperaturen.
 - Bewertung von Zwischen-/Endlagerfundamenten unter Berücksichtigung des Behälterwerkstoffs.

III Optimierung des Behälterdesigns

- Maßnahmen zur Reduzierung der Behälterbelastung durch konstruktive Änderungen und Anpassung der Gießtechnik.

IV Mechanische Behälterprüfungen

- Abguss von optimierten Referenzbehältern.
- Mechanische Prüfung der Bauarten MOSAIK II und Gusscontainer Typ VII.

3. Durchgeführte Arbeiten

- Ermittlung und Bewertung der mechanischen Eigenschaften der zusätzlich abgegossenen 14 Testblöcke. Statistische Auswertung der Ergebnisse.
- Abguss und Beprobung von zwei MOSAIK-Behälter-Ringsegmenten unter realen Fertigungsbedingungen mit je einer Referenzanalyse für Typ A- und Typ B-Qualifikation.
- Vorbereitungen zur Ermittlung der dynamischen Werkstoffkennwerte aus den Ringsegmenten.

4. Ergebnisse

- Die Auswertung der zusätzlich abgegossenen 14 Testblöcke zeigte, dass die Herstellung von Gussblöcken mit gleichzeitig geringen Perlitgehalten und hohen Karbidgehalten nicht möglich ist. Die Einbeziehung dieses Gefügestandes in die multiple Einflussgrößenberechnung ist somit nicht erforderlich. Die übrigen Gefügestände wurden in den Daten-Pool implementiert.
- Die Ringsegmente wurden spezifikationsgerecht als Referenzmaterial für die beiden Werkstoffqualitäten „hohe Dehnung“ bzw. „niedrige Dehnung“ abgegossen und für die nachfolgenden Untersuchungen beprobt.

5. Geplante Weiterarbeiten

- Ermittlung der dynamischen Festigkeits- und Zähigkeitswerte der beiden Ringsegmente als Input-Werte für die numerische Simulation der Behälterbelastungen unter Betriebs- und Störfallbedingungen.
- Definition der betrieblichen Anforderungen für die Referenzbehälter.
- Auslegung der beiden Referenzbehälter und Festschreibung der Randbedingungen für die Auslegungsberechnungen.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger: Uni-Jena, Fürstengraben 1, 07743 Jena		Förderkennzeichen: 02 S 7808
Vorhabensbezeichnung: Entwicklung von Grundlagen zu Sanierungstechniken für schwermetall- bzw. radionuklidkontaminierte Böden durch Nutzung des Transfers der Kontaminaten in Pflanzenbiomassen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.11.98 bis 31.12.01	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 467.000,00 DM	Projektleiter: Prof. Dr. Bergmann	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Beim Rückbau von Bergbau- und Aufbereitungsanlagen des Uranerzbergbaus sind große mit Schwermetallen kontaminierte Bodenflächen entstanden. Das Vorhaben zielt auf die Grundlagenentwicklung einer Sanierungstechnik ab, die sich des Transfers der Kontaminanten aus den Böden in die Pflanzenbiomasse bedient und so ermöglicht, dass diese mit der Biomasse beseitigt werden können. Unter standortrelevanten Bedingungen sollen Grundlagen geschaffen werden

- um technologisch gut zu bearbeitende Pflanzen zu identifizieren, die mit Kontaminanten angereichert einer nachfolgenden Entsorgung zugeführt werden können
- um Bodentechnologien zu nutzen, die diese Anreicherung begünstigen.

Im Ergebnis können Sanierungsverfahren für belastete Böden angegeben werden. Andererseits resultieren daraus Hinweise, wie durch bestimmte Pflanzen und Bodentechnologien die Aufnahme von Kontaminanten in die Biomasse und damit der Übergang in den Biokreislauf minimiert werden kann. Auch damit ergeben sich Ansätze für effektive Sanierungskonzepte.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Übersichten, Planungen, Festlegungen

- Übersicht zu Akkumulation und Exclusion von Schwermetallen, ausgewählten Metalloiden und Radionukliden durch Pflanzen, besonders der Vegetation im gemäßigten Klima
- Information zur standorttypischen Kontamination und Festlegung über Untersuchungsareale und Pflanzenauswahl

Geländearbeiten, Laborexperimente und Analytik

- Bodensubstrat-Probenahme und Sammlung von Pflanzenmaterial einschließlich pflanzenassoziierter Komponenten
- Bodensubstrat-Extraktion und Gefäßversuche
- Multi-Element-Analyse von Pflanzen- und Bodenextraktproben (ICP-OES, ICP-MS)

Bewertung der Ergebnisse

- zur Schwermetall-Akkumulation durch Pflanzen und Möglichkeiten der Beeinflussung unter den gegebenen klimatischen und geogenen Bedingungen bzw.
- zur Minimierung der Schwermetallaufnahme durch Pflanzen und Möglichkeiten der Beeinflussung unter den gegebenen klimatischen und geogenen Bedingungen

- Ableitung von Prinziplösungen für Sanierungsverfahren bzw. Nutzungsrichtungen für entsprechend kontaminierte Flächen

3. Durchgeführte Arbeiten

- Auf vier bewaldeten Haldenflächen mit ausgewiesener Kontamination wurde die Vegetation nach BRAUN-BLANQUET aufgenommen, repräsentative Pflanzen- und Bodenproben für die spätere analytische Untersuchung gesammelt und die oberirdische Biomasseproduktion abgeschätzt.
- Es wurden 12 Pflanzenarten bei variiertem Urangehalt des Bodensubstrats im Gewächshausversuch getestet und nachfolgend die Durchführung von zwei Versuchsreihen mit je drei ausgewählten Pflanzenarten zur Bestimmung der Phytoextraktion von Uran durchgeführt.
- Verschiedene Bodenextraktionsmethoden, die für Aussagen zur Pflanzenverfügbarkeit von Uran und weiteren Schwermetallen herangezogen werden sollen, wurden optimiert und verglichen.
- Pflanzenproben von Haldenflächen und aus Gefäßversuchen wurden unter kontaminationsarmen Laborbedingungen mineralisiert und für spurenanalytische massenspektrometrische Messungen (ICP-MS) vorbereitet.

4. Ergebnisse

- Für 12 verschiedene Pflanzenarten wurde unter Laborbedingungen die pflanzentoxische Urankonzentration ermittelt.
- Die Extraktion von Uran und weiteren Schwermetallen aus Bodensubstraten wird stark beeinflusst durch die chemische Zusammensetzung der wässrigen Extraktionsmittel.

5. Geplante Weiterarbeiten

- Fortführung der Versuche zur Bestimmung des Phytoextraktionsvermögens für Uran an weiteren Pflanzenarten und unter verschiedenen Anbaubedingungen
- Erarbeitung eines analytischen Verfahrens (ICP-MS) für die Bestimmung kleinster Element-Spurenkonzentrationen in Pflanzenmaterial
- Bestimmung der Spurenelementgehalte in Pflanzenmaterial aus Gefäßversuchen und von den Haldenflächen
- Bilanzierung des Kontaminantenfluxes unter kontrollierten Versuchsbedingungen
- Untersuchungen zur Bedeutung organischer Verbindungen im Bodensubstrat auf die Mobilität im Boden und die Pflanzenverfügbarkeit von Uran und weiteren Schwermetallen.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger: Uni-Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover		Förderkennzeichen: 02 S 7818
Vorhabensbezeichnung: Entwicklung und Optimierung modularer Strahlschneid- und Handhabungssysteme für den kostengünstigen Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.11.98 bis 31.10.00	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.720.990,00 DM	Projektleiter: Prof. Dr. Haferkamp	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Vorhabensinhalt ist die Entwicklung und Qualifizierung handgeführter, personengebundener und manipulatorgestützter Strahlschneidverfahren (Laser-, Plasmafein- und Wasserabrasivstrahlschneiden). Ziel ist der flexible Einsatz für Bleche <20 mm inkl. Plattierung, div. Bauteilgeometrien und bei unterschiedlichen radiologischen Belastungen unter Maximierung der Schneidleistung sowie Minimierung des Energieeintrags und der Rückstände. Dies soll durch den Einsatz leistungsfähiger, an die Schneidverfahren angepasster Handhabungssysteme erreicht werden. Schwerpunkte sind neben der Entwicklung von handgeführten Systemen ein neuartiges personengebundenes System zur Gewährleistung konstanter Prozessparameter (Steady Cut) sowie ein kleinbauendes, selbthaltendes, modulares Trägersystem (WORMS) zur Gewährleistung einer idealen Werkzeugführung. Insgesamt soll die Minimierung der Strahlenexposition und Rückbaukosten und die Anpassungsfähigkeit der Schneid- und Handhabungssysteme für unterschiedlichste Zerlegeaufgaben durch modularen Aufbau erreicht werden. Ergebnis ist eine Entscheidungsmatrix, welche die günstigste Kombination aus Schneid- und Handhabungstechniken, auch für den nichtnuklearen Bereich und andere Werkstoffe inkl. Stoffverbunde anwendbar, aufzeigt.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Arbeitspaket 1: Weiterentwicklung des Laserstrahlschneidens

Arbeitspaket 2: Entwicklung eines handgeführten Plasmafeinstrahlsystems mit modularem Aufbau

Arbeitspaket 3: Entwicklung eines handgeführten Wasserabrasivsusensionsstrahl-Schneidsystems

Arbeitspaket 4: Entw. eines Steady Cut System (SCS) für die Handhabung von Strahlschneidsystemen

Arbeitspaket 5: Entwicklung eines Werkzeugträgersystems (Wide Operative Manipulator Systems)

Arbeitspaket 6: Gemeinsame vergleichende Schneiduntersuchungen mit den verschiedenartig gekoppelten Systemen, Bewertung

3. Durchgeführte Arbeiten

- 1 Entwicklung des handgeführten Laserschneidsystems; Tests und prototypische Anwendungen
- 2 Entwicklung des Plasmafeinstrahlsystems; Adaption an das Handführungssystem; Tests
- 3 Kopplung des handgeführten Moduls und WASS; Prototypische Anwendungen und Tests
- 4 Entwicklung und Aufbau der modul- und werkzeugspezifischen Schnittstellen; Applikation der Schneidwerkzeuge an Steady Cut System
- 5 Konstruktion und Aufbau des WORMS; Entwicklung, Aufbau und Programmierung der Steuerung; Entwicklung und Aufbau der Handhabungskomponentenadapter

4. Ergebnisse

Arbeitspaket 1: Für das handgeführte Laserstrahlschneiden wurden in Tests maximale Blechdicken von 10 mm (CrNi) durchtrennt. Optimaler Schmelzeaustrieb wird bei einer Zweistrahl-Lavaldüse erreicht. Mit Hilfe einer thermografischen Prozesskontrolle ist eine quasi online Durchschneidkontrolle des Schneidprozesses möglich. Erhöhung der Bediensicherheit durch Thermoschalter und Faserbruchdetektion. Mit der Fa. Kistmacher & Scholz wurde ein neues Design des handgeführten Laserschneidsystems entwickelt.

Arbeitspaket 2: In Zusammenarbeit mit der Fa. Kjellberg entwickelte das LWT ein Plasmafeinstrahlsystem, welches folgende Leistungsdaten aufweist: 1.500 l/h (Luft), 90 A, 20 mm (1.0116), $v_{\max}=0,75$ m/min, $A_{\min}=32$ mm²; mit Argon-Stickstoff als Plasmagas wurden folgende Leistungsdaten erreicht: 2x2000 l/h, 120 A, 20 mm (1.8907), $v_{\max}=0,36$ m/min, $A_{\min}=55$ mm². Die Adaption des Plasmabrenners an das SCS ist abgeschlossen.

Arbeitspaket 3: Die Kopplung des handgeführten Moduls und des Bearbeitungskopfes ist abgeschlossen; wesentliche Fortschritte wurden hinsichtlich der Arbeitssicherheit des Bedieners erreicht; erste prototypische Tests ergaben hohe kinetische Energie in den reflektierten Strahlen und führten zu der konstruktiven Gestaltung des Catchers.

Arbeitspaket 4: Die Entwicklung und der Bau des Steady-Cut-Systems sind abgeschlossen; erste Tests mit dem Plasmafeinstrahlbrenner führten zu einer Erweiterung des Werkzeugwechselsystems durch ein Kippgelenk und zur Entwicklung von Funkenprallwänden und weiterer Personenschutzmaßnahmen für den sicheren Betrieb des SCS; die Führungspräzision des SCS ist durch die Steifigkeit des Medienschlauchpakets eingeschränkt, so dass konstruktive Maßnahmen mit Kjellberg erarbeitet werden.

Arbeitspaket 5: Die Konstruktion und der Aufbau des WORMS sind weitestgehend abgeschlossen; die Entwicklung der Steuerungshardware und -software ist abgeschlossen; das System ist in der Lage, die Schneidköpfe auf den universellen Werkzeugwechseleinrichtungen mit einer Schneidgeschwindigkeit in einem Bereich von 0-1 m/min quasi stufenlos zu bewegen, der äquidistante Abstand der Schneidköpfe zur Werkstückoberfläche wird durch eine passive Abstandsregelung erreicht;

5. Geplante Weiterarbeiten

- 1 Tests und prototypische Anwendung unter realen Bedingungen
- 2 Tests und prototypische Anwendung unter realen Bedingungen
- 3 Tests und prototypische Anwendung des handgeführten WASS
- 4 Optimierung der Führungspräzision und Bedienfreundlichkeit des SCS; Test eines Prototypen
- 5 Applikation der Schneidwerkzeuge an WORMS und Tests; Erprobung des fernhantierten Ansetzens des WORMS

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger: GSF, Postfach 11 29, 85758 Oberschleißheim		Förderkennzeichen: 02 S 7828
Vorhabensbezeichnung: Planung zur Schließung der Schachtanlage Asse -Grundlagenermittlung und Vorplanung zu Abschnitt 2.2 des Rahmenterminplans		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.10.98 bis 31.03.00	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 538.957,00 DM	Projektleiter: Dipl. Ing. Schneefuß	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Vorhaben dient der Fortsetzung der Planung zur Schließung der Schachtanlage Asse nach Beendigung der Verfüllmaßnahmen der Abbaukammern in der Südflanke. Teilziele sind dabei die Erstellung von Planungsgrundlagen sowie die Erarbeitung von Vorplanungsunterlagen zur Verfüllung der offenen Grubenräume einschließlich der Schächte und Blindschächte, zum Rückbau der Tagesanlagen und zur Durchführung der erforderlichen infrastrukturellen Maßnahmen. Zeitgleich zur Verfüllung der Südflanke erfolgen vorbereitende Arbeiten zur Schaffung weiterer Barrieren für die eingelagerten Abfälle, zur Restverfüllung der Lagerkammer auf der 511-m-Sohle und der Einlagerungskammern der südlichen 750-m-Sohle.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Grundlagenermittlung

- Klären der Aufgabenstellung
- Ermitteln der Randbedingungen
- Zusammenstellen der die Arbeiten zur Schließung beeinflussenden Faktoren
- Zusammenstellen und Werten von Unterlagen
- Erläutern von Planungsdaten
- Ermitteln des Leistungsumfangs und der erforderlichen Vorarbeiten
- Formulieren von Entscheidungshilfen für die Auswahl anderer an der Planung fachlich Beteiligter
- Zusammenfassen der Ergebnisse

Vorplanung

- Analyse der Grundlagen
- Abstimmen der Zielvorstellungen auf die Randbedingungen
- Untersuchungen von Lösungsmöglichkeiten
- Beschaffen und Auswerten zusätzlicher Unterlagen
- Erarbeiten eines Schließungskonzeptes
- Klären und Erläutern der wesentlichen fachspezifischen Zusammenhänge, Vorgänge und Bedingungen
- Mitwirken beim Erläutern des Planungskonzeptes
- Überarbeiten des Planungskonzeptes nach Bedenken und Anregungen
- Bereitstellen von Unterlagen aus dem Vorentwurf
- Kostenschätzung
- Zusammenstellen der Ergebnisse der Vorplanung

3. Durchgeführte Arbeiten

- Überarbeitung und Ergänzung des Berichtsentwurfs Grundlagenermittlung
- Durchführung einer Variantenbetrachtung zum Versatztransport
- Fortführung der Erarbeitung eines Schließungskonzeptes
- Durchführung einer Literaturrecherche zum Stand der Technik beim Stilllegen von Bergwerken und Endlagern im Salzgestein

4. Ergebnisse

Der Bericht „Grundlagenermittlung“ beinhaltet u. a.

- eine Zusammenstellung der Schutzziele und Rechtsgrundlagen,
- eine Darstellung der geologischen, hydrogeologischen, geomechanischen und bergbaulichen Situation,
- eine Zusammenstellung der maschinellen Ausrüstung und Infrastruktur
- und eine Festlegung der für die Planung zur Schließung benötigten sowie nicht verfügbaren Daten

Im Rahmen der Vorplanung wurde das Konzept für den Versatztransport nach unter Tage erstellt. Dieses besteht darin, das Versatzmaterial (Ronnenberger Haldensalz) unter Nutzung der überträgigen Blasversatzanlage weitgehend in ungebrochener Förderung bis zu den verschiedenen Versatzbetriebspunkten zu transportieren. Eine Variantenbetrachtung führte zum Ergebnis, dass der Blasversatz von über Tage bis vor Ort in Bezug auf den spezifischen Arbeits- und Zeitaufwand Vorteile hat.

In einer Literaturrecherche wurde eine Bestandsaufnahme zum internationalen Stand der Technik beim Stilllegen von Bergwerken und Endlagern im Salzgestein durchgeführt. Dabei wurden auch die gesammelten Erfahrungen mit Strecken- und Schachtverschlüssen berücksichtigt. Bei Streckenverschlüssen in konventionellen Bergwerken blieben nur längere Absperrbauwerke in Steinsalzstrecken über Jahrzehnte dicht. Schachtverfüllungen und -abdichtungen wurden erst in den 70er Jahren soweit entwickelt, dass auf statischen Widerlagern im Schacht Dichtelemente aufgesetzt wurden. Kali- und Steinsalzgewinnungsbetriebe wurden in der Vergangenheit und z. T. auch heute noch durch Flutung des Grubengebäudes verwahrt. Die derzeitigen Planungen zur Schließung des ERAM können u. U. in angepasster Form für die Schließungsplanung angewandt werden.

5. Geplante Weiterarbeiten

Beendigung der Grundlagenermittlung. Weiterführung der Vorplanung mit der vertieften Bearbeitung des ausgewählten Schließungskonzeptes. Erstellung des Abschlussberichts Vorplanung.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Auftragnehmer: Brenk, Heider-Hof-Weg 23, 52080 Aachen		Förderkennzeichen: 02 S 7839
Vorhabensbezeichnung: Überarbeitung und Aktualisierung der Untersuchung zu Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Anlagen aufgrund geänderter Rahmenbedingungen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.07.99 bis 29.02.00	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 66.102,60 DM	Projektleiter: Dr. Thierfeldt	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Im Rahmen des Vorhabens 02 S 7717 4 hatte Brenk Systemplanung die Untersuchung „Stilllegung kerntechnischer Anlagen - Erfahrungen und Perspektiven“ überarbeitet und auf den Stand Februar 1999 (Ende der Vorhabenslaufzeit) gebracht. Aufgrund der vollständig geänderten Situation im Bereich der Kernenergie in Deutschland, der Koalitionsvereinbarungen und der offenen Frage bzgl. des Konsenses zur Stilllegung von Kernkraftwerken wurde entschieden, den vorgelegten Endbericht zu überarbeiten. Ziel dieser Überarbeitung ist die Einbeziehung der neuesten Entwicklung bzgl. Restlaufzeiten und Stilllegung kerntechnischer Anlagen. Neben der Anfertigung des Endberichts ist auch das Layout als zur Veröffentlichung bestimmte Broschüre und die Anfertigung der Druckfilme vorgesehen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Überarbeitung des im Rahmen von Vorhaben 02 S 7717 4 angefertigten Berichts

AP2: Abstimmung des in AP 1 identifizierten Überarbeitungsbedarfs mit dem Auftraggeber

AP3: Erstellung des Endberichts (einschl. Layout) und Abstimmung mit dem Auftraggeber

3. Durchgeführte Arbeiten

zu AP1 und AP2:

Der Überarbeitungsumfang wurde identifiziert und mit dem Auftraggeber abgestimmt. Die Änderungsvorschläge wurden eingearbeitet.

4. Ergebnisse

im Berichtszeitraum keine

5. Geplante Weiterarbeiten

Fertigstellung des Endberichts (AP3) und Erstellung der Druckfilme (AP4).

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger: Uni-Dortmund, August-Schmidt-Str. 4, 44227 Dortmund		Förderkennzeichen: 02 S 7849
Vorhabensbezeichnung: Trennen von graphitischen Reaktorbauteilen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.09.99 bis 31.08.01	Berichtszeitraum: vom 01.09.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 2.308.500,00 DM	Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Bach	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Graphit und Kohlestein sind in Moderatoren, Reflektoren und thermischen Säulen an Forschungs- und Versuchsreaktoren in Deutschland installiert. Für deren Entsorgung werden z.Zt. unterschiedliche Konzepte diskutiert.

Das Vorhaben geht von einer Verpackung aktivierten Graphits/Kohlesteins im ursprünglichen Materialzustand in Behältern aus.

Durch Zerlegen sollen aktivierte/kontaminierte Schichten abgetrennt und Stücke so dimensioniert werden, dass eine maximale Volumenausnutzung der Behälter und damit eine Minimierung des Endlagervolumens und der Endlagerkosten erreicht wird. Die Zerletechniken (mechanisch, hydraulisch, thermisch) werden mit dem Ziel einer Sekundärwasteminimierung entwickelt bzw. angepasst. Besondere Bedeutung hat hierbei die Entwicklung von Sammeltechniken für den ausgetragenen Graphitstaub.

Die unterschiedlichen Verfahren werden verglichen und insbesondere hinsichtlich ihrer Qualifizierungsfähigkeit und Kosten bewertet.

Bei Einsatz der zu entwickelnden Zerletechniken lassen sich bei der Entsorgung von Graphit- und Kohlesteinteilen aus kerntechnischen Anlagen schätzungsweise bis zu 50 % der erforderlichen Behältervolumina einsparen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- 2.1 Bestandsaufnahme des in Deutschland zu entsorgenden Materials an Graphit/Kohlestein
- 2.2 Einfluss der aus der Bestrahlung und thermischen Beeinflussung resultierenden Materialveränderungen auf eine Zerlegung
- 2.3 Verfahrensauswahl, -entwicklung und -anpassung
- 2.4 Entwicklung von Verfahren zur gesicherten Graphitstaubsammlung bei der Zerlegung
- 2.5 Vergleichende Bewertung der verschiedenen Verfahren zur Zerlegung keramischer Reaktorbauteile aus Graphit/Kohlestein und Dokumentation

3. Durchgeführte Arbeiten

Zur Zeit werden die Arbeitspakete 1 („Bestandsaufnahme des in Deutschland zu entsorgenden Materials an Graphit/Kohlestein und seine Charakterisierung hinsichtlich Menge, Herkunft, Zusammensetzung, Form, radiologischer Last und geometrischer Abmessungen speziell für jeden Reaktor“) und 2 („Einfluss der aus der Bestrahlung und thermischen Beeinflussung resultierenden Materialveränderungen auf eine Zerlegung“) bearbeitet. Die Literatur- und Patentrecherchen sind bei verschiedenen Partnern in Arbeit und deren Ergebnisse werden während des nächsten Projekttreffens aller Partner am 25.01.2000 in Jülich ebenso vorgestellt, wie die gesammelten Daten über zu entsorgende graphitische Reaktorbauteile bei Betreibern von Kernreaktoren in Verantwortung des Bundes.

4. Ergebnisse

Die Literatur- und Patentrecherchen sind bei verschiedenen Partnern in Arbeit und deren Ergebnisse werden während des nächsten Projekttreffens aller Partner am 25.01.2000 in Jülich ebenso vorgestellt, wie die gesammelten Daten über zu entsorgende graphitische Reaktorbauteile bei Betreibern von Kernreaktoren in Verantwortung des Bundes.

5. Geplante Weiterarbeiten

Die geplanten Weiterarbeiten entsprechen dem Arbeitsplan.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte

keine

7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger Forschungszentrum Karlsruhe, Projektträger des BMBF für Entsorgung (PTE)		Förderkennzeichen: KWA 9901
Vorhabensbezeichnung: „Unterstützungsprogramm Granit“		
Zuordnung zum FuE-Programm: Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen: Weiterentwicklung von Endlager- und Untertagedeponiekonzeptionen unter Sicherheitsgesichtspunkten		
Laufzeit des Vorhabens: vom 01.01.99 bis 31.12.2002	Berichtszeitraum: vom 01.07.1999 bis 31.12.1999	
Gesamtkosten des Vorhabens: 4.131.519,00 DM	Projektleiter W. Bechthold	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Mit dem Vorhaben werden die Rahmenbedingungen für die Mitarbeit deutscher Wissenschaftler an den internationalen Forschungsprogrammen im schweizerischen Felslabor Grimsel (FLG) und im schwedischen „Hard Rock Laboratory“ (HRL) Äspö gegeben. Diese durch bilaterale Verträge geregelte Mitarbeit dient der weiteren Vertiefung der Kenntnisse über die Mobilität und Ausbreitung von Radionukliden in der Umgebung eines Endlagers in geklüftetem und wasserführendem Gebirge (Granit) und der Verbesserung der für die Charakterisierung des Endlager-Wirtsgesteins und für die Durchführung von Endlager-Sicherheitsanalysen benötigten Instrumentarien. Zur Erreichung dieser Ziele werden In-situ-Untersuchungen im FLG und im HRL Äspö, Laborversuche an den Standorten der beteiligten Institutionen und die Weiterentwicklung von numerischen Modellen durchgeführt. Durch die Mitarbeit in internationalen Arbeitsgruppen wird der Erfahrungsaustausch und die Kenntniserweiterung auch auf den an die genannten Ziele angrenzenden Feldern ermöglicht.

Die Arbeiten werden bei BGR, FZK, GRS, TU Braunschweig und TU Clausthal durchgeführt. Sie werden ausführlicher in den Berichten über die jeweiligen Vorhaben in Kapitel 2.1 beschrieben.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Die folgenden Arbeiten werden im Rahmen der erwähnten bilateralen Verträge ausgeführt:

1. Untersuchungen zu Strömungs- und Transportprozessen und zum Zweiphasenfluss in den technischen Barrieren und im Gebirge (Vorhaben 02 E 9027, 02 E 9037, 02 E 9198, 02 E 9218)
2. Weiterentwicklung und Erprobung von Methoden zur Bestimmung der Feuchtigkeitsausbreitung und zur Beurteilung der geomechanischen Gebirgseigenschaften in der Umgebung untertägiger Hohlräume (Vorhaben 02 E 9027, 02 E 9098, 02 E 9208)
3. Identifizierung der effektiven Parameter in Modellen für die Ausbreitung von Schadstoffen im Gebirge und Validierung der Modelle (Vorhaben 02 E 9208, 02 E 9218)
4. Untersuchungen zum Transport und zur Rückhaltung von Radionukliden in kristallinen Gesteinen (Vorhaben 02 E 8916, 02 E 9067)
5. Untersuchungen zur Migration von kolloidalen und gelösten Radionuklidspezies in den technischen und natürlichen Barrieren (FZK/INE, überwiegend institutionelle Förderung)

3. Durchgeführte Arbeiten

1. Im FLG wurden für den in einem internationalen Projekt geplanten Großversuch (GMT) die relevanten Eigenschaften des Gebirges in der Umgebung des Versuchsorts bestimmt. Im HRL Äspö

befindet sich das von BGR, GRS und TU BS bearbeitete Projekt in der letzten Phase. Die Modellierung von Strömungs- und Transportprozessen im Rahmen der HRL-Task-Force wurde fortgesetzt.

2. Messungen der Feuchtigkeitsausbreitung im Gestein mit geoelektrischen Verfahren und seismische Bohrlochmessungen zur Bestimmung von Auflockerungszonen wurden fortgesetzt.
3. Für das unter Leitung von BGR im FLG durchgeführte Projekt „Effektive Parameter (EFP)“ wurden die Versuchsanordnung geplant und die geoelektrischen Messungen vorbereitet. Die vorhandenen Daten über die Klüfte im vorgesehenen Versuchsort wurden geostatistisch ausgewertet.
4. Die Arbeiten zur Entwicklung einer Methode für die Quantifizierung geochemischer Mobilisierungs-/Immobilisierungsprozesse in granitischen Gesteinen wurden beendet. Die Messungen der U-/Th-Isotopenverhältnisse in Calciten aus dem HRL Äspö und dem FLG stehen vor dem Abschluss.
5. Die Löslichkeit und die geochemische Speziation von Actiniden unter den geplanten In-situ-Bedingungen wurde vorausberechnet. In Laborexperimenten wurde die Sorption von Actiniden an Granit, Kluffüllmaterial und Bentonitkolloiden quantifiziert. Für die Versuche mit der CHEMLAB-II-Sonde wurden die technischen Vorbereitungen beendet.

4. Ergebnisse

In den Untersuchungen zu Strömungs- und Transportprozessen und zum Zweiphasenfluss wurde eine gute Übereinstimmung zwischen den numerischen Simulationen und den experimentellen Ergebnissen gefunden. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass sich die mobilen Gase in Form von Blasen in den Klüften ausbreiten.

Die Experimente zur Bestimmung der Aufnahmekapazität von Granit gegenüber in radioaktiven Abfällen enthaltenen Elementen haben gezeigt, dass ein großer Teil der Elemente in den im Granit vorhandenen Mineralen Epidot und Allanit fixiert werden kann.

In den Vorversuchen zur Migration von Kolloiden und Actiniden zeigte sich, dass unter den gegebenen geochemischen Bedingungen kolloidale Spezies für Am und Pu über lange Zeiträume stabil bleiben.

5. Geplante Weiterarbeiten

Das gemeinsame Projekt von BGR und GRS im HRL Äspö zum Zweiphasenfluss wird abgeschlossen. Im FL Grimsel werden die vorbereitenden Messungen zum internationalen Projekt GMT fortgesetzt und die Instrumentierung des Versuchsorts begonnen.

Im HRL Äspö wird die Aufsättigung des Gebirges in der Umgebung der ZEDEX-Strecke mit geoelektrischen Messungen bestimmt. Die Weiterentwicklung seismischer Messverfahren wird mit Refraktions- und Reflexionsmessungen und der Verbesserung der zugehörigen Software fortgesetzt.

Im EFP-Projekt werden die Versuchsbohrungen für die Tracer-Versuche vorbereitet und die Verfahren zur Ermittlung eines repräsentativen Elementarvolumens weiter entwickelt.

Die Untersuchungen zur Rückhaltekapazität von Calciten gegenüber U und Th werden beendet.

Im FLG und im HRL Äspö ist die Durchführung von Experimenten zur Bestimmung der Migration von kolloidalen und gelösten Radionuklidspezies geplant. Die hierfür benötigten geochemischen Transportmodelle werden weiter verbessert.

6. Erfindungen, Neuerungen, Verbesserungen, Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte


keine

7. Berichte, Veröffentlichungen





Siehe Zwischenberichte zu den einzelnen Vorhaben

3 Verzeichnis der ausführenden Forschungsstellen


Brenk Systemplanung, Heider-Hof-Weg 23, 52080 Aachen

- 02 S 7839 Überarbeitung und Aktualisierung der Untersuchung zu Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Anlagen aufgrund geänderter Rahmenbedingungen  155


Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Stilleweg 2, 30655 Hannover

- 02 E 9037 Zweiphasenfluss-Experimente im geklüfteten wasserführenden Kristallin >Gastransport in geklüfteten teilgesättigten Gebirgen<  38
- 02 E 9098 Entwicklung und Erprobung von zerstörungsfreien seismischen In-situ-Methoden zur Beurteilung der geomechanischen und hydraulischen Gebirgseigenschaften in der Umgebung untertägiger Hohlräume in Endlagerformationen  46
- 02 E 9218 Deutsch-Schweizerische Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Endlagerung (Felslabor Grimsel Phase V). Teilprojekt I: Effektive Parameters (EFP); Teilprojekt II: Numerical Calculation of Two-Phase Flow.  70
- 02 E 9228 Weiterführung der Arbeiten zu den experimentellen und numerischen Untersuchungen zum Verhalten von Versatz in Endlagerstrecken im Salinar  72


Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Unter den Eichen 87, 12205 Berlin

- 02 S 7788 Entwicklung von Beurteilungsmethoden für Transport- und Lagerbehälter mit erhöhten metallischen Reststoffanteilen -Weiterführende Untersuchungen (EBER II)-  144




Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Postfach 10 01 49, 38301 Salzgitter

- 02 S 7778 Ermittlung von Einsparpotentialen bei Stilllegung und Rückbau deutscher kerntechnischer Anlagen  142


Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE), Eschenstraße 55, 31224 Peine

- 02 E 8946 Entwicklung und Erprobung redundanter faseroptischer Messsysteme mit Selbstkontrolle zur Endlagerüberwachung  24


Forschungszentrum Jülich GmbH, , 52425 Jülich

- 02 E 9108 Untersuchungen zur Radionuklidfreisetzung und zum Korrosionsverhalten von bestrahltem Kernbrennstoff aus Forschungsreaktoren unter Endlagerbedingungen  48
- 02 W 6218 Entwicklung digitaler Safeguardstechniken zur Verbesserung der Effektivität und der Kosteneffizienz und Anpassung an das neue Safeguardssystem IN FCIRC/540  127
- 02 W 6228 Das "gestärkte Safeguardssystem" und die Nichtverbreitungs-Herausforderungen -Perspektiven und innovative Lösungsansätze-  130


Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe
--


KWA 9901 Unterstützungsprogramm Granit  159

Forschungszentrum Rossendorf e. V. (FZR), Postfach 510119, 01314 Dresden


02 S 7768 Schnelles Freimessverfahren für alpha-aktive Nuklide in Bauschutt durch  140
Direktmessung von großflächigen dünnen Messpräparaten -
Automatisierung des Verfahrens-

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., Leonrodstraße 54, 80636 München
--


02 C 0537 Entwicklung und In-situ-Test akustischer Verfahren zur zerstörungsfreien  91
Beurteilung von Auflockerungszonen im Salinar


02 C 0568 Komplexes Mess- und Auswertinstrumentarium für die untertägige Erkun-  98
dung von Problemzonen der geologischen Barriere von Endlagern und Un-
tertagedeponien im Salinar; Einbeziehung von Sonarverfahren


Friedrich-Schiller-Universität, Fürstengraben 1, 07743 Jena
--


02 S 7808 Entwicklung von Grundlagen zu Sanierungstechniken für schwermetall-  148
bzw. radionuklidkontaminierte Böden durch Nutzung des Transfers der
Kontaminaten in Pflanzenbiomassen


Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Schwertnergasse 1, 50667 Köln

02 C 0618 Erstellung einer Datenbank zur Bestandsaufnahme und Bewertung geoche-  109
mischer Informationen zum Verhalten von Abfallinhaltsstoffen im Deckge-
birge einer UTD/UTV (Sorptionsdatenbank Chemieabfälle)

02 E 9017 Untersuchungen zum Zweiphasenfluss und diffusiven Transport in Tonbar-  34
rieren und Tongesteinen


02 C 0506 Erweiterung und Übertragung von Untersuchungsmethoden für die untertä-  84
gige Einbringung von Abfällen -Realitätsnahe Untersuchungsmethoden zur
Bestimmung des Langzeitverhaltens-

02 C 0608 Geochemische Barriereeffizienz im anaeroben Deponienahfeld einer UTD  107
(Geochemische Barriere)











02 C 0628 Modellrechnungen zur großräumigen dichteabhängigen Grundwasserbewe-  111
gung

02 C 0659 Langzeitstabilität von Tondichtungen in Salzformationen  113

02 C 0669 Hydraulische Kennwerte von tonhaltigen Mineralgemischen zum Verschluss  115
von Untertagedeponien

02 C 0679 Erstellung und Nutzung einer Datenbank zur Bestandsaufnahme und Be-  117
wertung methodenabhängiger Informationen zum Mobilisationsverhalten
und zum Schadstoffpotential von organisch und anorganisch belasteten
Feststoffen


02 C 0689	Gasfreisetzung aus chemisch-toxischen Abfällen in Untertagedeponien	119
02 E 8805	Experimentelle Untersuchungen zum Verhalten von Versatz in Endlagerstrecken im Salinar	16
02 E 8845	Aktualisierte Langzeitsicherheitsanalyse für wärmeerzeugende Abfälle im Salinar	18
02 E 8855	Wissenschaftliche Grundlagen zum Nachweis der Langzeitsicherheit von Endlagern	20
02 E 8956	Experimentelle und theoretische Untersuchung physikalisch-chemischer Vorgänge beim Laugenzutritt in Einlagerungsstrecken -theoretischer Teil-	26
02 E 8986	Untersuchungen zur geochemischen Stabilität von Tonen in Endlagern und Untertagedeponien im Salzgestein	30
02 E 9006	Gasfreisetzung und Migration im Boom-Clay von Mol im Projekt >Corrosion on Active Glass in Underground Conditions< (CORALUS) at SCK-CEN in Mol	32
02 E 9027	Zweiphasenfluss-Experiment im geklüfteten Kristallin im Hartgesteinslabor Äspö -Strömungsverhältnisse im Stollennahfeld-	36
02 E 9047	Wirksamkeit der Abdichtung von Versatzmaterialien -Geochemische Untersuchungen zum Langzeitverhalten von Salzversatz mit Zuschlagstoffen-	40
02 E 9118	Untersuchungen zur hydraulisch wirksamen Auflockerungszone um Endlagerbereiche im Salinar in Abhängigkeit vom Hohlraumabstand und Spannungszustand	50
02 E 9128	Tertiäre Sedimente als Barriere für die U/Th-Migration im Fernfeld von Endlagern	52
02 E 9138	Entwicklung eines Modells zur Beschreibung des geochemischen Milieus in hochsalinaren Lösungen	54
02 E 9148	Entwicklung eines Programms zur dreidimensionalen Modellierung des Schadstofftransportes	56
02 E 9168	Untersuchung des Barriereverhaltens von Anhydrit bei großräumigen Gebirgsspannungsumlagerungen (BARIAN)	60
02 E 9178	Aktualisierung sicherheitsanalytischer Rechenprogramme für Teilsysteme eines Endlagers (ARTE)	62
02 E 9188	Untersuchungen zur Gas- und Wasserfreisetzung und der Wasserverteilung im Erhitzerversuch im OPALINUS-Ton des Mont Terri-Tunnels	64
02 E 9198	Untersuchungen zur Gasausbreitung in den technischen Barrieren Beton und Bentonit sowie im Granit im Felslabors Grimsel (Phase 5)	66
02 E 9208	Felslabor Grimsel (Phase V): Effektive Parameter (EFP) -Begleitende geoelektrische Untersuchungen-	68

- GNB Gesellschaft für Nuklear-Behälter mbH, Hollestr. 7A, 45127 Essen**
- 02E 8181A Verkehrs- und atomrechtliches Zulassungsverfahren für den Transport- und Lagerbehälter CASTOR MTR 2  14
- GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH, Postfach 11 29, 85758 Oberschleißheim**
- 02 S 7828 Planung zur Schließung der SchachtanlageASSE – Grundlagen-ermittlung und Vorplanung zu Abschnitt 2.2 des Rahmenterminplans  153
- IFG Institut für Gebirgsmechanik GmbH, Friederikenstr. 60, 04279 Leipzig**
- 02 C 0264 Untersuchungen (Stoffgesetz-Entwicklung, Modellierung) zum Sprödbrechverhalten von Carnallit und seiner Auswirkungen auf die Langzeitsicherheit von UTD  76
- 02 C 0274 Untersuchungen zur Langzeitsicherheit von UTD in Salzformationen der flachen Lagerung im Zusammenhang mit dem Verformungs- und Bruchverhalten (Phase II)  78
- 02 E 9158 Untersuchung des Barriereverhaltens von Anhydrit bei großräumigen Spannungsumlagerungen (BARIAN)  58
- Institut für Interdisziplinäre Isotopenforschung e.V., Permoserstr. 15, 04318 Leipzig**
- 02 C 0709 Geochemische Untersuchungen zur Retention von geogenen/anthropogenen Kohlenstoffverbindungen für toxische Schwermetalle  123
- Kali und Salz Beteiligungs AG Kassel, Friedrich-Ebert-Str. 160, 34119 Kassel**
- 02 C 0516 Schachtverschlüsse für untertägige Deponien in Salzbergwerken - Forschungsvorhaben Schachtverschluss Salzdettfurth Schacht SA II  86
- Kali-Umwelttechnik GmbH Sondershausen, Am Schacht II, 99701 Sondershausen**
- 02 E 9057 Wirksamkeit der Abdichtung von Versatzmaterialien -Technikums- und In-situ-Versuche am Dreistoffsystem polymineralisches Salzgestein-Versatzstoff-Fluid-  42
- 02 C 0699 Untersuchungen zur Entwicklung, Anwendung und Eignung von mineralischen Gelen und Bindemittelsystemen auf Sorelbasis zur Einbettung und Sorption schadstoffhaltiger Abfallstoffe und zur Verbesserung der Barriere-wirkung von Versatz  121
- Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung -Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben-, Stilleweg 2, 30655 Hannover**
- 02 C 0578 Komplexes Mess- und Auswertinstrumentarium für die untertägige Erkundung von Problemzonen der geologischen Barriere von Endlagern und UTD im Salinar -Einbeziehung elektromagnetischer Verfahren  100


**Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Universitätsplatz 2,
39016 Magdeburg**

- 02 C 0486 Grundlagenuntersuchungen zum Dickstoffverfahren mit chemisch/toxischen Abfällen, insbesondere MVA-Filteraschen, im Salinar  82



**Siempelkamp Nuklear- und Umwelttechnik GmbH & Co., Siempelkampstr.
45, 47803 Krefeld**

- 02 S 7798 Forschungsvorhaben zur Optimierung der Reststoffverwertung von Metallen -Weiterführende Untersuchungen (FORM II)-  146






Stoller Ingenieurtechnik GmbH, Bärensteiner Straße 27/29, 01277 Dresden

- 02 E 8966 Experimentelle und theoretische Untersuchung physikalisch-chemischer Vorgänge beim Laugenzutritt in Einlagerungsstrecken -experimenteller Teil-  28


TU Bergakademie Freiberg, Akademiestr. 6, 09596 Freiberg

- 02 C 0527 In-situ-Ermittlung von Strömungskennwerten natürlicher Salzgesteine in Auflockerungszonen gegenüber Gas und Salzlösungen unter den gegebenen Spannungsbedingungen im Gebirge  89
- 02 C 0547 Entwicklung eines Grundkonzepts für langzeitstabile Streckenverschlussbauwerke im Salinar -Bau und Test eines Versuchsverschlussbauwerkes unter realen Bedingungen-  93


TU Clausthal, Adolph-Roemer-Straße 2A, 38670 Clausthal-Zellerfeld

- 02 C 0395 Untersuchungen zur dauerhaften Immobilisierung schadstoffhaltiger Rückstände unter Berücksichtigung der Barrierewirkung kompakter Wirtsgesteine  80
- 02 C 0588 Mechanische und hydraulische Eigenschaften von Auflockerungszonen des grubenraumnahen Gebirges in Verbindung mit der Planung von Damm- und Verschlussbauwerken im Salinar -Teil A: Mechanische Modellbildung und mechanisch-hydraulische Tragwerksanalyse-  103
- 02 C 0598 Mechanische und hydraulische Eigenschaften von Auflockerungszonen des grubennahen Gebirges in Verbindung mit der Planung von Damm- und Verschlussbauwerken im Salinar -Teil B: Hydraulische Modellbildung-  105
- 02 E 8916 Mobilisierung und Immobilisierung endlagerrelevanter Elemente  22
- 02 E 9067 U-Th-Isotopenverteilung als natürliches Analogon zur Mobilität von Actiniden in granitischen Gesteinen  44

**TÜV Energie- und Systemtechnik GmbH -Unternehmensgruppe TÜV Bayern,
Westendstraße 199, 80686 München**

- 02 S 7697 Weiterentwicklung der In-situ-Gammaspektrometrie zu einem qualifizierten Freimessverfahren zur Entlassung großer Flächen und Gebäudestrukturen aus der strahlenschutzrechtlichen Bindung  134

Universität Dortmund, August-Schmidt-Str. 4, 44227 Dortmund
--


02 S 7758 Entwicklung und Qualifizierung neuer Zerlege- und Dekontaminationstechniken für den Rückbau von Forschungsreaktoren unter dem Gesichtspunkt der Kostenminimierung  138

02 S 7849 Trennen von graphitischen Reaktorbauteilen  157


Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover

02 S 7818 Entwicklung und Optimierung modularer Strahlschneid- und Handhabungssysteme für den kostengünstigen Rückbau kerntechnischer Anlagen  151

Universität Leipzig, Ritterstr. 26, 04109 Leipzig
--

02 C 0558 Komplexes Mess- und Auswertearmamentarium für die untertägige Erkundung von Problemzonen der geologischen Barriere von Endlagern und UTD im Salinar-Geologie, Einbeziehung von Geoelektrik und Seismik  95

Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e.V., Postfach 510 119, 01314 Dresden

02 S 7738 Entwicklung und prototypische Anwendung eines In-situ-Röntgenfluoreszenz-Gammaspektrometers zur Detektion der Schwermetallkontamination (Th, U, Pu) beim Rückbau kerntechnischer Anlagen  136