

**Forschungszentrum Karlsruhe
in der Helmholtz-Gemeinschaft**

PTE-S Nr. 8

Halbjahresbericht über den Stand der
BMBF-Stillegungsprojekte
und der vom BMBF geförderten FuE-Arbeiten zu
„Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“

Berichtszeitraum: 01. Januar - 30. Juni 2004

Projekträger Wassertechnologie und Entsorgung
im Auftrag des
Bundesministeriums für Bildung und Forschung

**Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
September 2004**

PTE-S Berichte

Der vorliegende Halbjahresbericht unterrichtet die Beteiligten an den Stilllegungsarbeiten, die aus dem BMBF-Titel „Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Versuchs- und Demonstrationsanlagen“ finanziert werden, weiter die im Rahmen des Förderkonzepts „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“ FuE-Arbeiten durchführenden Forschungsstellen, sowie zuständige Behörden. Eine Weitergabe des Berichtes oder seines Inhaltes an Dritte bedarf der Zustimmung des Projektträgers des BMBF.

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 ist im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) sowie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) Projektträger für den Programmbereich „Entsorgung“.

Dieser Auftrag umfasst die Förderkonzepte „Forschungsförderung zur Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen“ und „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“. Im Rahmen dieses Auftrages betreut der Projektträger PtWT+E u. a. für BMBF, Referat 413, die FuE-Vorhaben zu Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen.

Der vorliegende Fortschrittsbericht dokumentiert Stand und Ergebnisse dieser FuE-Vorhaben und darüber hinaus der Stilllegungsprojekte, die aus dem im Geschäftsbereich des BMBF befindlichen Stilllegungstitel finanziert werden. Er wird von PtWT+E *halbjährlich* herausgegeben, um den auf der vorangehenden Seite genannten Personenkreis über die durchgeführten Arbeiten zu informieren.

Der Bericht ist folgendermaßen aufgebaut:

Teil 1 stellt die Stilllegungsprojekte des BMBF in Form von formalisierten Zwischenberichten dar und zwar

- die Projekte MERLIN und AVR am Standort Jülich
- die Projekte des HDB, KNK, MZFR und WAK am Standort Karlsruhe
- die Restabwicklung des THTR 300
- die Verfüllung der Südflanke der Schachtanlage Asse
- die Stilllegung des Forschungsreaktors TRIGA Heidelberg II
- Projekt MAREN bei GKSS.

Der Stilllegungszustand des BER I am HMI ist seit 1974 unverändert. Daher entfällt die zuletzt in PTE-S Nr. 3 erfolgte Darstellung.

Teil 2 behandelt die FuE-Vorhaben des Förderkonzepts „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“, gegliedert nach

- Liste der Fördervorhaben,
- formalisierte Zwischenberichte, geordnet nach Förderkennzeichen,
- ausführenden Forschungsstellen.

Inhaltsverzeichnis

1 Stilllegungsprojekte des BMBF	1
1.1 FZ Jülich.....	1
Merlin.....	2
AVR	4
1.2 FZ Karlsruhe.....	7
HDB	8
KNK	10
MZFR.....	12
WAK.....	14
1.3 THTR 300	17
1.4 Schachtanlage Asse.....	21
1.5 TRIGA Heidelberg II	25
1.5 Projekt MAREN bei GKSS.....	29
2 FuE-Vorhaben „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“	33
2.1 Fördervorhaben	33
2.2 Formalisierte Zwischenberichte.....	35
2.3 Ausführende Forschungsstellen	87

1 Stilllegungsprojekte des BMBF

1.1 FZ Jülich

Zuwendungsempfänger: Forschungszentrum Jülich GmbH, Postfach 36 40, 76021 Jülich	
Vorhabensbezeichnung: Stilllegung und Abbau des Forschungsreaktors FRJ-1 (MERLIN)	
Laufzeit des Vorhabens: 1996 bis 2006	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004
Gesamtkosten des Vorhabens: 24,22 Mio. €	Projektleiter: Dipl.-Ing. Stahn

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Beim Forschungsreaktor FRJ-1 (MERLIN) handelte es sich um einen mit Leichtwasser moderierten und gekühlten Schwimmbad-Reaktor britischer Bauart. Er wurde von 1958 bis 1962 auf dem Gelände des Forschungszentrums errichtet. Seit 1964 wurde er zur Durchführung von Experimenten betrieben.

Nach ca. 21 Betriebsjahren wurde der Forschungsreaktor 1985 endgültig abgeschaltet und in den Stillstandsbetrieb überführt. Noch im gleichen Jahr wurden die Brennelemente aus der Anlage entfernt und nach einer Zwischenlagerung zur Wiederaufarbeitung verbracht.

Mit der kontinuierlichen Planung und Ausführung entscheidender Abbautätigkeiten wurde erst 1996 begonnen. Der Rückbau der Anlage erfolgt auf der Basis mehrerer Teilgenehmigungen, die inhaltlich im wesentlichen wie folgt abgegrenzt sind:

1. Abbau der Kühlkreisläufe und Experimentiereinrichtungen
2. Ausbau der Reaktorankeimbauten
3. Abbau des Reaktorblocks
4. Freimessung und Freigabe der Reaktorhalle

Die Rückbauarbeiten, die sich aus den Positionen 1. und 3. ergeben, sind vollständig abgeschlossen.

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Im ersten Halbjahr 2004 wurden insbesondere Resttätigkeiten durchgeführt, die dem Abbau des Reaktor- und Absetzblocks zuzuordnen sind, bzw. der Vorbereitung der Reaktorhalle auf die anstehenden Dekontaminations- und Freisetztätigkeiten dienen. Unterteilt in diese beiden Kategorien sind die nachfolgend genannten wesentlichen Tätigkeiten im Berichtszeitraum durchgeführt worden:

Resttätigkeiten zum Abbau des Reaktor- und Absetzblocks

- Aufräumarbeiten.
- Abgabe von kontaminierten Abfällen aus dem Rückbau des Reaktor- und Absetzblocks zur weiteren Konditionierung an die Abteilung Dekontamination.*
- Absicherung der entstandenen Bodendurchbrüche (insbesondere ehemaliger Standort des Reaktorblocks) gegen Absturz.

*) Die Tätigkeiten wurden zwischenzeitlich aus finanziellen Gründen eingestellt und auf einen unbestimmten Zeitpunkt verschoben.

Vorbereitungsmaßnahmen für die Freimessung und Freigabe der Reaktorhalle

- Durchführung von Kernbohrungen im Bodenbereich zwischen Experimentier- und Zwischenebene zur Entsorgung der letzten rudimentären Teile der Vor- und Rücklaufleitungen des Primär-Hauptkühlsystems (letzte gebäudegebundenen Komponenten mit höherer Kontamination).

- Planung des Abbaus des Abwasser- und Sumpfsystems unter Berücksichtigung von Provisorien für die Aufnahme noch anfallenden Restwassers durch Reinigungs- und Dekontaminationsmaßnahmen.
- Abschluss der Bestandsaufnahme und der Planungstätigkeiten für den Rückbau und den Einsatz von Provisorien bei den elektrotechnischen Versorgungseinrichtungen.
- Beginn mit dem Rückbau der elektrotechnischen Versorgungseinrichtungen und der Montage von Provisorien (z. B. Notbeleuchtung, Baustellenbeleuchtung, Baustromversorgung).*
- Beginn mit Planungstätigkeiten für den Um- und Rückbau der restlichen Komponenten des Reaktorschuttsystems einschließlich der Warn- und Fernüberwachungseinrichtungen, speziell im Bereich der Reaktorwarte und des Rangierverteilers.*
- Auftragsvergabe für den Abbau von Stapelsteinabschirmwänden im Erdgeschoss der Reaktorhalle.*

*) Die Tätigkeiten wurden zwischenzeitlich aus finanziellen Gründen eingestellt und auf einen unbestimmten Zeitpunkt verschoben.

Die vorangegangenen Ausführungen zeigen, dass eine Reihe von bereits begonnenen Tätigkeiten, und hier speziell Tätigkeiten, die der Vorbereitung der Reaktorhalle auf die anstehenden Dekontaminations- und Freimesstätigkeiten dienen sollten, zwar begonnen, aber aus finanziellen Gründen wieder eingestellt werden mussten. Mit den ebenfalls geplanten Dekontaminationsmaßnahmen für bereits frei geräumte Gebäudebereiche wurde aus dem gleichen Grund gar nicht erst begonnen.

Bezüglich des Genehmigungsantrages für die Freimessung der Reaktorhalle mit anschließender Entlassung aus dem AtG wurde im Februar 2004 der Sicherheitsbericht insbesondere um die Antragsunterlagen zur Qualifizierung des In-situ-Messverfahrens ergänzt. Die vierte Teilgenehmigung zur Freimessung und Freigabe der Reaktorhalle lag bis zum Ende des Berichtszeitraums noch nicht vor.

3. Geplante Weiterarbeit

Die Arbeiten werden im Rahmen der vorhandenen finanziellen Mittelausstattung fortgeführt. Bereits eingestellte Arbeiten werden bei Vorliegen einer ausreichenden Mitteldeckung wieder aufgenommen.

Nach Vorliegen der Genehmigung zur Freimessung und Freigabe der Reaktorhalle werden die entsprechenden Detailplanungstätigkeiten aufgenommen und die erforderlichen Ausschreibungsunterlagen vorbereitet. Die Ausschreibungen selbst werden jedoch erst nach ausreichender Mittelbereitstellung stattfinden können.

4. Erfindungen, Verbesserungen, Schutzrechte, Berichte, Veröffentlichungen, Internationales

Sachstandsberichte an BMBF (Bund) und MSWWF (Land).

B.Stahn, R.Printz, K.Matela, C.Zehbe, J.Pöppinghaus, J.Cremer: Research Reactor FRJ-1 (MERLIN) – The Core Structures of the Reactor Block are Dismantled; WM'04 Conference, 29.02.-04.03.2004, Tucson AZ

B.Stahn, R.Printz, K.Matela, C.Zehbe, J.Pöppinghaus, J.Cremer: Forschungsreaktor FRJ-1 (MERLIN) – Das Hauptaktivitätsinventar ist durch erfolgreichen Rückbau des Reaktorblocks entfernt; Internationale Zeitschrift für Kernenergie (atw), Ausgabe Februar 2004

5. Kosten

Kosten bisher (von 1996 bis 2003):	18,67 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum (Ansatz 2004):	
- geplant (beantragt):	2,80 Mio. €
- verfügbar (bewilligt):	1,07 Mio. €
Zukünftige Kosten:	5,28 Mio. €
(bei rechtzeitiger Bereitstellung der erforderlichen Finanzmittel)	
Geldgeber:	Bund 90 %, Land 10 %

Finanzengpässe der Geldgeber führen zur Verlängerung der Rückbaudauer, was wiederum zusätzliche Kosten verursacht, deren Höhe derzeit nicht abschätzbar ist.

Zuwendungsempfänger: AVR GmbH, Postfach 36 40, 76021 Jülich	
Vorhabensbezeichnung: Rückbau des Versuchsreaktors AVR	
Laufzeit des Vorhabens: 1987 bis 2012	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004
Gesamtkosten des Vorhabens: 398,7 Mio. €	Projektleiter: Dipl.-Ing. Rittscher

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Der Versuchsreaktor AVR ist ein heliumgekühlter graphitmoderierter Hochtemperaturreaktor mit kugelförmigen Brennelementen („Kugelhaufenreaktor“). Der Reaktor war die erste ausschließlich in der Bundesrepublik Deutschland entwickelte Kernkraftanlage. Seine thermische Leistung betrug 46 MW, die elektrische Bruttoleistung 15 MW. Aufgabe der Anlage war es, den sicheren Betrieb und die Verfügbarkeit dieses neuen Reaktortyps zu demonstrieren, Komponenten und insbesondere HTR-Brennelemente zu erproben sowie reaktortypbezogene Experimente durchzuführen. Der Standort des Reaktors grenzt unmittelbar an das Gelände des Forschungszentrums Jülich (FZJ). Nach 21 Betriebsjahren wurde die Anlage Ende 1988 abgeschaltet. Zwischenzeitlich sind die Brennelemente aus der Anlage entfernt und ein Großteil der Einbauten demontiert. In der jetzigen Phase soll der Reaktor vollständig zurückgebaut werden, nachdem der Reaktorbehälter als Ganzes gezogen und außerhalb der Anlagen bis zu seiner späteren Zerlegung zwischengelagert wird.

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

2.1 Arbeitspakete:

Im Folgenden die Aufgliederung des Gesamtvorhabens Herstellung Grüne Wiese (HGW) in Arbeitspakete:

1. Rückbau von Anlagenteilen im Schutzbehälter
2. Errichtung einer Materialschleuse und eines neuen Belüftungssystems
3. Auffüllen des Reaktorbehälters mit Porenleichtbeton
4. Vorbereitungen zum Ausbau des Reaktorbehälters
5. Bau eines Zwischenlagers
6. Ausbau des Reaktorbehälters
7. Rückbau verbliebener, kontaminierter Anlagen und Gebäudeteile
8. Freimessung der Restanlage
9. Konventioneller Abriss und Rekultivierung

Im weiteren Rückbau wird der Schutzbehälter frei geräumt, wobei eine das Reaktorgebäude umschließende Materialschleuse die Arbeitsbedingungen verbessert und das Ausschleusen von Großkomponenten ermöglicht. Die Genehmigung zur Errichtung und Betrieb der Materialschleuse (5. Ergänzungsgenehmigung zur bestehenden Stilllegungsgenehmigung) wird für das 3. Quartal 2004 erwartet. Diese Genehmigung beinhaltet auch die Befüllung des Reaktorbehälters mit Porenleichtbeton. Nach Abschluss der vorbereitenden Arbeiten soll der Reaktorbehälter, einschließlich seiner Einbauten, ausgebaut und in einem noch zu errichtenden Zwischenlager auf dem Gelände des FZJ mindestens 30

Jahre zwischengelagert werden. Dabei wird sich das Co 60 – Aktivitätsinventar von gegenwärtig 1,5 E14 Bq um mindestens zwei und das Tritiuminventar von gegenwärtig 3,0 E15 Bq um mindestens eine Größenordnung reduziert haben.

Als nächster Schritt sollen in 2005 Genehmigungsanträge für den Ausbau des Reaktorbehälters und für den Rückbau der verbliebenen kontaminierten Anlagen- und Gebäudestrukturen gestellt werden.

2.2 Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Im Berichtszeitraum wurde die Demontage von Reaktorhilfssystemen im Schutzbehälter fortgeführt. Der Schwerpunkt lag dabei auf dem Freiräumen der obersten Bühnen als Vorbereitung auf die geplanten Änderungen am oberen Schutzbehälter. Das Baufeld der geplanten Materialschleuse wurde vorbereitet und damit zusammenhängende Änderungen an Gebäuden und auf dem Anlagengelände vorgenommen.

Der als 5. Ergänzung zur bestehenden Stilllegungsgenehmigung eingereichte Antrag zum Bau einer Materialschleuse, eines neuen Materialtransportweges und neuer Lüftungsanlagen wurde mit Behörde und Gutachter diskutiert und modifiziert. Der ursprüngliche Antrag wird um das Verfüllen des Reaktorbehälters mit Porenleichtbeton und den Bau einer Stützkonstruktion für den Reaktor- und den Schutzbehälter erweitert. Diese Maßnahmen sind die Konsequenz aus den neuen Modellvorgaben zum Flugzeugabsturz bzw. –anschlag und zu den aufgrund einer Neubewertung des Landes NRW erhöhten Anforderungen im Erdbebenfall.

Der Betrieb der Restanlagen einschließlich des Messprogramms zur Überwachung der Bodenkontamination des Anlagengeländes verlief im Berichtszeitraum ohne Besonderheiten. Die Änderungsarbeiten und Neuinstallationen zur Fernüberwachung der Anlage nach dem Wegfall des Wechselschichtdienstes konnten zum größten Teil fertig gestellt werden.

3. Geplante Weiterarbeit

- Baubeginn Materialschleuse
- Weiterführung der Demontearbeiten der elektro- und verfahrenstechnischen Anlagenteile im Schutzbehälter
- Weiterführung der Demontage der elektrotechnischen Anlagenteile im Reaktorgebäude

4. Erfindungen, Verbesserungen, Schutzrechte, Berichte, Veröffentlichungen, Internationales

Keine zitierfähigen Berichte bzw. Publikationen.

5. Kosten

Projektkosten 01.01.2004 bis voraussichtlichem Projektende 2012: (einschließlich Errichtung Zwischenlager)	170 Mio. €
Zwischenlager und Konditionierung rad. Reststoffe: (ohne Endlagerkosten und Endlagervorausleistung)	<u>30 Mio. €</u>
Gesamtkosten:	200 Mio. €
Abzügl. AVR-Eigenmittel:	<u>15 Mio. €</u>
Zuwendungsbedarf:	185 Mio. €
*davon bereits vom 01.04.-31.12.2003 verbraucht:	9 Mio. €
davon bereits im 1. Halbjahr 2004 verbraucht:	<u>6 Mio. €</u>
Restbedarf:	170 Mio. €

Geldgeber: Bund 70 %, Land 30 %

*im Sinne der Verwaltungsvereinbarung zwischen Bund und Land NRW vom 25.02.2003/13.03.2003.

Kosten bis 31.03.2003: 189,7 Mio. €

1.2 FZ Karlsruhe

Zuwendungsempfänger: Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe	
Vorhabensbezeichnung: Stilllegung von Teilanlagen der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB)	
Laufzeit des Vorhabens: 1994 bis 2030	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004
Gesamtkosten des Vorhabens: 113 Mio. €	Projektleiter: Dipl.-Ing. Funk

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Die Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) ist dem Geschäftsbereich Stilllegung nuklearer Anlagen des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH zugeordnet. Ihre Aufgabe ist die Entsorgung von radioaktiven Abfällen und Reststoffen des Forschungszentrums sowie der am Standort vorhandenen Einrichtungen und Anlagen:

- Betriebsabfälle und Reststoffe aus dem Rückbau der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK)
- Abfälle des Europäischen Instituts für Transurane (ITU)
- Betriebsabfälle und Reststoffe aus dem Rückbau der Reaktoren MZFR und KNK
- Landessammelstelle Baden-Württemberg (LSSStBW)

Dementsprechend orientieren sich die technische Auslegung sowie die zugehörigen Genehmigungen in erster Linie an den standortbezogenen Entsorgungsaufgaben. Darüber hinaus erbringt die HDB im Rahmen freier Kapazitäten Konditionierungsleistungen für Dritte.

Gegenwärtig werden von der HDB folgende Anlagen betrieben:

- LAW-Eindampfung
- Zementierung
- LAW-Verschrottung
- MAW-Verschrottung
- Geräte-Dekontamination
- Verbrennungsanlage
- Reststofflager
- Zwischenlager für wärmeentwickelnde und nicht wärmeentwickelnde Abfallgebände
- Freimesslabor
- Radiochemisches Labor.

Parallel zum Fortschritt der Rückbauarbeiten bei WAK, MZFR und KNK werden nicht mehr benötigte Anlagen der HDB bereits zurückgebaut. Die gesamte Anlage soll nach Erfüllung ihrer Aufgaben bis zum Jahre 2030 beseitigt werden.

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

- MAW-Eindampfanlage, Bau 555
80 % der Gebäude-Abbrucharbeiten sind abgeschlossen. Die weiteren Maßnahmen sind vom Rückbau der alten LAW-Eindampfung (s. u.) abhängig.
- LAW-Eindampfungsanlage und Zementierung II, Bau 545
Da an der Ende 2003 in Betrieb genommenen neu errichteten Anlage Schäden aufgetreten sind, wird die alte Anlage ca. ein Jahr lang weiter genutzt. Die Rückbauarbeiten sind daher zurückgestellt worden.

3. Geplante Weiterarbeit

LAW-Eindampfung (Bau 545): Begutachtung ergänzter Sicherheitsbericht

4. Erfindungen, Verbesserungen, Schutzrechte, Berichte, Veröffentlichungen, Internationales

keine

5. Kosten

Kosten bisher (von 1994 bis 31.12.2003):	11,71 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum:	0,13 Mio. €
Zukünftige Kosten:	101,16 Mio. €
Geldgeber:	Bund 90 %, Land 10 %

Zuwendungsempfänger: Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe	
Vorhabensbezeichnung: Stilllegung der Kompakten Natriumgekühlten Kernreaktoranlage (KNK)	
Laufzeit des Vorhabens: 1992 bis 2007	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004
Gesamtkosten des Vorhabens: 253,1 Mio. €	Projektleiter: Dipl.-Ing. Hillebrand

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Die Kompakte Natriumgekühlte Kernreaktoranlage KNK war ein Versuchskernkraftwerk mit 20 MW elektrischer Leistung auf dem Gelände des Forschungszentrums Karlsruhe. Die Anlage wurde zunächst von 1971 bis 1974 mit einem thermischen Kern als KNK I und dann ab 1977 mit einem schnellen Kern als Schnellbrüterkraftwerk KNK II betrieben. Eigentümer der Anlage ist das Forschungszentrum Karlsruhe, Betreiber die Kernkraftwerk-Betriebsgesellschaft mbH (KBG).

Das Kühlsystem der KNK war in zwei Primär- und Sekundärkreisläufe aufgeteilt, die mittels Natrium die im Reaktor erzeugte Wärme an die tertiären Wasser-Dampf-Kreisläufe übertrugen. Der dort erzeugte Dampf betrieb einen Turbogenerator.

Die KNK-Anlage wurde im August 1991 abgeschaltet. Das Stilllegungskonzept sieht vor, die Anlage in 10 Schritten gemäss dem folgenden Plan und entsprechend in 10 Stilllegungsgenehmigungen (SG) vollständig abzubauen (grüne Wiese):

1. Entsorgen der Brennelemente (Betriebs-Genehmigung)
2. Abbau des Tertiärsystems (1. SG)
3. Abbau des Objektschutzes (2. SG)
4. Entsorgung des Sekundärnatriums und Abbau der Blendenverstellereinrichtung (3. SG)
5. Entsorgung des Primärnatriums und Abbau der Wechselmaschine (4. SG)
6. Abbau der Sekundärsysteme (5. SG)
7. Umstellung der E-Versorgung und Abriss von Gebäuden (6. SG)
8. Verbleibende Arbeiten zum Abbau der Primärsysteme (7. SG)
9. Abbau der Primärsysteme (8. SG)
10. Ausbau Reaktortank und Abbau biologischer Schild (9. SG)
11. Abbau Hilfssysteme, Freimessen und Abriss der restlichen Gebäude bis zur „grünen Wiese“ (10. SG)

Die Rückbauarbeiten im Rahmen der ersten 8 Stilllegungsgenehmigungen sind vollständig abgeschlossen.

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Im Rahmen der 9. SG laufen nach erfolgreicher Montage aller Einrichtungen in der Einhausung die Einzel-Funktionsprüfungen. Bei den Funktionstests sind folgende technische Schwierigkeiten aufgetreten, die aber lösbar sind:

- Undichtigkeit des Schalungstanks: Der Schalungstank war zu Betriebszeiten nicht auf Dichtheit ausgelegt worden und musste teilweise zum Beton hin neu abgedichtet werden.

- Einhaltung der Leckagemenge von 15 Nm³/h in der Einhausung und der neuen Lüftungsanlage; Nachbesserungen waren an vielen Stellen erforderlich.
- Ausfall des Belade-Manipulators: Ein Defekt am Zangenantriebsmotor erforderte Neubestellung und Einbau eines Ersatzmotors sowie elektrische Änderungen, damit der Schaden nicht erneut auftreten kann. Dadurch wurden die Abnahmen am Zerlegewerkzeug verzögert.
- undefiniertes Andocken von Fässern an die Doppeldeckelschleuse: Die Auslegung der Hubvorrichtung im Transportcontainer war nicht geeignet, um reproduzierbare Ergebnisse beim Andocken zu erreichen. Nun werden alle 5 Container mit Druckmessdosen nachgerüstet.
- Aufstellungsort von Bedienpulten: Die Planaufstellung hat sich als nicht praktikabel erwiesen, so dass einige Pulte nach Einbau nochmals verlegt werden mussten.
- Kollisionen diverser Einrichtungen in der Einhausung: An verschiedenen Komponenten mussten nachträglich kleinere Änderungen vorgenommen werden, da die planerische Kollisionsbetrachtung nicht ausreichend war.
- Ausreichender elektrischer Schutz gegen Fehlerströme. Bei vielen Komponenten war nur nach Einbau spezieller Filter die vorgeschriebene 30 mA-Absicherung zu erreichen. Ursache waren die eingebauten Frequenz-Umrichter; hierbei kam es insbesondere beim Zerlegewerk zu Wartezeiten in der Abwicklung der Funktionsprüfungen.

Die Abschirmglocke wurde vom TÜV wegen der Lastabsturzproblematik immer noch nicht freigegeben. Derzeit werden aufwendige dynamische Betrachtungen zum Aufprall der Glocke nach dem unterstellten 6m-Sturz auf den Aufprallabsorber im Reaktorgebäude gemacht. Die kalte Inbetriebsetzung darf nach Rücksprache mit dem TÜV auch ohne die Freigabe erfolgen. Spätestens zur Heißen IBS wird diese jedoch benötigt.

Zur Rückholung der sieben Kühlfallen von HDB mit anschließender Nachzerlegung bei KNK wurde auf Wunsch der Aufsichtsbehörde mit Datum vom 11.03.04 ein gesonderter Genehmigungsantrag nach § 7 (3) AtG gestellt.

Der Antrag zur 10. und letzten Stilllegungsgenehmigung (Rückbau der Waschanlage, des Lüftungs- und Abwassersystems, Freimessung und Gebäudeabriss) wurde mit Datum vom 22.6.01 gestellt, allerdings muss der Sicherheitsbericht insbesondere wegen der Belange der neuen Strahlenschutzverordnung noch einmal überarbeitet werden.

Die Finanzmittelausstattung des Projektes entspricht 2004 nicht dem Projektbedarf; es ist daher mit Projektmehrkosten und verlängerter Laufzeit zu rechnen.

3. Geplante Weiterarbeit

9. SG: (Demontage Reaktortank/Bioschild): Inbetriebsetzung Waschanlage, Montage Not-Aus und Verriegelung, Funktionsprüfung Lüftung und Späne-Nachweis, Kalte Inbetriebsetzung; Beginn Dem. Reaktortank; Ausführungsplanung Abbau Primärabschirmung und Bioschild.

10. SG: Revision Sicherheitsbericht.

Kühlfallen: Erteilung Genehmigung; Zerlegung der ersten Kühlfalle.

4. Erfindungen, Verbesserungen, Schutzrechte, Berichte, Veröffentlichungen, Internationales

Hillebrand, I.; Brockmann, K.; Pfeifer, W.; Thiess, J.; Benkert, J.; Russ, J.; Willmann, F.: Aktueller Stand beim Rückbau des Reaktortanks der KNK. Jahrestagung Kerntechnik 2004, 25.-27. Mai 2004, Düsseldorf. Inforum GmbH Bonn, S. 375-378.

5. Kosten

Kosten bisher (von 1992 bis 31.12.2003):	206,8 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum:	2,8 Mio. €
Zukünftige Kosten:	43,5 Mio. €
Geldgeber:	Bund 90 %, Land 10 %

Zuwendungsempfänger: Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe	
Vorhabensbezeichnung: Stilllegung des Mehrzweck-Forschungsreaktors MZFR	
Laufzeit des Vorhabens: 1985 bis 2009	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004
Gesamtkosten des Vorhabens: 274,7 Mio. €	Projektleiter: Dipl.-Ing. Eisenmann

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Der Mehrzweckforschungsreaktor im Forschungszentrum Karlsruhe war ein schwerwassergekühlter und –moderierter Druckwasser-Reaktor. Von 1965 bis 1984 diente er u. a. als Testreaktor zur Entwicklung von Schwerwasser-Kernkraftwerken und zur Erprobung von Brennelementen. Neben der Stromerzeugung diente ein Teil der erzeugten Wärme zur Gebäudeheizung. Nach der Abschaltung 1984 wurden die Brennelemente entladen und das Schwerwasser aus der Anlage entfernt. Mit der eigentlichen Stilllegung wurde 1985 begonnen.

Das Stilllegungskonzept sieht die Beseitigung in den folgenden acht Schritten vor, die mit Teilgenehmigungen (TSG) abgewickelt werden:

- 1./2. Außerbetriebnahme aller nicht benötigten Systeme, Trocknung aller D₂O-Systeme, Reduzierung der weiterhin benötigten Hilfsanlagen, Abbau der Heizwasserversorgung
3. Demontage der Kraftwerksanlage, der Abwasseraufbereitung, der Notstromanlage und Abriss der Kühltürme
4. Demontage der Reaktorhilfssysteme, Abbau des Sekundärsystems im Reaktorgebäude, Dekontamination des Primärsystems
5. Abbau der Zaunanlage
6. Demontage des Primärsystems und der Reaktorsysteme im Reaktorgebäude
7. Fernbediente Demontage des Reaktordruckbehälters mit Einbauten
8. Dekontamination und Abriss der Gebäude.

Die ersten 6 Schritte sind abgeschlossen.

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

7. Stilllegungsschritt (7. SG): Die stabförmigen Komponenten oberhalb und innerhalb des RDB sind entfernt. Die Trockenzerlegung Teil 1 (Zerlegung des RDB- Deckels) und Teil 2 (Oberer Füllkörper und Füllkörpertragring) sind abgeschlossen; der Zerlegebereich wurde dekontaminiert. Im Rahmen der Nasszerlegung sind die Arbeiten sowohl am Teststand bei VAK in Kahl als auch am Institut für Werkstoffkunde (IW) der Universität Hannover bis auf die Erprobung eines zusätzlichen Unterwassertrennschleifers abgeschlossen; weitere technisch erforderliche Modifikationen sind durchgeführt. Abschließend wurden Versuche mit verschiedenen Unterwassertrennscheiben durchgeführt sowie Dauerfestigkeitstests gefahren. Dieser Trennschleifer wird am unteren Schuss des Thermischen Schildes zur Trennung des Bereiches von ca. 110-130 mm eingesetzt. Hierzu wird die erforderliche Zustelleinrichtung derzeit gefertigt und anschließend das Gesamtsystem noch im VAK-Teststand erprobt.

Am VAK-Teststand wurden die Erprobungen der Zerlegetechniken Mitte Februar 2004 erfolgreich abgeschlossen, anschließend wurden die Einrichtungen abgebaut und zum Forschungszentrum transportiert. Die Montage der Einrichtungen am MZFR wurde abgeschlossen, mit den Inbetriebsetzungen der Systeme und Einrichtungen im Beisein des Gutachters wurden begonnen, so dass die Nasszerlegung des Moderatorbehälters im 3. Quartal 2004 beginnen wird.

Als weiteres Erschwernis wurde beim Einbau der Zerlegeeinrichtung eine bislang nicht bekannte zusätzliche Thermoelementdurchführung/Störkante festgestellt, die der MZFR-Bestandsdokumentation nicht zu entnehmen war und die zu Behinderungen bei der Inbetriebsetzung und Erprobung der Einrichtungen führt. Daher soll diese kurzfristig ausgebaut werden, um weitere Verzögerungen zu vermeiden.

Die Planungen des letzten Schrittes der 7. SG, die Trockenzerlegung Teil 3, der die Zerlegung des Reaktordruckgefäßes beinhaltet, wurden fortgeführt. Das Zerlegekonzept wurde dem Gutachter und der Aufsichtsbehörde vorgestellt und Detailfragen zur geplanten Durchführung erläutert. Die Demontage der RDB-Isolierung wird in einem Teststand erprobt. Die Planungen hierzu sind in Arbeit, mit der Erprobung der Einrichtung soll ab ca. 10/2004 begonnen werden.

Die Revision 2 der Antragsunterlagen der 8. SG wurde mit Behörde und Gutachter besprochen. Zum Antrag der 8. Stilllegungsgenehmigung wird das Gutachten in Kürze erwartet. Offene Fragen der Behörden wurden zwischenzeitlich beantwortet. Die Bearbeitung des Antrags gem. §29 StrlSchV für die „Freigabe der Gebäude zum Abriss“ durch die Gutachter ist erfolgt, die Genehmigung wurde erteilt.

Die Finanzmittelausstattung des Projektes entspricht 2004 nicht dem Projektbedarf; es ist daher mit Projektmehrkosten und verlängerter Laufzeit zu rechnen.

3. Geplante Weiterarbeit

7. SG: (Zerlegung RDB mit Einbauten): Letzte Arbeiten zum Einbau der Nasszerlegungseinrichtungen, Inbetriebsetzung, Abnahme, Beginn Nasszerlegung; Revision Betriebs-handbuch.

8. SG: Gutachten.

4. Erfindungen, Verbesserungen, Schutzrechte, Berichte, Veröffentlichungen, Internationales

Pfeifer, W.; Eisenmann, B.; Bach, Fr.-W.; Verseemann, R.; Bienia, H.: Plasmaschmelzschneiden im MZFR - Unterwassereinsatz bei Stahldicken bis 130 mm. atw, 49. Jahrgang (2004), Heft 2, S. 103-108.

Stanke, D.; Leffrang, U.; Prechtel, E.; Süßdorf, W.: Die Bandsäge - eine ausgereifte Zerlegetechnik für den Rückbau des Mehrzweckforschungsreaktors Karlsruhe. Jahrestagung Kerntechnik 2004, Düsseldorf, 25.-27. Mai 2004.

5. Kosten

Kosten bisher (von 1985 bis 31.12.2003):	213,3 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum:	3,0 Mio. €
Zukünftige Kosten:	58,4 Mio. €
Geldgeber:	Bund 100 %

Zuwendungsempfänger: Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe	
Vorhabensbezeichnung: Stilllegung und Rückbau der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK)	
Laufzeit des Vorhabens: 31.07.1991 bis 31.12.2013	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004
Gesamtkosten des Vorhabens: 1.928,5 Mio. €	Projektleiter: Dr. Katzenmeier (Rückb.); Dr. Fleisch (VEK)

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Die Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe wurde von 1967 bis 1971 als Pilotanlage zur Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente auf dem Gelände des Forschungszentrums errichtet und dann von der WAK Betriebsgesellschaft mbH betrieben, die bis heute den Restbetrieb einschließlich der Lagerung der hochradioaktiven Spaltproduktlösungen (HAWC) und nun die Stilllegung und den Rückbau aller Einrichtungen und Anlagenteile auf dem WAK-Gelände durchführt. Die WAK wurde nach 20-jährigem Betrieb Mitte 1991 außer Betrieb genommen. In dieser Zeit waren 208 t Kernbrennstoffe bis zu einem maximalen Abbrand von 40 GWd/tU wiederaufgearbeitet worden. Für die Abwicklung des Gesamtprojektes Stilllegung und Rückbau WAK ist das Forschungszentrum verantwortlich. Der Rückbau mit dem Endziel „grüne Wiese“ ist in sechs Schritte aufgeteilt:

1. Deregulierungsmaßnahmen: Außerbetriebnahme funktionslos gewordener Verfahrensbereiche und Anpassung an den reduzierten Anlagenzustand (abgeschlossen).
2. Erste Rückbaumaßnahmen im Prozessgebäude: Demontage von Prozesssystemen ohne Fernhantierung, Außerbetriebnahme und Abbau bereits stillgelegter Anlagenteile (abgeschlossen)
3. Stufenweiser Rückbau aller Einrichtungen im Prozessgebäude unabhängig von der HAWC-Lagerung und Entsorgung mit dem Ziel der Aufhebung des Kontrollbereiches: Beginn mit der vorwiegend fernbedienten Ausräumung der Prozesszellen (in Arbeit), Auslagerung der Laboratorien aus dem Prozessgebäude (abgeschlossen), Entkopplung des HAWC-Reservelagers (HWL) vom Prozessgebäude (in Arbeit), Rückbau der Hilfs- und Nebeneinrichtungen incl. Barrieren, Feindekontamination und Freimessen aller Räume.
4. Deregulierung der HAWC-Lageranlagen (LAVA, HWL) und der Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK) nach Abschluss der HAWC-Verglasung, s. u. (Konzeptplanung in Arbeit).
5. Rückbau aller Einrichtungen des HAWC-Lagerbereiches LAVA/HWL, der VEK und der restlichen Anlagen der WAK bis zur Kontrollbereichsauflösung (Konzeptplanung in Arbeit).
6. Konventioneller Abriss der Gebäude und der restlichen Anlagen nach Aufhebung der Kontroll- und Strahlenschutzbereiche sowie Rekultivierung des Geländes.

Als Voraussetzung zur Durchführung des Rückbaus der HAWC-Lager muss der noch in der LAVA lagernde HAWC entsorgt werden. Zur Beseitigung dieses flüssigen Abfalls (ca. 60 m³ mit einem Aktivitätsinventar von 9*10¹⁷ Bq β-, γ-Strahler und 8*10¹⁵ Bq α-Strahler) wird vor Ort die Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK) errichtet.

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Im Projekt Rückbau WAK lag der Schwerpunkt der Arbeiten weiterhin auf dem „trockenen“ Seilsägen der Betondurchführungen mit kontaminierten Rohrleitungen sowie dem großflächigen Wandabtrag; die Dekontamination des Prozessgebäudes wird sich allerdings durch tiefer eingedrungene Aktivität

verzögern; Zeit- und Kostenplan wurden entsprechend angepaßt. Die manuelle Demontage der Kabeltrassen in Zellen und Betriebsräumen wurde fortgesetzt; im Laboranbau wurde mit der Wand-Feindekontamination begonnen. Vorbereitende Arbeiten zum Bau des HWL-Anbaus Süd (zur Erschließung des HAWC-Lagers HWL zum späteren Rückbau) wurden aufgenommen. Rohbau und Innenausbau für den neuen Kontrollbereichszugang (Erweiterung LAVA-Sozialtrakt) wurden weitgehend abgeschlossen. Der Doppelcontainer für die neue Emissionsüberwachung wurde aufgestellt. Radiologische Voruntersuchungen zum Rückbau des Chemikalienlagers wurden begonnen. Die ersten drei ELMA-Behälter wurden konventionell abgebaut; erste Erprobungsläufe des fernbedienten Baggers im ELMA-Gebäude wurden durchgeführt.

Die Montage aller Gewerke im Gebäude der VEK wurde fortgesetzt. Der Schleusenwagen für den Transportbehälter, der Hubwagen im Transportkanal und der Abschirmbehälter-Transportwagen wurden installiert. Nach diversen baubeschleunigenden Maßnahmen konnte der ca. 8 Mg schwere Schmelzofen planmäßig eingesetzt werden. Die Inbetriebsetzung der Lüftungsanlage hat sich durch Anforderungen des Brandschutzes verzögert. Die Begutachtung der ersten Teilbetriebsgenehmigung (TBG) ist fortgeschritten; die Erstellung der ergänzenden Unterlagen zur zweiten TBG läuft. Zwei Transport- und Lagerbehälter vom Typ Castor HAW 20/28 CG wurden geprüft und abgenommen, die drei weiteren sind in Bearbeitung.

3. Geplante Weiterarbeit

WAK-Rückbau:

Schritt 3: Restdemontage u. Dekontamination EG/1.OG/2.OG, Freimessung LABSAN; Wandabtrag und Sägen der Beton-Durchführungsblöcke EG/1.OG/2.OG, Abtrennung Liner, Ausbau Leitungen, Lüftung, Dübel u. a.;

Erweiterung LAVA-Sozialtrakt: Einrichtung und Inbetriebnahme;

Auslagerung Emissionsüberwachung u. Strahlenschutz: Aufbau u. Inbetriebnahme Container Strahlenschutz und Prozessgebäude-Emissionsüberwachung.

Schritt 5: Errichtung Rohbau, Genehmigung Demontage R6/HWL, Antrag Demontage HAWC-Behälter; Demontage restl. Behälter ELMA, Geräteerprobung an ELMA-Betonwand.

VEK:

Antragsunterlagen für 2. Teilbetriebsgenehmigung (TBG): Betriebliche Regelungen;

Gutachten u. Genehmigung 1. TBG, Gutachten für Verfahrensqualifikation;

Fortsetzung Vorprüfung Maschinen-, Verfahrens-, Elektro-, Leit- und Lüftungstechnik;

Fertigung/Montage: Strahlenschutztüren, Brandmeldeanlage, Schaltschränke, etc.

Inbetriebsetzung: Funktionsprüfprogramme Hub- u. Schleusenwagen, Lüftungsanlage, etc.;

Zwischenlagerung: Fertigung/Lieferung weiterer Behälter; Genehmigung Lagerung.

4. Erfindungen, Verbesserungen, Schutzrechte, Berichte, Veröffentlichungen, Internationales

Hanschke, C.; Petrick, H.; Schiele, C.; Stollenwerk, A.H.: Ausgliederung eines Strahlenschutzbereiches in das Betriebsgelände der WAK. Jahrestagung Kerntechnik, Düsseldorf, 25.-27.5.2004.

Fleisch, J., Roth, G., Weishaupt, M.: VEK Vitrification Plant on the way to hot operation. Waste Management Conference (WM '04), February 29 - March 4, 2004, Tucson Arizona.

Fleisch, J.; Hendrich, K.; Roth, G.; Weishaupt, M.; Pfeifer, W.: Verglasungsanlage VEK - Von der Fertigstellung zum Heißen Betrieb. Jahrestagung Kerntechnik, 25.-27. Mai 2004, Düsseldorf.

5. Kosten

Kosten bisher (von 01.07.1991 bis 31.12.2003):	985,4 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum:	42,7 Mio. €
Zukünftige Kosten:	900,4 Mio. €
Geldgeber:	WAK-Fonds 100 %, danach Bund 91,8 %, Land 8,2 %

1.2 THTR 300

Zuwendungsempfänger: Hochtemperatur-Kernkraftwerk GmbH, Siegenbeckstraße 10, 59071 Hamm	
Vorhabensbezeichnung: Geordnete Restabwicklung des Projektes THTR 300	
Laufzeit des Vorhabens: 1997 bis 2009	Berichtszeitraum: 01.01.2003 bis 31.12.2003
Gesamtkosten des Vorhabens: 94,5 Mio. €	Projektleiter: Dr. G. Dietrich

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Die Anlage THTR 300 war als Prototyp für Kernkraftwerke mit Kugelhaufen-Hochtemperaturreaktor errichtet worden. Sie war ein mit Helium gekühlter grafitmoderierter Reaktor mit kugelförmigen keramischen Betriebs-elementen. Es handelte sich um eine Zweikreisanlage, bestehend aus einem Helium-Primärkühlkreislauf mit nachgeschaltetem Wasserdampfkreislauf und trockener Rückkühlung. Zum 1. September 1989 wurde der Beschluss zur Stilllegung der Anlage und Überführung in den sicheren Einschluss gefasst. In der Zeit von September 1989 bis September 1997 wurde das Genehmigungsverfahren zur Stilllegung, die Reaktorkernentladung und die Herstellung des sicheren Einschlusses durchgeführt. Zum 01.10.1997 wurde der Erhaltungsbetrieb der sicher eingeschlossenen Anlage THTR 300 aufgenommen.

Die sicher eingeschlossene Anlage THTR 300 besteht noch aus den Gebäuden

- Reaktorhalle
- Reaktorbetriebsgebäude
- Reaktorhilfsgebäude

mit den darin vorhandenen Anlagenteilen sowie

- dem Meldepult, aufgestellt beim Hauptpförtner des benachbarten Kraftwerkes Westfalen der RWE Power AG
- den Übertragungswegen für leittechnische Signale von den Gebäuden der sicher eingeschlossenen Anlage zum Meldepult
- der Tiefendrainage im Erdreich, außen um die Gebäude verlegt
- dem temporär einzurichtenden Umladebereich außerhalb der Gebäude für die Umladung von Transport- und Lagerbehältern

Alle übrigen baulichen Anlagen und Anlagenteile des Kernkraftwerkes THTR 300 wie das Maschinenhaus, das Elektroanlagegebäude, die Notstromdieselanlage, die Trafoanlagen, die Zellenkühltürme, die über- und unterirdischen Verbindungen u.s.w. wurden aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen. Die Brennelemente sind aus der Anlage THTR 300 abtransportiert worden. Lediglich innerhalb des Spannbetonreaktordruckbehälters befindet sich noch ein durch Entladung technisch nicht entfernbare Rest von < 2,5 kg.

Es bestehen keine Anforderungen mehr auf Grund der nuklearen Sicherheit, des Reaktorbetriebes oder des Umganges mit Kernbrennstoffen. Alle während des Leistungsversuchsbetriebes druck- und aktivitätsführenden Anlagenteile sind drucklos, kalt und dauerhaft verschlossen, so dass auf Grund von betriebs- oder verfahrenstechnischen Bedingungen praktisch keine Möglichkeit mehr für eine Freisetzung radioaktiver Stoffe besteht. Da der Reaktorkern leer ist und die Brennelemente vom Standort entfernt sind, ist insbesondere Kritikalität ausgeschlossen. Die Rückhaltung radioaktiver Stoffe geschieht weitgehend passiv als sicherer Einschluss. Auch sind keine Sofortmaßnahmen mehr erforderlich, um die Rückhaltung radioaktiver Stoffe in der Anlage sicherzustellen.

Die Dauer des sicheren Einschlusses ist zunächst für 30 Jahre vorgesehen. 10 Jahre vorher ist die Entscheidung zu fällen, ob der sichere Einschluss vorgesetzt wird oder die sicher eingeschlossene Anlage THTR 300 entgültig beseitigt werden soll. Im Erhaltungsbetrieb werden Einrichtungen betrieben, die der Erhaltung und Überwachung des sicheren Einschlusses dienen. Er umfasst ständige und nichtständige Tätigkeiten und Maßnahmen.

Ständige Tätigkeiten oder Maßnahmen sind:

- die Unterdruckhaltung im ständigen Kontrollbereich
- die Trocknung der Luft im ständigen Kontrollbereich, so dass unzulässige Korrosionsschäden an den Anlagenteilen des sicheren Einschlusses vermieden werden
- die Überwachung der Fortluft im Zusammenhang mit der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft
- die Haltung des Schichtenwasserniveaus
- die Überwachung des Betriebes von Einrichtungen

Nichtständige Tätigkeiten oder Maßnahmen sind:

- die Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen
- der Abbau von Anlagenteilen
- die Rücknahme von radioaktiven Abfällen, die aus der Anlage THTR 300 stammen
- die Lagerung von verpackten radioaktiven bearbeiteten und nicht bearbeiteten Abfällen oder Anlagenteilen, die aus der Anlage THTR 300 stammen
- die Umladung von Transport- und Lagerbehälter
- die Kontrolle des gesammelten Abwassers und seine Abgabe

Für diese Tätigkeiten sind gegebenenfalls Zustimmungen der Aufsichtsbehörde oder eventuell separate Genehmigungen einzuholen.

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Das Berichtsjahr 2003 ist für die sicher eingeschlossene Anlage THTR 300:

das 14. Jahr nach der Abschaltung

das 8. Jahr nach der Beendigung der Entladung des Reaktorkerns

das 6. Jahr des sicheren Einschlusses

Die Verfügbarkeit der lufttechnischen Anlagen und der Fortluftbilanzierungseinrichtungen, für die eine Mindestverfügbarkeit mit der Genehmigung für den Erhaltungsbetrieb vorgegeben wurden, liegen weit über den geforderten Mindestwerten. Mit der Durchführung des Erhaltungsbetriebes sind zwei fest angestellte technische Mitarbeiter der HKG betraut.

Im Berichtsjahr 2003 war kein meldepflichtiges Ereignis zu verzeichnen.

2003 fiel in der sicher eingeschlossenen Anlage kein zu entsorgendes Abwasser an und somit trat auch keine Aktivitätsabgabe in die Umgebung über diesen Pfad ein. Die Aktivitätsableitungen mit der Fortluft sind im Vergleich mit dem Vorjahr praktisch konstant. Die genehmigten Ableitungsgrenzwerte wurden weit unterschritten.

Eine Belastung der Umgebung durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus der sicher eingeschlossenen Anlage THTR 300 fand – wie auch in den Vorjahren – praktisch nicht statt. Die Messergebnisse weisen im wesentlichen Werte unter der Nachweisgrenze aus.

Aus dem Überwachungsbereich wurden 20 Druckluftspeicher ausgebaut, freigemessen und einer konventionellen Weiternutzung zugeführt. Darüber hinaus konnte eine Durchflussmessblende einer Hochschule für wissenschaftliche Zwecke zur Verfügung gestellt werden.

Seit 1999 laufen im Brennelementzwischenlager Ahaus Nacharbeiten an den dort eingelagerten Castor THTR/AVR-Behältern zur Beseitigung von Korrosionsschäden.

3. Geplante Weiterarbeit

Für die kommenden Jahre sind weitere Ausbaumaßnahmen von Anlagenteilen, die für den Erhaltungsbetrieb oder für den späteren Abbau der Anlage THTR 300 nicht erforderlich sind, vorgesehen. Dies betrifft u. a. die Kälteanlagen, Armaturen, Pumpen, Motore und Messumformer. Teile des Geländes werden für eine anderweitige konventionelle Nutzung vorgesehen, sofern diese Aktivitäten rückwirkungsfrei auf die sicher eingeschlossene Anlage sind.

4. Erfindungen, Verbesserungen, Schutzrechte, Berichte, Veröffentlichungen, Internationales

keine

5. Kosten

Restmittel für die Projektlaufzeit:

67 Mio. €

Geldgeber:

Bund, Land NRW, Gesellschafter der HKG

1.3 Schachtanlage Asse

Zuwendungsempfänger: GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH, Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg	
Vorhabensbezeichnung: Schließung der Schachtanlage Asse (ehemals: Fortsetzung der Verfüllung der Südflanke der Schachtanlage Asse)	
Laufzeit des Vorhabens: 1993 bis 2013	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004
Gesamtkosten des Vorhabens: 469,109 Mio. €	Projektleiter: Dipl.-Ing. Kappei

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Die während der Zeit der Salzgewinnung zwischen 1916 und 1964 im Jüngerem Steinsalz auf der Südflanke des Asse-Sattels entstandenen Abbaukammern zwischen der 750- und 490-m-Sohle haben nach der Einstellung der Einlagerung radioaktiver Abfälle Ende 1978 und der Beendigung der F+E-Arbeiten seit Mitte 1995 keine Verwendung mehr. Aufgrund von Empfehlungen der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe als Gutachter der Bergbehörde werden diese Hohlräume zur langfristigen Stabilisierung des Grubengebäudes seit August 1995 mit Rückstandssalz der Halde des ehemaligen Kalibergwerkes Ronnenberg bei Hannover verfüllt.

Für eine weitere Nutzung der noch verbleibenden Hohlräume in der Schachtanlage Asse, z. B. für die Durchführung von F+E-Arbeiten, besteht mittlerweile kein Bedarf mehr. Das bedeutet, dass die Schließung der Schachtanlage Asse herbeizuführen ist.

Die Schließung des Bergwerkes erfolgt auf der Grundlage des Bundesberggesetzes. Als Voraussetzung dafür ist dem Landesbergamt Clausthal-Zellerfeld ein Abschlussbetriebsplan vorzulegen, dem ein Sicherheitsbericht beizufügen ist, der den Nachweis der Langzeitsicherheit für die Anlage enthält.

Sämtliche auf der Schachtanlage Asse noch durchzuführenden Arbeiten erfolgen im Rahmen einer Bundesbaumaßnahme. Deshalb wurde die bereits bestehende Baumaßnahme „Fortsetzung der Verfüllung der Südflanke der Schachtanlage Asse“ inhaltlich erweitert und in die Baumaßnahme „Schließung der Schachtanlage Asse“ überführt.

Diese Baumaßnahme untergliedert sich nunmehr in 18 Teile:

- Teil 1: Baustelleneinrichtung beim Lieferanten des Versatzmaterials
- Teil 2: Umbaumaßnahmen am Gleisanschluss
- Teil 3: Baustelleneinrichtung auf der Schachtanlage Asse
- Teil 4: Bergmännische Erstellung von Strecken und Bohrungen
- Teil 5: Geotechnische Instrumentierung für die Überwachung
- Teil 6: Verfüllmaßnahme und baubegleitende Überwachung
- Teil 7: Rückbau der Baustelleneinrichtung
- Teil 8: Bauleitung
- Teil 9A: Arbeiten zur Gewährleistung der Standsicherheit während der Betriebsphase
- Teil 9B: Arbeiten als Voraussetzung zur Erstellung des Langzeitsicherheitsnachweises für die Schachtanlage Asse
- Teil 10: Arbeiten gemäß zugelassenem Rahmenbetriebsplan „Zukünftige Arbeiten auf der Schachtanlage Asse“, Pkt. 2.1
- Teil 11: Personal
- Teil 12: Infrastrukturelle Aufwendungen Asse
- Teil 13: Resthohlraumverfüllung
- Teil 14: Geotechnische und hydrogeologische Überwachung der Resthohlraumverfüllung
- Teil 15: Rückbau unter Tage
- Teil 16: Rückbau, Verfüllung und Verschluss der Tagesschächte
- Teil 17: Verfüllung der Tagesbohrungen
- Teil 18: Infrastrukturelle Leistungen der GSF-Neuherberg

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Die Teile 1 bis 5 der Baumaßnahme sind abgeschlossen.

Die Durchführung der Verfüllmaßnahme (Teil 6) in den Abbauen der Südflanke wurde ebenfalls im Berichtszeitraum abgeschlossen. Insgesamt wurden in diesem Bereich rund 2,15 Mio. t Verfüllmaterial von der Halde Ronnenberg eingebracht. Das parallel zur Verfüllmaßnahme laufende Überwachungsprogramm – bestehend aus Extensometer-, Inklinometer-, Lage- und Spannungsmessungen sowie geophysikalischen Überwachungen – zur Ermittlung der Auswirkungen dieser gebirgsmechanischen Stabilisierungsmaßnahme wurde routinemäßig fortgesetzt.

Die Überwachung der Baumaßnahme im Rahmen der Bauleitung (Teil 8) wurde im Berichtszeitraum weiterhin wahrgenommen. Der 4. Nachtrag zur Haushaltsunterlage liegt dem BMBF nach der verwaltungsmäßigen und rechnerischen Prüfung durch die OFD Hannover sowie nach der fachlichen Prüfung durch den BMVBW zur Bewilligung vor.

Die Arbeiten zur Gewährleistung der Sicherheit für den Standort der Schachanlage Asse während der Betriebsphase (Teil 9A) sind abgeschlossen.

Die Arbeiten als Voraussetzung zur Erstellung des Langzeitsicherheitsnachweises für die Schachanlage Asse (Teil 9B) wurden im Berichtszeitraum fortgeführt.

Im Rahmen des Teiles 10 wurde auf der 775-m-Sohle eine Prototyp-Strömungsbarriere aus Sorelbeton zur Erprobung der technischen Machbarkeit errichtet. Im Berichtszeitraum erfolgten weitere Laboruntersuchungen an den Bohrkernen, um die an die Barriere und deren Baustoff gestellten Anforderungen überprüfen zu können. Im Hinblick auf eine geplante Druckbeaufschlagung der Pilotströmungsbarriere wurde eine Konzept- und Detailplanung erarbeitet und die hierfür notwendigen vorbereitenden untertägigen Arbeiten durchgeführt. Im Anschluss an den Eignungsnachweis ist der umfassende Bau von Strömungsbarrieren im Umfeld der Lagerkammern für radioaktive Abfälle vorgesehen.

Im Rahmen der Resthohlraumverfüllung (Teil 13) wurden nach der Zulassung des Sonderbetriebsplanes zur Verfüllung des Tiefenaufschlusses unterhalb der 775-m-Sohle die vorbereitenden Arbeiten (Erstellung von Bohrungen, Einbau von Rohrleitungen) durchgeführt. Anschließend wurde ab April 2004 auf der 975-m-Sohle der Probetrieb zur Verfüllung des Tiefenaufschlusses aufgenommen. Im Berichtszeitraum wurden insgesamt rund 9.566 t Verfüllmaterial von der Halde Ronnenberg und rund 322 m³ Lauge eingebracht.

Für die geotechnische und hydrogeologische Überwachung der Resthohlraumverfüllung (Teil 14) wurden vorbereitende Arbeiten aufgenommen.

Im Rahmen der Arbeiten zum Rückbau wurden sämtliche Infrastrukturbereiche (E-Werkstatt, Kfz-Werkstatt, Lager, etc.) von der 800-m-Sohle in neu erstellte Hohlräume auf der 490-m-Sohle verlegt.

3. Geplante Weiterarbeit

Teil 8: Wahrnehmung der Überwachung der Baumaßnahme im Rahmen der Bauleitung

Teil 9B: Erstellung des Sicherheitsberichtes mit Langzeitsicherheitsnachweis für die Schachanlage Asse

Teil 10: Vorbereitende Arbeiten zum Bau von Strömungsbarrieren im Umfeld der Lagerkammern für radioaktive Abfälle und Durchführung der Maßnahmen

Teil 13: Weiterführung der Resthohlraumverfüllung

Teil 14: Weiterführung der geotechnischen und hydrogeologischen Überwachung der Resthohlraumverfüllung

Teil 15: Fortführung der untertägigen Rückbauarbeiten

4. Erfindungen, Verbesserungen, Schutzrechte, Berichte, Veröffentlichungen, Internationales

keine

5. Kosten

Kosten bisher (von 1993 bis 06/2004):	125,1 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum:	11,8 Mio. €
Zukünftige Kosten:	343,9 Mio. €
Geldgeber:	Bund 100 %

1.4 TRIGA Heidelberg II

Zuwendungsempfänger: Deutsches Krebsforschungszentrum, Postfach 10 19 49, 69009 Heidelberg	
Vorhabensbezeichnung: Stilllegung des Forschungsreaktors TRIGA HD II	
Laufzeit des Vorhabens: 2000 bis 2005	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004
Gesamtkosten des Vorhabens: 11 Mio. €	Projektleiter: Dipl.-Ing. Jünger-Gräf

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

1996 wurde beschlossen, den Forschungsreaktor TRIGA Heidelberg II nach Abschluss der noch laufenden Forschungsprojekte Ende 1999 endgültig abzuschalten.

Durch den Beschluss der amerikanischen Regierung, im Rahmen des RERTR-Programmes den hochangereicherten Brennstoff amerikanischen Ursprungs zurückzunehmen, war es möglich geworden, bis 2006 auch die Brennelemente (BE) des TRIGA HD II nach USA zurückzuführen. Teil des Rücknahmevertrags war die genaue Beschreibung der BE und Rechnungen zum Abbrand, zur Nachwärme und zu entstandenen Isotopen.

Für frische BE im Lager des TRIGA hatte sich zwischenzeitlich die Möglichkeit einer Abgabe an die TRIGA-Reaktoren in Mainz und Wien ergeben.

Im Mai 2000 wurde mit dem Firmenkonsortium NCS/GNS ein Vertrag über den Transport der BE nach Idaho Falls geschlossen, 2001 wurde der Transport durchgeführt.

Einige spezielle Komponenten für die Beladung der Brennelemente wurden von der Firma GNS gefertigt - so z.B. die BE-Ladeeinheit, der Transfer-Behälter u.a.m. Eine Stahlblechwand, die den Bereich des Zyklotrons vom gesamten Beladebereich des Reaktors abtrennt, wurde errichtet. Diese Abtrennung wird während des eigentlichen Reaktorrückbaus bestehen bleiben.

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

- 2.1 Noch im Halbjahresbericht 2/2003 (PTE-S Nr. 7) wurde mit dem Eingang der Stilllegungsgenehmigung für Anfang 2004 gerechnet. Nach heutigem Stand 15.06.2004, Anm. d. R.) kann frühestens Ende Juni 2004 mit einer Stilllegungsgenehmigung gerechnet werden.
- 2.2 Die Zustimmung des Landes Baden-Württemberg zur Abgabe der radioaktiven Abfälle an die Landessammelstelle erfolgte mit Schreiben vom 30.03.2004. Der Vertrag mit FZK-HDB (Landessammelstelle) für die Konditionierung von Reststoffen wurde geschlossen.
- 2.3 Die positive Stellungnahme zum Euratom-Bericht nach Artikel 37 EU-Verordnung (Auswirkungen der Rückbaumaßnahmen auf europäische Nachbarstaaten) durch die europäische Kommission wurde ohne Hinweis auf besondere Auswirkungen auf die europäischen Nachbarstaaten abgegeben und somit die Rückbaumaßnahme von Seiten der EU freigegeben.

3. Geplante Weiterarbeit

Das Projekt ist genehmigungstechnisch abgeschlossen. Trotz verzögerter Genehmigung sollte der vollständige Rückbau 2005 abgeschlossen sein.

4. Erfindungen, Verbesserungen, Schutzrechte, Berichte, Veröffentlichungen, Internationales

keine

5. Kosten

Kosten bisher:	9,1 Mio. DM
Kosten Berichtszeitraum:	-----
Zukünftige Kosten:	ca. 12 Mio. DM
Geldgeber:	Bund 90 %, Land 10 %

1.5 Projekt MAREN bei GKSS

Zuwendungsempfänger: GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Postfach 11 60, 21494 Geesthacht	
Vorhabensbezeichnung: Entsorgung radioaktiver Reststoffe (Projekt MAREN-1)	
Laufzeit des Vorhabens: 2002 bis 2009	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004
Gesamtkosten des Vorhabens: 38,9 Mio. €	Projektleiter: Schmidt

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

GKSS Forschungszentrum GmbH ist Betreiber des Forschungsreaktors FRG-1 und der Landessammelstelle für die Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle. In der Zuständigkeit von GKSS befinden sich außerdem Teile des stillgelegten Forschungsreaktors FRG-2 sowie die in Zwischenlagerung befindlichen radioaktiven Komponenten des stillgelegten Kernenergieforschungsschiffes NS Otto Hahn (OH).

Die aus dem Betrieb der kerntechnischen Anlagen angefallenen und anfallenden radioaktiven Reststoffe und Abfälle unterliegen im Rahmen des Projektes MAREN-1 der Sammlung, Bilanzierung, Konditionierung und Zwischenlagerung bis zur späteren Entsorgung in ein Endlager. MAREN-1 trägt dazu bei, die gesetzlichen Vorgaben zur Verwertung radioaktiver Reststoffe und Beseitigung radioaktiver Abfälle zu erfüllen. Durch zeitnahes Abfallmanagement werden bei absehbarer Teuerung Kosteneinsparungen erwartet und erforderliche Zwischenlagerkapazität geschaffen.

Die zu MAREN zählenden Arbeitspakete gliedern sich in die 3 Gruppen:

- I. Schwach- und mittelradioaktive Reststoffe und Abfälle
 - OH feste LAW / MAW (221, 222)
 - FRG feste LAW / MAW (231, 232)
 - FRG flüssige Abfälle, Abwasseraufbereitungsanlage (236, 238)
- II. Kernbrennstoffe und zugehörige Reststoffe
 - OH bestrahlte Versuchsbrennstäbe (223)
 - OH-HAWC bei WAK (224)
 - FRG, Rücknahme von Abfällen aus Dounreay (233)
 - FRG, Entsorgung BE (235)
- III. Administrativer Bereich (bauliche und personalkapazitätsverstärkende Maßnahmen).

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Während des Berichtszeitraumes wurden folgende Arbeiten mit Priorität abgewickelt:

- Konditionierung feste radioaktive Abfälle (221, 231)
Die bei FZK/HDB angelieferten ca. 750 Gebinde und 185 Kassetten sind zu 100% sortiert. Zwecks Verbrennung von GKS-Ionenaustauscherharzen unter Zumischung von OHA-Abfällen läuft ein Zustimmungsverfahren. Die Verpressung der GKS-Abfälle ist bis auf einen Ascherest abgeschlossen.
- Abwasseraufbereitungsanlage (238)
Fortlaufende Erörterung des Konzepts Eigenkonditionierung mittelaktiver Abwässer mit Sachverständigen und Aufsichtsbehörde mit dem Ziel, eine sach- und kostenoptimale Lösung zu finden. Abwasserstatus bei FZJ am 13.05.04;
- Aufarbeitung bestrahlter OH-Versuchsbrennstäbe (223)
Fortführung technischer Gespräche mit Fa. Cogema. Technische Unterlagen zum Transportkonzept wurden erstellt und zur Prüfung eingereicht;
- Entsorgung bestrahlter FRG-BE (235)
Die Vorbereitungen für einen Transport in die USA laufen planmäßig;
- Längerfristige Zwischenlagerung (227, 237, 239)
Abwicklung notwendiger Wartungs- und Infrastrukturmaßnahmen (Rückbau alte Wäscherei, Sicherung Dokumentation) / Dateneingabe AVK - MOPRO / Sachverständigentätigkeit.

3. Geplante Weiterarbeit

- Konditionierung LAW (221, 231): Verbrennung OHA-Abfälle, restliche HD-Verpressung, Mengenerhöhung, Rücktransporte;
- Abwasser (236, 238): Entscheidungsfindung betr. Eigenaufbereitung, Abtransport betrieblicher Abwässer zur Fremdaufbereitung bei FZJ;
- Aufarbeitung OH-Brennstäbe (223): Abschluss Vertragsvereinbarung mit Cogema;
- Entsorgung bestrahlte FRG-BE (235): Transport in die USA im Sommer 2004;
- Längerfristige Zwischenlagerung(227, 237, 239): Bereitstellung erforderlicher Infrastrukturmaßnahmen, Gewährleistung der sicheren Zwischenlagerung.

4. Erfindungen, Verbesserungen, Schutzrechte, Berichte, Veröffentlichungen, Internationales

keine

5. Kosten

Kosten bisher (seit 01/2002):	9,7 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum:	0,5 Mio. €
Zukünftige Kosten:	23,4 Mio. €
Geldgeber:	Bund 90 %, Länder 10 %

2 FuE-Vorhaben „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“

2.1 Fördervorhaben

02 S 7900	Verbundprojekt: Kontaminierter Beton: Betonfreigabe – Betonrezyklierung	Brenk Systemplanung, Aachen	📖 36
02 S 7910	Verbundprojekt: Kontaminierter Beton: Rückbau kerntechnischer Anlagen - Eindringen von Radionukliden in Betonoberflächen und Freisetzung eingedrungener Aktivität aus Bauschutt und Beton	Universität Fridericiana zu Karlsruhe (TH)	📖 38
02 S 7951	Entsorgung von Beryllium / Berylliumoxid und Cadmium aus Forschungsreaktoren	TU München	📖 40
02 S 7991	Entwicklung emissionsarmer und kostengünstiger Verfahrens- und Handhabungstechniken für Dekontaminations- und Abtragverfahren	Universität Hannover	📖 42
02 S 8011	Forschungsvorhaben zur Optimierung der Reststoffverwertung von Metallen. Weiterführende Untersuchungen (FORM III)	Siempelkamp, Krefeld	📖 44
02 S 8021	Entwicklung von Beurteilungsmethoden für Transport- und Lagerbehälter mit erhöhten metallischen Reststoffanteilen -Abschließende Untersuchungen (EBER III)-	BAM, Berlin	📖 46
02 S 8031	Verbundprojekt: Aufbereitung mineralischer Rückstände durch Aktivitätsseparation	Brenk Systemplanung, Aachen	📖 48
02 S 8041	Verbundprojekt: Aufbereitung mineralischer Rückstände durch Aktivitätsseparation	Siempelkamp Nukleartechnik GmbH, Krefeld	📖 50
02 S 8071	Verbundprojekt: Aufbereitung mineralischer Rückstände durch Aktivitätsseparation	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen	📖 52
02 S 8081	Verbundprojekt: Verbesserung von Richtigkeit und Genauigkeit bei der Bestimmung des Nuklidinventars für die Deklaration und Freimessung von Reststoffen aus dem Rückbau kerntechnischer Einrichtungen	TU München	📖 54
02 S 8091	Verbundprojekt: Verbesserung von Richtigkeit und Genauigkeit bei der Bestimmung des Nuklidinventars für die Deklaration und Freimessung von Reststoffen aus dem Rückbau kerntechnischer Einrichtungen	FZ Jülich	📖 56
02 S 8102	Erweiterung der Einsatzgrenzen modularer Schneidtechnologien für den kostengünstigen Rückbau kerntechnischer Anlagen, EMOS	Universität Hannover	📖 58

02 S 8112	Abdichtung von Wegsamkeiten in Salzformationen mit kristallisierenden Evaporitmaterialien (AISKRIS-TALL)	DBE Technology GmbH, Peine	📖 60
02 S 8122	Verbundprojekt: Dekontamination silikatischer Oberflächen mittels Laserablation bei gleichzeitiger Abprodukt-Konditionierung	TU Dresden	📖 62
02 S 8132	Biologische Wirkung niedriger Dosen ionisierender Strahlung - Strahlenforschung	Universität des Saarlandes	📖 64
02 S 8142	Selektive Tritium-Extraktion aus Wasser und Bindung auf einen Träger	TU München	📖 66
02 S 8152	Messmethoden zur Charakterisierung radioaktiver Abfälle und zur Freimessung von Reststoffen aus der Stilllegung kerntechnischer Anlagen (MESRAB)	Rheinisch-Westfälische TH Aachen	📖 68
02 S 8162	Verbundprojekt: Dekontamination silikatischer Oberflächen mittels Laserablation bei gleichzeitiger Abprodukt-Konditionierung	Laserinstitut Mittelsachsen e.V., Mittweida	📖 70
02 S 8172	Entwicklung eines Konditionierungsverfahrens für Kernbrennstoffe aus dem Siemens-Unterrichts-Reaktor (SUR)	STEAG encotec GmbH, Essen	📖 72
02 S 8182	Untersuchungen zur Strahlenschutz-Vorsorge für radionuklidbelastetes Substrat: Mikrobieller Beitrag zur Bioakkumulation aus Bauschutt	Friedrich-Schiller-Universität, Jena	📖 74
02 S 8203	Genetische Wirkung dicht ionisierender Strahlen - <i>Strahlenforschung</i>	Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH, Darmstadt	📖 76
02 S 8213	Mechanismen der Zytotoxizität durch Alpha-Strahlung in humanen normalen und malignen hämatopoetischen Zellen - <i>Strahlenforschung</i>	Universitätsklinikum Düsseldorf	📖 78
02 S 8223	Inaktivierung von Mdm2 nach ionisierender Strahlung – Aufklärung der Signaltransduktionskette - <i>Strahlenforschung</i>	Universität Fride-riciana zu Karlsruhe (TH)	📖 80
02 S 8234	Vorstudie über die Rückführung der Wiederaufarbeitungsabfälle von Brennelementen deutscher Forschungsreaktoren aus der WA DOUNREAY in Schottland (RETURN)	DBE Technology GmbH, Peine	📖 82
02 S 8244	Entsorgung von Thoriumverbindungen, Teilprojekt 1 – Erstellung einer Entscheidungsgrundlage zur Verwertung/Entsorgung von Thoriumverbindungen	Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rosendorf, Dresden	📖 84

2.2 Formalisierte Zwischenberichte

Zuwendungsempfänger: Brenk Systemplanung GmbH, Heider-Hof-Weg 23, 52035 Aachen		Förderkennzeichen: 02 S 7900
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Kontaminierter Beton: Betonfreigabe - Betonrecycling		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.09.2000 bis 30.11.2004	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 383.302,23 EUR	Projektleiter: Dr. Deissmann	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Bauschutt bzw. Gebäudemassen bilden den massereichsten Stoffstrom beim Rückbau kerntechnischer Anlagen. Für die Freigabe ist die Kenntnis des Eindring- und des Freisetzungsverhaltens von Radionukliden in bzw. aus Baustoffen relevant. Dieses Vorhaben verfolgt daher 5 Ziele:

- 1) experimentelle Untersuchung des Eindringverhaltens ausgewählter Radionuklide in Betonoberflächen;
- 2) experimentelle Ermittlung der Radionuklidverteilung an Zementsteinphasen und Zuschlag;
- 3) experimentelle Untersuchung zur Wiederverwertung von Beton mittels Elutionsversuchen;
- 4) modellmäßige Untersuchung zur Ermittlung des Freisetzungsverhaltens von Radionukliden aus Bauschutt;
- 5) Einbeziehung von Ergebnissen experimenteller Untersuchungen zur Freisetzung von H-3 aus Beton.

Die Ziele 4) i.V.m. 5) erlauben die wesentliche Verbesserung von radiologischen Modellen und radiologischen Bewertungen, insbesondere bzgl. der oft restriktiven Wasserpfade.

Das Vorhaben führen Brenk Systemplanung (Vorhabensziele 4 und 5) und das Inst. f. Massivbau und Baustofftechnologie, Abt. Baustofftechnologie, der Universität Karlsruhe (Vorhabensziele 1 bis 3, Vorhaben FKZ 02 S 7910) als Verbundvorhaben durch.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP IV/1: Auswahl der zu betrachtenden Radionuklide

Auswahl von Radionukliden, die typische (längerlebige) Leitnuklide bzw. sonst relevante Nuklide in kerntechnischen Anlagen (Kernkraftwerken und Anlagen des Brennstoffkreislaufs) darstellen und für die eine radiologische Relevanz bzgl. der Ausbreitung über Wasserpfade besteht.

AP IV/2: Recherche, Zusammenstellung und Auswertung der benötigten Ausgangsdaten und Informationen

Grundlage für realistischere generische Beurteilung der Freisetzung von Schadstoffen aus kontaminierten Betonmaterialien ist aussagekräftige Datenbasis zur Charakterisierung der anfallenden Betonarten sowie der zu berücksichtigenden physikalisch-chemischen Umgebungs- bzw. Randbedingungen.

AP IV/3: Identifizierung und Diskussion relevanter Betonersatzungs- und Schadstofffreisetzungprozesse

Auf Basis von AP IV/2 werden für die verschiedenen Betonmaterialien bzw. Betonmaterialklassen relevante Betonersatzungs- und Schadstofffreisetzungprozesse unter Berücksichtigung der möglichen Entsorgungs- bzw. Verwertungsoptionen und der zu erwartenden Milieubedingungen identifiziert, charakterisiert und diskutiert.

AP IV/4: Erarbeitung von Modellansätzen zur realistischen Beschreibung relevanter Betonersatzungs- und Schadstofffreisetzungprozesse

Aufbauend auf der Datenrecherche werden für die relevanten Betonzersetzungs- und Schadstoffmobilisierungsprozesse geeignete Beschreibungs- bzw. Modellansätze abgeleitet und validiert, die eine realistischere Abschätzung des Schadstoffaustrages aus radioaktiv kontaminierten Betonmaterialien in Abhängigkeit der zu erwartenden physikalisch-chemischen Milieu- und Randbedingungen gestatten.

AP IV/5: Durchführung realistischer Modellrechnungen zur Betonzersetzung und Schadstofffreisetzung

Auf Basis der zuvor erarbeiteten Modellansätze gemäß AP IV/4 werden Modellrechnungen zur realistischere Abschätzung der Freisetzung von radioaktiven Kontaminanten aus Betonmaterialien in Abhängigkeit der zu erwartenden physikalisch-chemischen Milieu- und Randbedingungen durchgeführt und anhand der zur Verfügung stehenden Daten- und Informationsbasis validiert.

AP IV/6: Realistische Abschätzung der resultierenden Dosisbelastung

Ausgehend von den durchgeführten Modellrechnungen zum Schadstoffaustrag werden realistischere Abschätzungen zu den resultierenden Dosisbelastungen durch Radionuklide über den Wasserpfad für die in diesem Zusammenhang einschlägigen Szenarien hinsichtlich der hier betrachteten Zielsetzung durchgeführt.

AP IV/7: Ergebnisdiskussion und Folgerungen hinsichtl. Rückbau kerntechnischer Anlagen

Darstellung und Erläuterung der realistischen Abschätzungen bzw. Modellierungen und der bisherigen konservativen Abschätzungen bzw. Modellierungen sowie Vergleich hierzu. Erarbeitung von Empfehlungen hinsichtlich des Vorgehens beim Rückbau kerntechnischer Anlagen.

AP V: Koordination des Vorhabens

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Der Schwerpunkt der im Berichtszeitraum durchgeführten Arbeiten bestand i.w. in der Weiterführung der Modellierungsarbeiten zur realitätsnahen Abschätzung der Freisetzung radioaktiver Kontaminanten aus Beton. In diesem Zusammenhang erfolgte insbesondere eine Detailoptimierung der Parameteransätze für die probabilistische Modellierung der Nuklidfreisetzung durch eine reaktionskinetisch-kontrollierte Auflösung von eigenständigen radionuklidhaltigen Phasen, welche insbesondere hinsichtlich der Mobilisierung von Nickel und Cobalt sowie von Lanthaniden und Actiniden aus kontaminiertem Beton von Bedeutung sein kann. Hierzu wurden aus den i.w. für neutrale und saure Bedingungen bekannten Auflösungsgeschwindigkeiten u. a. mit Hilfe linearer freier Gibbs-Energie Beziehungen (z.B. zwischen Lösungsraten und Gitterenergien/Bildungsenergien bzw. Metall-Sauerstoff-Bindungsstärken) und von Oberflächenkomplexierungsmodellen sowie auch aus Analogieschlüssen zwischen isotypen Mineralphasen oberflächenkontrollierte Auflösungsdaten für diverse Oxid-/Hydroxidphasen sowie weitere potentielle Trägerphasen der radioaktiven Kontamination (z.B. Calcit, CSH, Uranylilikate) unter den in Betonporenwässern vorherrschenden hyperalkalischen Milieubedingungen extrapoliert bzw. abgeschätzt.

Des Weiteren wurden die Zuarbeiten zu 02S 7910 bezüglich der Beschaffung von radioaktiv kontaminiertem Beton aus kerntechnischen Anlagen fortgesetzt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Weiterführung der Arbeiten mit Schwerpunkt AP IV/5, AP IV/6 und AP IV/7 unter Berücksichtigung weiterer Ergebnisse aus 02S 7910.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Deissmann, G., Bath, A., Jefferis, S. (2004): Radionuclide release models for contaminated concrete. *Geochimica Cosmochimica Acta*, 68 (11), Suppl. 1: 510.

Zuwendungsempfänger: Universität Fridericiana zu Karlsruhe (TH), Kaiserstraße 12, 76128 Karlsruhe		Förderkennzeichen: 02 S 7910
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Kontaminierter Beton: Rückbau kerntechnischer Anlagen - Eindringen von Radionukliden in Betonoberflächen und Freisetzung eingedrungener Aktivität aus Bauschutt und Beton		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.09.2000 bis 28.02.2005	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 711.300,57 EUR	Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Müller	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Vorhabens ist es, erhebliche Kosteneinsparungen bei Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Anlagen zu erreichen. Durch experimentelle Untersuchungen zum Eindringverhalten der Radionuklide in Betonoberflächen, sowie durch Experimente zur Verteilung und Bindung der Kontaminanten an Zementsteinphasen und Zuschlag lassen sich Folgerungen hinsichtlich einer verbesserten Anwendung von Verfahren zur Dekontamination und Freigabemessung ziehen. Die Kenntnis des Freisetzungsverhaltens bestimmt maßgeblich die Annahmen, die bei radiologischen Betrachtungen der Verwertung oder Ablagerung von Bauschutt getroffen werden können, und beeinflusst damit entscheidend die Festlegungen zur Freigabe. Auslaugungsexperimente mit betonangreifenden Wässern vorwiegend natürlicher Zusammensetzung sollen dafür eine gesicherte Datenbasis schaffen.

Das Projekt erfolgt in Zusammenarbeit mit der Fa. Brenk Systemplanung, Aachen und VTKA Rossendorf e.V..

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Das Forschungsprojekt ist in 4 Arbeitspakete (AP) gegliedert:

AP I: Eindringverhalten von Radionukliden in Betonoberflächen

AP II: Verteilung und Bindung der Radionuklide an Zementsteinphasen und Zuschlag

AP III: Wiederverwertung von Abbruchbeton

AP IV: Freisetzungverhalten von Radionukliden aus Bauschutt

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP I:

- Bestimmung der Diffusionskoeffizienten aus den Diffusionsexperimenten. Iod zeigt hierbei eine größere Mobilität als Cäsium. Cobalt hingegen setzt sich im alkalischen Medium als Niederschlag auf der Oberfläche der Beton- bzw. Zementsteinscheiben ab, diffundiert also nicht hindurch. Fortführung der Nachfolgeuntersuchungen an den Prüfkörpern der Betonfestigkeitsklasse C30/37 und der Zementsteinproben ($w/z = 0,5$).

- Start der Diffusionsversuche mit den Prüfkörpern der Festigkeitsklasse C20/25 und Zementsteinproben ($w/z = 0,6$). Diese Experimente werden sowohl mit Radionukliden wie auch inaktiven Nukliden durchgeführt.
- Auswertung der Tiefenprofile der Betonzylinder (C30/37), die mit Cäsium, Cobalt, Iod und Strontium beaufschlagt wurden. Iod zeigt im Gegensatz zu den anderen Elementen ein Konzentrationsmaximum nicht an der Oberfläche der Beaufschlagungsseite, sondern einige Millimeter innerhalb der Prüfcylinder.
- Ermittlung weiterer Tiefenprofile von Co-60 und Cs-137 aus Versuchen zum kapillaren Saugen mit Prüfkörpern der Festigkeitsklasse C30/37.

AP II:

- Fortführung der Mikrosondenanalyse von flaschenhydratisiertem Zementstein. Es wurde hierbei die Nuklidkonzentration im Anmachwassers des flaschenhydratisierten Zementsteins um das Vierfache erhöht, um die Verteilung der Elemente I, Cs, Sr und Co in den Hydratphasen besser erfassen zu können.

AP III:

- Beendigung der Auslaugversuche der mit Cs, Sr, I und Co beaufschlagten Betonkörper der Festigkeitsklasse C30/37 mit betonangreifenden Wässern (pH 5, Mg- und sulfathaltig). Die Auswertung dieser Experimente wird gegenwärtig durchgeführt.
- Prüfung und Charakterisierung (Festigkeit und Porosität) von kontaminiertem Beton aus KKW's auf Eignung. Fortführung der Recherche nach kontaminiertem Beton aus kerntechnischen Anlagen für Nachfolgeexperimente (Tiefenprofile, Laugung).

4. Geplante Weiterarbeiten

AP I – AP IV:

- Fortführung der Mikrosondenanalyse des mit I-, Cs- und Sr beaufschlagten flaschenhydratisierten Zementsteins.
- Durchführung der Diffusionsversuche mit radioaktiven Nukliden an Prüfkörpern der Betonfestigkeitsklasse C20/25 bzw. an Zementstein mit $w/z = 0,6$.
- Durchführung von Auslaugversuche mit radioaktiven Nukliden an Prüfkörpern der Betonfestigkeitsklasse C20/25.
- Auswertung der Experimente zur Ermittlung der Transportkenngrößen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Raptis, K., Fleischer, K., Herold, G., Knappik, Müller, H.S.: Investigations of penetration mechanisms of radionuclides in concrete and their leaching behaviour. Proceedings of the 4th International Seminar on Radioactive Waste Products (RADWAP 2002), ISBN 3-89336-335-1, pp 405 – 408, 2003.

Raptis, K., Fleischer, K., Herold, G., Knappik, Müller, H.S.: Penetration behavior of relevant nuclides in Concrete. 6. Internationales Symposium „Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegeabfälle“ KONTEC, ISBN 3-9806415-6-2, pp 530 – 545, 2003.

Fleischer, K.; Herold, G.: Eindringverhalten von Radionukliden in Beton. 3. Workshop RCA im Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e. V.: „Radiochemische Analytik bei Betrieb und Rückbau kerntechnischer Anlagen, der Deklaration von Abfällen und im Strahlenschutz“; April 2004.

Zuwendungsempfänger: TU München, Arcisstraße 21, 80333 München		Förderkennzeichen: 02 S 7951
Vorhabensbezeichnung: Entsorgung von Beryllium / Berylliumoxid und Cadmium aus Forschungsreaktoren		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.09.2001 bis 31.08.2005	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 1.609.754,94 EUR	Projektleiter: Dr. Lierse von Gostomski	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Vorhabens ist eine genaue Inventarisierung und Charakterisierung von Beryllium und Cadmium in deutschen Forschungsreaktoren, insbesondere hinsichtlich des enthaltenen radioaktiven Inventars. Für enthaltenes Tritium sollen Freisetzungsszenarien dargestellt und Konditionierungskonzepte entwickelt werden, welche geeignete Rückhaltungsmöglichkeiten für das radioaktive Inventar beinhalten.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Geplante Arbeitsschritte sind:

1. Klare Beschreibung des Entsorgungsproblems für Be und Cd-Bauteile aus deutschen Forschungsreaktoren mit Bestandsaufnahme und Charakterisierung der in Deutschland mit Neutronen bestrahlten und zur Entsorgung anstehenden Materialmengen.
2. Bestimmung des radioaktiven Inventars, zunächst durch Abschätzungen auf Basis von Spezifikationen der Material-Hersteller und von Betreiberangaben zu Neutronen-Fluenz und –Energiespektren, anschließend mittels zerstörungsfreier und invasiver Messverfahren an realen Proben aus dem Forschungsreaktor Garching FRM.
3. Experimentelle Bestimmung der Freisetzung von Tritium aus realen Be-Proben unter den Bedingungen eines bestimmungsgemäßen Lagerbetriebs (Zwischen- und Endlager) und des Störfalles „Brand“.
4. Entwicklung geeigneter Techniken zur Rückhaltung von Tritium aus Be.
5. Quantitative Darstellung von Szenarien zur Freisetzung radioaktiver Stoffe unter gegebenen Zwischen- und Endlagerbedingungen.
6. Entwicklung eines integrierten Handhabungs- und Verpackungskonzepts für Be- und Cd-Teile und nach Möglichkeit Erprobung im heißen Betrieb (Miniaturmaßstab)
7. Entwicklung eines umfassenden Konditionierungs- und Entsorgungskonzepts unter besonderer Berücksichtigung einer späteren Qualifizierungsmöglichkeit.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Schneiden der Be-Teilprobe zur Gewinnung weiterer Untersuchungsproben.

Alpha-spektrometrische Untersuchung am Be-Probenmaterial nach vorheriger radiochemischer Separation und Präparation mittels Elektrodeposition.

Durchführung von Tritium-Freisetzungs-Versuchen am Be-Probenmaterial zum bestimmungsgemäßen Lagerbetrieb bei 50 °C.

Schneiden der Cd-Teilprobe zur Gewinnung von weiteren Untersuchungsproben.

Alpha-Spektrometrische Untersuchung der Cd-Untersuchungsprobe nach vorheriger radiochemischer Präparation.

Die Freisetzungsrate von HTO/T₂O beträgt 0,16 Bq/(g*h) und 0,33 Bq/(g*h) für HT/T₂ (bei 50 °C).

Im Be-Material konnten signifikante Mengen an Alpha-Strahlern nachgewiesen werden.

Im Cd-Probenmaterial sind keine Alpha-Strahler enthalten.

Der Stand zur Entsorgung und Konditionierung von Cadmium ist erarbeitet worden. Die Entsorgung erfolgt durch Sortieren mit den Zielen Freigabe und Rückführung in den Wertstoffkreislauf oder Verpressen.

Für die Entsorgung von Beryllium (Be) aus Forschungsreaktoren ist am Beispiel der Berylliumelemente des FRM ein exemplarisches Konzept mit den folgenden Punkten erarbeitet worden:

- Auslegung eines Behälters (Mosaik[□] II 15 EI Typ B(U)) unter Berücksichtigung der radiologischen Daten für die Be-Elemente
- Auslegung und Design eines Tragkorbs zur Aufnahme der Be-Elemente
- Entwicklung eines Handhabungsablaufs
- Ermittlung radiologischer Daten bei der Durchführung einer Beladung mit Entsorgung
- Aufzeigen von Lösungen für eine technische Entwicklung
- Aufzeigen von offenen Punkten für eine Durchführung der Maßnahme

Für den Abschlussbericht zur Entsorgung des radioaktiven Cadmiumabfalls aus dem Forschungsreaktor München FRM wurden entsprechende Beiträge zur Einhaltung des Verkehrsrechts und der Zwischen- und Endlagerungsbedingungen, zum Ablaufplan des Bundesamtes für Strahlenschutz und zum Dokumentationsumfang der Entsorgungskampagne erstellt. Hinsichtlich der Einhaltung des Verkehrsrechts und der Anforderungen aus der Zwischen- und Endlagerung werden keine Widersprüche erwartet.

Verschiedene (Edel-)Metalloxide (CuO, Ag₂O und PdO) wurden hinsichtlich ihres Reaktionsverhaltens gegenüber Wasserstoff mittels DTA bzw. DSC unter Verwendung des Gases Varigon (10 % H₂, Rest Argon) untersucht. Die Messungen zeigten, dass CuO erst ab ca. 140 °C, Ag₂O ab ca. 40 °C, PdO dagegen bereits bei Raumtemperatur mit Wasserstoff reagiert. Alle drei Oxide werden dabei in einer exothermen Reaktion quantitativ zu den Elementen reduziert, wobei als weiteres Produkt Wasser entsteht.

Als Adsorbens für das entstehende Wasser wurde Molekularsieb mit einem Porendurchmesser von 0,3 nm, 0,4 nm und 0,5 nm in den Applikationsformen Pulver, Perle und Stäbchen auf seine Eignung hin untersucht. Auslagerungsversuche der einzelnen Molekularsiebe für eine Stunde bei 500 °C (angenommene, maximale Temperatur im Lagerbehälter beim „Störfall Brand“) ergaben, dass das Adsorptionsverhalten gegenüber H₂O auch nach dieser thermischen Belastung unverändert gegeben ist. Die Kapazität der Molekularsiebe für die Wasserspeicherung beträgt je nach Adsorptionsbedingungen 15 bis 24 %.

Für das System PdO + H₂ (in Form von Varigon [10 % H₂] bzw. reinem H₂ eingesetzt) wurden weitere Untersuchungen mittels Thermografie durchgeführt. Diese ergaben, dass in Abhängigkeit von der H₂-Konzentration unterschiedliche Reaktionstemperaturen herrschen: Bei Verwendung von Varigon wurden Reaktionstemperaturen bis 250 °C, bei Einsatz von reinem Wasserstoff Reaktionstemperaturen bis 350 °C ermittelt. Neben PdO als Reinsubstanz wurden auch Mischungen von PdO mit Molekularsieb-Pulver des Typs 4A (0,4 nm Porendurchmesser) getestet: Beide Substanzen sind gut miteinander mischbar, das Reaktionsverhalten von PdO gegenüber H₂ wird durch die Vermischung nicht beeinträchtigt und das durch die Reduktion des PdO gebildete Wasser wird direkt am Ort der Entstehung vom Molekularsieb-Pulver adsorbiert.

4. Geplante Weiterarbeiten

Fortführung der Tritium-Freisetzungs-Versuche zum bestimmungsgemäßen Lagerbetrieb.

Durchführung von Tritium-Freisetzungsversuchen zum Störfall „Brand“.

Liefern eines Behälters vom Typ MOSAIK® II-15 EI Typ B(U).

Konstruktion eines Tragkorbs.

Für den Abschlussbericht zur Entsorgung der Berylliumreflektoren aus dem Forschungsreaktor München FRM werden Beiträge erstellt. Als Themen sind hierbei insbesondere die Zwischen- und Endlagerfähigkeit der entstehenden Abfallbinde als auch Störungs- und Störfallbetrachtungen bei der Durchführung der Konditionierungskampagne zu nennen.

Verifizierung der für das Reaktionsverhalten von PdO gegenüber H₂ erhaltenen Ergebnisse mit Tritium bzw. HT am Institut für Radiochemie der TU München in Garching.

Weitere Untersuchung des im Vergleich zu PdO kostengünstigeren Ag₂O sowie die Untersuchung von Mischungen der Oxide CuO bzw. Ag₂O mit PdO hinsichtlich ihres Reaktionsverhaltens gegenüber H₂.

5. Berichte, Veröffentlichungen

3. Workshop RCA (VKTA, Dresden)

Zuwendungsempfänger: Universität Hannover, Welfengarten 1, 30060 Hannover		Förderkennzeichen: 02 S 7991
Vorhabensbezeichnung: Entwicklung emissionsarmer und kostengünstiger Verfahrens- und Handhabungstechniken für Dekontaminations- und Abtragverfahren		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2001 bis 30.09.2004	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 799.564,38 EUR	Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Bach	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Im Rahmen des Forschungsvorhabens sollen prototypische und neue Verfahren zum Abtragen von mineralischen Werkstoffen neu- und weiterentwickelt, optimiert und für den Realeinsatz qualifiziert werden. Ziel ist dabei die Minimierung von Schadstoffaustrag und Abtrag- / Trennzeit, die flexible Einsetzbarkeit und die Reduzierung der Kosten.

Die Verfahren sind

1. Trockeneis- Laserstrahl-Entschichten: Erweiterung des Einsatzbereiches, Qualifizierung zum personengeführten Einsatz, Optimierung des Verfahrens, Erprobung für neue Anwendungsfälle (Materialien).
2. Betonabtrag mit dem Hochleistungsdiodenlaser: Optimierung für das Abtragen von Beton unter Realbedingungen.
3. Abtragen und Trennen von asbesthaltigen Werkstoffen mit dem Neodym:YAG Laser: Optimierung für den Einsatz in kerntechnischen Anlagen unter Realbedingung.

Die Verfahren werden in Zusammenarbeit mit den Betreibern kerntechnischer Anlagen, die diese Entwicklungen beim Rückbau Ihrer Anlagen einzusetzen planen, durchgeführt.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Block 1: Entwicklung und Untersuchung der Verfahren:

1. Trockeneis-Laserstrahl-Entschichten
2. Laserstrahlabtragen unter besonderer Berücksichtigung von Hochleistungsdiodenlasern
3. Laserbearbeitung an asbesthaltigen Materialien

Block 2: Vergleich der Verfahren zum Abtragen von Beton nach Stand von Wissenschaft und Technik

- 1.1. Charakterisierung des Einsatzbereiches
- 1.2. Handhabung
- 1.3. Charakterisierung der Emissionen und Rückkontamination
- 1.4. Vergleich der Kosten
2. Ermittlung der Größen
3. Darstellung der Ergebnisse der Vergleichsuntersuchungen

Block 3: Darstellung und Verbreitung der Ergebnisse

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Block 1:

Trockeneis-Laserstrahlen:

- Fertigstellung und Erprobung des Prototypen eines Trockeneisstrahl-Laserstrahl-Freihandgerätes
- Anpassung des Prototypen des Trockeneis- Laserstrahl-Handgerätes an andere Strahldüse zur Erhöhung der Abtragbreite
- Erhöhung der Prozessleistung durch Verwendung vorhandener unterschiedlicher Trockeneisstrahldüsengeometrien
- Erhöhung der Prozessleistung durch Einsatz einer weiteren, durch die Fa. Linde bereitgestellten Trockeneisstrahlanlage

Asbestschneidversuche:

- Parameterstudien zum Trennen von asbesthaltigem Material
- Auswertung der Schneidversuche zum Trennen von asbesthaltigem Material

Laserstrahlabtragen:

- Abtraguntersuchungen mit verschiedenen Lasersystemen incl. 4kW Diodenlaser durchgeführt
- Abtragversuche mit einem mobilen Nd:YAG Reinigungslaser in Realumgebung im Forschungszentrum Karlsruhe durchgeführt
- Zusammenstellung von Sicherheitsanforderungen für den Einsatz von Laserhandgeräten

Block 2:

- Vergleichsuntersuchungen zum Abtrag von Schichten auf Betonstrukturen mit verschiedenen Abtragverfahren in Realumgebung im Forschungszentrum Karlsruhe mit 5 verschiedenen Abtragverfahren durchgeführt
- Staub- und Aerosolmessungen für die untersuchten Verfahren durchgeführt

4. Geplante Weiterarbeiten

- Auswertung und Charakterisierung der gemessenen Staub- und Aerosolemissionen
- Erweiterung des Verfahrenskennblattes zum Vergleich der Verfahren
- Erweiterung der Prototypen der Trockeneis-Laserstrahl-Handgeräte mit Lasersicherheitsmechanismen
- Abschließende Untersuchungen und Auswertung der Ergebnisse beim Trockeneislaserstrahlen, Asbestschneiden und Laserstrahlabtragen
- Aufarbeitung und Darstellung der Ergebnisse

5. Berichte, Veröffentlichungen

- Bach, Fr.-W., C.F. Redeker, P. Brüggemann, R. Verseemann: Technologien zur Bearbeitung von Oberflächen und dem Schneiden unter Wasser. Technologies for Surface-treatment and Under Water Cutting. Conference Proceedings, KONTEC 2003, 19.-21. März 2003, S. 720-739, 2003
- Bach, Fr.-W., H. Bienia, P. Brüggemann, G. Kremer, T. Rümenapp, u. R. Verseemann: Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich der Schneid- und Abtragtechnologien, 1. Symposiums "Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Anlagen" am 09/10.03.2004 beim TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt e.V., 2004

Zuwendungsempfänger: Siempelkamp Gießerei GmbH & Co., Siempelkampstraße 45, 47725 Krefeld		Förderkennzeichen: 02 S 8011
Vorhabensbezeichnung: Forschungsvorhaben zur Optimierung der Reststoffverwertung von Metallen. Weiterführende Untersuchungen (FORM III)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2001 bis 31.12.2004	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 352.425,00 EUR	Projektleiter: Dr. Bounin	

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. In den abschließenden Untersuchungen (FORM III) wird die Abhängigkeit der Werkstoffeigenschaften von der chemischen Zusammensetzung bei der Reststoffverwertung statistisch abgesichert. Darüber hinaus werden Gusskörper (Hohlprofile) mit erhöhtem Recyclinganteil gefertigt, welche die Großausführungen der in Frage kommenden Behälter repräsentativ abdecken. Zur Bestimmung der Sicherheitsreserven werden Serien von Fallversuchen gezielt bis zum Versagen durchgeführt. Ein MOSAIK-II-Behälter wird in einem Fallversuch nach Anforderungen der Abfallbehälterklasse II geprüft (5m-Fall bei -20°C). Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin, als Zuwendungsempfänger des Vorhabens "Entwicklung von Beurteilungsmethoden für Transport- und Lagerbehälter mit erhöhten metallischen Reststoffanteilen - Abschließende Untersuchungen (EBER III)", Förderkennzeichen: 02 S 8021.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- I Werkstofftechnische Untersuchungen an Probenplatten: Ermittlung statischer Kennwerte und Gefügeuntersuchungen für Einflussgrößenberechnung. Festlegung Sonderwerkstoff für Behälter-Dummies (Hohlprofile). Quantifizierung Einfluss Kerben auf Bruchzähigkeit.
- II Bruchmechanische Werkstoffbewertung unter Störfallbedingungen: Fertigung Hohlprofil aus FORM-Werkstoff für Probennahme. Ermittlung Werkstoffkennwerte bei RT und -20°C .
- III Optimierung Behälterdesign und Strukturanalyse: Maßnahmen zur Reduzierung der dynamischen Beanspruchungen unter Impakt. Verbesserungen in der Idealisierung des Fundamentverhaltens in der dynamischen FEA und der Interaktion von Fundament und Behälter.
- IV Mechanische Prüfungen Gusskörper: Fertigung und mechanische Prüfungen der Hohlprofile. Einbringen von großen Kerben. schrittweise Bestimmung der Fallhöhe, die zur Rissinitiierung führt.
- V Mechanische Prüfungen Referenzbehälter: Fertigung eines optimierten MOSAIK II Behälters inkl. Einbringen von Kerben. Einbringen eines neuen Satz Kerben in vorhandenen Gusscontainer FORM II. Fallprüfungen beider Behälter unter Bedingungen nach ABK II (5m-Fall bei -20°C).
- VI Nachuntersuchungen: Probennahme aus Hohlprofilen und beiden Referenzbehältern. Untersuchungen auf Rissinitiierung. Zug- und Bruchmechanik-Eigenschaften im Stück.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- Übergabe aller 4 Hohlprofile der Serie B und des modifizierten Hohlprofils A4 an die BAM.

- Vergleich der Fehlstellenbewertung mittels Ultraschall und durch Entnahme von Proben. Der optische Befund zeigt eine sehr gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen von UT.
- Ausarbeitung der Einflussgrößenberechnung für das Material der Probenplatten. Für die Vorausberechnung von Gefügeanteilen und Werkstoffkennwerten wurde eine Software erstellt.
- Die Auswertung der Probenplatten-Materialeigenschaften zeigt: Das Konzept der Linear Elastischen Bruchmechanik ist in den Probenplatten für den gesamten untersuchten Bereich von Recyclinganteil und daraus resultierenden Gefügen gültig.
- Die Beprobung eines Hohlprofils der Serie A (gleiches Material wie Serie B) ergab höhere duktile Anteile als in der Probenplatte mit derselben chemischen Zusammensetzung. Um die Bedingungen der Linear Elastischen Bruchmechanik zu erfüllen, musste in Orientierungsversuchen die Prüftemperatur von Raumtemperatur auf -40°C abgesenkt werden. Die sonst übliche Prüfung unter statischer Beanspruchungsrate ist nach diesem Konzept nicht möglich. Die Fallversuche der Serie B müssen bei -40°C statt bei Raumtemperatur durchgeführt werden.
- Die Beprobung eines Hohlprofils der Serie C zeigte, trotz gegenüber Serie B noch mal erhöhtem Recyclinganteil, stärkere duktile Anteile als Serie B. Da selbst bei -50°C kein rein sprödes Verhalten auftrat, wurden die Arbeiten an Serie C gestoppt (zu diesem Zeitpunkt waren von der 4er-Serie schon 3 Prüfkörper gegossen, davon 2 fertig bearbeitet und 1 an die BAM für die Fallversuche in EBER-III ausgeliefert). Eine Extrapolation von Temperaturen unter -50°C auf die Endlagerbedingung -20°C ist weder machbar noch wünschenswert.
- Beschlossen wurde eine noch zu fertigende Ersatz-Serie D. Dies werden MOSAIK-Behälter mit sprödem Material sein, die bei -20°C geprüft werden. Zur Sicherstellung der Beherrschung der Anforderungen durch Serie D wurde ein erster Behälter für eine Fallprüfung gefertigt. Zur Überbrückung der Wartezeit bis zur Aufnahme der Fallversuche mit Serien B und D im 4. Quartal 2004 durch die BAM in EBER III wird hiermit die Materialfestlegung für den Prototyp MOSAIK II FORM III vorweggenommen. Die Fallprüfung des Prototyps nach ABK-II (5m bei -20°C) durch die BAM wird die Serie D Versuche abschließen.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Fallversuch (5 m, -20°C) des ersten Serie D MOSAIK-Behälters. Zur Vermeidung von Wartezeiten für das Versuchsgelände der BAM wird der Versuch bei Siempelkamp durchgeführt.
- Erweiterte Gefügeuntersuchungen zum unerwartet duktilen Verhalten der Hohlprofile.
- Bestimmung der Materialkennwerte für die Hohlprofile Serie B und D im Stück. Sicherstellung, dass die Bruchzähigkeit im Stück auch für Serie D bei -20°C in Tieflage ist.
- Fertigung der restlichen vier MOSAIK-Behälter der Serie D und Versand an die BAM für die Fallversuche (in EBER III).
- Fallversuch-begleitende Untersuchungen auf Rissinitiierungen des Kerbgrunds durch Zersägen aller Hohlprofile und Untersuchen von Schliffen aus dem Kerbgrundbereich.
- Bei Bedarf, nach dem Fallversuch Kontrollen der Materialkennwerte benachbart zu den Kerben (Zugversuch, Gefügebestimmung und Bruchzähigkeiten) für ausgewählte Hohlprofile.
- Festlegung Lage und Größe und Einbringen eines neuen Satzes größerer Kerben in den vorhandenen Gusscontainer FORM II für die erneute Fallprüfung nach ABK-II (5m bei -20°C).
- Übertragung der Erkenntnisse zur Verminderung der Belastungen bei der Fallprüfung auf die Gusscontainer-Bauarten.
- Optimierung der Container-Fertigungsbedingungen von beim Einsatz von Recyclingmaterial.
- Darstellung und Bewertung der Versuche zum Gefüge-Einfluss der Perlitfallsglühung.

5. Berichte, Veröffentlichungen

- D. Bounin, W. Kleinkröger, U. Quade, D. Schreiber: Optimization of Waste Containers Made of Ductile Cast Iron Using Recycled Scrap from the Nuclear Industry. Waste Management Konferenz, Tucson, 29.02.-04.0.2004, Proceedings (CD), Paper 4047
- D. Bounin, W. Kleinkröger, U. Quade: Storage Containers Optimized For Recycling. Jahrestagung Kerntechnik, 25.05.-27.05.2004, Tagungsband (CD), Sektion 4, Vortrag 704

Zuwendungsempfänger: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Unter den Eichen 87, 12200 Berlin		Förderkennzeichen: 02 S 8021
Vorhabensbezeichnung: Entwicklung von Beurteilungsmethoden für Transport- und Lagerbehälter mit erhöhten metallischen Reststoffanteilen - Abschließende Untersuchungen (EBER III)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2001 bis 31.12.2004	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 357.198,73 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Droste	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die Rezyklierung radioaktiven Metallschrottes aus dem Rückbau kerntechnischer Anlagen erlaubt, die Menge des endzulagernden Materials und die Kosten für die Endlagerung zu reduzieren. Die Methoden der sicherheitstechnischen Bewertung von Transport- und Lagerbehältern mit erhöhten metallischen Reststoffanteilen wurden in den Vorhaben EBER (02 S 7584) und EBER II (02 S 7788) entwickelt. Zur endgültigen Absicherung der Werkstoffeinsatzgrenzen in einem sicherheitstechnischen Bewertungskonzept sollen diese Methoden unabhängig vom Endlagerstandort formuliert, auf beliebige Aufprallfundamente übertragen und auf zylindrische Lagerbehälter erweitert werden. Dazu ist die Behälterbeanspruchungsanalyse weiterzuentwickeln. Noch offene Fragen in der werkstoffmechanischen Beurteilung sollen durch experimentelle Untersuchungen an Gussbauteilen beantwortet werden.

Zusammenarbeit mit der Fa. Siempelkamp Gießerei GmbH & Co. KG, Krefeld als Zuwendungsempfänger des „Forschungsvorhabens zur Optimierung der Reststoffverwertung von Metallen – Abschließende Untersuchungen (FORM III)“, Förderkennzeichen 02 S 8011.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- I. Experimentelle Untersuchungen zum Fallfundament
(Untersuchung der Ankopplung und Bauausführung des Auflagefundamentes, Ermittlung der Beanspruchungshöhe in Hohlprofilen als Modellbauteile)
- II. Untersuchung künstlich vorgeschädigter Bauteile bei kritischer Belastung
- III. Untersuchung künstlich vorgeschädigter Bauteile bei Überlast
- IV. Weiterentwicklung der Beanspruchungsanalyse
(Analyse des Einflusses des Fallfundamentes und von Behälterinnenmassen, Variation der Behälterfallposition, Übertragung auf andere reale Untergründe)
- V. Weiterentwicklung des bruchmechanischen Bewertungskonzeptes
(Untersuchung dreidimensionaler Werkstofffehlergeometrien, Werkstofffehler bei zylindrischen Behälterformen, Schlussfolgerungen aus den Untersuchungen mit vorgeschädigten Bauteilen)
- VI. Verifizierung des Sicherheitskonzeptes
(Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Fallversuchen mit vorgeschädigten Prototypbehältern sowie Vergleich mit Berechnungsergebnissen)

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- Es wurde ein Versuch durchgeführt zur Überprüfung der Wirksamkeit der überarbeiteten geometrischen Optimierung am Hohlprofil mit Bodenleiste. Dabei konnte gezeigt werden, dass eine Bodenleiste zur Reduzierung der Beanspruchung beiträgt.
- Für die Erweiterung des Beurteilungskonzeptes auf die Bewertung von rissartigen Fehlern in zylindrischen Behältern wurden bruchmechanische Untersuchungen an Querrissen durchgeführt (Erstellung/Berechnung von Finite-Elemente-Modellen, Vergleich mit bekannten Lösungen aus der Literatur). Es hat sich gezeigt, dass sich das entwickelte sicherheitstechnische Bewertungskonzept auch auf diese Fälle anwenden lässt. Die Betrachtung von Längsrissen in zylindrischen Behältern ist noch nicht abgeschlossen. Dazu wird momentan ein FE-Modell erstellt.
- Der Werkstoff der Hohlprofile der Serie C hat sich als vergleichsweise duktil herausgestellt und ist damit nicht repräsentativ. Das bisherige Bewertungskonzept für Werkstofffehler beruht auf der Annahme von Sprödbruch und soll beibehalten werden. Die Versuche sollen deshalb an neuen Testobjekten aus einem anderen Werkstoff durchgeführt werden, an dem sich gültige Sprödbruch-Werkstoffkennwerte ermitteln lassen.
- Der Hersteller hat angeboten, die Testobjekte der Serie C wegen der Änderung der Werkstoffeigenschaften nicht nur durch neue behälterähnliche kubische Hohlprofile, sondern durch reale zylindrische Behälter einer Serie D zu ersetzen. Es wurde untersucht, welche Änderungen an der bisherigen Versuchstechnik dafür erforderlich wären. Durch die größeren Abmessungen und die höhere Masse des Testobjekts steigen insbesondere die Anforderungen an die Abwurfgenauigkeit beim Falltest.
- Es wurden Formeln zur Abschätzung der Fallhöhe aufgestellt, bei der es zur Initiierung von rissartigen Fehlstellen im Material kommt. Die Formeln wurden aus Experimenten und Berechnungen abgeleitet und lassen sich auf alle Wände der kubischen Hohlprofile anwenden. Damit kann abgeschätzt werden, bei welchen Fallhöhen Versuche mit den Testobjekten mit künstlichen Kerben durchgeführt werden sollen, um gezielt den Bereich von unterkritischen Belastungen bis hin zu Überlasten untersuchen zu können.
- Die anstehenden Versuche mit Hohlprofilen mit Kerben bei -20°C wurden durch den Bau einer Kühlbox vorbereitet, die auch für Testobjekte einer Serie D geeignet ist.
- Die Art und Größe der künstlichen Fehler für einen Vorversuch einer Serie D im Rahmen des Projektes FORM III wurden abgestimmt. Der Radius am Kerbgrund wurde auf 0,1 mm festgelegt. Einer der künstlichen Fehler erstreckt sich bis zu 1/10 der Wanddicke.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Durchführung der Fallversuche mit definiert künstlich vorgeschädigten Großbauteilen
- Fortsetzung der Beanspruchungsanalyse zu Innenmassen
- Fortsetzung der Übertragbarkeitsbetrachtungen auf andere reale Untergründe
- Fortsetzung der Vorbereitungen der Verifikationsversuche mit Großbehältern
- Abschluss der Berechnungen zu Werkstofffehlern in zylindrischen Behältern und ihrer bruchmechanischen Bewertung

5. Berichte, Veröffentlichungen

Müller, K., Ballheimer, V., Droste, B., Rödel, R., Völzke, H., Zencker, U.: Die Anwendung der Bruchmechanik im Sicherheitsnachweis von Transportbehältern für die Beförderung radioaktiver Stoffe, DVM-Bericht 236 (Berichtsband 36. Tagung DVM-Arbeitskreis Bruchvorgänge, 17.-18. Februar 2004, Köln), DVM, 2004, S. 225-238

Zuwendungsempfänger: Brenk Systemplanung GmbH, Heider-Hof-Weg 23, 52035 Aachen		Förderkennzeichen: 02 S 8031
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Aufbereitung mineralischer Rückstände durch Aktivitätsseparation		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.12.2001 bis 31.12.2004	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 121.175,66 EUR	Projektleiter: Dr.-Ing. Klein	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Zielsetzung des Vorhabens ist es, eine mobil einsetzbare Pilotanlage zur Aufbereitung von radioaktiv kontaminierten Bauschutt bzw. mineralischen Reststoffen zu entwickeln.

Die Entwicklung der Verfahrenstechnik erfolgt mit der übergeordneten Zielsetzung, Kosteneinsparungen bei Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Anlagen, vor allem solcher im Geschäftsbereich des BMBF, BMWA (aber auch privatwirtschaftlicher Energie-Versorgungsunternehmen) zu erreichen, indem der Anteil an endzulagernden Bauschutt durch Separierung nicht-radioaktiver Stoffe reduziert wird.

Im ersten Teil des Vorhabens kommen die als Einstiegs-Testmaterial besonders geeigneten COMAS-Reststoffe (Testmaterial aus der Simulation von Kernschmelzen) zum Einsatz. Im zweiten Teil wird das Versuchsprogramm auf mengenmäßig bedeutende kontaminierte Bauschutte ausgeweitet. Die Anlage wird im Rahmen des geplanten Vorhabens bis zur kommerziellen Einsatzfähigkeit entwickelt werden.

Dieses Vorhaben wird im Verbund mit folgenden Vorhaben durchgeführt:

- 02 S 8041 der Siempelkamp Nukleartechnik GmbH (SNT)
- 02 S 8051 der Wismut GmbH (W)
- 02 S 8061 des Forschungszentrum Jülich - Institut für Sicherheitsforschung und Reaktortechnik (ISR)
- 02 S 8071 der RWTH Aachen - Lehr- und Forschungsgebiet Aufbereitung mineralischer Rohstoffe (AMR)

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Phase I bis III: Erarbeitung der Grundlagen der Aktivitätsseparation (Testmaterial: COMAS-Reststoffe)

- AP I/2: Literaturrecherchen zum Stand der Technik der Verfahren bzw. Techniken zur Behandlung mineralischer kontaminierter Reststoffe, des Bauschuttrecycling beim Rückbau von Kernkraftwerken und der KEMA-Anlage
- AP I/3: Unterstützung bei der Charakterisierung der COMAS-Reststoffe
- AP M: Marktanalyse zur Aktivitätsseparation
- AP II/2: Unterstützung bei der Installation und Inbetriebnahme der trockenen mechanischen Verfahrenstechnik in der CARLA-Halle
- AP II/3: Konzept und Spezifikation des notwendigen Arbeitsschutzes zur Verarbeitung von kontaminierten Materialien
- AP III/2: Charakterisierung der Stoffströme nach der Separation
- AP III/3: Bewertung des Separationserfolges

Phase IV bis VI: Weiterentwicklung der Verfahrenstechnik, Herstellung der kommerziellen Betriebstauglichkeit (Testmaterial: diverse Bauschutttypen)

- AP IV/1 und IV/2: Probenbeschaffung und bei Bedarf Unterstützung bei der Charakterisierung der Bauschuttproben und bei entsprechenden Laborversuchen zur trockenen mechanischen Aufbereitung
- APVI/1: Optimierung und Bewertung der Pilotanlage im Hinblick auf verfahrenstechnische und betriebswirtschaftliche Kosten im Zusammenhang mit volkswirtschaftlichen bzw. externen Kosten
- AP VI/3: Unterstützende Arbeiten zur Durchführung diverser Genehmigungs- und Zulassungsverfahren als Voraussetzung für die kommerzielle Einsatzfähigkeit der Anlage zur Aktivitätsseparation

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Nachdem die wesentlichen Arbeiten zur Probenbeschaffung und Auswertung gemäß AP IV/1 und AP IV/2 abgeschlossen sind und die Untersuchungen gezeigt haben, dass eine Klassierung des Materials, insbesondere bei der Integration einer radiometrischen Sortierung zur gewünschten Aktivitätsseparation führen kann, lag der Schwerpunkt der Arbeiten bis zur Fortführung gemäß AP VI/1 und AP VI/3 auf der Unterstützung der am Forschungsvorhaben Beteiligten in der Weiterentwicklung zur einsatzfähigen Pilotanlage.

Dabei wurde vom AMR das Konzept der radiometrischen Sortierung, kleine Massen bzgl. deren Aktivität und den Freigabewerten gemäß StrlSchV in geeignete Klassen zu sortieren, umgesetzt. Vor dem ersten Einsatz und Aufbau wurde von der radiometrischen Sortierung die Funktion der Messeinrichtung, der Auswertesoftware und der Steuerung getestet und angepasst. Die Kalibrierung der Messeinrichtung erfolgte auf Basis von Monte-Carlo-Berechnungen und Prüfquellen.

Für den ersten Einsatz der Anlage beim Forschungszentrum Jülich wurde auf Basis von vorliegenden Fasslisten geeignetes Testmaterial - aktivierter Schwerbeton aus dem Biologischen Schild des Forschungsreaktors (FRJ-1) Merlin und Bauschutt/Beton aus dem Rückbau des Brennstoffzellenlabors (BZL) - ausgewählt. Erste Testreihen wurden durchgeführt und das AMR bei der Bewertung der Ergebnisse unterstützt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Für die Testphase soll noch weiteres kontaminiertes Material aus anderen kerntechnischen Anlagen, insbesondere aus Rückbauprojekten akquiriert werden. Das AMR soll beim Betrieb im Forschungszentrum Jülich personell vor Ort unterstützt werden.

Nach Aufstellung und Test der Anlage mit verschiedenen Materialien erfolgt gemäß AP VI/1 die Optimierung und Bewertung der Pilotanlage im Hinblick auf die verfahrenstechnischen und betriebswirtschaftlichen Kosten im Zusammenhang mit volkswirtschaftlichen bzw. externen Kosten. Diese Arbeiten stellen auch eine Fortführung der Marktanalyse gemäß AP M dar.

Es ist beabsichtigt, die Separierungsanlage nur in Anlagen bzw. Einrichtungen, die eine Genehmigung nach § 7 AtG bzw. nach § 7 StrlSchV haben, einzusetzen. In diesem Rahmen sind gemäß AP VI/3 unterstützende Arbeiten zur Durchführung diverser Genehmigungs- und Zulassungsverfahren als Voraussetzung für den mobilen kommerziellen Einsatz der Anlage zur Aktivitätsseparation durchzuführen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Meier-Kortwig, Diedenhofen, Maischak, Fachinger, Schartmann, Kießig, Schreiter:
Aufbereitung radioaktiver mineralischer Rückstände durch Aktivitätsseparation, Tagungsband KONTEC 2003, S. 656

Zuwendungsempfänger: Siempelkamp Nukleartechnik GmbH, Siempelkampstr. 45, 47803 Krefeld		Förderkennzeichen: 02 S 8041
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Aufbereitung mineralischer Rückstände durch Aktivitätsseparation		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.12.2001 bis 30.11.2004	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 263.806,67 EUR	Projektleiter: Dr.-Ing. Meier-Kortwig	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Zielsetzung des Vorhabens ist es, eine mobil einsetzbare Pilotanlage zur Aufbereitung von radioaktiv kontaminierten Bauschutt bzw. mineralischen Reststoffen zu entwickeln.

Die Entwicklung der Verfahrenstechnik erfolgt mit der übergeordneten Zielsetzung, Kosteneinsparungen bei Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Anlagen, vor allem solcher im Geschäftsbereich des BMBF, BMWA (aber auch privatwirtschaftlicher Energieversorgungsunternehmen) zu erreichen, indem der Anteil an endzulagernden Bauschutt durch Separierung nicht-radioaktiver Stoffe reduziert wird.

Im ersten Teil des Vorhabens kommen die als Einstiegs-Testmaterial besonders geeigneten COMAS-Reststoffe (Testmaterial aus der Simulation von Kernschmelzen) zum Einsatz. Im zweiten Teil wird das Versuchsprogramm auf mengenmäßig bedeutende kontaminierte Bauschutte ausgeweitet. Die Anlage wird im Rahmen des geplanten Vorhabens bis zur kommerziellen Einsatzfähigkeit entwickelt werden.

Dieses Vorhaben wird im Verbund mit folgenden Vorhaben durchgeführt:

- 02S8051 der Wismut GmbH (W)
- 02S8031 der Brenk Systemplanung GmbH (BS)
- 02S8061 des Forschungszentrums Jülich - Institut für Sicherheitsforschung und Reaktortechnik (ISR)
- 02S8071 der RWTH Aachen - Lehr- und Forschungsgebiet Aufbereitung mineralischer Rohstoffe (AMR)

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Phase I bis III: Erarbeitung der Grundlagen der Aktivitätsseparation (Testmaterial: COMAS-Reststoffe)

- API/1: Einholung der zur Durchführung des Vorhabens notwendigen Genehmigungen
- API/3 bis I/5: Unterstützende Arbeiten zur Charakterisierung der COMAS-Reststoffe (Testmaterial der ersten Vorhabenshälfte), zu den Laborversuchen und zur Auswahl der Verfahrenstechnik zur Aufbereitung der COMAS-Reststoffe
- APII/1, II/2: Unterstützende Arbeiten bei der Installation und Inbetriebnahme der trockenen mechanischen Verfahrenstechnik in der CARLA-Halle
- APII/3: Spezifizierung und Konzeptionierung des notwendigen Arbeitsschutzes zur Verarbeitung von kontaminierten Materialien

APIII/1 bis III/3:	Unterstützende Arbeiten zur Optimierung der trockenen mechanischen Verfahrenstechnik (Aufbereitungstests, Charakterisierung der Stoffströme)
APIII/4:	Optimierung des Verfahrensgangs anhand größerer Probemengen (Aufbereitung der gesamten COMAS-Reststoffe)
Phase IV bis VI:	Weiterentwicklung der Verfahrenstechnik, Herstellung der kommerziellen Betriebstauglichkeit (Testmaterial: diverse Bauschutttypen)
APIV/1, IV/2:	Unterstützende Tätigkeiten bei der Charakterisierung bedeutender Bauschuttproben und bei entsprechenden Laborversuchen zur trockenen mechanischen Aufbereitung
AP V, VI/1, VI/2:	Unterstützende Arbeiten zur Erweiterung, Modifizierung und Optimierung der Anlagentechnik sowie Auslegung und Realisierung als mobile Einheit
AP VI/3:	Unterstützende Arbeiten zur Durchführung diverser Genehmigungs- und Zulassungsverfahren als Voraussetzung für die kommerzielle Einsatzfähigkeit der Anlage zur Aktivitätsseparation
AP KO:	Koordination des gesamten Verbundvorhabens

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Mit dem FZJ wurde ein Partner zur Erprobung der AST Anlage gefunden. Insbesondere hat hier die SNT unterstützend bei der Klärung der rechtlichen Rahmenbedingungen sowie der Organisation der Erprobung der AST-Anlage mitgewirkt. Auch die Identifikation und Beschaffung von geeigneten Probematerialien wurde unter anderem von der SNT durchgeführt. Die Untersuchung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen bei einem späteren Einsatz der AST Anlage wurde ebenfalls von der SNT unterstützt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Mitarbeit bei der Beschaffung und radiologischen Bewertung von Versuchsmaterialien wird ein Arbeitsgebiet der SNT sein. Weiterhin werden unterstützende Arbeiten bei der Beurteilung der Versuchsergebnisse erbracht werden. Zum Ende des Vorhabens wird die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung vor dem Hintergrund der im Versuchsbetrieb gesammelten Erfahrungen durch unseren Partner Brenk Systemplanung aktualisiert und gemeinsam diskutiert.

5. Berichte, Veröffentlichungen

AST-SNT-B01: Arbeitsbericht - Erfahrungswerte der Testsortierung
 Meier-Kortwig, Diedenhofen, Schartmann et.al.: „Aufbereitung radioaktiver mineralischer Rückstände durch Aktivitätsseparation“, KONTEC 2003 – 6. Internationales Symposium „Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegungsabfälle“, Berlin

Zuwendungsempfänger: Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Templergraben 55, 52056 Aachen		Förderkennzeichen: 02 S 8071
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Aufbereitung mineralischer Rückstände durch Aktivitätsseparation		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.12.2001 bis 31.12.2004	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 851.125,10 EUR	Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Wotruba	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Zielsetzung des Vorhabens ist es, eine mobil einsetzbare Pilotanlage zur Aufbereitung von radioaktiv kontaminierten Bauschutten bzw. mineralischen Reststoffen zu entwickeln.

Die Entwicklung der Verfahrenstechnik erfolgt mit der übergeordneten Zielsetzung, Kosteneinsparungen bei Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Anlagen, vor allem solcher im Geschäftsbereich des BMBF, BMWA (aber auch privatwirtschaftlicher Energie-Versorgungsunternehmen) zu erreichen, indem der Anteil an endzulagernden Bauschutten durch Separierung nicht-radioaktiver Stoffe reduziert wird.

Im ersten Teil des Vorhabens kommen die als Einstiegs-Testmaterial besonders geeigneten COMAS-Reststoffe (Testmaterial aus der Simulation von Kernschmelzen) zum Einsatz. Im zweiten Teil wird das Versuchsprogramm auf mengenmäßig bedeutende kontaminierte Bauschutte ausgeweitet. Die Anlage wird im Rahmen des geplanten Vorhabens bis zur kommerziellen Einsatzfähigkeit entwickelt werden.

Dieses Vorhaben wird im Verbund mit folgenden Vorhaben durchgeführt:

- 02S8051 der Wismut GmbH (W)
- 02S8031 der Brenk Systemplanung GmbH (BS)
- 02S8061 des Forschungszentrums Jülich - Institut für Sicherheitsforschung und Reaktortechnik (ISR)
- 02S8041 der Siempelkamp Nukleartechnik GmbH (SNT)

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Phase I bis III: Erarbeitung der Grundlagen der Aktivitätsseparation (Testmaterial: COMAS-Reststoffe)

API/1:	Beschaffung von technischen Einrichtungen für die Vorversuche
API/2:	Literaturrecherche zur konventionellem Aufbereitung von Bauschutten und zur Uranerzaufbereitung. Recherche zur FRANKA- Zerkleinerungsanlage
API/3:	Überprüfung und Bewertung der ausgewählten Proben. Auswahl, Beschaffung und Analyse von nicht aktiviertem Versuchsmaterial
API/4:	Laborversuche zu den Verfahrensschritten der mechanischen Aufbereitung. Technikumsversuche zur Zerkleinerung, Klassierung und Sortierung
API/5:	Auswahl der Verfahrenstechnik zur Aufbereitung der COMAS-Reststoffe
APII/1, II/2:	Komponentenbeschaffung und Aufbau einer lauffähigen Prozesskette zur Aufbereitung der COMAS-Reststoffe
APIII/1 bis III/4:	Weitere Aufbereitungstests und Aufbereitung der gesamten COMAS-Reststoffe

Phase IV bis VI:	Weiterentwicklung der Verfahrenstechnik, Herstellung der kommerziellen Betriebstauglichkeit (Testmaterial: diverse Bauschutttypen)
APIV/1, IV/2:	Charakterisierung bedeutender Bauschuttproben und Durchführung von Laborversuchen zur trockenen mechanischen Aufbereitung
AP V, VI/1, VI/2:	Erweiterung, Modifizierung und Optimierung der Anlagentechnik sowie Auslegung und Realisierung der Pilotanlage als mobile Einheit mit modularem Aufbau.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

In den ersten Monaten des Jahres 2004 wurden aufgrund der erheblichen Lieferzeiten, die bestellten Anlagenkomponenten erst angeliefert und die Maschinengestelle gefertigt. Gleichzeitig erfolgte eine Optimierung der Aufstellung der verfahrenstechnischen Komponenten und ergänzende Untersuchungen zur magnetischen Sortierung mit konventionellen Baureststoffen.

Anschließend erfolgte die Montage der „mechanischen“ Versuchsanlage (einschließlich der benötigten Steuerungs- und Entstaubungstechnik) und ein Probelauf des Gesamtverfahrens mit konventionellem Bauschutt.

Nach Fertigstellung der radiometrischen Sortierung, erfolgte zuerst der Zusammenbau bzw. die Kombination der verschiedenen Rechner- und Elektroniksysteme. Im Anschluss daran wurden erste Tastversuche mit konventionellem Bauschutt und Prüfstrahlern durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass Proben mit unterschiedlich hohen Aktivitäten, bereits nach sehr kurzen Messzeiten eindeutig klassifiziert werden konnten.

Im Mai erhielt das AST-Konsortium die Möglichkeit, die gesamte AST-Verfahrenstechnik im Forschungszentrum Jülich aufzubauen und das Verfahren mit größeren Mengen an radioaktiv kontaminierten und aktivierten Rückbaumaterialien zu testen.

Zuerst wurde die Aufbereitung von aktiviertem und eisenhaltigem Abschirmbeton untersucht. Dabei zeigte sich, dass die Trennqualität des Verfahrens besser war, als sich in den vorangegangenen Laborversuchen gezeigt hatte. Diese Ergebnisse sind auf den verbesserten Aufschluss des Materials und den Einsatz eines Trommelmagneten zurückzuführen. Durch das sich zu den Vorversuchen unterscheidende Testmaterial und den verstärkten mechanischen Aufschluss, fiel die massenmäßige Abscheidung an voraussichtlich freizugebendem Material mit rund 15 Gew.-% in der ersten Testphase geringer aus als erwartet. Aus diesem Grund wurden weitere Verfahrensoptimierungen durchgeführt. Durch diese kann der Abscheidegrad voraussichtlich auf insgesamt 25-30 Gew.-% verbessert werden.

4. Geplante Weiterarbeiten

Zur Zeit wird ein Pilotbetrieb der AST-Anlage mit radioaktiv kontaminierten Baureststoffen weiter durchgeführt. Hierbei kommt erstmalig die vom AST-Konsortium entwickelte radiometrische Sortierung zum Einsatz.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Meier-Kortwig, Diedenhofen, Schartmann et.al.: „Aufbereitung radioaktiver mineralischer Rückstände durch Aktivitätsseparation“, KONTEC 2003 – 6. Internationales Symposium „Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegungsabfälle“, Berlin

Zuwendungsempfänger: TU München, Arcisstraße 21, 80290 München		Förderkennzeichen: 02 S 8081
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Verbesserung von Richtigkeit und Genauigkeit bei der Bestimmung des Nuklidinventars für die Deklaration und Freimessung von Reststoffen aus dem Rückbau kerntechnischer Einrichtungen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.11.2001 bis 30.06.2005	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 468.152,14 EUR	Projektleiter: Dr. Bücherl	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Gemeinschaftsvorhabens mit dem Forschungszentrum Jülich GmbH ist sowohl die auf einer Kategorisierung von Rückbauabfällen und eingesetzter Messmethoden basierende Entwicklung eines Softwarepakets zur Reduktion des Aufwands für Kalibrierung, Auswertung und QA/QC als auch die Verbesserung von Präzision und Richtigkeit bei der Deklaration und Freimessung der Abfälle. Damit kann der Anwender Informationen oder Angaben zum individuellen Messobjekt bei der Inventaranalyse quantitativ verwerten. So lassen sich die Unsicherheiten bzgl. der Übereinstimmung der Eigenschaften des Messobjektes und der verwendeten Kalibrierung deutlich reduzieren.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Geplante Arbeitsschritte sind:

1. Erstellung der Gesamtkonzeption, der Festlegung von Randbedingungen und Einzelzielen sowie der Auswahl von geeigneten Analyse- und Auswertemethoden. (AP 1)
2. Erweiterung und Modifikation des vorhandenen Messsystems für Freimessaufgaben. (AP 2)
3. Entwicklung von Programmmodulen für die Erzeugung beliebiger Objekte und die Berechnung des Photonенflusses für ein beliebiges Referenzobjekt sowie von verschiedenen benötigten Hilfs- und Testprogrammen und von Datenbankmodulen. (AP 3 und 4)
4. Erprobung der Leistungsfähigkeit des Gesamtprogramms. (AP 6 und 7)
5. Erstellung von Abschlussbericht und Dokumentation.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Zu Beginn des Berichtszeitraums lag das Teilmodul zur Simulation nahezu aller im segmentierten Gamma-Scanning verfügbaren Messverfahren in einer ersten lauffähigen Version vor. Dieses wurde durch das im Unterauftrag tätige Ingenieurbüro Marschelke, Reichenau, in das Gesamtpaket eingebunden und erste Tests durchgeführt (primäre Erprobung). Benchmark-Tests zur Optimierung der Programmlaufzeit wurden ausgeführt. Des Weiteren wurde das Teilmodul zur Simulation von externen Quellen (für Transmissionsmessungen) fertig gestellt.

Für die Durchführung der Varianzanalyse, dem eigentlichen Kern des zu entwickelnden Programms, sind die Daten aus unterschiedlichen Quellen (Messungen, a-priori Informationen etc.) zu verknüpfen sowie ihre möglichen gegenseitigen Abhängigkeiten und Einschränkungen zu bestimmen. Grundlage hierfür ist die korrekte und vollständige Übergabe dieser im Hauptprogramm gesammelten Daten und Informationen an das entsprechende Teilmodul. Hierzu war eine geeignete Schnittstelle zu definieren und zu implementieren. Aufgrund der Komplexität der zu handhabenden Daten erforderte dies einen deutlich erhöhten Zeitaufwand als veranschlagt. Auch die Automatisierung der Auswertung von Messdaten aus der Digitalen Radiographie stellt größere Anforderungen an den Zeitbedarf und ist derzeit noch in Arbeit.

Ein großer Anteil an den durchgeführten Arbeiten nahm die Überprüfung des entwickelten Codes hinsichtlich Fehlerfreiheit ein.

Die hardwareseitigen Modifikationsarbeiten am RCM-eigenen Messsystem (MGS) wurden fortgesetzt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Das Hauptziel der Arbeiten im zweiten Halbjahr 2004 liegt in der Entwicklung, der Implementation und dem Test des Teilmoduls zur Varianzanalyse. Hier werden u. a. zahlreiche Ergebnisse, die in den letzten Vorhabensperioden erzielt wurden (z. B. Analyse der Verteilungen aus dem segmentierten Gamma-Scanning etc.), eingebunden. Parallel hierzu wird mit der Umsetzung der Ergebnisse der Benchmark-Tests zur Optimierung der Programmlaufzeit in den einzelnen Modulen begonnen.

Unter Verwendung des neu erstellten Teilmoduls zur Simulation von Transmissionsquellen, wird ein weiteres Modul zur Simulation von Transmissionsmessungen (Radiographie, Transmissions-korrigiertes Gamma-Scanning etc.) implementiert.

An einzelnen Messobjekten, wird die primäre Erprobung fortgesetzt, d. h. die (Gamma-Scanning) Simulationsergebnisse mit den Ergebnissen realer Messungen an verschiedenen Objekten verglichen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

T. Bücherl, A. Elhardt, G. Caspary, "Improvement of Accuracy and Precision in Non-destructive Assay of Waste from Decommissioning of Nuclear Installations", WM04, Proceedings, February 29 – March 4, 2004, Tucson, Arizona.

Zuwendungsempfänger: Forschungszentrum Jülich GmbH, Wilhelm-Johnen-Straße, 52425 Jülich		Förderkennzeichen: 02 S 8091
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Verbesserung von Richtigkeit und Genauigkeit bei der Bestimmung des Nuklidinventars für die Deklaration und Freimessung von Reststoffen aus dem Rückbau kerntechnischer Einrichtungen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.11.2001 bis 31.10.2004	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 357.480,00 EUR	Projektleiter: Dr. Caspary	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Gemeinschaftsvorhabens mit der TU München ist sowohl die auf einer Kategorisierung von Rückbauabfällen und eingesetzter Messmethoden basierende Entwicklung eines Softwarepakets zur Reduktion des Aufwands für Kalibrierung, Auswertung und QA/QC als auch die Verbesserung von Präzision und Richtigkeit bei der Deklaration und Freimessung der Abfälle. Damit kann der Anwender Informationen oder Angaben zum individuellen Messobjekt bei der Inventaranalyse quantitativ verwerten. So lassen sich die Unsicherheiten bzgl. der Übereinstimmung der Eigenschaften des Messobjektes und der verwendeten Kalibrierung deutlich reduzieren.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Geplante Arbeitsschritte sind:

1. Kategorisierung von Rückbauabfällen und Messmethoden.
2. Entwicklung eines Programmmoduls zur Charakterisierung eines beliebigen Detektorsystems.
3. Erweiterung des vorhandenen Messsystems für Freimessungen.
4. Erprobung der Leistungsfähigkeit des Gesamtprogramms.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Die Entwicklung eines Moduls zur Simulation des Ansprechvermögens von Freimessanlagen mittels Monte-Carlo-Methode wurde während des Berichtszeitraums geplant, durchgeführt und abgeschlossen. Mit den Validierungen gegen MCNP wurde begonnen. Im Rahmen dieser Entwicklung sind entstanden: Eine objektorientierte Geometriebibliothek, Routinen zur Erzeugung verschiedenster Zufallsverteilungen und die Monte-Carlo-Simulation des Gamma-Transports in Messobjekt und Detektor.

Das Modul wurde bereits in die Gesamtsoftware integriert und die Benutzeroberfläche vom Unterauftragnehmer erstellt und implementiert.

4. Geplante Weiterarbeiten

Kleinere Modifikationen und Optimierungen am Modul zur Simulation des Ansprechvermögens von Freimessanlagen.

Weitere Validierungsarbeiten und Abschluss der Dokumentation dieses Moduls.

Dokumentation des Effizienzmoduls bestehend aus Simulationsmodul, Interpretations- und Interpolationsmodul.

Erprobung der Leistungsfähigkeit des Gesamtprogramms.

5. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger: Universität Hannover, Welfengarten 1, 30060 Hannover		Förderkennzeichen: 02 S 8102
Vorhabensbezeichnung: Erweiterung der Einsatzgrenzen modularer Schneidtechnologien für den kostengünstigen Rückbau kerntechnischer Anlagen, EMOS		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.03.2002 bis 28.02.2005	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 1.377.402,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Bach	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Vorhabensziel ist die Entwicklung und Qualifizierung von Schneidwerkzeugen für den Rückbau kerntechnischer Anlagen. Es werden Laserstrahlschneiden, Wasserabrasivstrahlschneiden (WAS) und Kontakt-Lichtbogen-Metall-Trennschleifen (CAMG) über ihre bisherigen Einsatzgrenzen hinaus weiter entwickelt und hinsichtlich der Schadstoffemissionen sowie des kostengünstigen und flexiblen Einsatzes optimiert. Ausgerichtet an den Bedürfnissen des Rückbaus werden personengebundene und fernhantierbare Schneidwerkzeuge entwickelt, die sich durch ihren modularen Aufbau und eine integrierte Prozess- und/oder Ergebniskontrolle (In-situ-Messung) auszeichnen. Die drei Schneidtechniken decken den Großteil der Rückbauaufgaben, angefangen bei Betonteilen (WAS), über Dünublech- (Laser), bis hin zum Dickblechbereich (WAS, CAMG), sowohl an Atmosphäre und als auch unter Wasser ab. Der modulare Aufbau gewährleistet eine schnelle Anpassung an die unterschiedlichen Aufgaben.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

1. Laserstrahlschneiden

- 1.1 Voruntersuchungen zur Entwicklung eines Modul-Baukasten-Systems.
- 1.2 Erweiterung der Leistungsfähigkeit des handgeführten Laserstrahlschneidens.
- 1.3 Aufbau eines Regelkreises zur Nachführung wichtiger Prozessparameter bei Auftreten von Prozessinstabilitäten.
- 1.4 Entwicklung und Erprobung eines flexiblen Modul-Baukasten-Systems für den Einsatz im Rückbau kerntechnischer Anlagen.

2. Wasserabrasivstrahlschneiden

Einsatz des Wasserabrasivinjektor- /suspensionsstrahlschneiden an Atmosphäre und unter Wasser.

3. Contact-Arc-Metal-Grinding

- 3.1 Entwicklung und Aufbau einer CAMG-Schneideinrichtung zur Zerlegung metallischer Reaktorkomponenten.
- 3.2 Entwicklung eines hydrodynamischen Schutzmantelsystems zur Reduzierung der Wasserverunreinigungen.
- 3.3 Entwicklung neuer CAMG-Werkzeugelektroden hinsichtlich neuer Geometrien und Beschichtungen.
- 3.4 Untersuchungen des Werkzeugelektrodenverschleißes und Bestimmung der relevanten Schneidparameter.
- 3.5 Entwicklung eines Sensormoduls zur Bestimmung des Werkzeugelektrodenverschleißes, Entwicklung einer Nachführeinheit und Konzipierung einer Regelung.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Laserstrahlschneiden

- Es wurden Schneiduntersuchungen an bis zu 30 mm dicken Edelstahlproben durchgeführt, hierbei konnten Schneidgeschwindigkeiten bis zu 60 mm/min erreicht werden.
- Die Entwicklung des handgeführten modularen Lasersystems wurde fortgesetzt.
- Die Weiterentwicklung und Adaption des vorhandenen Unterwasser-Moduls wurde durchgeführt.

Wasserabrasivstrahlschneiden

- Zur Steigerung der Leistungsfähigkeit des WAIS-Verfahrens sind experimentelle Untersuchungen mit dem weiterentwickelten Schneidkopf durchgeführt worden. Dabei wurde der Einfluss der eingebrachten hydraulischen Leistung auf die Schneidleistung untersucht.
- Aus den Versuchen zur Durchschneidkontrolle hat sich das erprobte Körperschallverfahren als das geeignetste Kontrollverfahren mit eindeutig reproduzierbaren Ergebnissen herausgestellt. Die Kontrolle des Schneidergebnisses mittels Differenzdruckmessung ist dagegen nur bedingt einsetzbar.
- Auf der Grundlage des Konzepts eines ergonomisch gestalteten und mobil einsetzbaren Handhabungssystems für den personengebundenen Einsatz wird derzeit ein Prototyp aufgebaut.

CAMG

- Das entwickelte CAMG Werkzeug wurde fertig montiert
- Zur Durchführung der Schneidversuche wurde ein Werkzeughalter konstruiert und gebaut.
- Das für die Versuchsschnitte vorgesehene Becken wurde modifiziert und in Betrieb genommen.
- Das Gesamtsystem Wasserhydraulik, Maschinensteuerung, Führungsmaschine, CAMG Werkzeug und Stromquellen wurden in Betrieb genommen.
- Mit den entwickelten Segmentelektroden wurden erste Untersuchungen zum Verschleißverhalten durchgeführt. Hierbei zeigte sich, dass Schneidleistung und Verschleiß eine starke Abhängigkeit vom gewählten Segmentwerkstoff aufweisen. Darüber hinaus zeigt sich im Vergleich zur planen Scheibenelektrode, dass das Konzept der Segmentelektrode sehr Erfolg versprechend ist.

4. Geplante Weiterarbeiten

Laserstrahlschneiden

- Die Konstruktion des Laserhandgerätes wird vervollständigt und ein Kraftsensor zur Sicherheitsüberprüfung in das System integriert.
- Es sollen weitere Untersuchungen mit dem Unterwasser-Bearbeitungsmodul durchgeführt werden
- Aufbau eines Regelkreises zur Leistungsregelung und Programmierung der Auswertalgorithmen
- Entwicklung und Adaption des Visualisierungsmoduls

Wasserabrasivstrahlschneiden

- Die Untersuchungen zur Erweiterung der Leistungsfähigkeit der Wasserabrasivstrahlverfahren an Atmosphäre und unter Wasser werden abgeschlossen.
- Das mobile Handhabungssystem wird fertig gestellt und auf Grundlage von experimentellen Untersuchungen optimiert.
- Zur Prozesskontrolle des WASS-Verfahrens sollen radiologische Dichtemessungen der Suspension zur Bestimmung des Abrasivmassenstroms durchgeführt werden.

CAMG

- Weiterführung der Untersuchungen zum Verschleißverhalten und zur Schneidleistung der Segmentelektroden mit unterschiedlichen Segmentwerkstoffen und Schneidparametern
- Entwicklung eines hydrodynamischen Schutzmantels
- Prozessanalyse zur Entwicklung einer Vorschubsteuerung

5. Berichte, Veröffentlichungen

- Bach, Fr.-W., R. Versemann, H. Bienia, G. Kremer, H. Louis, D. Peter, M. Drygalla u. J. Bunte: Erweiterung der Einsatzgrenzen modularer Schneidtechnologien für den kostengünstigen Rückbau kerntechnischer Anlagen (EMOS). Extension of the limitations of use of modular designed cutting technologies for the competitive decommissioning of nuclear installations (EMOS). Conference Proceedings, KONTEC 2003, 19.-21. März 2003, S. 631-655, 2003
- Bach, Fr.-W.; R. Versemann; H. Bienia u. G. Kremer: CAMX - A High Performance Cutting Technique for Underwater Use, Conference Proceedings Waste Management Symposium 2003; Tucson, Arizona, 2003
- Bach, Fr.-W., R. Versemann, H. Bienia, G. Kremer, H. Louis, D. Peter, M. Drygalla u. J. Bunte: Extension of the limitations of use of modular designed cutting technologies for the competitive decommissioning of nuclear installations (EMOS) BMBF Research Projekt, Förderkennzeichen 02S8102, WMRA Band 28, 2003
- Louis, H., D. Peter u. C. Scheer: Entwicklung einer Durchschneidkontrolle beim Wasserabrasivstrahlschneiden. 26. AWT-Sitzung, Arbeitskreis Wasserstrahltechnologie, Hannover, 2003.
- Cabiddu, M., H. Louis, D. Peter, C. Scheer u. U. Suedmersen: Controlling the cutting process of abrasive waterjets for remote controlled systems. 17th International Conference on Water Jetting, Mainz, 2004.
- Bach, Fr.-W., H. Bienia, P. Brüggemann, G. Kremer, T. Rügenapp, u. R. Versemann: Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich der Schneid- und Abtragtechnologien, 1. Symposiums "Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Anlagen" am 09/10.03.2004 beim TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt e.V., 2004

Auftragnehmer: DBE Technology GmbH, Eschenstraße 55, 31201 Peine		Förderkennzeichen: 02 S 8112	
Vorhabensbezeichnung: Abdichtung von Wegsamkeiten in Salzformationen mit kristallisierenden Evaporitmineralen (AISKRYSTALL)			
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen			
Laufzeit des Vorhabens: 01.04.2002 bis 30.06.2005		Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 994.956,00 EUR		Projektleiter: Dr. Engelhardt	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Für Endlager radioaktiver Abfälle und Deponien im Salzgestein soll ein arteigenes Verschlussmaterial entwickelt werden, das im Sinne eines Konstruktionswerkstoffes verwendet werden kann. Die Erhärtung basiert auf der Bildung von Salzhydraten in Folge der Reaktion von Evaporitmineralen mit salinaren Lösungen. Geeignete Rezepturen sind durch Indexversuche und geochemische Modellierungen zu identifizieren. Anschließend sind technologische Aspekte der Herstellung und hydraulischen Förderung auf der Basis von Labor- und Technikumsversuchen zu untersuchen. Das Materialverhalten ist auf der Grundlage mathematischer Modelle zu beschreiben, auf dessen Grundlage eine Sicherheitsnachweisführung möglich ist. Gefügeuntersuchungen sowie mineralogische Phasenanalysen erfolgen zur Absicherung von Prognosen über das Langzeitverhalten. Eine standortspezifische Auslegung einer Permeationsbarriere und ein Katalog von QS-Maßnahmen bilden den Projektabschluss.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Das Untersuchungsprogramm umfasst folgende Schwerpunkte:

- Identifikation geeigneter Rezepturen (Baustoffzusammensetzungen)
- Untersuchung der Verarbeitbarkeit und in-situ erreichbarer Qualitäten, z.B. der Fest Materialeigenschaften (Festigkeit, Steifigkeit, Dilatanz-, Kriechverhalten) sowie Permeabilität
- Entwicklung von Materialmodellen auf der Basis gezielter Untersuchungen zur Materialqualität
- Untersuchungen des Gefügebau und Phasenbestandes zur Absicherung von Prognosen zum Langzeitverhalten
- Modellhafte Auslegung einer Permeationsbarriere und Aufstellung eines Katalogs von Qualitätssicherungsmaßnahmen

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Die Untersuchung von Prüfkörperserien zur Bestimmung der Entwicklung mechanischer Materialeigenschaften in Abhängigkeit der Lagerungstemperatur wurde abgeschlossen, ebenso Messungen zur Quantifizierung des im Verlauf der Erhärtung auftretenden Kristallisationsdruckes. Es konnte gezeigt werden, dass für hydraulische Baustoffe gültige Materialmodelle auf die Kieserit- oder $MgSO_4$ -haltigen Salzmischungen übertragbar sind und der Kristallisationsdruck mit dem Erhärtungsprozess der Rezepturen und damit dem Anstieg der Festigkeitseigenschaften gekoppelt ist. Zur Absicherung der Materialmodelle erfolgten geochemische Modellierungen sowie Berechnungen zur Wärmeentwicklung im Verlauf des Erhärtungsprozesses. Hierdurch konnten die Resultate der Labormessungen zur Wärmefreisetzung unter adiabaten Bedingungen bestätigt bzw. vervollständigt werden.

Messungen zum Dilatanzverhalten bei Manteldrücken von ca. 2 bis 10 MPa ergaben im Vergleich zu Steinsalz eine geringere Differenz zwischen der Dilatanz- und Bruchfestigkeit. Bei sämtlichen Prüfkörpern lag die Dilatanzgrenze deutlich über der des Steinsalzes. Die Befunde bestätigen daher die Eignung der Materialien als Baustoff zur Erstellung von Permeationsbarrieren im Salzgestein. Ergänzende rheologische Untersuchungen belegen, dass das Fließverhalten und damit die Förderbarkeit in Rohrleitungen durch die Zugabe von Betonzusatzmitteln, z. B. Stabilisatoren optimiert werden kann bzw. eine Senkung des Lösungsanteiles der Rezepturen möglich ist. Darüber wurde die Erstellung eines Kataloges von QS-Maßnahmen begonnen.

4. Geplante Weiterarbeiten

Das weitere Arbeitsprogramm kann in folgende Schwerpunkte gegliedert werden:

- Durchführung von Messungen zur Quantifizierung des Kriechverhaltens der Baustoffrezepturen
- Untersuchung der Festigkeitseigenschaften von Prüfkörpern nach Lagerung in $MgCl_2$ -reicher Salzlösung (Gleichgewichtslösung IP21 des Hexären Systems ozeaner Evaporite)
- Fortführung der Erstellung eines Kataloges von QS-Maßnahmen

Des weiteren wird mit der zusammenfassenden Bewertung und Dokumentation der Untersuchungsergebnisse begonnen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger: TU Dresden, Mommsenstr. 13, 01062 Dresden		Förderkennzeichen: 02 S 8122
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Dekontamination silikatischer Oberflächen mittels Laserablation bei gleichzeitiger Abprodukt-Konditionierung		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2002 bis 31.07.2005	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 1.475.389,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Knorr	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Es wird die Entwicklung und Erprobung eines Verfahrens vorgesehen, das der radioaktiven Dekontamination von Beton und Sedimenten im Oberflächenbereich dient. Dazu sollen Laser so eingesetzt werden, dass die Abtragung und die Konditionierung der abgelösten radioaktiven Partikel in einem Technologieschritt erfolgt.

Verbundprojekt mit Kooperationspartner Laserinstitut Mittelsachsen e.V. (LIM), Förderkennzeichen 02S8162; Unterauftragnehmer der TUD: VKTA Rossendorf e.V.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP I: Zusammenstellung kontaminierter/aktivierter silikatischer Strukturen von kerntechnischen Anlagen einschließlich Charakterisierung der Materialeigenschaften, Radionuklide und Nuklidverteilung
- AP II: Auswahl von Referenzfällen für Laserablation
- AP III: Herstellung und Charakterisierung von silikatischen Referenzproben
- AP IV: Ermittlung technisch-technologischer Parameter der Laserablation an inaktiven Referenzproben
- AP V: Untersuchungen zur Konditionierung der Ablationsprodukte, gegebenenfalls unter Einsatz von Zusatzstoffen als Matrixbildner
- AP VI: Aufbau eines Leistungslasers im Kontrollbereich des Kernreaktors der TU Dresden
- AP VII: Laserablation mit simultaner Konditionierung radioaktiver Referenzproben
- AP VIII: Aufstellen der Aktivitätsbilanz
- AP IX: Charakterisierung der Ablationsprodukte
- AP X: Bewertung des Verfahrens hinsichtlich Anwendungsgebieten, verfahrenstechnischer Durchführbarkeit und Produktgüte.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- Weiterführung der Patent- und Literaturrecherche zur Thematik
- Auswahl der Betonarten und der Nuklidvektoren für die Experimente ist abgeschlossen, Herstellung der Betonproben ist abgeschlossen, Einbringen der radioaktiven Marker erfolgt
- Fortführung der Arbeiten mit dem Laserspektrometer (LIBS) zur Erstellung einer Datenbasis für die qualitativen und quantitativen Messung der Zusammensetzung der Betonoberfläche im vorgesehenen Einsatzbereich (insbesondere zum Nachweis inaktiver „Leitnuklide“)
- Weiterführung der Arbeiten mit der CO₂-Laseranlage zum Laserabtragen der Betonoberflächen; Ergebnis: Abschluss der Entwicklung einer Laval-Ringdüse zum optimalen Austrag des Schmelzebades. Der Prozess erfolgt so, dass ein Maximum an Schmelze vom Untergrund abgeschert und ausgetragen wird, bei einer Minimierung der Fragmentierung der Schmelze. Aufbauend auf den dabei gewonnenen Erkenntnissen wird eine neuartige Schmelze-Abtragstechnologie erprobt, die ein Abtragen ohne Fragmentierung der Schmelze ermöglicht
- Fortführung der Entwicklungs- und Erprobungsarbeiten zur Anordnung der Ausblas- und Absaugdüsen in Kombination mit der Laserstrahlführung, mit dem Ziel, einen optimierter Bearbeitungskopf zu erhalten
- Untersuchungen in einer Hochtemperatur-Probenkammer mit Kältefalle zum Ausdampfverhalten flüchtiger Stoffe (insbesondere Cs). Ergebnis: Das Ausdampfverhalten der untersuchten Substanzen im Hochtemperatur- und KURZzeitbereich unterscheidet sich deutlich von den in der Literatur beschriebenen Verhalten für den Hochtemperatur- und LANGzeitbereich. Dies wirkt sich sehr wahrscheinlich positiv auf das Erreichen der Gesamtzielstellung aus
- Beginn der Errichtung und Inbetriebnahme der Lasertechnik an der TUD (Gesamtstrahlleistung: > 5,1 kW; Neuheit: Scanner für Leistungs-Diodenlaser)
- Fortführung der Präzisierung der Zielvorgaben für das konditionierte Endprodukt (direktendlagerfähig).

4. Geplante Weiterarbeiten

Planmäßige Fortführung der Arbeiten entsprechend Antrag mit folgenden Arbeitspaketen:

AP III, IV, V, VI, VI und VIII; Schwerpunkte: Inbetriebnahme der Laseranlage,

Verstärkte Untersuchung des Ausgasungsverhaltens schmelzender Betonproben, Untersuchung verschiedener Möglichkeiten der Reduzierung des Nuklidaustrags bzw. der lokalen Fixierung ausgetragener Nuklide,

Erprobung einer neuartigen Austragstechnik zum fragmentationsfreien Austragen des Schmelzebades.

5. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger: Universität des Saarlandes, Im Stadtwald, 66041 Saarbrücken		Förderkennzeichen: 02 S 8132
Vorhabensbezeichnung: Biologische Wirkung niedriger Dosen ionisierender Strahlung		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen - <i>Strahlenforschung</i>		
Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2002 bis 31.07.2005	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 495.416,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Löbrich	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Vorhaben hat zum Ziel, eine auf mechanistischer Grundlage basierende Abschätzung der Gefährdung niedriger Dosen ionisierender Strahlung zu erhalten. Dazu sollen genetische Veränderungen im Bereich niedriger Dosen erfasst und in einen quantitativen Zusammenhang zur Strahlendosis gestellt werden. Die zu erhaltenden Ergebnisse werden eine kritische Überprüfung des gegenwärtig bei der Beurteilung des Strahlenrisikos angewandten „Linear-No-Threshold“-Modells zulassen und damit einen wichtigen Beitrag zur verbesserten Risikoabschätzung niedriger Strahlendosen leisten.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

In menschlichen Zellen sollen nach Exposition mit Röntgenstrahlung bzw. mit α -Teilchen das Auftreten von DNA-Doppelstrangbrüchen (DSB), von stabilen und instabilen chromosomalen Veränderungen sowie von Mutationen quantifiziert werden.

Das Gesamtvorhaben wird in 8 Arbeitspakete eingeteilt:

Die Arbeitspakete 1 - 4 beinhalten Messungen zum Auftreten und zur Reparatur von DSB, wobei besonderes Gewicht auf Studien mit niedriger Strahlendosis oder niedriger Dosisleistung und auf Untersuchungen zur Fehlreparatur von DSBs und zur Reparatur von DSBs in definierten Genomregionen gelegt ist.

Die Arbeitspakete 5 und 6 beschreiben Studien zur Messung stabiler und instabiler chromosomaler Veränderungen. Dabei soll das Verfahren einer Vielfarben-Fluoreszenz-In-situ-Hybridisierung auf untransformierte, jedoch immortalisierte, menschliche Fibroblasten angewandt werden.

In den Arbeitspaketen 7 und 8 sind Studien zur Analyse strahleninduzierter Mutationen vorgesehen. Dabei sollen Zellen, die auf Grund der Bestrahlung einen Funktionsverlust des Hypoxanthin-Guanin-Phosphoribosyl-Transferase-(HPRT)-Gens aufweisen, am Selektionslocus molekular charakterisiert werden. Dies wird darüber Aufschluss geben können, welche molekularen Mechanismen der Schadensinduktion und -reparatur für das Auftreten strahleninduzierter Mutationen verantwortlich sind.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Im Arbeitspaket 5 sollen zur Überprüfung des „Linear-No-Threshold“-Modells Messungen von stabilen und instabilen chromosomalen Veränderungen nach Röntgenbestrahlung durchgeführt und diese in einen quantitativen Zusammenhang mit der applizierten Dosis gesetzt werden. Gegenwärtige wissenschaftliche Erkenntnisse erklären das Auftreten von Chromosomenaberrationen über das fehlerhafte Verbinden von Bruchenden unterschiedlicher DSBs. Da dies eine Wechselwirkung von zumindest zwei Brüchen voraussetzt, sollten im niedrigen Dosisbereich quadratische Funktionszusammenhänge zwischen der Anzahl von Aberrationen und der Dosis gefunden werden, was im Widerspruch zum „Linear-No-Threshold“-Modell stünde. Sollte dagegen schon ein einzelner DSB zum Auftreten einer Chromosomenaberration führen können, so wäre ein linearer Funktionszusammenhang zu erwarten. Zur Messung der Chromosomenaberrationen wird das Verfahren einer Vielfarben-Fluoreszenz-in-situ-Hybridisierung (mFISH) auf untransformierte, jedoch immortalisierte, menschliche Fibroblasten angewandt. Um die Wirkung kleinster Strahlendosen quantitativ zu erfassen, ist eine Analyse vieler Zellen (mehrere tausend) notwendig. Aus diesem Grund wurde eine Teilautomatisierung des Verfahrens etabliert. Dabei findet ein computergesteuertes Auffinden der Chromosomen statt. Die Beurteilung der Chromosomenaberrationen erfolgt manuell. Die ersten Experimente zeigen, dass die Aberrationsrate schon bei geringen

Dosen (250 mGy) deutlich ansteigt. Dabei treten vor allem einfache, unreparierte Brüche auf. Die Zahl von Chromosomenaustauschen ist niedriger. Betrachtet man nur die stabilen Chromosomenaberrationen, so nimmt die Zahl von Chromosomenaustauschen zu. Über den Funktionszusammenhang zwischen der Anzahl von Aberrationen und der Dosis kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch keine Auskunft gegeben werden. Es wird angestrebt die Dosis noch weiter zu verringern, wobei die Auswertung einer grösseren Anzahl von Chromosomenaberrationen erforderlich ist.

Im Arbeitspaket 6 soll anhand von Chromosom 1 überprüft werden, ob strukturelle und funktionelle Eigenschaften des Genoms die Bruchhäufigkeit und somit das Auftreten von genomischen Rearrangements beeinflussen. Mittels Multicolour-Banding-Verfahren (mBAND) konnte gezeigt werden, dass in 5 Banden von Chromosom 1 überdurchschnittlich viele Aberrationen nach Röntgenbestrahlung mit 2 Gy und 5 Gy auftreten. Da allerdings das mBAND-Verfahren eine niedrige Auflösung hat, wird zur Erhöhung der Auflösung die Methode der Southern Hybridisierung eingesetzt. Dabei wird mit spezifischen Sonden die Fehlreparatur in den Bereichen des Chromosoms untersucht, die eine erhöhte Aberrationsrate aufweisen. Im pan-zentromerischen Bereich von Chromosom 1, wo überdurchschnittlich viele Aberrationen nach Röntgenbestrahlung liegen, wurde eine hohe Fehlreparaturrate nachgewiesen. Weiterhin wurden bei der Untersuchung zweier weiterer Regionen, die eine erhöhte Aberrationsrate zeigen, ein größeres Fehlreparaturverhalten gefunden. Um das Reparaturverhalten über das gesamte Chromosom 1 zu untersuchen, werden zur Zeit noch weitere Sonden gegen transkriptionsaktive und -inaktive Bereiche etabliert.

Nach Messung der Mutationshäufigkeit im HPRT-Gen nach akuter und fraktionierter Röntgenbestrahlung (geringere Mutationshäufigkeit nach fraktionierter Bestrahlung bei gleicher Gesamtdosis), wurde anschließend das Mutationsspektrum der HPRT-Gen-Mutanten mittels Multiplex-PCR und Restriktionsfragmentanalyse bestimmt. Hierbei zeigte sich, dass akute Bestrahlungen mit steigender Röntgendosis mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit zu einem vollständigen Verlust (Total-Deletion) der gesamten HPRT-Gen-Region führen. Nach niedrigen, wie auch nach hohen Röntgendosen findet man jedoch nur einen verhältnismäßig kleinen Anteil an Partial-Deletionen (teilweiser Verlust des HPRT-Gens). Vergleicht man diese Ergebnisse mit den Messungen in spontan entstandenen HPRT-Gen-Mutanten, so zeigen die Analysen, dass nach Bestrahlung vermehrt große genomische Rearrangements für die Inaktivierung des HPRT-Gens verantwortlich sind, während in den spontan auftretenden Mutanten die Inaktivierung hauptsächlich über Punktmutationen erfolgt. Im Falle einer fraktionierten Bestrahlung mit sehr kleinen Teildosen, konnte diese Zunahme an Total-Deletionen, trotz gleicher Gesamtdosis nicht gefunden werden. Beim Großteil der für die Inaktivierung verantwortlichen Mutationen handelt es sich nach fraktionierter Bestrahlung, ähnlich wie in den spontan auftretenden Mutanten, um kleine Veränderungen innerhalb des HPRT-Gens.

4. Geplante Weiterarbeiten

Im Arbeitspaket 5 wurden bisher für die Messung von Chromosomenaberrationen reparaturprofiziente menschliche Fibroblasten verwendet. Die Untersuchungen sollen weiterhin auf Zellen mit einem genetisch genau definierten Defekt in der DSB-Reparatur ausgedehnt werden. Da nun die Teilautomatisierung zum Auffinden der Chromosomen etabliert ist, können in einer angemessenen Zeit eine Vielzahl von Zellen ausgewertet werden, so dass in nächster Zeit ein Funktionszusammenhang zwischen der Anzahl von Aberrationen und der Dosis gegeben werden kann.

Im Arbeitspaket 6 wird zur Bestimmung der Fehlreparatur der Hybridisierungsassay verwendet. Für dieses Verfahren muss allerdings eine ausreichende Anzahl an DSBs in dem zu untersuchenden Fragment induziert werden. Das heißt, die Zellen müssen mit einer hohen Dosis bestrahlt werden. Für einen Vergleich der Fehlreparatur von DSBs mit Chromosomenaberrationsstudien muss die Fehlreparatur jedoch bei niedrigen Dosen bestimmt werden, wozu ein Dosisfraktionierungs-Ansatz gewählt werden kann. Dabei wird die Gesamtdosis, bei der die Zellen untersucht werden, in mehrere niedrige Teildosen zerlegt. Mit einer ausreichenden Reparaturzeit zwischen den einzelnen Bestrahlungen kann dann die Fehlreparatur von diesen einzelnen Bestrahlungen mit niedriger Röntgendosis ermittelt werden.

Im Arbeitspaket 7 kann durch weitere Analysen der HPRT-Gen-Mutanten ein abschließendes Bild über die Mutationsentstehung bei hohen und niedrigen Dosen gegeben werden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

- (1) Stiff T., O'Driscoll M., Rief N., Iwabuchi K., Löbrich M. and Jeggo P.A. (2004) *Cancer Res.*, 64(7), 2390-2396
- (2) Rothkamm K., Gunasekara K., Warda S, Fischer-Heuschkel A., Kiefer J. and Löbrich M., in Vorbereitung

Zuwendungsempfänger: TU München, Arcisstr. 21, 80290 München		Förderkennzeichen: 02 S 8142
Vorhabensbezeichnung: Selektive Tritium-Extraktion aus Wasser und Bindung auf einen Träger		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2002 bis 31.08.2007	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 1.217.979,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Türler	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Gemeinschaftsvorhabens des Instituts für Radiochemie, TU München, mit dem Institut für Analytische Chemie, Chemo- und Biosensorik, der Universität Regensburg, ist die selektive Tritium-Extraktion aus Wasser und die Bindung von Tritium auf einem Träger. Bisher ist es nicht möglich das radioaktive Isotop Tritium aus tritiumhaltigen Prozesslösungen zu entfernen. Grundlage des vorliegenden Projekts ist die beobachtete Anreicherung von Tritium auf Biomolekülen von ca. einem Faktor 2. Im Projekt sollen die Mechanismen dieses Phänomens aufgeklärt und das darin enthaltene Anwendungspotential auf anorganische Tritiumakzeptoren übertragen werden. Besondere Beachtung muss dabei der Tritium-Analytik in wässrigen Systemen durch das Studium des Wasserstoff-Isotopieeffekts bei der Solvent-Solute-Trennung geschenkt werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Geplante Arbeitsschritte (AS) sind:

1. Literaturstudie zu den Themen: Protonenbeweglichkeit, starke und schwache Wasserstoffbrückenbindungen (AP 1).
2. Austauschstöchiometrie und Austauschgeschwindigkeit bei organischen Rezeptoren (AP 2 und 3).
3. Methodenvergleich und Präzisierung des Isotopieeffekts bei der Solvent-Solute-Trennung (AP4 und 5).
4. Rückhaltevermögen organischer H-Rezeptoren (AP 6).
5. Auswahl und Studie anorganischer H-Rezeptoren (AP 7).
6. Verteilungsfaktoren und Austauschkinetik anorganischer H-Rezeptoren.
7. Abschlussbericht und Dokumentation

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Während eines Projekttreffens am 13. Juli 2004 in Garching wurden die Ergebnisse der letzten 6 Monate diskutiert. Die Regensburger Gruppe berichtete über erste erfolgreiche Testversuche mit Glucose mit der Gelfiltrationsapparatur. Weiterhin wurde der Dampfdruckisotopieeffekt eines $\text{H}_2\text{O}/\text{HTO}$ Systems bei -10°C und -20°C von 0.1 mbar bis ca. 3.5 mbar gemessen (AS 3). Die erhaltenen Ergebnisse stimmen in diesem Bereich mit den Werten früherer Messungen aus Garching überein.

Mit Hilfe der Garchinger Kryosublimationsapparatur wurden die Anreicherungsfaktoren von synthetischer Huminsäure und einer Fulvinsäure bestimmt (AS 4 und 5). Fulvinsäure zeigt eine Anreicherung von 1.32, für die synthetische Huminsäure wurde ein Anreicherungsfaktor von 0.97 gemessen. Weiterhin wurden Versuche mit verschiedenen Zeolithen, sowie mit Blähton durchgeführt, wobei sich für die Zeolithe H-BEA 25 und H-MOR 40 Anreicherungsfaktoren von 1.09 bzw. 1.05 ergaben. Unerwarteterweise wurde für Montmorillonit eine ‚negative‘ Anreicherung von 0.03 gefunden. Mit Blähton wurden in zwei Versuchen mit ausgeheiztem und nicht ausgeheiztem Material Faktoren von 1.04 und 1.01 gefunden. Zusätzlich zu den bisher untersuchten anorganischen Materialien wurde Fichtenlignin als Vertreter der organischen Materialien (AS 6) untersucht. Ähnlich wie für Huminstoffe ist auch hier die genaue Zusammensetzung bekannt. Obwohl Lignin sehr viele Wasserstoffbrückenbindungen besitzt, wurden nur Anreicherungsfaktoren von 1.13 (Kontaktzeit mit HTO einige Stunden) und 1.04 (Kontaktzeit 18 Tage) gefunden.

Zur Durchführung der bipolaren Elektrolyse mit unterschiedlichen Elektrodenmaterialien wird zurzeit ein erster Prototyp gebaut (AS 5).

Weiterhin wurden Kontakte mit dem Lehrstuhl II der Physikalischen Chemie der TUM geknüpft, die unter Verwendung der ‚Solvent Separated Ion Pair‘ und ‚Contact Ion Pair‘ Modelle erste Berechnungen zur Anreicherung von Tritium in Metallsalzen (siehe letzter Projektbericht) durchgeführt haben, um Austauschkinetik und Verteilungsfaktoren von anorganischen H-Rezeptoren vorhersagen zu können.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die Regensburger Gruppe wird nun die Gelfiltration unter radioaktiven Bedingungen durchführen. Vorgesehen ist, Polytryptophan und DNA einzusetzen, da diese Verbindungen schwächere N-H H-Brücken als Glucose besitzen. In den Kryosublimationsversuchen soll mit besserem Vakuum und durch Verwendung höherer Aktivitätskonzentrationen die Sublimationszeiten verkürzt werden. Weiterhin soll versucht werden, die Reproduzierbarkeit der Versuche im Gleichgewichtsbereich zu verbessern.

In Garching soll die Reproduzierbarkeit der Kryosublimationsergebnisse genauer untersucht werden. Weiterhin sollen die eingesetzten Zeolithe in Na-Form überführt werden, um zu untersuchen, ob dies einen Einfluss auf die Anreicherung besitzt. Parallel dazu werden bei der physikalischen Chemie weitere Berechnungen zum Anreicherungsmechanismus von Metallsalzen durchgeführt. Nach Fertigstellung der Apparatur zur bipolaren Elektrolyse werden erste Versuche mit Edelstahl- und Eisenelektroden durchgeführt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Praktikumsbericht ‚Anorganisch-chemisches Praktikum für Fortgeschrittene‘, Friedrich Edler von Hoessle, TU München: „Entwicklung einer Elektrolysezelle zur Tritiumtrennung anhand bestehender Literatur“

Zuwendungsempfänger: Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Temp- lergraben 55, 52056 Aachen		Förderkennzeichen: 02 S 8152
Vorhabensbezeichnung: Messmethoden zur Charakterisierung radioaktiver Abfälle und zur Freimessung von Rest- stoffen aus der Stilllegung kerntechnischer Anlagen (MESRAB)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2002 bis 31.07.2005	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 250.156,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Odoj	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Ziel des Vorhabens ist die Ermittlung des derzeitigen Standes der zerstörungsfreien und zerstörenden Messverfahren inklusiven ihrer Fehlergrenzen, sowie eines eventuellen zukünftigen Forschungsbedarfs im Bereich Charakterisierung von radioaktiven Abfällen und Freimessung von Reststoffen. Dies gilt sowohl für Neuentwicklungen als auch für Weiterentwicklung bereits vorhandener Verfahren. Grundvoraussetzung für das Erreichen des Ziels ist die Erfassung aller bekannten Verfahren und ihre Ordnung und Bewertung nach bestimmten Kriterien.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

1. Ermittlung aller bestehender Messverfahren.
2. Ermittlung des Bedarfs an Messverfahren.
3. Ermittlung existierender Lücken.
4. Generalisierte Bewertungen und Empfehlungen – Schreiben des Abschlussberichts.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- Ermittlung der Leistungsfähigkeit des Gamma-Scanning und der passiven Neutronen-Messung zur zerstörungsfreien Charakterisierung von radioaktiven Abfällen am HBD/FZK
- Ermittlung der Leistungsfähigkeit der Gas-Analytik zur Bestimmung von inaktiven und radioaktiven Gas-komponenten in radioaktiven Abfallgebinde am ISR/FZJ, RCM/TUM und HDB/FZK
- Ermittlung der Leistungsfähigkeit der am RCM/TUM, HBD/FZK, INE/FZK, HS-ÜM/FZK, VKTA, URA-Lab./Uni. Regensburg, Institut für Physikalische Chemie (Abt. Nukleare Chemie)/Uni. Bonn entwickelten bzw. eingesetzten zerstörenden Verfahren zur Bestimmung von H-3, Cl-36, C-14, Fe-55, Ni-59/63, Sr-90, I-129, Tc-99, Se-79, Cd-133m, Ag-108/110m, Ce-144, Nb-94, Be-7, Rb-87, Ca-41/45 und Actinoiden (U-235/236/238, Pu-238/239/240/241, Am-241, Cm-243/244) in Abfallproben. Dabei wurden die einzelnen Schritte - Probenahme, Probenaufbereitung, chemische Trennung, Vorbereitung von Messpräparaten - sowie die routinemäßig eingesetzten Messverfahren - Alpha/Beta Gesamtmessung, Gamma-Spektrometrie, Alpha-Spektrometrie, Flüssigszintillations-Spektrometrie (LSC) untersucht und bewertet.

Die zerstörungsfreie Bestimmung von Gamma-Strahlern in konditionierten schwach- und mittelaktiven Abfallgebinden erfolgt am HDB/FZK mittels Segmentiertem Gamma-Scanning (SGS). Die Charakterisierung von schwachaktiven Rohabfallgebinden mit einer Matrixdichte niedriger als 1 g/cm^3 erfolgt mittels Integralen Gamma-Scanning (IGS). In beiden Fällen wird die Aktivität eines Radionuklids unter der Annahme einer homogenen Dichte- und Aktivitätsverteilung (Kalibrierungsbedingungen) berechnet. Daraus können je nach Matrixeigenschaften und Aktivitätsverteilung hohe Unsicherheiten für die Aktivitätsermittlung resultieren. Eine deutliche Verbesserung der Analyse und Qualitätskontrolle von radioaktiven Abfallgebinden kann nur durch den Einsatz von Messverfahren wie das Transmissionskorrigierte Segmentierte Gamma-Scanning mit Swivel- oder Winkel-Scanning oder durch den Einsatz von Simulationsprogrammen erreicht werden. Der zerstörungsfreie Nachweis von Spontanspaltern in radioaktiven Rohabfallgebinden erfolgt am HDB/FZK durch Passive Integralen Neutronen-Messung (PINM) mit dem Neutronenmesssystem FEMOS der Fa. RWE NUKEM GmbH. Die Kalibrierung

des Neutronenmesssystems erfolgt für unterschiedliche Matrices (Asche, Bauschutt, Kunststoff, Metall, Zement) durch Monte-Carlo Simulation. Zur Verifikation der Kalibrierung dient die Messung einer Cf-252 Neutronenquelle und einer Neutronenquelle aus Reaktorplutonium. Die Unsicherheit in der Bestimmung der äquivalenten Menge an Pu-240 liegt zwischen 20 % und 80 % je nach Matrixeigenschaften und Position der Neutronenquelle. Die Nachweisgrenze liegt bei ca. 10 mg Pu-240. Für die Bestimmung des Pu-Inventars in Pu-kontaminierten Abfällen wird am HDB/FZK in Zusammenarbeit mit der Fa. RWE NUKEM GmbH die Leistungsfähigkeit der Passiven Multiplizitäts Neutronen-Messmethode (PMNM) mit FEMOS untersucht. Dieses Verfahren kann auch zur Verifizierung der bei der Berechnung des Spaltstoffgehalts verwendeten Nuklidvektoren eingesetzt werden. Die Korrelationsanalyse der Messsignale erfolgt mit Hilfe des TCA-Datenverarbeitungssystems (Time Correlation Analysis) und der Shift-Register-Analyse. Zur Zeit werden noch Kalibrierungs- und Verifizierungsmessungen durchgeführt, um die Interpretation der Messergebnisse abzusichern.

Die Bestimmung von Permanentgaskomponenten (z. B. H₂, CO, CO₂, O₂, N₂, CH₄, C₂H₆, Xe, Kr in Vol-%) wird am ISR/FZJ, RCM/TUM und HDB/FZK nach Gasprobenahme mittels Gas-Chromatographie durchgeführt. Die Unsicherheit in der Bestimmung der Konzentration der Gaskomponenten liegt zwischen 3 % und 10 %. Die Nachweisgrenzen liegen je nach Leistungsfähigkeit des eingesetzten Gas-Chromatographen zwischen 0.0002 Vol. -% und 0.03 Vol. -%. Nachweisgrenzen im vpm-Bereich können durch den Einsatz der temperaturprogrammierten Gas-Chromatographie erreicht werden. Die radioaktiven Gaskomponente ¹⁴CO₂, ³H und ⁸⁵Kr, können am ISR/FZJ in dem austretenden Gasstrom mit einem modifizierten Durchflusszählrohr nachgewiesen werden (Nachweisgrenze: 5 Bq/mL).

Zur zerstörenden analytischen Charakterisierung wurden durch verschiedene Institutionen eine ganze Reihe von Aufschluss-, Trenn- und Messverfahren für die Bestimmung von reinen Beta- und reinen Alpha-Strahlern in unterschiedlichen Abfallmatrices entwickelt und erprobt. Im Vergleich zu klassischen Aufschlussverfahren nimmt der temperaturprogrammierte Mikrowelledruckaufschluss deutlich weniger Zeit in Anspruch für die Probenauflösung. Zur Abtrennung der zu untersuchenden Radionuklide von den anderen Matrixbestandteilen finden folgende Trennverfahren Verwendung: Destillation (H-3), oxidative Trennung (H-3, C-14), Fällungsreaktion (Cl-36, Ca-41/Ca-45, Sr-90, I-129, Ag-108m/110m, Ce-144, Pb-210), Flüssig-Flüssig Extraktion (Fe-55, Ni-63/59, I-129, Se-79, Actinoide), Festphasenextraktion (H-3, Fe-55, Ni-63/59, Sr-90, Tc-99, Actinoide, Se-79, Sn-126, Cd-113m, Nb-94, Be-7). Die Trennverfahren besitzen eine hohe chemische Ausbeute (zwischen 50 % und 100 %) und eine hohe Selektivität. Im analytischen Routinebetrieb werden allerdings nur Verfahren zur Analyse von H-3, C-14, Cl-36, Fe-55, Ni-63, Sr-90, Tc-99, I-129 und von Actinoiden eingesetzt. Die unterschiedlichen Messverfahren (Gamma-Spektrometrie, Alpha-Spektrometrie, LSC) liefern spezifische Nachweisgrenzen unterhalb der Werte für die uneingeschränkte Freigabe von festen Stoffen gemäß StrSchV. Für die Analyse der Radionuklide wird eine Bearbeitungszeit zwischen 1 und 15 Tage (inklusive der Maßnahmen zur Qualitätssicherung) je nach Radionuklid und nach dem verwendeten analytischen Verfahren benötigt. Die Unsicherheit in der Aktivitätsbestimmung der Radionuklide (in der untersuchten Probe) liegt zwischen 5 % und 30 %. Die Übertragung der Aktivitätskonzentration auf der gesamten Matrix hängt von der Repräsentativität der analysierten Probe ab.

Zur Validierung der zerstörenden analytischen Methoden fehlt es insbesondere an primären Referenzproben aus z. B. Beton, Stahl, Kunststoff und Zellulose. Außerdem wäre eine Standardisierung der eingesetzten analytischen Messverfahren zumindest auf nationaler Ebene wünschenswert. Die Trenn- und Messverfahren für die Bestimmung der langlebigen Beta-Strahler Ca-41, Ni-59, Se-79, Rb-87, Zr-93, Nb-94, Pd-107, Cd-113m, In-115m, Sn-126 und Sm-151 sollen optimiert bzw. weiterentwickelt werden.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Bewertung der am DE/FZK und bei Framatome, Erlangen eingesetzten zerstörenden Verfahren zur Bestimmung von reinen Beta- und reinen Alpha-Strahlern in Abfallproben.
- Bewertung der verschiedenen massenspektrometrischen Methoden zur Bestimmung von langlebigen Radionukliden in Abfallproben
- Ermittlung der Leistungsfähigkeit der In-Situ-Röntgen- bzw. Gamma-spektrometrischen Verfahren zur Freigabe von Gebäudestrukturen beim Rückbau kerntechnischer Anlagen
- Ermittlung der Leistungsfähigkeit von Freimessanlagen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger: Laserinstitut Mittelsachsen e.V., Technikumplatz 17, 09648 Mittweida		Förderkennzeichen: 02 S 8162
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Dekontamination silikatischer Oberflächen mittels Laserablation bei gleichzeitiger Abprodukt-Konditionierung		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2002 bis 31.07.2005	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 371.385,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Exner	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Vorhabensziele:

- Untersuchung des Schmelzverhaltens von reinem und kontaminiertem Schwerbeton unter Einwirkung von Laserstrahlung.
- Entwicklung eines effizienten Verfahrens zum Abtrag der Schmelze bei gleichzeitiger Konditionierung des kontaminierten Materials.

Bezug zu anderen Vorhaben:

- Zusammenarbeit mit Technische Universität Dresden (TUD) Institut für Energietechnik Förderkennzeichen 02S8122

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Arbeitspaket AP IV:

Ermittlung technisch-technologischer Parameter der Laserablation an inaktiven Referenzproben (jeweils für alle drei Laserstrahl-Wellenlängen)

- Entwicklung von Bearbeitungsparametern zum Erschmelzen von inaktivem Schwerbeton bis zu einer Tiefe von ca. 3mm
- Übertragung der Ergebnisse auf größere Flächen homogener Schmelze
- Chemische Analyse der erstarrten Schmelze
- Untersuchung zur Erhöhung der Effizienz des Verfahrens
- Entwicklung von Verfahren zum Trennen der schmelzflüssigen Phase vom Basismaterial unter Berücksichtigung der Bewertungskriterien

Arbeitspaket AP VI:

Aufbau und Inbetriebnahme des Leistungslasers an der TU Dresden

- Auswertung der vorliegende Ergebnisse als Grundlage für die Investitionsvorbereitung an der TU Dresden
- Aufbau und Inbetriebnahme des Leistungslasers
- Entwicklung von Zusatzgeräten und Messtechnik

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- Flächiger Abtrag an quarzitischem und gemischtem Beton
- Untersuchungen zum Abtrag der schmelzflüssigen Phase mittels heißem Gasstrom und variierten Zeitintervallen
- Verwendung von Sauerstoff als Blasgas
- Optimierung des Messsystems zur Bestimmung der Abtragstiefe
- Einhausung der Laseranlage

Ergebnisse:

Im Gegensatz zum kontinuierlichen Ausblasen konnte bei den neuen Blasregimen an gemischten Betonen ein Steigern der Abtragsraten unter Verwendung des CO₂- und Diodenlasers beobachtet werden. Quarzitisches Betone zeigten eher eine Verringerung der Abtragsraten. Neben dem technologischen Vorteil lassen sämtliche Untersuchungen günstigere Ergebnisse bei Verwendung eines Diodenlasers erkennen.

Der zusätzliche Energieeintrag mittels heißem Gasstrom verstärkt die Umwandlung in eine Schmelze, erzeugt jedoch enorme Probleme beim Handling des Abgasstromes. Unter Verwendung von Sauerstoff als Blasgas konnte beobachtet werden, dass die sich ausbildende Schmelze visuell niedrigviskoser erschien und beim Austrag aus dem Schmelzbad zur Faserbildung neigte.

Für die quantitative Bestimmung der abgetragenen Volumina wurden mehrerer Messverfahren zur Ermittlung der Abtragstiefen miteinander verglichen. Anwendung fanden ein Verfahren mit mechanischer Abtastung (Messspitze), die Lasertriangulation und ein Abdruckverfahren unter Einsatz eines silikonartigen Materials. Am effizientesten und anwendungstechnisch geeignetsten erwies sich die Lasertriangulation. Mit diesem Verfahren ist es möglich relativ feine Raster über die Oberfläche zu legen und die erhaltenen Daten elektronisch auszuwerten und darzustellen.

Auf der Basis der gewonnenen Ergebnisse beim flächigen Abtrag der Betone wurde durch das LIM die Empfehlung für den an der TU Dresden, Institut für Energietechnik anzuschaffenden Laser gegeben (AP VI).

4. Geplante Weiterarbeiten

- Optimierung des Austrags der erschmolzenen Phase
- Analytik der entstehenden Gasphasen
- Weiterentwicklung des Materialsammlers in Verbindung mit der späteren Konditionierung
- Aufbau und Inbetriebnahme des Leistungslasers an der TU Dresden, entsprechend AP VI

5. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Auftragnehmer: STEAG encotec GmbH, Rüttenscheider Str. 1-3, 45128 Essen		Förderkennzeichen: 02 S 8172
Vorhabensbezeichnung: Entwicklung eines Konditionierungsverfahrens für Kernbrennstoffe aus dem Siemens-Unterrichts-Reaktor (SUR)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2002 bis 30.06.2006	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 1.465.899,00 EUR	Projektleiter: Taube	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

In Deutschland gibt es insgesamt zwölf Siemens-Unterrichts-Reaktoren (SUR). Ein Teil dieser Reaktoren ist bereits abgeschaltet, ein weiterer Teil plant die Abschaltung. Die SUR wurden bzw. werden von Fachhochschulen, Technischen Hochschulen, Universitäten und dem Forschungszentrum Karlsruhe betrieben. Die TU Dresden betreibt einen Ausbildungs-Kern-Reaktor (AKR).

Ziel dieses Vorhabens ist, ein Konditionierungsverfahren für den v. g. Kernbrennstoff zu entwickeln und anzuwenden, um im Anschluss das wiedergewonnene Uran dem Kernbrennstoffkreislauf zuzuführen.

Für die praktischen Durchführungen wurde das Institut für Radiochemie (RCM) der TU München im Rahmen des Gesamtvorhabens unterbeauftragt. RCM hat bereits im Vorfeld dieses Vorhabens im Auftrag des Forschungszentrums Jülich unter der Bestell-Nr. 021/41385637/930 Voruntersuchungen an einem Referenz-Brennelement durchgeführt.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Für das Konditionierungsverfahren ist ein Verbrennen des Polyethylens mit nachfolgendem Blenden des zurückgewonnenen Kernbrennstoffes mittels Natur-Uran vorgesehen. Auf diese Weise werden das in den Brennstoffplatten enthaltene Polyethylen zerstört und der U-235 Gehalt des U_3O_8 (im Fall AKR UO_2) auf einen Wert < 5 Massen-% reduziert.

Das Programm ist in folgende Arbeitspakete untergliedert:

- AP1: Schaffung der genehmigungstechnischen Voraussetzungen
- AP2: Festlegung der Verfahrensabläufe
- AP3: Experimentelle Arbeiten
- AP4: Vertragswesen
- AP5: Projektmanagement

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP1: Im Rahmen des AP1 wurden die planerischen und praktischen Tätigkeiten fortgeführt. Für die Durchführung der Arbeiten bei RCM wurde ein entsprechender Antrag auf Genehmigungserweiterung nach § 9 AtG bei der zuständigen Behörde gestellt. Diesbezüglich wurden Arbeiten zur Antragstellung und zum erforderlichen Sicherheitsbericht durchgeführt. Weiterhin wurden die praktischen Umbauarbeiten fortgeführt.
- AP2: Die Festlegungen zu den Verfahrensabläufen wurden weiterentwickelt. Hierzu gehören die Ausarbeitung der Anforderungen an das Uran-Produkt, das zum Blenden benötigte Uran, die Eingangskontrollen für die Brennelementplatten und das Blendmaterial, das mechanische Zerkleinern, die thermische Behandlung und die Parameter für das Blenden. Weiterhin fand ein Fachgespräch mit dem Betrieb, der den konditionierten Kernbrennstoff für ein EVU weiterverarbeitet, statt, um technische Einzelheiten hinsichtlich des Konditionierungsverfahrens und der erforderlichen Analysen abzustimmen.
- AP3: Die Einrichtung zur mechanischen Spaltung der Kernbrennstoffplatten wurde installiert. Der Probetrieb des Ofens, in dem die Kernbrennstoffplatten verbrannt werden, wurde aufgenommen.
- AP4: Die Abstimmungen von mehreren Vertragsentwürfen wie z.B. den Inhaberwechsel des Kernbrennstoffes, die Konditionierung, die Übereignung von Blendmaterial und die Lieferungen betreffend wurden fortgesetzt. Angebote über die Transportleistungen wurden eingeholt.
- AP5: Detailgespräche mit einem EVU, das Bereitschaft zeigt, den wieder gewonnenen Kernbrennstoff zu übernehmen, und einem Betrieb, der den konditionierten Kernbrennstoff für das EVU weiterverarbeitet, wurden fortgesetzt. Es fand ein Projektgespräch mit den beteiligten Stellen statt.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP1: Die planerischen und praktischen Tätigkeiten zur Erfüllung der aus dem Genehmigungsantrag resultierenden Auflagen werden fortgesetzt.
- AP2: Die Festlegungen zu den Verfahrensabläufen und Analysen werden mit dem Betrieb, der den konditionierten Kernbrennstoff für ein EVU weiterverarbeitet, abgestimmt.
- AP3: Der Betrieb des Ofens wird hinsichtlich der Veraschungsmengen optimiert. Die Mahl- und Siebeinrichtungen werden installiert.
- AP4: Die Erstellungen der Vertragsentwürfe bzgl. des Inhaberwechsels des Kernbrennstoffes, der Konditionierung, der Übereignung von Blendmaterial und der Lieferungen werden weiterentwickelt.
- AP5: Es werden vertiefende Abstimmungsgespräche mit dem EVU unter Einbeziehung des Betriebes, das den konditionierten Kernbrennstoff weiterverarbeitet, durchgeführt, um die Randbedingungen für die Verträge einschl. der dazugehörigen Spezifikationen festzulegen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger: Friedrich-Schiller-Universität Jena, Fürstengraben 1, 07740 Jena		Förderkennzeichen: 02 S 8182
Vorhabensbezeichnung: Untersuchungen zur Strahlenschutz-Vorsorge für radionuklidbelastetes Substrat: Mikrobieller Beitrag zur Bioakkumulation aus Bauschutt		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2003 bis 30.06.2006	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 599.999,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Kothe	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Vorhaben dient der Strahlenschutzvorsorge durch biologische Dekontamination radioaktiven Bauschutts unter Einsatz geeigneter Mikroben. Es wird auf einen Entzug der Radioisotopen/Schwermetalle durch pflanzliche Biomassen hingearbeitet, die dann verascht und in geringer Menge endgelagert werden können.

Das Vorhaben umfasst zunächst die Auswahl von Bakterien und Pilzen für Starterkulturen, die durch Isolierung vom Standort erhalten werden. Genetische Fingerprints zur Identifizierung und Kartierung am Standort werden daraus für ein mikrobiologisches Monitoring abgeleitet. Eine Versuchsanordnung im Labor und anschließend im mittleren Maßstab soll den Einfluss der Mikroben auf die Pflanzenextraktion validieren.

Neben der Publikation von Ergebnissen und Verwertung in der Lehre ist die Erteilung von Patenten für die erarbeiteten Verfahren Teil des Vorhabens.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Labor-Untersuchungen: Auswahl von Bakterien und Pilzen für Starterkulturen, Isolierungen vom Standort, Schwermetalltoleranzbestimmung, genetische Fingerprints zur Identifizierung und Kartierung am Standort.

Gefäßversuche: Substratbereitstellung zur Pflanzenextraktion, zur Kontrolle der eingebrachten Mikroben, zur Leistung der Mikroben in der Pflanzenextraktion und als Kontrolle ohne Biomaterial.

Lysimeterversuche: Einfluss der Beregnung und verschiedener Bepflanzung auf Dekontamination im Zusammenhang mit Bepflanzung, mikrobieller Inokulation und Kontrolle der Mikroben durch Antibiotika/Mykostatika.

Verfahrensbeschreibung: Die Umsetzung der erzielten Ergebnisse in eine Pilotanlage wird durch die WISUTEC GmbH vorbereitet. Alle Ergebnisse werden in der Lehre verbreitet.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Die Arbeiten im Labormaßstab dienen der Identifizierung geeigneter Mikroben. Es wurden bisher 75 Streptomyceten, 25 Bakterien und 15 Pilze identifiziert, ihre Schwermetallverträglichkeit getestet und die Klassifizierung abgeschlossen.

Eine Kartierung resistenter Stämme von Mikroben zum Mikrobiologischen Monitoring erfolgte auf belastetem Gelände, wozu ein modernes CHIP-Verfahren entwickelt wird. Die DNA-Extraktion aus Böden konnte optimiert werden und der erste CHIP wurde entwickelt. Die resistenten Organismen sind Ausgangspunkt für die Erzeugung von Starterkulturen für die Beimpfung von Gefäßversuchen. Die Starterkulturen werden im Labormaßstab angezogen und auf ihre Fähigkeit zur Konkurrenz im Schutt/Rohkompost-Gemisch untersucht.

Kontaminierter Bauschutt vom Standort wurde in Gefäßversuchen eingesetzt. Dazu waren Keimungsvarianten verschiedener Pflanzen (Mais, Sonnenblume, Luzerne, Lupine, Gerste) notwendig.

Das mikrobielle Monitoring soll zum Nachweis der Nachhaltigkeit der Inokulation mit den eingebrachten Mikroben im Substrat über die Versuchszeiträume hinweg genutzt werden. Das eingesetzte Verfahren erlaubt dann auch eine Übertragbarkeit der Ergebnisse, indem mit denselben Methoden der CHIP-Hybridisierung nach resistenten Mikroben gesucht und so ein mikrobielles Monitoring auch an anderen Standorten eingeführt werden kann.

4. Geplante Weiterarbeiten

Wie geplant sollen die ersten Ergebnisse publiziert und die Gefäßversuche weiter geführt werden:

2004/7: Bericht zur Identifizierung von Mikroben in Laborversuchen

2004/7- 2005/2: Einrichten der Gefäßversuche zur Substratmischung und Inokulation.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Merten D, Kothe E, Büchel G. 2004. Studies on microbial heavy metal retention from uranium mine drainage water with special emphasis on rare earth elements. Mine Water Environm. 23, 34-43.

Zuwendungsempfänger: Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH, Planckstraße 1, 64278 Darmstadt		Förderkennzeichen: 02 S 8203
Vorhabensbezeichnung: Genetische Wirkung dicht ionisierender Strahlen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen - <i>Strahlenforschung</i>		
Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2003 bis 30.06.2007	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 1.357.473,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Kraft / Dr. Ritter	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Forschungsvorhaben hat zum Ziel, verlässliche Daten zur Abschätzung der relativen biologischen Wirksamkeit (RBW) von dicht ionisierender Strahlung für die Induktion genetischer Veränderungen im Menschen zu erhalten. Hierzu werden *in vitro* Experimente mit primären menschlichen Zellen wie Lymphozyten und Hautfibroblasten durchgeführt. Die Ionenbestrahlungen erfolgen an den Beschleunigern der GSI. Als Maß der genetischen Veränderung werden Chromosomenschäden in Metaphase- und in Interphaszellen gemessen. Die *in vitro* Daten sollen dann mit Werten aus Patientenbestrahlungen verglichen werden. Dieser direkte Vergleich kann derzeit nur an der GSI in Darmstadt sowie in Chiba (Japan) erfolgen. Das Projekt soll darüber hinaus zum Kompetenzerhalt und der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses in der Strahlenforschung beitragen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP 1:** Untersuchung der Induktion und Transmission von Chromosomenschäden in menschlichen T-Lymphozyten und Hautfibroblasten nach Teilchenbestrahlung (GSI Darmstadt).
AP 2: Messung der Strahlenempfindlichkeit von T- und B-Lymphozyten sowie von Makrophagen gegenüber dicht und dünn ionisierender Strahlung (Technische Universität Darmstadt).
AP 3: Untersuchungen zur Expression von Chromosomenschäden in T-Lymphozyten von Krebspatienten nach Bestrahlung mit Kohlenstoffionen oder Röntgenstrahlen (Universität Göttingen).
AP 4: Untersuchungen der strahleninduzierten genetischen Stabilität/Instabilität in Lymphozyten anhand der Messung der Telomeraseaktivität und der Bestimmung von Chromosomenschäden (Universitätsklinik Mannheim).

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP 1: Chromosomenschäden wurden in Lymphozyten eines gesunden Spenders zu verschiedenen Zeitpunkten nach Bestrahlung gemessen (FPG-gefärbte Präparate). Inzwischen liegen die Ergebnisse für Röntgenstrahlen, Kohlenstoffionen (extended Bragg Peak) und Eisenionen (1 GeV/u) vor (siehe Lee et al. 2004; Nasonova et al. 2004; Nasonova und Ritter 2004). Darüber hinaus wurden erste Experimente zum Ausmaß von inter- und intra-individuellen Schwanken in der Zellzyklusprogression und der Apoptoserate von Lymphozyten durchgeführt (Sander, 2004).

In normalen menschlichen Hautfibroblasten wurden die Zellzyklusprogression, die Genexpression (p16, p21, p53), die Induktion von Chromosomenschäden sowie die Zelldifferenzierung nach Bestrahlung mit Kohlenstoffionen (11 MeV/u) und Röntgenstrahlen gemessen (Winter et al. 2004). Die bisher durchgeführten Experimente zeigen deutliche Unterschiede in der Reaktion von Lymphozyten und Hautfibroblasten gegenüber ionisierender Strahlung: Während viele geschädigte Lymphozyten noch die erste oder sogar die zweite und dritte Mitose nach Bestrahlung erreichen, wird die Zellzyklusprogression geschädigter Fibroblasten direkt nach Bestrahlung blockiert und viele Zellen durchlaufen eine beschleunigte Differenzierung.

AP 2: Erste Versuche wurden mit einer murinen Makrophagenzelllinie (RAW 264.7) durchgeführt. Die Grundaktivität der Zellen und ihre Stimulierbarkeit durch verschiedene Lipopolysaccharide (LPS) wurde bestimmt, indem die Produktion von inflammatorischen Cytokinen wie IL-1 β und TNF α gemessen wurde. Erste Experimente mit Röntgenstrahlung zeigen, dass Makrophagen, die mit 1 μ g LPS aus *Proteus mirabilis* 2 Stunden vor der Bestrahlung stimuliert werden, strahlenresistenter sind als unstimulierte Makrophagen.

AP 3: Insgesamt wurden Blutproben von 16 Prostatapatienten (vor der Therapie, konventionelle Bestrahlung) und von 2 gesunden Spendern entnommen, *in vitro* bestrahlt und Chromosomenpräparate hergestellt (Hofman-Hüter et al. 2004). In Lymphozyten von gesunden Kontrollpersonen sowie bei drei Patienten wurden spontane und strahleninduzierte Chromosomenaberrationsraten mittels der FISH-Technik in Chromosomen Nr.2 und Nr.4 bestimmt. In den Lymphozyten der drei Patienten wurde, im Vergleich zu gesunden Kontrollen, eine erhöhte spontane Rate an reziproken Translokationen gemessen. Im Gegensatz hierzu wurden nach *in vitro* Bestrahlung keine signifikanten Unterschiede in den Aberrationsraten gefunden. Ergänzend wurden die Apoptoseraten gemessen. Darüber hinaus wurden Proben im Verlauf der Therapie genommen.

AP 4: Das Protokoll zur Messung der Telomeraseaktivität mittels PCR-ELISA wurde entscheidend verbessert. Zur Validierung des modifizierten Testsystems wurde die Telomeraseaktivität in verschiedenen Zellkulturen vor und nach Bestrahlung untersucht. Es wurden Blutproben von Strahlentherapiepatienten gesammelt (Teilkörper- und Ganzkörperbestrahlung) und erste Messungen durchgeführt.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP 1: Chromosomenschäden werden in Lymphozyten gemessen, die mit 200 MeV/u Eisenionen bestrahlt wurden (FPG-gefärbte Präparate). Ein neues Bildanalyse-System zur Auswertung von M-FISH gefärbten Chromosomenpräparaten wird installiert und in Betrieb genommen.

Die Experimente mit normalen Hautfibroblasten (Röntgen- und Kohlenstoffionenbestrahlung) werden verifiziert.

AP 2: Die Röntgenexperimente mit RAW 264.7 Makrophagen werden wiederholt, ein erstes Bestrahlungsexperiment mit Kohlenstoffionen ist geplant. Die Experimente mit menschlichen Makrophagen werden begonnen.

AP 3: Von allen Patienten werden 1 Jahr nach der abgeschlossenen Strahlentherapie Blutkulturen angesetzt (ab Mitte November) und Chromosomenpräparate hergestellt. Die Auswertung der Proben mittels FISH-Technik wird fortgesetzt.

AP 4: Es soll überprüft werden, ob die Induktion der Telomerase von der Basalaktivität des Zelltyps abhängt. Bei Strahlentherapiepatienten soll der Einfluss der Größe bzw. der Lokalisation des Bestrahlungsfeldes auf die Telomeraseaktivität untersucht werden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Berichte, Examensarbeiten:

Hofman-Hüter H., A. Hille and P. Virsik-Koepp: Radiation-induced apoptosis and chromosome aberrations in peripheral blood lymphocytes from patients with primary prostate cancer. GSI Report 2004-1, p. 164 (2004).

Lee R. P. Sander, C. Fournier, M. Scholz, A. Meijer and S. Ritter: Radiation-induced apoptosis in human lymphocytes. GSI Report 2004-1, p. 162 (2004).

Nasonova E., E. Gudowska-Nowak, P. Hessel and S. Ritter: C-ion and Fe-ion induced chromosome aberrations in human lymphocytes: insights from interphase and metaphase analysis, GSI Report 2004-1, p. 161 (2004).

Sander P.: Untersuchung von biologischen Faktoren, die den Zellzyklusverlauf und die Apoptoserate nach Bestrahlung beeinflussen. Staatsexamensarbeit, Universität, Darmstadt, 2004.

Winter M., C. Fournier, P. Hessel and S. Ritter: Cell cycle delay and differentiation in human fibroblasts after exposure to X-rays and C-ions. GSI Report 2004-1, p. 166 (2004).

Veröffentlichungen:

Nasonova E. and S. Ritter: Cytogenetic effects of densely ionising radiation in human lymphocytes: impact of cell cycle delays. *Cytogenet. Genome Res.* 104, 216-220 (2004).

Gudowska-Nowak E., A. Kleczkowski, E. Nasonova, M. Scholz and S. Ritter: Correlation between mitotic delay and aberration burden and their role for the analysis of chromosomal damage. *Int. J. Radiat. Biol.* (submitted).

Zuwendungsempfänger: Universitätsklinikum Düsseldorf, Moorenstraße 5, 40001 Düsseldorf		Förderkennzeichen: 02 S 8213
Vorhabensbezeichnung: Mechanismen der Zytotoxizität durch Alpha-Strahlung in humanen normalen und malignen hämatopoetischen Zellen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen - <i>Strahlenforschung</i>		
Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2003 bis 31.07.2006	Berichtszeitraum: 01.08.2003 bis 31.12.2003	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 737.782,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Haas	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Schwerpunkte des Vorhabens sind radiobiologische Forschung und Grundlagenforschung auf molekularer Ebene zur Aufklärung des Phänomens der Schädigung/Zerstörung menschlicher normaler und maligner blutbildender Zellen durch Alpha-Strahlung. Die Untersuchungen bei gesunden Probanden und Patienten mit akuten oder chronischen Leukämien werden auf Gen-Expressionsebene mittels DNA-Arrays und Protein-Chips durchgeführt und mit funktionellen Tests für Zellzyklus, Zellproliferation, Apoptose-Induktion ergänzt. Bei Patienten mit malignem Non-Hodgkin-Lymphom, die eine Alpha-Radioimmuntherapie erhalten, werden Genexpressionsprofile von hämatopoetischen Stammzellen sowie B-Lymphozyten erstellt, um die Nebenwirkungen dieser Behandlungsart zu definieren. Das Ziel der Charakterisierung der molekularen Mechanismen der Strahlenwirkung ist ein besseres Verständnis der durch Alpha-Strahlung induzierten Krebsentstehung, die molekulare Aufklärung der therapeutischen Wirkung einer Alpha-Bestrahlung und die Optimierung der Indikationsstellung für eine Radiotherapie.

Unterauftragnehmer ist das Institut für Transurane (ITU), Europäische Kommission, Gemeinsame Forschungsstelle Karlsruhe

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP 1: Charakterisierung des molekularen Phänotyps der mit Alpha-bestrahlten normalen humanen hämatopoetischen Zellen aus dem Knochenmark und peripherem Blut.

Mit Affymetrix Arrays werden Genexpressionsprofile vor und nach Alpha-Bestrahlung erstellt, um intraindividuell die strahleninduzierten Veränderungen zu charakterisieren. Es werden solche Gene definiert, die bei niedrigen Strahlendosen induziert werden und solche, die bei hohen Dosen transkriptionell aktiviert werden. Die Dosisabhängigkeit der Geninduktion wird dadurch untersucht. Ein zeitabhängiges Muster der Geninduktion wird ebenfalls erstellt.

AP 2: Die Wirkungen der Alpha-Strahlung auf maligne hämatopoetische Zellen, die aus dem Knochenmark und peripheren Blut von Patienten mit akuter myeloischer Leukämie oder chronischer lymphatischer Leukämie entstammen, werden mittels Genexpressionsanalysen mit Affymetrix Arrays untersucht.

AP 3: Die Untersuchungsergebnisse der Genexpression auf mRNA Ebene nach einer Alpha-Bestrahlung in normalen (AP 1) und malignen (AP 2) hämatopoetischen Zellen werden mit dem Nachweis der entsprechenden Proteine mittels Antikörper-Microarrays in Beziehung gesetzt.

AP 4: Funktionsanalysen der Alpha-bestrahlten normalen und malignen Zellen werden durchgeführt. Der Phänotyp, die Proliferationsfähigkeit, die Apoptose-Rate werden charakterisiert. Zellzyklus-Analysen werden durchgeführt.

Die identifizierten Kandidatengene werden mittels quantitativer real-time RT-PCR (LightCycler-Technologie) bestätigt und näher untersucht.

AP 5: Prinzipien und Mechanismen der radioprotektiven Wirkung gegenüber Alpha-Strahlung werden definiert.

Nach Identifikation signifikant differentiell exprimierter Gene als Funktion von Strahlendosis, wird der Einfluss radioprotektiver Substanzen auf das Genexpressionsmuster untersucht.

AP 6: Bei Patienten mit chronischer lymphatischer Leukämie, Non-Hodgkin-Lymphom oder multiplem Myelom, die eine Alpha-Radioimmuntherapie mit ^{213}Bi -gekoppelten anti-CD20 monoklonalen Antikörper bekommen, werden die hämatopoetischen Stammzellen aus dem Knochenmark nach Abschluss der Behandlung mittels Genexpressionsanalyse untersucht. Auf diese Weise sollen die Nebenwirkungen der Alpha-Radioimmuntherapie auf die Blutbildung nach einer derartigen Behandlung definiert werden.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP 1 – AP 6

UKD: Die am Deutschen Krebsforschungszentrum erlernten Methoden zur bioinformatischen Auswertung von Affymetrix-Chips (Normalisierung, Permutationstests, hierarchische Cluster-Analysen, GOComp-Software) wurden inzwischen erfolgreich an 46 Proben von normalen und malignen hämatopoetischen Zellen angewendet. Es ist nun möglich, beim Vergleich von gesunden mit leukämischen Blutstammzellen signifikante Genexpressionsunterschiede zu identifizieren, über Cluster-Analysen charakteristische Muster zu erkennen und die differentiell exprimierten Gene automatisiert in einen funktionellen Zusammenhang zu bringen

ITU: Das Alpha-emittierende ^{213}Bi ($T_{1/2}=46$ min) wurde für die *in vitro* Versuche produziert. 5 $^{225}\text{Ac}/^{213}\text{Bi}$ Generatoren wurden nach der ^{229}Th -Methode hergestellt. Die Aktivität pro Generator betrug zwischen 5 und 6 mCi. Mit einer 80-95%ige Wiederfindungsrate der kalkulierten ^{225}Ac Aktivität lieferten die Generatoren die benötigte Aktivität über mehrere Wochen.

Eine Voraussetzung für die radioaktive Markierung der Antikörper ist deren Kopplung mit einem Linker-Molekül (Chelator), das eine Brücke zwischen dem Antikörpermolekül und dem Nuklid bildet. Die monoklonalen anti-CD20 Antikörper wurden mit CHX-A''-DTPA chelatiert.

Es wurden Verhandlungen mit dem Memorial Sloan-Kettering Cancer Center in New York durchgeführt, um weitere monoklonale Antikörper, die spezifisch an CD33+ hämatopoetische Zellen binden, zu erhalten. Infolge dessen verfügen wir über die HuM195 monoklonale Antikörper, die ebenfalls mit CHX-A''-DTPA chelatiert sind, die die ²¹³Bi-Konjugation ermöglichen.

AP 2

ITU: Bevor Zellen von gesunden Probanden oder Patienten mit Lymphom oder Leukämie untersucht werden, wurden Versuche mit Zelllinien durchgeführt. Die menschliche Lymphomzelllinie K422 wurde mit ²¹³Bi bestrahlt. 5x10⁶ Zellen/Probe wurden mit 100 µCi, bzw. 200 µCi ²¹³Bi für 46 min und bzw. 24 Stunden inkubiert. Zusätzlich zu dem ²¹³Bi-anti-CD20 Immunkonjugat wurden die Zellen mit dem nicht-markierten anti-CD20 Antikörper, sowie mit freiem ²¹³Bi behandelt. Anschließend wurde die gebundene Aktivität gemessen und die Zellen lysiert.

40 Proben wurden nach Düsseldorf für die weitere Aufarbeitung und Genexpressionsanalyse mittels Affymetrix Chips geschickt.

UKD: Aus den 40 Proben aus Karlsruhe wurde genügend RNA für Genexpressionsanalysen isoliert (Mittelwert: 3,7 µg, Bereich: 0,4 – 9 µg). 28 der 40 Proben wurde in Biotin-markierte cRNA umgeschrieben. 14 dieser markierten cRNA-Proben wurden auf Affymetrix-Chips hybridisiert. Die Daten wurden vom Bioinformatiker überprüft, und es konnte für alle 15 hybridisierten Chips eine erfolgreiche Hybridisierung gezeigt werden. Die endgültige Auswertung wird erst erfolgen, wenn alle 40 Proben hybridisiert sind.

AP 3, AP 4

ITU: Das Repertoire der eingesetzten Zelllinien wurde erweitert. Zusätzlich zur menschlichen Lymphomzelllinie K422 wurde auch die Lymphomzelllinie MHH-PREB1 kultiviert, sowie zwei menschlichen Leukämie-Zelllinien, HL-60 und KG1a. Die beiden letzteren wurden auch nach Düsseldorf für Kultivierung zugeschiedt.

Die Untersuchung der Dosisabhängigkeit der Strahlungswirkung wurde fortgesetzt und erweitert. Die Zelllinien K422, MHH-PREB1 und HL-60 wurden folgender Bestrahlungsdosen unterzogen: 5 µCi, 10 µCi, 20 µCi, 50 µCi, 100 µCi und 200 µCi. Die Zeitabhängigkeit der Strahlungswirkung wurde durch unterschiedliche Expositionszeiten, 46 min und 24 Stunden untersucht.

Die Wirkung der ²¹³Bi-anti-CD20 und ²¹³Bi-HuM195 Konstrukte wurde mit der des freien ²¹³Bi und mit der der nicht-markierten anti-CD20 und HuM195 monoklonalen Antikörper verglichen.

Die Parameter, die nach der Bestrahlung untersucht wurden sind folgende:

- Anteil der apoptotischen/nekrotischen Zellen, gemessen mittels
- Annexin V/ Propidium Iodid-Färbung;
- DNA Fragmentierung mittels TUNEL assay;
- quantitative Bestimmung der Apoptose-assoziierten Proteine Caspase-3, Bcl-2 und PARP mittels einer durchflusszytometrischen Methode;
- Proliferationsfähigkeit, quantifiziert mittels Colony-Assay.

Die geplanten Untersuchungen mit Antikörper-Arrays wurden noch nicht begonnen, da zunächst die Ergebnisse der Genexpressionsanalysen mit Affymetrix-Chips abgewartet werden sollen, um weitergehende Experimente zielgerichtet durchführen zu können.

UKD: Die quantitative real-time RT-PCR wurde etabliert. Hierfür wurden sogenannte Assays-on-Demand der Fima Applera Deutschland GmbH für in malignen Blutstammzellen differentiell exprimierte Gene verwendet. Nach Identifikation von veränderten Genen nach Alpha-Bestrahlung durch Affymetrix-Chips können diese direkt mit dem etablierten quantitativen RT-PCR-System bestätigt werden.

AP 6

ITU: Am 23.01.04 wurde ein Ac-225 Generator (16 mCi) nach Düsseldorf geschickt zur Vorführung und Training vor dem Start der klinischen Studie zur Alpha-Immuntherapie von Patienten mit malignen B-Zell Erkrankungen.

Am 24.03.04 wurde ein Ac-225 Generator (38 mCi) nach Düsseldorf geschickt für die Behandlung des ersten Patienten im Rahmen der Dosis-Eskalation-Alpha-Immuntherapie-Studie.

UKD: Vom 24.03. – 26.03.04 wurde der erste Patient mit malignem Lymphom in Düsseldorf mit einem ²¹³Bi-gekoppelten Anti-CD20-Antikörper behandelt. Es traten keine nennenswerten Nebenwirkungen auf und die Krankheit blieb stabil. Am 29.7.2004 ist die Behandlung des zweiten Patienten vorgesehen.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die markierten 40 Proben aus der ersten experimentellen Runde werden komplett mit Affymetrix Chips hybridisiert. Danach erfolgt die endgültige bioinformatische Auswertung dieses Experiments und die Identifikation interessanter Gene. Die differentielle Expression interessanter Gene wird durch real-time RT-PCR unter Verwendung von Assays-on-Demand bestätigt.

Außerdem werden die Experimente zunächst auf CD33+ bzw. CD34+ Leukämiezelllinien und dann auf hämatopoetische Zellen aus dem peripheren Blut oder dem Knochenmark von gesunden Spendern oder Patienten mit malignem Non-Hodgkin-Lymphom erweitert. Es sollen weitere Patienten mit dem ²¹³Bi-Antikörper behandelt werden. Von diesen Patienten sollen weitere Proben für die in vivo-Analyse der molekularen Veränderungen nach Alpha-Therapie gewonnen und durch Affymetrix Chips untersucht werden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger: Universität Fridericiana zu Karlsruhe (TH), Kaiserstraße 12, 76128 Karlsruhe		Förderkennzeichen: 02 S 8223
Vorhabensbezeichnung: Inaktivierung von Mdm2 nach ionisierender Strahlung – Aufklärung der Signaltransduktionskette		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen - <i>Strahlenforschung</i>		
Laufzeit des Vorhabens: 01.06.2003 bis 31.05.2007	Berichtszeitraum: 01.01.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 347.892,00 EUR	Projektleiter: Prof. Herrlich	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Gesamtziel: Untersuchung der Übertragungswege, die nach Doppelstrangbrüchen angeschaltet werden und zur Inhibierung des Mdm2 Proteins und damit zur Zunahme des p53 Proteins führen.

- Identifizierung des Enzyms, das die Glykogen Synthase Kinase 3 (GSK-3) nach ionisierender Strahlung an Serin 9 phosphoryliert
- Untersuchung der Translokation der Kasein Kinase 1 delta (CKI δ) in den Zellkern
- Untersuchung der Beteiligung von CKI δ an der p53 Stabilisierung nach ionisierender Strahlung.

Bezug zu förderpolitischen Zielen: Das Vorhaben dient dem Kompetenzerhalt und der Ausbildung des wissenschaftlichem Nachwuchses.

Wissenschaftliche und /oder technische Ziele:

- Aufklärung der Signaltransduktionskette, die nach ionisierender Strahlung angeschaltet wird und zur Zunahme des p53 Proteins führt.
- Identifizierung neuer Zielproteine, die für eine Verbesserung der Krebstherapie verwertet werden können.

Bezug zu anderen Arbeiten: Die Stabilisierung des p53 Proteins ist ein Schwerpunktthema der Arbeitssubgruppe Blattner am Institut für Toxikologie und Genetik. In dieser Arbeitsgruppe wurde bereits die Rolle von GSK-3 als Signalmolekül bei der Übertragung der Information über Doppelstrangbrüche an das Mdm2 Protein identifiziert. Ionisierender Strahlung führt zu einer Verminderung der Anzahl an Phosphatresten des Mdm2 Proteins, die jedoch für den Abbau des p53 Proteins entscheidend sind. Der Abbau des p53 Proteins ist wichtig für die Zelle, da sie nur in Gegenwart geringer Mengen des p53 Proteins überleben und sich teilen kann. In Gegenwart von DNA Schäden ist die Zellteilung jedoch unerwünscht. Die Mengenzunahme des p53 Proteins verhindert, dass sich die Zelle in Gegenwart von DNA Schäden teilt. GSK-3 phosphoryliert das Mdm2 Protein an Stellen, an denen nach ionisierender Strahlung Phosphatreste fehlen. Ionisierende Strahlung führt zur Inaktivierung von GSK-3.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- A.1: Identifizierung der GSK-3 Kinase
- A.2: Analyse der Aktivierung der GSK-3 Kinase
- B.1: Analyse des Mechanismus der CKI δ Translokation
 - B.1.1: Analyse strahleninduzierter Phosphorylierungen
 - B.1.2: Analyse strahleninduzierter Sumoylierung
- B.2: Analyse der Signaltransduktion, die der Translokation zugrunde liegt
- B.3: Analyse der CKI δ Zielgene

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

zu A: Um die Kinase zu identifizieren, die GSK-3 nach ionisierender Strahlung phosphoryliert, haben wir zunächst überprüft, welche der bekannten GSK-3 Kinasen an der Phosphorylierung von GSK-3 nach ionisierender Strahlung beteiligt sein könnte.

Zu Beginn des Berichtszeitraums vermuteten wir, dass PKB möglicherweise an der Phosphorylierung von GSK-3 nach ionisierender Strahlung beteiligt ist. Um diese Vermutung zu überprüfen, inhibierten wir PKB und bestimmten die Phosphorylierung von GSK-3 nach ionisierender Strahlung. Dabei zeigte sich, dass GSK-3 auch in Abwesenheit funktioneller PKB nach ionisierender Strahlung phosphoryliert wird. Dieses Ergebnis spricht gegen eine Beteiligung von PKB an der Signalübertragungskette. Analog konnten wir durch Verwendung von Inhibitoren eine Beteiligung von PKA ausschließen. Auch eine Beteiligung von PKC ist fraglich. Zwar inhibiert die Entfernung einiger Mitglieder der PKC-Familie nach längerfristiger Behandlung von Zellen mit Phorbolestern die Mengenzunahme des p53 Proteins nach ionisierender Strahlung, dieser Mechanismus scheint jedoch unabhängig von einer Phosphorylierung von GSK-3 zu sein.

Möglicherweise ist p70 S6K an der Signalübertragung beteiligt. Vorläufige Untersuchungen zeigten eine Reduktion der GSK-3 Phosphorylierung nach Inhibition von p70 S6K durch synthetische Inhibitoren. Weitere Experimente sind jedoch notwendig, um die Möglichkeit einer Beteiligung von p70 S6K abzusichern.

zu B: Es wurden verschiedene Konstrukte hergestellt bzw. ihre Herstellung begonnen, mit deren Hilfe die Beteiligung von CKI δ an der Stabilisierung des p53 Proteins analysiert werden soll. Parallel wurden verschiedene Methoden etabliert, wie z.B. die Aufreinigung der ATM-Kinase und die Phosphorylierung von Mdm2 durch ATM. Diese Methoden sollen nun eingesetzt werden, um zu untersuchen, ob ATM möglicherweise Konditionen schafft, unter denen CKI δ Mdm2 nach ionisierender Strahlung phosphoryliert.

Weiterhin identifizierten wir den Transkriptionsfaktor E2F-1 als Zielgen von CKI δ . E2F-1 wird nach ionisierender Strahlung aktiviert und trägt zum Absterben von Tumorzellen nach ionisierender Strahlung bei. In vitro phosphoryliert CKI δ Phosphorylierungsstellen im aminoterminalen, zentralen und carboxyterminalen Teil des E2F-1 Proteins. Untersuchungen, ob CKI δ E2F-1 auch in Zellen phosphoryliert sind noch nicht abgeschlossen.

4. Geplante Weiterarbeiten

zu A: Wir werden zunächst Untersuchungen zur Beteiligung von PKV abschließen und die Ergebnisse hinsichtlich einer Beteiligung von p70 S6K an der Phosphorylierung von GSK-3 nach ionisierender Strahlung versuchen zu verifizieren. Außerdem werden wir überprüfen, ob p90 Rsk an der strahlenabhängigen Phosphorylierung von GSK-3 beteiligt sein könnte. Sollten beide Ergebnisse negativ sein, werden wir untersuchen ob eine Inhibition von Phosphatasen zur erhöhten Phosphorylierung von GSK-3 nach ionisierender Strahlung beiträgt, bzw. die Kinase, welche GSK-3 nach ionisierender Strahlung phosphoryliert versuchen aufzureinigen.

zu B: Wir werden mit der Analyse von CKI δ Zielgenen nach Bestrahlung fortfahren. Hierbei werden wir insbesondere untersuchen, ob Mdm2 und E2F-1 nach ionisierender Bestrahlung durch CKI δ phosphoryliert werden. Wir werden uns daneben auch der Untersuchung der Aktivierung von CKI δ nach Bestrahlung sowie der dem Mechanismus der Translokation zuwenden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Auftragnehmer: DBE Technology GmbH, Eschenstraße 55, 31201 Peine		Förderkennzeichen: 02 S 8234	
Vorhabensbezeichnung: Vorstudie über die Rückführung der Wiederaufarbeitungsabfälle von Brennelementen deutscher Forschungsreaktoren aus der WA Dounreay in Schottland (RETURN)			
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen			
Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2004 bis 31.08.2005		Berichtszeitraum: 01.05.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 388.600,00 EUR		Projektleiter: Bollingerfehr	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Im Rahmen des Vorhabens sollen die Randbedingungen und Vorgaben zusammen gestellt und untersucht werden, die - ausgehend von der freigegebenen Verfahrensqualifizierung für die Konditionierung der flüssigen radioaktiven Abfälle von wiederaufgearbeiteten Brennelementen aus deutschen Forschungsreaktoren - erfüllt sein müssen, damit eine Rückführung der Abfälle vom schottischen Dounreay nach Deutschland möglich wird. Weiterhin sind die Fragen zu klären, die sich mit der Auswahl und Spezifikation von Transport-, Zwischenlager- und Endlagerbehältern befassen. Dabei sind bereits existierende Behälter und Behälterkonzepte mit in die Lösungsfindung einzubeziehen und technische Alternativen zu entwickeln. Die Voraussetzungen und Bestimmungen für Genehmigungsverfahren von ggf. neuen Behältern sind zu untersuchen.

Die Möglichkeiten zur Zwischenlagerung der zurück zu nehmenden Abfallbehälter aus Dounreay in Deutschland sind zu analysieren und darzustellen. Dabei sind alle in der Planung und im Bau befindlichen Zwischenlagermöglichkeiten mit einzubeziehen.

Der Aufwand für die vollständige Rückführung der in der WA in Dounreay hergestellten Abfallgebinde ist zu ermitteln. Dazu zählen die Entwicklung eines Zeitplanes und eine Kostenabschätzung für die in Frage kommenden Optionen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Zur Beantwortung der in der Zielsetzung genannten Aufgaben ist das nachfolgende Arbeitsprogramm vorgesehen:

- AP1: Untersuchung des Status Quo zur Wiederaufarbeitung der Brennelemente und der Abfallbehandlung und -lagerung
- AP2: Abklären der genehmigungsrechtlichen Voraussetzungen für die Rückführung der Abfälle nach Deutschland
- AP3: Zusammenstellen der erforderlichen Verfahrensschritte und Prüfungen zur Konditionierung der Abfälle
- AP4: Vorschläge für Transport der konditionierten Abfälle und Zwischenlagerung
- AP5: Zeitplan für Rückführung der Dounreay-Abfälle aufstellen
- AP6: Kostenschätzung für notwendige Maßnahmen
- AP7: Dokumentation und Abschlussbericht

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP1: Unterlagen, die die spezifischen Eigenschaften der gelagerten flüssigen Abfälle und die zu konditionierenden 500 Liter Abfallfässer beschreiben, wurden gesichtet, ebenso wie Auszüge aus Musterserviceverträgen zwischen UKAEA und den Betreibern deutscher Forschungsreaktoren. Mit den zuständigen Mitarbeitern bei UKAEA wurde ein direkter Informationsaustausch über die Lagerung der flüssigen Abfälle, die Konditionierung der Abfälle sowie das geplante Auslieferungslager geführt. Die Zementationsanlage, mit der nach der vom TÜV Nord begutachteten Verfahrensweise die bereits verflüssigten radioaktiven Abfälle konditioniert werden sollen, wurde im Betrieb be-sichtigt. Vorstellungen von UKAEA zu Art und Umfang der Zuweisung der konditio-nierten Abfälle wurden diskutiert.
- AP2: Unterlagen über die Genehmigungsvoraussetzung für den Transport und die Zwi-schenlagerung der WA Abfälle wurden gesichtet.
- AP3: Die von UKAEA erstellte und vom TÜV Nord geprüfte Verfahrensanweisung zur Qualifizierung des Abfallproduktes (500 l-Fass) wurde gesichtet.
- AP4: Technische und logistische Ansätze zur Rückführung wurden erarbeitet und Gesprä-che dazu mit Behälterherstellern und Transportunternehmen geführt.
- AP5: Noch nicht begonnen.
- AP6: Noch nicht begonnen.
- AP7: Noch nicht begonnen.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP1: Der Status Quo zur Lagerung und Konditionierung der flüssigen Abfälle am Standort Dounreay wird abschließend ermittelt und dokumentiert. Voraussetzungen und Rand-bedingungen zum Stand der Konditionierung werden zusammengestellt.
- AP2: Im Dialog mit Genehmigungsbehörden und Gutachtern sollen die genehmigungsrecht-lichen Voraussetzungen zur Rückführung der Abfälle nach Deutschland geklärt wer-den.
- AP3: Das zur Anwendung kommende Konditionierungsverfahren wird beschrieben und die bisherigen Prüfergebnisse zusammengestellt.
- AP4: In Zusammenarbeit mit Behälterherstellern, Transportunternehmen und Betreibern von Zwischenlagern sollen konkrete Vorschläge für eine Rückführung und Zwischenlage-rung in Deutschland erarbeitet werden. Alternativen zur Zwischenlagerung in Deutschland werden aufgezeigt.
- AP5: Bearbeitung in 2005 vorgesehen.
- AP6: Bearbeitung in 2005 vorgesehen.
- AP7: Bearbeitung in 2005 vorgesehen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

keine

Zuwendungsempfänger: Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e.V., Bautzener Landstraße 128, 01314 Dresden		Förderkennzeichen: 02 S 8244
Vorhabensbezeichnung: Entsorgung von Thoriumverbindungen, Teilprojekt 1 – Erstellung einer Entscheidungsgrundlage zur Verwertung/Entsorgung von Thoriumverbindungen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.04.2004 bis 28.02.2005	Berichtszeitraum: 01.04.2004 bis 30.06.2004	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 98.820,00 EUR	Projektleiter: Dr. Knappik	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Vorhabens ist es, auf der Grundlage einer Bestandsaufnahme, der Ermittlung und Darstellung potentieller Verwertungs-/Entsorgungsmöglichkeiten sowie mit der Erstellung einer Entscheidungsmatrix einen Beitrag zur Verwertung, zur künftigen Th-Entsorgung bzw. zur Herabsetzung des Gefährdungspotentials von in der Zwischenlagerung befindlicher Th-Verbindungen in Deutschland zu leisten. Beim Vorhaben wird insbesondere das Material aus dem kerntechnischen Bereich betrachtet. In der Entscheidungsmatrix werden wesentliche Angaben zu den einzelnen Verwertungs-/Entsorgungsmöglichkeiten zusammengefasst, notwendige Voraussetzungen und Rahmenbedingungen für den Bau und Betrieb einer potentiellen Kleinanlage, z.B. zur Umwandlung von Th-Oxalat in Th-Oxid, genannt sowie eine Bewertung auf der Basis festzulegender Kriterien vorgenommen. Das Vorhaben ist quasi ein Verbundprojekt, das im Teilprojekt 1 vom VKTA gemeinsam mit den Unterauftragnehmern ISR des FZ Jülich GmbH, Öko-Institut e.V. und der HTM Reetz GmbH in einem Zeitraum von 11 Monaten bearbeitet werden soll. Mit dem Abschluss dieser Etappe ist die Basis für die Entscheidung geschaffen, ob und in welcher Weise die Verwertung oder Entsorgung realisiert werden kann.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Arbeitspaket 1: Bestandsaufnahme und Thorium-Charakterisierung

Arbeitspaket 2: Ermittlung und Darstellung gegenwärtiger Verwertungs- bzw. Entsorgungsmöglichkeiten

Arbeitspaket 3: Erstellung einer Entscheidungsgrundlage

Arbeitspaket 4: Projektmanagement, Projekttreffen und Berichtswesen

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Arbeitspaket 1:

- Verschickung eines Fragebogens an potentielle Besitzer bzw. Verwahrer von Thorium oder Thoriumverbindungen
- Entnahme von Proben aus dem Rossendorfer Bestand und Analytik (Radionuklide, Schwermetalle u. a.)

Arbeitspaket 2:

- Suche und Kontaktaufnahme zu potentiellen Verwertern für die Rückführung von Thoriumverbindungen in den konventionellen Wirtschaftskreislauf, Beginn der Klärung genehmigungsrechtlicher Rahmenbedingungen
- Bearbeitungsbeginn zur Nutzung von Thorium als Brennstoff sowie zur Verbesserung der Th-Zwischenlagerung durch Übernahme in die Oxid-Form

Arbeitspaket 3:

- Erarbeitung eines Konzeptes bezüglich der Entscheidungsmatrix (Matrixelemente, Bewertungskriterien)

Arbeitspaket 4:

- Kick-off-Meeting, Projektgespräch VKTA-Öko-Institut e.V.

4. Geplante Weiterarbeiten

Auswertung der Bestandaufnahme

Ermittlung und Darstellung der Rückführung in den konventionellen Wirtschaftskreislauf

Darstellung der Nutzung von Thorium als Brennstoff

Darstellung der Verbesserung der Th-Zwischenlagerung durch Überführung in die Oxid-Form

Darlegung des Kenntnisstandes zur Th-Konditionierung zur Endlagerung

5. Berichte, Veröffentlichungen

keine

2.3 Ausführende Forschungsstellen

Brenk Systemplanung, Heider-Hof-Weg 23, 52035 Aachen		
02 S 7900	Verbundprojekt: Kontaminierter Beton: Betonfreigabe - Betonrezyklisierung	36
02 S 8031	Aufbereitung mineralischer Rückstände durch Aktivitätsseparation	48
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Unter den Eichen 87, 12200 Berlin		
02 S 8021	Entwicklung von Beurteilungsmethoden für Transport- und Lagerbehälter mit erhöhten metallischen Reststoffanteilen -Weiterführende Untersuchungen (EBER III)-	46
DBE Technology GmbH, Eschenstraße 55, 31202 Peine		
02 S 8112	Abdichtung von Wegsamkeiten in Salzformationen mit kristallisierenden Evaporitmaterialien (AISKRISTALL)	60
02 S 8091	Verbundprojekt: Verbesserung von Richtigkeit und Genauigkeit bei der Bestimmung des Nuklidinventars für die Deklaration und Freimessung von Reststoffen aus dem Rückbau kerntechnischer Einrichtungen	56
02 S 8234	Vorstudie über die Rückführung der Wiederaufarbeitungsabfälle von Brennelementen deutscher Forschungsreaktoren aus der WA Dounreay in Schottland (RETURN)	82
Friedrich-Schiller-Universität, Fürstengraben 1, 07743 Jena		
02 S 8182	Untersuchungen zur Strahlenschutz-Vorsorge für radionuklidbelastetes Substrat: Mikrobieller Beitrag zur Bioakkumulation aus Bauschutt	74
Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH, Planckstraße 1, 64278 Darmstadt		
02 S 8203	Genetische Wirkung dicht ionisierender Strahlen - <i>Strahlenforschung</i>	76
Laserinstitut Mittelsachsen e.V., Technikumplatz 17, 09648 Mittweida		
02 S 8162	Verbundprojekt: Dekontamination silikatischer Oberflächen mittels Laserablation bei gleichzeitiger Abprodukt-Konditionierung	70
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Templergraben 55, 52056 Aachen		
02 S 8071	Verbundprojekt: Aufbereitung mineralischer Rückstände durch Aktivitätsseparation	52
02 S 8152	Messmethoden zur Charakterisierung radioaktiver Abfälle und zur Freimessung von Reststoffen aus der Stilllegung kerntechnischer Anlagen (MESRAB)	68
Siempelkamp Nukleartechnik GmbH, Siempelkampstr. 45, 47719 Krefeld		
02 S 8011	Forschungsvorhaben zur Optimierung der Reststoffverwertung von Metallen -Weiterführende Untersuchungen (FORM III)-	44
02 S 8041	Aufbereitung mineralischer Rückstände durch Aktivitätsseparation	50

STEAG encotec GmbH, Rüttenscheider Str. 1-3, 45128 Essen		
02 S 8172	Entwicklung eines Konditionierungsverfahrens für Kernbrennstoffe aus dem Siemens-Unterrichts-Reaktor (SUR)	72
Technische Universität Dresden, Mommsenstr. 13, 01062 Dresden		
02 S 8122	Verbundprojekt: Dekontamination silikatischer Oberflächen mittels Laserablation bei gleichzeitiger Abprodukt-Konditionierung	62
Technische Universität München, Arcisstraße 21, 80333 München		
02 S 7951	Entsorgung von Beryllium / Berylliumoxid und Cadmium aus Forschungsreaktoren	40
02 S 8081	Verbundprojekt: Verbesserung von Richtigkeit und Genauigkeit bei der Bestimmung des Nuklidinventars für die Deklaration und Freimessung von Reststoffen aus dem Rückbau kerntechnischer Einrichtungen	54
02 S 8142	Selektive Tritium-Extraktion aus Wasser und Bindung auf einen Träger	66
Universität Hannover, Welfengarten 1, 30060 Hannover		
02 S 7991	Entwicklung emissionsarmer und kostengünstiger Verfahrens- und Handhabungstechniken für Dekontaminations- und Abtragverfahren	42
02 S 8102	Erweiterung der Einsatzgrenzen modularer Schneidtechnologien für den kostengünstigen Rückbau kerntechnischer Anlagen, EMOS	58
Universität Fridericiana zu Karlsruhe (TH), 76128 Karlsruhe		
02 S 7910	Verbundprojekt: Kontaminierter Beton: Rückbau kerntechnischer Anlagen - Eindringen von Radionukliden in Betonoberflächen und Freisetzung eingedrungener Aktivität aus Bauschutt und Beton	38
02 S 8223	Inaktivierung von Mdm2 nach ionisierender Strahlung – Aufklärung der Signaltransduktionskette - <i>Strahlenforschung</i>	80
Universität des Saarlandes, Im Stadtwald, 66421 Saarbrücken		
02 S 8132	Biologische Wirkung niedriger Dosen ionisierender Strahlung - <i>Strahlenforschung</i>	64
Universitätsklinikum Düsseldorf, Moorenstraße 5, 40001 Düsseldorf		
02 S 8213	Mechanismen der Zytotoxizität durch Alpha-Strahlung in humanen normalen und malignen hämatopoetischen Zellen - <i>Strahlenforschung</i>	78
Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf, Bautzener Landstraße 128, 01314 Dresden		
02 S 8244	Entsorgung von Thoriumverbindungen, Teilprojekt 1 – Erstellung einer Entscheidungsgrundlage zur Verwertung/Entsorgung von Thoriumverbindungen	84