

## **PTE-S Nr. 1**

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

März 2001

# **Forschungszentrum Karlsruhe Technik und Umwelt**

**PTE-S Nr. 1**

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

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

**Forschungszentrum Karlsruhe GmbH**  
**März 2001**

## **PTE-S Berichte**

Der vorliegende Bericht unterrichtet die Beteiligten der aus dem BMBF-Titel „Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Versuchs- und Demonstrationsanlagen“ finanzierten Stilllegungsarbeiten, die im Rahmen des Förderkonzepts „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“ FuE-Arbeiten durchführenden Forschungsstellen, sowie zuständige Behörden. Der Bericht ist nicht zitierfähig. 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 hat im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) sowie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) die Durchführung der Projektträgerschaft für den Programmbe-  
reich „Entsorgung“ übernommen.

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

Der vorliegende Projektfortschrittsbericht dokumentiert Stand und Ergebnisse dieser  
FuE-Vorhaben sowie der Stilllegungsprojekte, die aus dem im Geschäftsbereich des  
BMBF befindlichen Stilllegungstitel finanziert werden. Er wird von PtWT+E *halb-  
jährlich* herausgegeben, um alle Beteiligten über die durchgeführten Arbeiten zu in-  
formieren.

Der Bericht ist folgendermaßen aufgebaut:

*Teil 1* stellt die Stilllegungsprojekte des BMBF<sup>1</sup> in Form von formalisierten Zwi-  
schenberichten dar.

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

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

---

<sup>1</sup> probeweise sind hier vorerst nur die Stilllegungsprojekte im Forschungszentrum Karlsruhe beschrieben



# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Stilllegungsprojekte des BMBF</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 FZ Karlsruhe</b> .....	<b>1</b>
HDB .....	2
KNK.....	4
MZFR.....	6
WAK .....	8
<b>2 FuE-Vorhaben „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1 Fördervorhaben</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2 Formalisierte Zwischenberichte</b> .....	<b>13</b>
<b>2.3 Ausführende Forschungsstellen</b> .....	<b>41</b>



# **1 Stilllegungsprojekte des BMBF**

## **1.1 FZ Karlsruhe**

<b>Zuwendungsempfänger:</b> Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe	
<b>Vorhabensbezeichnung:</b> Stilllegung von Teilanlagen der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB)	
<b>Laufzeit des Vorhabens:</b> vom 1994 bis 2030	<b>Berichtszeitraum:</b> vom 01.07.2000 bis 31.12.2000
<b>Gesamtkosten des Vorhabens:</b> 200,0 Mio. DM	<b>Projektleiter:</b> H.-J. 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 (LSStBW)

Dementsprechend orientieren sich die technische Auslegung sowie die zugehörigen Genehmigungen prioritär 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 Abfallgebinde
- 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

- Behältergebäude, Bau 553  
Das OG des südlichen Anbaus wurde abgerissen. Zur Beseitigung der Tiefenkontamination im EG musste ein großer Teil der Nordwand abgebrochen werden. Weitere Stemmarbeiten, gegebenenfalls auch in angebundenen Bodenkanälen, sind erforderlich.
- Beta-Verbrennungsanlage  
Die Zuluftanlage wurde demontiert. Der Rückbau ist abgeschlossen.
- MAW-Eindampfanlage, Bau 555  
Die Freimessprozedur wurde weitergeführt. Zur Zeit werden Bohrstaubproben entnommen. Die weiteren Dekontaminationsmaßnahmen sind im Gange. Die Abluftanlage ist weiterhin in Betrieb.
- Lösemittellager, Bau 533  
Das Lösemittellager ist freigemessen. Die nach der neuen Strahlenschutzverordnung zu erwartenden Grenzwerte sind unterschritten. Bohrstaubproben sind noch zu entnehmen.
- Zementierung I, Bau 534  
Bis auf die Abluftanlage sind alle kontaminierten Komponenten ausgebaut. Die Stemmarbeiten zur Beseitigung der noch vorhandenen Tiefenkontamination wurden im Rahmen der Mittelverfügbarkeit vorerst eingestellt.

## 3. Geplante Weiterarbeit

<u>Behältergebäude:</u>	Dekontamination und Freimessen, Abbruch
<u>Zementierung I:</u>	Innendekontamination, Freimessen, Demontage der Abluftkomponenten
<u>Lösemittellager:</u>	Demontage der Abluftkomponenten, Abbruch
<u>MAW-Eindampfanlage:</u>	Innendekontamination, Freimessen, Demontage der Abluftkomponenten
<u>LAW-Eindampfanlage:</u>	Projektbeginn, Erstellung ODL- und Kontaminationsprofil, Erstellung und Begutachtung Sicherheitsbericht

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

keine

## 5. Kosten

Kosten bisher (von 1994 bis 12/2000):	16,0 Mio. DM
Kosten Berichtszeitraum:	1,705 Mio. DM
Zukünftige Kosten:	184,0 Mio. DM
Geldgeber:	Bund 90 %, Land 10 %

<b>Zuwendungsempfänger:</b> Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe	
<b>Vorhabensbezeichnung:</b> Stilllegung der Kompakten Natriumgekühlten Kernreaktoranlage (KNK)	
<b>Laufzeit des Vorhabens:</b> von 1992 bis 2004	<b>Berichtszeitraum:</b> vom 01.07.2000 bis 31.12.2000
<b>Gesamtkosten des Vorhabens:</b> 529,6 Mio. DM	<b>Projektleiter:</b> Dipl.-Ing. W. Pfeifer

### 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 übertragen. 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 Blendenverstellrichtung (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 7 Stilllegungsgenehmigungen sind vollständig abgeschlossen.

## 2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Die Demontagen in der Primärzelle (8. SG) wurden mit dem Ausbau der restlichen Komponenten und der Bodenwanne beendet. Im Anschluss wurden die oberen und unteren Kragplatten mit einem Brokk-Bagger abgestemmt sowie die Setzsteinwand zwischen den Kragplatten entfernt.

Aus der Decke zum Ablasstankraum (-4,60 m) wurde im Dezember das erste Deckenelement ausgebaut und mit der Entfernung der darunter liegenden Setzsteinwand vor der Blendenverstellereinrichtung begonnen.

Parallel zu den Arbeiten in der Primärzelle wurde das Bündel des Zwischenwärmetauschers 1 (ZWT) auf dem Nachzerlegeplatz, teilweise fernhantiert, vollständig zerlegt. Die Nachzerlegung des ZWT 2 gestaltete sich durch die unerwartet hohen Dosisleistungen (400-500 mSv/h) an der primärseitigen Oberfläche deutlich schwieriger. Nach umfangreichen Dekontaminationsarbeiten durch eine außerplanmäßige Befeuchtung konnte die Dosisleistung um einen Faktor von ca. 100 reduziert und das Bündel im Dezember gezogen werden. Das Bündel wurde anschließend auf den Nachzerlegeplatz transportiert, wo es im Jahr 2001 vollständig zerlegt werden soll.

Neben dem Abschluss der Demontagen im "begehbaren Bereich" wurde im Berichtszeitraum das Hauptaugenmerk auf den Abbau der Komponenten in der Primärreinigungszelle gelegt. Ein wichtiger Haltepunkt war hierbei der Ausbau und die Abgabe der Cs-Falle an die HDB. Die Demontagearbeiten wurden im Oktober erfolgreich abgeschlossen.

Für die Vergabe der Arbeiten im Rahmen der 9. SG (Abbau Reaktortank, Primärabschirmung, Biologischer Schild) liegen zwischenzeitlich die Angebote vor. Mit deren Auswertung wurde begonnen.

Für die Entsorgung der MOX-Brennstoffe wurde im Dezember mit Siemens Hanau ein Vertrag zur Herstellung von Lagerstäben abgeschlossen.

## 3. Geplante Weiterarbeit

8. SG: Ausbau der Decke auf -4,6 m; Ausbau von Ablasstank und Brennelemente-Lager; vorbereitende Arbeiten zum Ausbau des Drehdeckels.
9. SG: Erstellung Genehmigungsunterlagen für Umbau Waschanlage sowie Pufferlager, Einhausung und Zerlegung Reaktortank.
10. SG: Vorbereitung Genehmigungsantrag.

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

keine

## 5. Kosten

Kosten bisher (von 1992 bis 12/2000):	397,9 Mio. DM
Kosten Berichtszeitraum:	23,1 Mio. DM
Zukünftige Kosten:	131,7 Mio. DM
Geldgeber:	Bund 90 %, Land 10 %

<b>Zuwendungsempfänger:</b> Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe	
<b>Vorhabensbezeichnung:</b> Stilllegung des Mehrzweck-Forschungsreaktors MZFR	
<b>Laufzeit des Vorhabens:</b> von 1985 bis 2005	<b>Berichtszeitraum:</b> vom 01.07.2000 bis 31.12.2000
<b>Gesamtkosten des Vorhabens:</b> 447,0 Mio. DM	<b>Projektleiter:</b> Dipl.-Ing. W. Demant

## 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 D<sub>2</sub>O-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 fünf Schritte sind abgeschlossen. Die Beseitigung der Anlage zur „Grünen Wiese“ soll bis zum Jahr 2005 beendet sein.

## 2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Im Hilfsanlagenbereich (6. SG) wurden die Dekontaminationsarbeiten abgeschlossen. Die Entscheidungsmessungen zur Entlassung der betreffenden Gebäudeteile aus dem Kontrollbereich wurden fortgesetzt. Dazu mussten die abgespitzten Betonstrukturen geglättet und weitere Beschichtungen von Bodenflächen entfernt werden. Nach erfolgter Entscheidungsmessung kann die Lüftung für die Gebäudeteile von der Kontrollbereichslüftung abgekoppelt und die Modifizierung der Abluftanlage A 14 vorgenommen werden.

Zur Durchführung des 7. Stilllegungsschritts (7. SG) wurde nach der Erteilung der Genehmigung am 1.2.1999 mit den Vorbereitungsarbeiten für die RDB-Zerlegung begonnen. Seit April des Jahres wurden die stabförmigen Komponenten aus dem RDB vorwiegend fernbedient ausgebaut. Der Ausbau von Absorberstäben und Führungsrohren ist abgeschlossen. Fünf Trennröhre konnten nicht gezogen werden. Sie wurden in Höhe der Oberkante des Moderator-tanks (rd. 1,7m) mit einem Innenrohrschneider getrennt. Die unteren Teile verbleiben im Re-aktordruckbehälter und werden mit der Unter-Wasser-Zerlegung geschnitten und ausgebaut. Die oberen Teile wurden ausgebaut, zerschnitten und in Fässern verpackt der HDB übergeben. Ferner wurden die 72 Dehnschrauben am RDB-Deckel ausgebaut.

Für die Trockenzerlegung 1 und 2 wurde mit den Vorbereitungen begonnen. Der Zerlegetisch, die Bandsäge und Unterstützungsstrukturen für die zu zerlegenden Komponenten wurden am MZFR angeliefert. Im Ringraum um den RDB wurden 78 Abschirmsteine mit einer Masse von 27 Mg ausgebaut und mit dem Einbau der Ringbahn, die später für die Unter-Wasser-Zerlegung benötigt wurde, begonnen. Der RDB ist bis Unterkante des oberen Füllkörpers zur Abschirmung mit Wasser gefüllt worden.

Für den 8. Stilllegungsschritt (8. SG) wurde der Antrag gestellt.

### **3. Geplante Weiterarbeit**

6. TSG: Letzte Freigabe-Messungen in zwei Gebäuden

7. SG: Trockenzerlegung des Reaktordruckbehälters Teil 1 und 2 – Lösen der Schrauben, Montage von Vorrichtungen und Hilfseinrichtungen, Erprobung, Trennen der Schweisslippendichtung  
Nasszerlegung – Erprobung Plasmabrenner und Brückenmanipulator bei VAK Kahl

8. SG: Prüfung des Antrags durch die Genehmigungsbehörde.

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

keine

### **5. Kosten**

Kosten bisher (von 1985 bis 12/2000): 350,6 Mio. DM

Kosten Berichtszeitraum: 23,1 Mio. DM

Zukünftige Kosten: 96,4 Mio. DM

Geldgeber: Bund 100 %

<b>Zuwendungsempfänger:</b> Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe	
<b>Vorhabensbezeichnung:</b> Stilllegung und Rückbau der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK)	
<b>Laufzeit des Vorhabens:</b> vom 31.07.1991 bis 30.06.2009	<b>Berichtszeitraum:</b> vom 01.07.2000 bis 31.12.2000
<b>Gesamtkosten des Vorhabens:</b> 2.880 Mio. DM	<b>Projektleiter:</b> Dr. G. Katzenmeier (R); Dr. J. 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 Fernhandhabung, Außerbetriebnahme und Abbau bereits stillgelegter Anlagenteile (abgeschl.)
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) und der Auslagerung der Laboratorien aus dem Prozessgebäude (in Arbeit), 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-Läger muss der noch in der LAVA lagernde HAWC entsorgt werden. Zur Beseitigung dieses flüssigen Abfalls (ca. 70 m<sup>3</sup> mit einem Aktivitätsinventar von  $9 \cdot 10^{17}$  Bq) wird vor Ort die Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK) errichtet.

## 2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Im Projekt *Rückbau WAK* wurde im Berichtszeitraum die komplette Einrichtung von vier Prozesszellen fernbedient vertikal bzw. horizontal demontiert, zerlegt und zur HDB entsorgt. Der gesamte Rohrkanalbereich ist ausgeräumt und grob dekontaminiert. Alle Laboreinrichtungen für Schwach- und Mittelaktivanalytik wurden ausgeräumt bzw. demontiert; die manuelle Demontage der stark kontaminierten Boxen des alten Hochaktivlabors wurde vorbereitet. Die Entkopplung des Prozessgebäudes (PG) vom HAWC-Lagerbereich LAVA/HWL ist soweit abgeschlossen, dass in großen Teilen des PG der Rückbau ungehindert durchgeführt werden kann. Für den Rückbau der äußeren Barriere des PG liegt das Gutachten vor.

Beim Rohbau der *VEK* wurden weitere Betonierabschnitte im Rahmen der 2. Teilgenehmigung ausgeführt; 80% der Wände auf Ebene +0m wurden fertiggestellt. Alle mit dem Erstbeton in Verbindung stehenden Einbauteile sowie baubegleitend einzubringende Komponenten wurden gemäß Baufortschritt ausgeführt. Die Montagetätigkeiten in der neuen Energieversorgungszentrale EVZ-3 sind mit Ausführung der beiden Notstromaggregate, der Transformatoren, der Zu- und Abluftanlage sowie der Montage der Schaltanlage weitgehend abgeschlossen. Die Verkabelung der Anlage ist zu 80% ausgeführt.

## 3. Geplante Weiterarbeit

*WAK-Rückbau:*

3. Schritt: Demontage der Zellen III, 0II,b,d,e, 0I; Demontage der Boxen im Hochaktivlabor; Demontage Waste-Brücke; nach der erwarteten Genehmigungserteilung Freischneiden der Beton-Durchführungsblöcke Zelle III bis VIII

Entkopplung LAVA/HWL vom Prozessgebäude: Entkopplung der Lüftung im HWL; Einbau des neuen Meldesystems

Schritte 4 und 5: Fertigstellung Grobkonzept; Erstellung Antragsunterlagen für HWL-Anbau

*VEK:*

Erstellung Antragsunterlagen 1. Teilbetriebsgen.; Revision Antrag Verfahrensqualifikation

3. Teilerrichtungsgenehmigung: Errichtungsgutachten, Genehmigung

Vorprüfung Bau-, Maschinen-, Verfahrens-, Elektro-, Leit- und Lüftungstechnik

Rohbau: Wände und Decke bis Ebene 4,20 m

Fertigung und Montage (s. o. Vorprüfung)

Inbetriebsetzung EVZ-3

Zwischenlagerung: Revision Antrag

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

keine

## 5. Kosten

Kosten bisher (von 07/1991 bis 06/2000): 1.265 Mio. DM

Kosten Berichtszeitraum: 98,7 Mio. DM

Zukünftige Kosten: 1.516,3 Mio. DM

Geldgeber: WAK-Fonds 100 %, danach Bund 91,8 %, Land 8,2 %



## 2 FuE-Vorhaben „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“

### 2.1 Fördervorhaben

<b>02 S 7738</b>	Entwicklung und prototypische Anwendung eines In-situ-Röntgenfluoreszenz-Gammaspektrometers zur Detektion der Schwermetallkontamination (Th, U, Pu) beim Rückbau kerntechnischer Anlagen	<b>Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e.V., Dresden</b>	📖 14
<b>02 S 7758</b>	Entwicklung und Qualifizierung neuer Zerlege- und Dekontaminationstechniken für den Rückbau von Forschungsreaktoren unter dem Gesichtspunkt der Kostenminimierung	<b>Universität Dortmund</b>	📖 16
<b>02 S 7768</b>	Schnelles Freimessverfahren für alpha-aktive Nuklide in Bauschutt durch Direktmessung von großflächigen dünnen Messpräparaten -Automatisierung des Verfahrens-	<b>Forschungszentrum Rossendorf e.V. (FZR), Dresden</b>	📖 18
<b>02 S 7788</b>	Entwicklung von Beurteilungsmethoden für Transport- und Lagerbehälter mit erhöhten metallischen Reststoffanteilen -Weiterführende Untersuchungen (EBER II)-	<b>Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin</b>	📖 20
<b>02 S 7798</b>	Forschungsvorhaben zur Optimierung der Reststoffverwertung von Metallen -Weiterführende Untersuchungen (FORM II)-	<b>Siempelkamp Nuklear- und Umwelttechnik GmbH &amp; Co., Krefeld</b>	📖 22
<b>02 S 7808</b>	Entwicklung von Grundlagen zu Sanierungstechniken für schwermetall- bzw. radionuklidkontaminierte Böden durch Nutzung des Transfers der Kontaminaten in Pflanzenbiomassen	<b>Friedrich-Schiller-Universität, Jena</b>	📖 24
<b>02 S 7818</b>	Entwicklung und Optimierung modularer Strahlschneid- und Handhabungssysteme für den kostengünstigen Rückbau kerntechnischer Anlagen	<b>Universität Hannover</b>	📖 26
<b>02 S 7849</b>	Trennen von graphitischen Reaktorbauteilen	<b>Universität Dortmund</b>	📖 28
<b>02 S 7859</b>	Automatische verfälschungssichere Messfeld- und Messwertdokumentation bei Freimessungen mit In-situ-Gamma-Scanning	<b>ISE, Rödermark</b>	📖 30
<b>02 S 7869</b>	Störungsprävention bei Zerlegearbeiten in kerntechnischen Anlagen durch Spannungsmessungen	<b>Universität Hannover</b>	📖 32
<b>02 S 7900</b>	Verbundprojekt: Kontaminierter Beton: Betonfreigabe - Betonrezyklierung	<b>Brenk Systemplanung, Aachen</b>	📖 34

- 02 S 7910** Verbundprojekt: Kontaminierter Beton: Rückbau kerntechnischer Anlagen - Eindringen von Radionukliden in Betonoberflächen und Freisetzung eingedrungener Aktivität aus Bauschutt und Beton **Universität Friedericihana zu Karlsruhe (TH)**  36
- 02 S 7930** Untersuchung möglicher radiologischer Auswirkungen von Grenzwertüberschreitungen bei der Freigabe von Reststoffen aus kerntechnischen Anlagen **ISE, Rödermark**  38

## **2.2 Formalisierte Zwischenberichte**

<b>Zuwendungsempfänger:</b> VKTA, Postfach 510 119, 01314 Dresden		<b>Förderkennzeichen:</b> <b>02 S 7738</b>
<b>Vorhabensbezeichnung:</b> Entwicklung und prototypische Anwendung eines In-situ-Röntgenfluoreszenz-Gammaspektrometers zur Detektion der Schwermetallkontamination (Th, U, Pu) beim Rückbau kerntechnischer Anlagen		
<b>Zuordnung zum FuE-Programm:</b> Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
<b>Laufzeit des Vorhabens:</b> vom 01.03.1998 bis 31.08.2001	<b>Berichtszeitraum:</b> 01.07.2000 bis 31.12.2000	
<b>Gesamtkosten des Vorhabens:</b> 752.000,00 DM	<b>Projektleiter:</b> Dr. Kahn	

## 1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

## 2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

### **3. Durchgeführte Arbeiten**

zu AP1:

- Abschluss der mechanischen Arbeiten an der mobilen Messeinrichtung RFA2 zur Untersuchung vertikal ausgerichteter Flächen (Wände) und von Proben

zu AP2:

- Bestimmung der Nachweiseffektivität der mobilen Einrichtung RFA2 mit zertifizierten Mehrnuklid-Flächenpräparaten und Punktquellen,
- Vorbereitungen für die Präparation Pu-haltiger Proben in einem speziell ausgerüsteten Labor des VKTA

### **4. Ergebnisse**

- Einsatzbereite Experimentiereinrichtung RFA2 zur Optimierung der Fluoreszenzausbeute durch variable Geometrie

### **5. Geplante Weiterarbeiten**

- Fortführung der Untersuchungen an uran- und thoriumhaltigen Schichten auf verschiedenen Materialien mit der Messeinrichtung RFA2,
- Messungen an Pu-haltigen Proben.

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

keine

### **7. Berichte, Veröffentlichungen**

keine

<b>Zuwendungsempfänger:</b> Universität Dortmund, August-Schmidt-Str. 4, 44227 Dortmund		<b>Förderkennzeichen:</b> <b>02 S 7758</b>
<b>Vorhabensbezeichnung:</b> Entwicklung und Qualifizierung neuer Zerlege- und Dekontaminationstechniken für den Rückbau von Forschungsreaktoren unter dem Gesichtspunkt der Kostenminimierung		
<b>Zuordnung zum FuE-Programm:</b> Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
<b>Laufzeit des Vorhabens:</b> vom 01.09.1998 bis 31.08.2001	<b>Berichtszeitraum:</b> 01.07.2000 bis 31.12.2000	
<b>Gesamtkosten des Vorhabens:</b> 2.131.070,00 DM	<b>Projektleiter:</b> Prof. Dr.-Ing. Bach	

## 1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Beim Rückbau von Forschungsreaktoren und verwandten kerntechnischen Anlagen sind spezifische Randbedingungen zu beachten, wie Materialien, Nuklide, Geometrien, räumliche Verhältnisse. Das Vorhaben zielt auf die Entwicklung / Anpassung und Qualifizierung fortschrittlicher Verfahren für den Rückbau unter diesen Bedingungen und dem Gesichtspunkt der Kostenminimierung ab. Einbezogen werden die Laserstrahlschneidtechniken Nd:YAG- und CO<sub>2</sub>-Laser (an Atmosphäre und unter Wasser, ferngesteuert und manuell geführt), der Diodenlaser (Thermoschock-Dekontamination zusammen mit dem Trockeneisstrahl), das Wasserabrasivstrahlschneiden unter den Bedingungen in Forschungsreaktoren und die Entschichtung mittels Trockeneisstrahlen. Das Vorhaben umfasst die anwendungsreife Entwicklung unter Berücksichtigung der Gesichtspunkte der Genehmigungsfähigkeit und mündet in der Demonstration als Pilot-Rückbaueinsatz beim FRMB. Dabei werden das Betriebspersonal dieses Reaktors und anderer Anlagen geschult, so dass die Verfahren allgemein für kostenminimierte Rückbaumaßnahmen zur Verfügung stehen.

## 2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- Arbeitspaket 1: Ermittlung der Werkstoffe und anderer spezifischer Randbedingungen beim Rückbau von Forschungsreaktoren
- Arbeitspaket 2: Entwicklung und Bewertung existierender Schneidtechniken in Bezug auf die Anwendbarkeit beim Rückbau der Forschungsreaktoren
- Arbeitspaket 3: Entwicklung fortgeschrittener Dekontaminationstechniken
- Arbeitspaket 4: Technikumsversuche an Mock-Up's
- Arbeitspaket 5: Planung und Durchführung der prototypischen Anwendung am FRMB der PTB in Braunschweig
- Arbeitspaket 6: Berichterstattung

### 3. Durchgeführte Arbeiten

Die Fertigung des Nd:YAG Laser-Unterwasser-Schneidkopfes wurde durchgeführt.

Abschließende Aerosolmessungen beim Trockeneis-Laserstrahl-Entschichten mit der verbesserten Messstrecke wurden abgeschlossen.

Im Gespräch mit den Herstellern von Diodenlasern wurde die Einsetzbarkeit eines lichtleitfasergeführten Diodenlasers überprüft.

### 4. Ergebnisse

Für das Nd:YAG Unterwasser Laserstrahlschneiden wird ein handelsüblicher Schneidkopf erweitert. Konstruktiv lässt sich die Erweiterung des neuen Schneidkopfes in die Bauteile zur Erlangung der Unterwassereinsatzbarkeit des Schneidkopfes und in die Einheit zur Erzeugung des Koaxial-Zweiphasenjets unterteilen.

Die Aerosolmessungen der im Gasstrom abtransportierten Partikel mit einem Kaskadenimpaktor ergeben, dass 98% der Partikel größer als  $0,5\ \mu\text{m}$  und 99,9% größer als  $0,06\ \mu\text{m}$  sind. Bei rasterelektronenmikroskopischen Untersuchungen der Filtrerrückstände lässt sich kein Erschmelzen der mineralischen und keramischen Werkstoffe feststellen, mit dem Trockeneis-Laserstrahl-Entschichten kann der Werkstoff also ausschließlich mechanisch gebrochen werden.

Recherchen haben ergeben, dass durch den Einsatz eines lichtleitfasergeführten Diodenlaserstrahles und einer auf den Anwendungszweck abgestimmten Spezialoptik die am Einsatzort verwendeten Laserkomponenten deutlich kleiner und leichter (Faktor 2 bis 10) realisiert werden könnten.

### 5. Geplante Weiterarbeiten

Schneiden mit dem Unterwasser Laserstrahlkopf.

Planung des Realeinsatzes im FRMB Braunschweig.

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

keine

### 7. Berichte, Veröffentlichungen

Vorstellung des Trockeneis-Laserstrahlentschichtens:

- [1] Fr.-W. Bach, H. Bienia, C. Redeker, R. Verseemann: „Stand der Technik beim Rückbau kerntechnischer Anlagen“, Werkstoffwissenschaftliches Kolloquium 2000 des Forschungsgebiets Werkstoffwissenschaften an der RWTH Aachen, 08.12.2000 (Veröffentlichung im Tagungsband).
- [2] Friedrich-Wilhelm Bach, Harald Bienia, Christian Redeker, Ralf Verseemann, Peter Wilk, Jörg Lindemaier, „Abtrag- und Zerlegetechniken für den Rückbau kerntechnischer Anlagen“, atw, Internationale Zeitschrift für Kernenergie, Februar 2001, im Druck
- [3] Fr.-W. Bach, C. Redeker: „Abtragen und Entschichten an metallischen, mineralischen und keramischen Werkstoffen“ angenommener Vortrag zur KONTEC 2001 (28.-30.03. 2001), Berlin (Veröffentlichung im Tagungsband)

<b>Zuwendungsempfänger:</b> FZ Rossendorf, Postfach 510119, 01314 Dresden		<b>Förderkennzeichen:</b> <b>02 S 7768</b>
<b>Vorhabensbezeichnung:</b> Schnelles Freimessverfahren für alpha-aktive Nuklide in Bauschutt durch Direktmessung von großflächigen dünnen Messpräparaten -Automatisierung des Verfahrens-		
<b>Zuordnung zum FuE-Programm:</b> Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
<b>Laufzeit des Vorhabens:</b> vom 01.11.1998 bis 31.01.2001	<b>Berichtszeitraum:</b> 01.07.2000 bis 31.12.2000	
<b>Gesamtkosten des Vorhabens:</b> 357.500,00 DM	<b>Projektleiter:</b> Frau Dipl.-Chem. Nebelung	

## 1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

## 2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

### 3. Durchgeführte Arbeiten

1. Korrelation zwischen Betonzusammensetzung und Art und Menge von Dispergatoren und Tensiden
2. Zerkleinerung von Beton in Grob- und Feianteile, Trennung von Eisenbeimengungen, Ermittlung der Grenzen der Zerkleinerung mit der Tischfragmentierungsanlage, Siebanalyse der zerkleinerten Produkte
3. Fertigstellung des Programms WINKRUM

### 4. Ergebnisse

1. Ein zusätzlich untersuchter Dispergator  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  erwies sich als noch wirkungsvoller als  $(\text{NaPO}_3)_6$ , bzw.  $\text{Na}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)$  bei der Verhinderung von Agglomerationserscheinungen. Die optimale Menge des Dispergators ist von der Betonkonzentration in der Suspension und von der Zusammensetzung (hauptsächlich vom Calcium – Gehalt) des Betons abhängig.  
Es wurden verschiedene Tenside ermittelt, die sowohl die Suspension stabilisieren als auch die Benetzbarkeit der Probenträger erhöhen und somit die Herstellung gleichmäßiger dünner Messproben ermöglichen.
2. Die Tischfragmentierungsanlage eignet sich gut zur Trennung von Beton und Eisenkugeln (Eisenkugeln als Verstärkung im Schwerbeton) in nur 10 min.  
Auch mit einem neuen Einsatzteil für den Feststoff in der Fragmentierungsanlage wurde keine bessere Zerkleinerung erreicht.

### 5. Geplante Weiterarbeiten

1. Verfassen des Abschlussberichtes
2. weitere Versuche der Betonzerkleinerung mit der Fragmentierungsanlage als Alternative zur Grobzerkleinerung mit dem Backenbrecher, mit dem Ziel Korngrößen kleiner 0,1mm zu erreichen

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

keine

### 7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

<b>Zuwendungsempfänger:</b> BAM, Unter den Eichen 87, 12205 Berlin		<b>Förderkennzeichen:</b> <b>02 S 7788</b>
<b>Vorhabensbezeichnung:</b> Entwicklung von Beurteilungsmethoden für Transport- und Lagerbehälter mit erhöhten metallischen Reststoffanteilen - Weiterführende Untersuchungen (EBER II)-		
<b>Zuordnung zum FuE-Programm:</b> Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
<b>Laufzeit des Vorhabens:</b> vom 01.10.1998 bis 31.03.2001	<b>Berichtszeitraum:</b> 01.07.2000 bis 31.12.2000	
<b>Gesamtkosten des Vorhabens:</b> 536.830,00 DM	<b>Projektleiter:</b> Prof. Dr. Droste	

## 1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

## 2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

### 3. Durchgeführte Arbeiten

- Durchführung dynamischer bruchmechanischer Untersuchungen: Erweiterung der Datenbasis, Vorausberechnung des Fallversuchs, Mixed-Mode-Analyse
- Weiterentwicklung des Bewertungskonzeptes
- Vorbereitung der Fallversuche mit einem Prototypbehälter: Abguss und Analyse des Fallfundaments, Erarbeitung des Fehlstellenplanes

### 4. Ergebnisse

- Die im Vorhaben EBER I für vereinfachte Modellannahmen gezeigte näherungsweise Berechnung des dynamischen K-Faktors bzw. J-Integrals unter Verwendung statisch ermittelter Formeln konnte auch im rechnerisch simulierten Fallversuch „plan auf den Boden“ erfolgreich angewendet werden.
- Statische sowie dynamische Mixed-Mode-Effekte auf einen Riss in der Hohlkehle eines kubischen Behälters können für die Fallposition „plan auf den Boden“ vernachlässigt werden.
- Anpassung der statischen Berechnungsergebnisse an besser geeignete Ansatzfunktionen für Spannungsintensitätsfaktor bzw. J-Integral für Riss in Bodenmitte sowie Hohlkehle verringert die mittlere Abweichung von den Stützstellen.
- Die für das Fallfundament geforderten Betoneigenschaften wurden durch gutachterliche Bewertung von Hohlbohrproben nachgewiesen.
- Der Prototypbehälter erhält sechs rissartige Fehlstellen: je ein Riss in Deckel und Boden, je zwei Risse in die Bodenhohlkehlen und die Seitenhohlkehlen

### 5. Geplante Weiterarbeiten

- Fortsetzung der bruchmechanischen Untersuchungen
- Weiterentwicklung des sicherheitstechnischen Bewertungskonzeptes, insbes. Einfluss des Aufpralluntergrundes
- Vorbereitung, Durchführung und Auswertung des Fallversuchs mit dem Prototypbehälter
- Verifizierung der Beanspruchungsanalyse mit Daten aus dem Fallversuch

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

keine

### 7. Berichte, Veröffentlichungen

Droste, B.: Behältertechnik und Sicherheitsuntersuchungen beim Transport von Nuklearmaterial, Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft (DVWG), Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel, Salzgitter-Calbecht, 4.10.2000

<b>Zuwendungsempfänger:</b> Siempelkamp Nuklear- und Umwelttechnik GmbH & Co., Siempelkampstr. 45, 47803 Krefeld		<b>Förderkennzeichen:</b> <b>02 S 7798</b>
<b>Vorhabensbezeichnung:</b> Forschungsvorhaben zur Optimierung der Reststoffverwertung von Metallen -Weiterführende Untersuchungen (FORM II)-		
<b>Zuordnung zum FuE-Programm:</b> Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
<b>Laufzeit des Vorhabens:</b> vom 01.10.1998 bis 31.09.2001	<b>Berichtszeitraum:</b> 01.07.2000 bis 31.12.2000	
<b>Gesamtkosten des Vorhabens:</b> 1.002.900,00 DM	<b>Projektleiter:</b> Dipl.-Ing. Quade	

### 1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Beim Rückbau kerntechnischer Anlagen werden in Zukunft vermehrt radioaktive metallische Reststoffe anfallen, die von einer konventionellen Wiederverwertung ausgeschlossen sind. Die Möglichkeiten und Konsequenzen eines steigenden Anteils dieser Reststoffe bei der Herstellung von Transport- und Lagerbehältern aus Gusseisen wurden im Vorhaben FORM (02 S 7594 2) untersucht. Zur Vervollständigung und Absicherung dieser Ergebnisse werden ergänzende Werkstoffuntersuchungen an gezielt eingestellten Werkstoffqualitäten des Sphärogusses durchgeführt und das Design der beiden Referenzbehälter optimiert. Aus den Ergebnissen werden auch die Anforderungen für unterschiedliche optionale Endlager, insbesondere im Hinblick auf die Fundamentgestaltung, ableitbar sein. Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin, als Zuwendungsempfänger des Vorhabens „Entwicklung von Beurteilungsmethoden für Transport- und Lagerbehälter mit erhöhten metallischen Reststoffanteilen - Weiterführende Untersuchungen (EBER II)“, Förderkennzeichen: 02 S 7788

### 2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- I Werkstofftechnische Untersuchungen an Testblöcken
  - Abguss und Bewertung von Testblöcken mit mittleren Karbid- und Perlitgehalten.
  - Glühversuche
  - Statistische Auswertung und multiple Einflussgrößenberechnung.
- II Bruchmechanische Werkstoffbewertung unter Störfallbedingungen
  - Ermittlung dynamischer Werkstoffkennwerte für Behältersicherheitsanalyse bei tiefen Temperaturen.
  - Bewertung von Zwischen-/Endlagerfundamenten unter Berücksichtigung des Behälterwerkstoffs.
- III Optimierung des Behälterdesigns
  - Maßnahmen zur Reduzierung der Behälterbelastung durch konstruktive Änderungen und Anpassung der Gießtechnik.
- IV Mechanische Behälterprüfungen
  - Abguss von optimierten Referenzbehältern.
  - Mechanische Prüfung der Bauarten MOSAIK II und Gusscontainer Typ VII.

### 3. Durchgeführte Arbeiten

- Abschließende Bewertung der Verformungs- und Bruchkennwerte für die Proben aus Ring 1 und 2.
- FEA zur Designoptimierung für Gusscontainer Typ VII.
- Fertigungsplanung für Gusscontainer Typ VII.

#### 4. Ergebnisse

Für zwei Sphäroguss-Varianten (Ring 1 und Ring 2) wurde mit Zugversuchen und Bruchmechanikversuchen das Verformungs- und Bruchverhalten in Abhängigkeit von der Dehnrates bzw. Belastungsrate bei - 20° C bzw. - 40° C quantifiziert. Damit wurden Ergebnisse mit geringer Streubreite für die Auslegung und für Sicherheitsanalysen von nuklearen Lager- und Transportbehältern bereitgestellt. Die wesentlichen Ergebnisse sind:

- $R_{P0,2}$  steigt signifikant mit der Belastungsrate an. Die ermittelten Dehnraten-Empfindlichkeitsfaktoren sind mit einem Potenz-Ansatz gewonnene Näherungswerte für den untersuchten Dehnratenbereich. Die Messwerte deuten aber an, dass der Dehnraten-Empfindlichkeitsfaktor „m“ nicht konstant ist, sondern mit zunehmender Dehnrates ansteigt, so dass dies bei Crashesimulationen berücksichtigt werden sollte.
- $R_m$  steigt nur geringfügig mit zunehmender Dehnrates an, da gleichzeitig die Bruchdehnung erheblich abnimmt.
- Bruchdehnung A und Brucheinschnürung Z nehmen mit zunehmender Dehnrates ab.
- Die wahren Spannungs-Dehnungskurven liegen umso höher und sind umso kürzer, je höher die Dehnrates ist.
- Aus der Anfangssteigung der hochaufgelösten Spannungs-Dehnungs-kurven wurden E-Moduli bestimmt, die bei beiden Varianten und nahezu unabhängig von der Dehnrates im Bereich von  $(169 \pm 3)$  GPa liegen.
- Die statischen Bruchzähigkeitswerte KIC betragen bei Ring 1 (- 40° C) etwa 29 MPa m<sup>0,5</sup>, bei Ring 2 (- 20° C) etwa 26 MPa m<sup>0,5</sup>.
- Bei der hohen Belastungsrate beträgt die Bruchzähigkeit  $KIq$  bei beiden Varianten nur noch etwa 20 MPa m<sup>0,5</sup>.

Da die Fertigung des Gusscontainers terminbestimmend ist, wurden die FEA für diesen Behälter vorgezogen. Aus den vorliegenden Ergebnissen wurden folgende Optimierungen am Behälterdesign vorgenommen:

- Vergrößerung der Hohlkehlenradien auf 125 mm.
- Erhöhung der Konsolendicke für die Deckelauflage auf 125 mm.
- Integration von Stossdämpfern in Boden und Seitenwänden.

Diese Änderungen werden in die vorhandene Formeinrichtung eingearbeitet. Der Prüfkörper wird wie üblich mit dem Boden nach oben gegossen.

Weitere Vereinfachungen, die das Versuchsziel nicht beeinflussen, wurden vorgenommen.

#### 5. Geplante Weiterarbeiten

- Fertigung Gusscontainer Typ VII
- Vorbereitung für Fallversuch
- Durchführung der FEA zur Designoptimierung MOSAIK II
- Fertigungsplanung für Prototypen MOSAIK II
- Vorbereitung Fallversuche MOSAIK II

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

keine

#### 7. Berichte, Veröffentlichungen

D. Holland, D. Bounin und U. Quade: Optimierung der Reststoff - Verwendung von Metallen - FORM II, Vortrag zum VI. Stilllegungskolloquium, Hannover, 14.04.2000

<b>Zuwendungsempfänger:</b> Universität Jena, Fürstengraben 1, 07743 Jena		<b>Förderkennzeichen:</b> <b>02 S 7808</b>
<b>Vorhabensbezeichnung:</b> Entwicklung von Grundlagen zu Sanierungstechniken für schwermetall- bzw. radionuklid-kontaminierte Böden durch Nutzung des Transfers der Kontaminaten in Pflanzenbiomassen		
<b>Zuordnung zum FuE-Programm:</b> Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
<b>Laufzeit des Vorhabens:</b> vom 01.11.1998 bis 31.12.2001	<b>Berichtszeitraum:</b> 01.07.2000 bis 31.12.2000	
<b>Gesamtkosten des Vorhabens:</b> 467.000,00 DM	<b>Projektleiter:</b> Prof. Dr. Bergmann	

## 1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

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

## 2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Übersichten, Planungen, Festlegungen

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

Geländearbeiten, Laborexperimente und Analytik

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

Bewertung der Ergebnisse

- zur Schwermetall-Akkumulation durch Pflanzen und Möglichkeiten der Beeinflussung unter den gegebenen klimatischen und geogenen Bedingungen bzw.
- zur Minimierung der Schwermetallaufnahme durch Pflanzen und Möglichkeiten der Beeinflussung unter den gegebenen klimatischen und geogenen Bedingungen
- Ableitung von Prinziplösungen für Sanierungsverfahren bzw. Nutzungsrichtungen für entsprechend kontaminierte Flächen

### 3. Durchgeführte Arbeiten

- Die Versuchsreihen zur Ermittlung der Uranphytoextraktion ausgewählter Pflanzenarten in Monokultur im Gewächshaus wurden abgeschlossen.
- In einer ersten Versuchsreihe wurde der Einfluss des Wasserregimes auf die Phytoextraktion von Uran unter den definierten Bedingungen einer Klimakammer getestet.
- Pflanzen- und Bodenproben der Gefäßversuche wurden chemisch aufgearbeitet und spurenanalytisch mittels Photometrie, ICP-OES und ICP-MS charakterisiert.
- Eine Methode zur Charakterisierung der organischen Säurefraktion der Wurzelexsudate wurde entwickelt (Erklärungsmodell für SM/R-Mobilisierung).
- In einem Vorversuch wurde die Wirkung eines Bodenzuschlagstoffes auf die SM/R-Mobilität im Boden bestimmt.

### 4. Ergebnisse

- Die ermittelten Phytotransferkoeffizienten für Uran können sich zwischen den verschiedenen Pflanzenarten um fast zwei Größenordnungen unterscheiden. Bei allen Arten ist das Verhältnis zwischen dem Urangehalt der Wurzel und den oberirdischen Pflanzenteilen sehr viel größer als 1. Bei den gewählten Versuchsbedingungen ist bei keiner getesteten Pflanzenart der Uranentzug aus dem Bodensubstrat für eine Anwendung als Sanierungstechnik mittels Phytoextraktion effektiv und kurzfristig wirksam.
- Die geringe Uranakkumulation in der Pflanzenbiomasse wird entscheidend von der sehr geringen Löslichkeit der Uranylphosphate bestimmt. Eine Steigerung der Uranaufnahme durch Pflanzen setzt zwingend eine verbesserte Verfügbarkeit des Uran im Bodensubstrat voraus. Dies kann durch Stimulierung und gezielte Beeinflussung der Wurzelexsudation oder durch die Anregung mikrobieller Prozesse mit geeigneten Bodenzuschlagsstoffen erfolgen.
- Die Mobilität von Uran und anderen Schwermetallen im Bodensubstrat konnte durch die Zugabe eines Zuschlagsstoffes deutlich erhöht werden.

### 5. Geplante Weiterarbeiten

- Es werden Versuchsreihen zur Bestimmung der organischen Säurefraktion in den Wurzel-ausscheidungen ausgewählter Pflanzen in einem sterilen Medium durchgeführt. Der Zusammenhang zwischen der Zusammensetzung der Exsudatlösung und dem Urantransfer in Pflanzenbiomassen wird untersucht.
- Im Gewächshaus werden Versuchsreihen mit Pflanzenarten- Mischkulturen durchgeführt. Die Pflanzenauswahl erfolgt nach den Kriterien Wurzelexsudation, Biomassebildung bei effektivem Input an Wachstumsfaktoren und Uranakkumulation in der Biomasse.
- Die Untersuchungen zur Wirkung verschiedener Zuschlagstoffe im Bodensubstrat auf die Mobilität von Nähr- und Schadstoffen werden fortgesetzt.

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

keine

### 7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

<b>Zuwendungsempfänger:</b> Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover		<b>Förderkennzeichen:</b> <b>02 S 7818</b>
<b>Vorhabensbezeichnung:</b> Entwicklung und Optimierung modularer Strahlschneid- und Handhabungssysteme für den kostengünstigen Rückbau kerntechnischer Anlagen		
<b>Zuordnung zum FuE-Programm:</b> Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
<b>Laufzeit des Vorhabens:</b> vom 01.11.1998 bis 31.10.2000	<b>Berichtszeitraum:</b> 01.07.2000 bis 31.10.2000	
<b>Gesamtkosten des Vorhabens:</b> 1.720.990,00 DM	<b>Projektleiter:</b> Prof. Dr.-Ing. Haferkamp	

### 1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

### 2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- Arbeitspaket 1: Weiterentwicklung des Laserstrahlschneidens
- Arbeitspaket 2: Entwicklung eines handgeführten Plasmafeinstrahlensystems mit modularem Aufbau
- Arbeitspaket 3: Entwicklung eines handgeführten Wasserabrasivstrahl-Schneidsystems
- Arbeitspaket 4: Entw. eines Steady Cut System (SCS) für die Handhabung von Strahlschneidsystemen
- Arbeitspaket 5: Entwicklung eines Werkzeugträgersystems (Wide Operative Manipulator Systems)
- Arbeitspaket 6: Gemeinsame vergleichende Schneiduntersuchungen mit den verschiedenartig gekoppelten Systemen, Bewertung

### 3. Durchgeführte Arbeiten

- AP 1: Tests und prototypische Anwendungen; Handbetrieb / Adaption an WORMS und Steady Cut
  - AP 2: Tests und prototypische Anwendungen, Handbetrieb / Adaption an WORMS und Steady Cut
  - AP 3: Tests und prototypische Anwendungen, Handbetrieb / Adaption an Steady Cut
  - AP 4: Test des Prototypen mit den verschiedenen Handsystemen
  - AP 5: Applikation der Schneidwerkzeuge an WORMS, Erprobung WORMS
  - AP 6: Gemeinsame vergleichende Schneiduntersuchungen mit den verschiedenen Systemen
- Aufstellung einer Entscheidungsmatrix mit Kombinationen von Schneid- und Handhabungssystemen  
Durchführung eines Workshops mit vollständiger Präsentation der Forschungsergebnisse

#### 4. Ergebnisse

##### Arbeitspaket 1:

Das handgeführte Laserstrahlschneidsystem wurde bei verschiedenen Blechdicken und Beschichtungen getestet. Bei den Versuchen wurden 3mm und 10mm Bleche mit Teerepoxidharz-, Lack- und Teerbandagenbeschichtung geschnitten. Ergebnis der Untersuchungen war, dass alle Variationen mit dem Laserhandsystem schneidbar sind. Die Emissionen wurden ermittelt und analysiert.

Das Hand-Laserstrahlschneidsystem wurde an die Handhabungssysteme WORMS und Steady Cut adaptiert und erfolgreich getestet.

##### Arbeitspaket 2:

Das handgeführte Plasmaschmelzschnneiden wurde bei verschiedenen Blechdicken und Beschichtungen getestet. Bei den Versuchen wurden 3mm und 10mm Bleche mit Teerepoxidharz-, Lack- und Teerbandagenbeschichtung geschnitten. Ergebnis der Untersuchungen war, dass alle Variationen mit dem Plasmahandsystem schneidbar sind. Die Emissionen wurden ermittelt und analysiert.

Das Hand-Plasmafeinstrahlschneidsystem wurde konstruktiv optimiert, an die Handhabungssysteme WORMS und Steady Cut adaptiert sowie erfolgreich getestet.

##### Arbeitspaket 3:

Das handgeführte Wasserabrasivstrahlschneidsystem wurde bei verschiedenen Blechdicken und Beschichtungen getestet. Bei den Versuchen wurden 3mm und 10mm Bleche mit Teerepoxidharz-, Lack- und Teerbandagenbeschichtung geschnitten. Ergebnis der Untersuchungen war, dass alle Variationen mit dem Wasserabrasivstrahlsystem schneidbar sind.

Das Hand-Wasserabrasivstrahlschneidsystem wurde konstruktiv optimiert, an das Handhabungssystem Steady Cut adaptiert und erfolgreich getestet.

##### Arbeitspaket 4:

Die Führungspräzision des Steady Cut Systems wurde optimiert. Die Tests des Prototypen mit den angekoppelten Systemen Hand-Laser, Hand-Plasmafeinstrahlbrenner sowie Hand-Wasserabrasivstrahlschneidgerät ergaben, dass der Prozess auch über längere Zeit mit gleichbleibender Führungspräzision ohne Ermüdungserscheinungen aufrecht erhalten werden kann, so dass dieses System für den leicht aktiven Bereich sehr gut einsetzbar ist. Benötigt wird entsprechende Schutzkleidung.

##### Arbeitspaket 5:

Aufgrund erster Tests mit dem Prototypen WORMS wurden einige Teilkomponenten überarbeitet und optimiert. Die Handhabung des integrierten Hubmotors, der ein Überkreuzen der Schnittfugen ermöglicht wurde, getestet und für den prototypischen Einsatz qualifiziert.

Das Handhabungssystem WORMS konnte erfolgreich mit dem Hand-Laserstrahlschneidsystem und dem Hand-Plasmafeinstrahlschneidsystem getestet werden.

##### Arbeitspaket 6:

In vergleichenden Schneiduntersuchungen wurden Emissionen für die Verfahren Plasmaschmelzschnneiden und Laserstrahlschnneiden mit den verbesserten Systemen ermittelt. Die Auswertung der Messungen sind Bestandteil des Endberichts. Es lässt sich festhalten, dass beide Systeme alle Materialien mit guter Schnittqualität und hoher Geschwindigkeit schneiden konnten. Auch mit dem Plasmabrenner ließen sich die mit Teerbandagen versehenen Bleche trennen, was aber zu einer erhöhten Emission aufgrund von verbrennendem Teer führt.

##### Workshop:

Am 18. Oktober fand am Laser Zentrum Hannover der Workshop „Entwicklung und Optimierung modularer Strahlschneid- und Handhabungssysteme für den kostengünstigen Rückbau kerntechnischer Anlagen (MoSH)“ mit der Präsentation sämtlicher der Projektergebnisse (eingeschlossen der entwickelten Entscheidungsmatrix) statt.

#### 5. Geplante Weiterarbeiten

Folgeprojekt

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

keine

#### 7. Berichte, Veröffentlichungen

Endbericht ist in Bearbeitung; Workshop wurde durchgeführt

<b>Zuwendungsempfänger:</b> Universität Dortmund, August-Schmidt-Str. 4, 44227 Dortmund		<b>Förderkennzeichen:</b> <b>02 S 7849</b>
<b>Vorhabensbezeichnung:</b> Trennen von graphitischen Reaktorbauteilen		
<b>Zuordnung zum FuE-Programm:</b> Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
<b>Laufzeit des Vorhabens:</b> vom 01.09.1999 bis 31.08.2001	<b>Berichtszeitraum:</b> 01.07.2000 bis 31.12.2000	
<b>Gesamtkosten des Vorhabens:</b> 2.308.500,00 DM	<b>Projektleiter:</b> Prof. Dr.-Ing. Bach	

## 1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

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

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

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

## 2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

### 3. Durchgeführte Arbeiten

Zur Zeit werden folgende Arbeitspakete bearbeitet:

- 2.3: Verfahrensauswahl, -entwicklung und -anpassung sowie deren Qualifizierung für die Zerlegung (Wasserabrasivstrahl, Seil-/Drahtsägen, Stichsägen, Plasmaschneiden, hydraulisches, mechanisches Spalten, Bohren) und
- 2.4: Entwicklung von Verfahren zur gesicherten Graphitstaubsammlung bei der Zerlegung.

### 4. Ergebnisse

Trennversuche wurden mit zahlreichen Verfahren durchgeführt (Wasserabrasivstrahlschneiden, Plasmastrahlschneiden, autogenes Schneiden, Sägen, Bohren, Fräsen sowie mechanisches Spreizen). Es liegen Daten zur Staubentwicklung und zur Korngrößenverteilung des Staubes vor, die noch nicht vollständig ausgewertet sind. Zusätzlich wurde das Explosionsverhalten des Graphitstaubes untersucht, wodurch Grenzen vorgegeben werden können, innerhalb derer sicher keine Explosion während der heißen Versuche in der ESR-Anlage des VKTA Rossendorf erfolgen wird. Zur Dimensionierung der Sammeltechniken wurden die o.g. Daten herangezogen. Mechanische Verfahren sind durch extreme Staubentwicklung gekennzeichnet. Brechen mittels elektrohydraulischem Spreizen hat sich als staub- und sekundärabfallarme Technik erwiesen.

### 5. Geplante Weiterarbeiten

Die Filter- und Sammeltechnik wird entwickelt und im ersten Quartal 2001 kalt erprobt. Aus der thermischen Säule des RFR in Rossendorf wurden aktivierte Graphitblöcke entnommen und für die Versuche vorbereitet.

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

keine

### 7. Berichte, Veröffentlichungen

- [1] Friedrich-Wilhelm Bach, Harald Bienia, Christian Redeker, Ralf Verseemann, Peter Wilk, Jörg Lindemaier, „Abtrag- und Zerlegetechniken für den Rückbau kerntechnischer Anlagen“, atw, Internationale Zeitschrift für Kernenergie, Februar 2001, im Druck
- [2] P. Wilk, Fr.-W. Bach, C. Bach, M. Linde, U. Fricke, A. Mende, U. Quade, „Fractionalization of graphitic reactor components“, angenommener Postervortrag zum Waste Management Symposium 2001 (25.02.01 – 01.03.01), Tucson, AZ, USA (Veröffentlichung im Tagungsband)
- [3] Fr.-W. Bach, P. Wilk, C. Bach, M. Linde, U. Fricke, A. Mende, U. Quade, „Trennen von graphitischen Reaktorbauteilen“, angenommener Postervortrag zur KONTEC 2001 (28. - 30.03.2001), Berlin (Veröffentlichung im Tagungsband)

<b>Zuwendungsempfänger:</b> ISE, Carl-Zeiss-Str. 11, 63322 Rödermark		<b>Förderkennzeichen:</b> <b>02 S 7859</b>
<b>Vorhabensbezeichnung:</b> Automatische verfälschungssichere Messfeld- und Messwertdokumentation bei Freimessungen mit In-situ-Gamma-Scanning		
<b>Zuordnung zum FuE-Programm:</b> Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
<b>Laufzeit des Vorhabens:</b> vom 01.12.1999 bis 30.04.2002	<b>Berichtszeitraum:</b> 01.07.2000 bis 31.12.2000	
<b>Gesamtkosten des Vorhabens:</b> 1.800.730,00 DM	<b>Projektleiter:</b> Dipl.-Ing. Stasch	

## 1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Vorhabens ist es, für In-Situ-Gamma-Scanning-Messungen ein vollautomatisches und verfälschungssicheres System für die Führung und gekoppelte Positions-/Messfeld- und Messwertdokumentation aufzubauen, unter realen Bedingungen in kerntechnischen Anlagen und auch auf dem Anlagengelände zu testen und für die Routineanwendung zu qualifizieren.

Das System soll automatisch geführt, die Position des In-Situ-Gamma-Messgerätes automatisch erfasst und gemeinsam mit den Ergebnissen der Gammamessung verfälschungssicher dokumentiert werden. Die nachfolgende Prüfung durch Behörde/Gutachter kann dann ausschließlich am Bildschirm erfolgen; das Verfahren wird qualifiziert, so dass fehlerfreie und verfälschungssichere Ergebnisse gewährleistet sind.

Die Begründung für das Vorhaben besteht darin, dass mit dem zu entwickelnden System eine Kostenersparnis von ca. 70 % erreicht werden kann.

## 2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP 1: Erstellen des Anforderungskataloges
- AP 2: Entwicklung Datenschnittstellen
- AP 3: Realisierung der Systemlösung
- AP 4: Qualifizierung im VAK
- AP 5: Demonstrationsmessungen im KGR
- AP 6: Demonstrationsmessungen im FZJ
- AP 7: Abschluss des Vorhabens

### **3. Durchgeführte Arbeiten**

Die Arbeiten zu AP 1 sind abgeschlossen. Die Arbeiten zu AP 2 sind mit der Entwicklung der Datenschnittstelle zwischen Messgerät zur Digitalisierung von Räumen und der CAD-Software als Basis für die Fahrwegsteuerung des Freimessfahrzeugs (FRM-Fahrzeug) begonnen worden. Die Arbeiten zu AP 3 sind mit der Konstruktion des FRM-Fahrzeugs begonnen worden.

### **4. Ergebnisse**

Die Fahrwegsteuerung erfolgt mittels eines am Boden angebrachten Klebebandes. Haltepunkte für die Durchführung der Messungen werden mittels Transpondern markiert. Die Auslegung des Aufbaus des FRM-Fahrzeugs erfolgt so, dass pro Haltepunkt 4 Bodenmessungen und max. 12 Wandmessungen (Raumecke) durchgeführt werden können.

Das FRM-Basisfahrzeug ist mechanisch fertig aufgebaut. Die elektronischen Komponenten für die Fahrzeugsteuerung sind bestellt und zum Teil geliefert.

### **5. Geplante Weiterarbeiten**

Die Arbeiten an AP 2 und AP 3 werden fortgesetzt. In AP 2 ist die Schnittstelle zwischen der Fahrwegsteuerung des FRM-Fahrzeugs und der Steuer- und Auswertesoftware des In-situ-Messgerätes mit gegenseitigen Prüfungen und Verriegelungen zu entwickeln. In AP 3 wird die Steuerung und die Fahrfähigkeit des FRM-Basisfahrzeugs realisiert. Darüber hinaus wird die Konstruktion und Fertigung des Aufbaus des FRM-Fahrzeugs zur Aufnahme und Positionierung des Detektorsystems fortgesetzt. Nach Fertigstellung des Prototyps des FRM-Fahrzeugs wird mit AP 4 begonnen. Dazu werden frühzeitig Behörde und Gutachter in das Projekt eingeschaltet.

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

keine

### **7. Berichte, Veröffentlichungen**

keine

<b>Zuwendungsempfänger:</b> Universität Hannover, Welfengarten 1, 30060 Hannover		<b>Förderkennzeichen:</b> <b>02 S 7869</b>
<b>Vorhabensbezeichnung:</b> Störungsprävention bei Zerlegearbeiten in kerntechnischen Anlagen durch Spannungsmessungen		
<b>Zuordnung zum FuE-Programm:</b> Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
<b>Laufzeit des Vorhabens:</b> vom 01.12.1999 bis 30.04.2002	<b>Berichtszeitraum:</b> vom 01.07.2000 bis 31.12.2000	
<b>Gesamtkosten des Vorhabens:</b> 1.027.700,00 DM	<b>Projektleiter:</b> Prof. Dr.-Ing. Stegemann	

### 1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Bei der Zerlegung von dickwandigen kerntechnischen Komponenten kann es durch Freisetzung von (Eigen-)Spannungen zu unkalkulierbaren Schnittstörungen kommen, die zum Schneidabbruch führen. Ziel des Vorhabens ist es, Spannungsmesstechniken anwendungsreif zu entwickeln, mit denen Spannungsverteilungen in dickwandigen Bauteilen bestimmt und auf dieser Basis, durch Wahl geeigneter Schneidstrategien und Schnittfolgen, Schneidarbeiten optimiert werden können.

Zum einen soll eine magnetinduktive Technik für die Durchführung zerstörungsfreier Spannungsmessungen an dickwandigen ferritischen Bauteilen entwickelt, zum anderen das konventionelle Bohrlochverfahren mit Dehnungsmessstreifen (DMS) zu einem fernhantiert und störungssicher anwendbaren Ringnutverfahren für Messungen an ferritischen und austenitischen Stählen weiterentwickelt werden.

### 2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP 1: Zusammenstellen von Anwendungsfällen (Material, Geometrie, Randbedingungen an Reaktoren), Zusammenstellen von Erfahrungen bei Rückbaumaßnahmen (Alba, LWT, IKPH)
- AP 2: Entwicklung und Anpassung magnetinduktiver Verfahren für zerstörungsfreie richtungsabhängige Spannungsmessungen an ferritischen Bauteilen (IKPH)
- AP 3: Entwicklung bzw. Anpassung von Airabrasiv- und Wasserabrasiv-Ringnutverfahren für Spannungsmessungen an ferritischen und austenitischen Bauteilen (LWT, Alba)
- AP 4: Aufbau von Mock-Ups zur Anwendung der verschiedenen Verfahren an Luft und unter Wasser (IKPH, LWT)
- AP 5: Beispielhafte Entwicklung von Zerlegestrategien für beispielhafte Fälle (LWT, Alba)
- AP 6: Demonstrationsmessungen an Komponenten der Energiewerke Nord GmbH und des MZFR (IKPH, LWT, EWN, FZK, Alba)
- AP 7: Dokumentation (IKPH, LWT, Alba)

### 3. Durchgeführte Arbeiten

#### AP 2:

- Entwicklung und Erprobung richtungsabhängig messender Sensorsysteme.
- Nach der Adaptierung des richtungsabhängig messenden Sensorsystems in den Zug-Druck-Prüfstand wurden erste Spannungsmessungen, zur Inbetriebnahme des Harmonischen-Messsystems, an 2 mm dicken Feinblechen aus Feinkornbaustahl durchgeführt.
- Mittels einer Kraftmessdose, die in den Prüfstand integriert wurde, können die aufgebrachten Kräfte und Spannungen quantifiziert werden.
- Mit dem neu beschafften problemangepassten Harmonischen-Meßsystem wurden die Messwerte aufgenommen und anschließend mit dem während des Berichtzeitraums weiterentwickelten Analysesoftwaremodulen verarbeitet. Bei den Untersuchungen wurden sowohl Zug- als auch Druckspannungen im elastischen Bereich aufgebracht. Das Ausknicken der Proben bei Druckbeanspruchung wird durch seitliche Führungen verhindert. Durch die richtungsabhängigen Messungen, d.h. die Hauptmagnetisierungsrichtung ist  $0^\circ$  bzw.  $90^\circ$  zur Belastungsrichtung, konnten Messgrößen gefunden werden, die empfindlich auf Druckspannungen und weitgehend unempfindlich auf Zugspannungen reagieren bzw. umgekehrt.
- Es wurde Probenmaterial aus Feinkornbaustählen von DWR und WWER beschafft.
- Für die eigentlichen Eigenspannungsuntersuchungen werden zur Zeit Flachzugproben hergestellt, deren Probendicke zwischen 5 mm und 10 mm variiert.

#### AP 3:

- In Zusammenarbeit mit dem Projektpartner ANT (früher Alba) wurden Versuchseinrichtungen konzipiert und aufgebaut sowie Versuche zur Erstellung einer definierten Ringnut mit dem Wasserabrasivstrahlverfahren durchgeführt. Ein definiertes Kerben erwies sich als realisierbar. Untersuchungen bezüglich geeigneter Parameterfelder werden angestellt.
- Entwicklung einer fernbedienten Applikationseinrichtung für das Anbringen von Dehnungsmessstreifen (DMS) an Reaktorbauteilen in nasser Atmosphäre.
- Grundlegende Versuche bezüglich des Klebens der DMS und der Signalübertragungen wurden durchgeführt. Die erzielten Ergebnisse lassen bislang keine reproduzierbare Eigenspannungsermittlung zu.
- Um das Forschungsziel sicher zu erreichen, wird parallel an der Entwicklung eines Messverfahrens gearbeitet, das ohne DMS arbeitet. Dabei schneidet ein Wasserabrasivschneidstrahl eine definierte Geometrie in das Bauteil. Es werden örtlich begrenzt Eigenspannungen freigesetzt, welche eine lokale Formänderung bewirken. Die Formänderungen werden optisch erfasst und ausgewertet. Zur Zeit wird untersucht, welches Messverfahren sich für die Detektion, insbesondere vor dem Hintergrund des Einsatzes in nasser Atmosphäre, am besten eignet.

### 4. Ergebnisse

- Eine richtungsabhängige Messung von aufgebrachten Kräften und Spannungen mittels magnetischer Prüfverfahren ist möglich.
- Ein definiertes Kerben ist möglich. Optische Verfahren zur Spannungsmessung werden parallel zum konventionellen Bohrlochverfahren mit DMS erarbeitet.

### 5. Geplante Weiterarbeiten

Weiterarbeiten wie im Arbeitsplan angegeben.

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

keine

### 7. Berichte, Veröffentlichungen

keine

<b>Zuwendungsempfänger:</b> Brenk Systemplanung, Heider-Hof-Weg 23, 52080 Aachen		<b>Förderkennzeichen:</b> <b>02 S 7900</b>
<b>Vorhabensbezeichnung:</b> Verbundprojekt: Kontaminierter Beton: Betonfreigabe - Betonrezyklierung		
<b>Zuordnung zum FuE-Programm:</b> Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
<b>Laufzeit des Vorhabens:</b> vom 01.09.2000 bis 31.12.2003	<b>Berichtszeitraum:</b> 01.09.2000 bis 31.12.2000	
<b>Gesamtkosten des Vorhabens:</b> 999.565,00 DM	<b>Projektleiter:</b> Dr. Thierfeldt	

## 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 H3 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) als Verbundvorhaben durch.

## 2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP IV/1: Auswahl der zu betrachtenden Radionuklide
- AP IV/2: Recherche, Zusammenstellung und Auswertung der benötigten Ausgangsdaten und Informationen
- AP IV/3: Identifizierung und Diskussion relevanter Betonersatzungs- und Schadstofffreisetzungprozesse
- AP IV/4: Erarbeitung von Modellansätzen zur realistischen Beschreibung relevanter Betonersatzungs- und Schadstofffreisetzungprozesse
- AP IV/5: Durchführung realistischer Modellrechnungen zur Betonersatzung und Schadstofffreisetzung
- AP IV/6: Realistische Abschätzung der resultierenden Dosisbelastung
- AP IV/7: Ergebnisdiskussion und Folgerungen hinsichtl. Rückbau kerntechnischer Anlagen
- AP V: Koordination des Vorhabens

### **3. Durchgeführte Arbeiten**

AP IV/1: Die relevanten Nuklide, die im Vorhaben betrachtet werden sollen, wurden identifiziert und mit dem Inst. f. Massivbau und Baustofftechnologie abgestimmt.

AP IV/2: Mit der Formulierung der Datenanforderungen für die folgende Datenrecherche wurde begonnen.

### **4. Ergebnisse**

keine

### **5. Geplante Weiterarbeiten**

mit Schwerpunkt bei AP IV/2 und AP IV/3 gemäß Arbeitsplan (Vorhabensbeschreibung)

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

keine

### **7. Berichte, Veröffentlichungen**

keine

<b>Zuwendungsempfänger:</b> Universität Fridericiana zu Karlsruhe (TH), Kaiserstraße 12, 76128 Karlsruhe		<b>Förderkennzeichen:</b> <b>02 S 7910</b>
<b>Vorhabensbezeichnung:</b> Verbundprojekt: Kontaminierter Beton: Rückbau kerntechnischer Anlagen - Eindringen von Radionukliden in Betonoberflächen und Freisetzung eingedrungener Aktivität aus Bauschutt und Beton		
<b>Zuordnung zum FuE-Programm:</b> Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
<b>Laufzeit des Vorhabens:</b> vom 01.09.2000 bis 29.02.2004	<b>Berichtszeitraum:</b> 01.09.2000 bis 31.12.2000	
<b>Gesamtkosten des Vorhabens:</b> 1.391.183,00 DM	<b>Projektleiter:</b> 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: Freisetzungsverhalten von Radionukliden aus Bauschutt

### **3. Durchgeführte Arbeiten**

AP I: Festlegung / Einengung relevanter Nuklide für die geplanten Experimente

AP II: Projektierung der Betonrezepturen / Mischungsentwurf

### **4. Ergebnisse**

Vorauswahl strahlenschutzrelevanter Nuklide: Cs, Sr, Co, evtl. U, Ra

Auswahl der Ausgangsstoffe für B 25 und B 35: Zement CEM I 32,5 R, oberrheinische Sedimente als Zuschläge im Sieblinienbereich 3 mit Größtkorn 16 bzw. 32 mm

### **5. Geplante Weiterarbeiten**

AP I: Herstellung der Betonprüfkörper

AP II: Herstellung flaschenhydratisierter Betone

AP III: Aufbau der Versuchseinrichtungen zur Nuklidfreisetzung beim Angriff von Wässern

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

keine

### **7. Berichte, Veröffentlichungen**

keine

<b>Zuwendungsempfänger:</b> ISE, Carl-Zeiss-Str. 11, 63322 Rödermark		<b>Förderkennzeichen:</b> <b>02 S 7930</b>
<b>Vorhabensbezeichnung:</b> Untersuchungen möglicher radiologischer Auswirkungen von Grenzwertüberschreitungen bei der Freigabe von Reststoffen aus kerntechnischen Anlagen		
<b>Zuordnung zum FuE-Programm:</b> Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
<b>Laufzeit des Vorhabens:</b> vom 01.08.2000 bis 31.12.2001	<b>Berichtszeitraum:</b> 01.08.2000 bis 31.12.2000	
<b>Gesamtkosten des Vorhabens:</b> 374.508,00 DM	<b>Projektleiter:</b> Dipl.-Ing. Stasch	

## 1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

In jüngster Zeit gewinnt die Freigabe von Reststoffen mit geringfügiger Radioaktivität immer mehr an Bedeutung. Beim Abbau eines Kernkraftwerkes können 90 bis 95 % der Gesamtmasse nach erfolgter Freimessung als „normaler“ Abfall rezykliert oder entsorgt werden. In diesem Vorhaben sollen mögliche Fehlerquellen bei der Freigabe lokalisiert und die radiologischen Folgen einer ggf. möglichen Grenzwertüberschreitung ermittelt werden. Darüber hinaus sollen Empfehlungen für zu treffende Maßnahmen bei nachträglicher Feststellung einer Grenzwertüberschreitung erarbeitet werden. Durch die Betrachtung möglicher Folgen von Grenzwertüberschreitungen vor deren Eintreten kann, im tatsächlich auftretenden Fall, eine schnelle Reaktion und eine sachgerechte Information der Öffentlichkeit erfolgen. Das Vorhaben trägt somit dazu bei, dass sachkundig recherchierte und berechnete Unterlagen allen Interessierten unmittelbar zur Verfügung gestellt werden können.

## 2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP 1: Ermittlung möglicher Szenarien der Grenzwertüberschreitung
- AP 2: Definition von hypothetischen Grenzwertüberschreitungen
- AP 3: Ermittlung radiologisch repräsentativer Nuklidvektoren
- AP 4: Ermittlung der abdeckenden Grenzwertüberschreitungen
- AP 5: Berechnung der Folgedosis
- AP 6: Vergleich mit natürlicher Strahlenexposition
- AP 7: Ermittlung möglicher Maßnahmen bei festgestellter Grenzwertüberschreitung
- AP 8: Erstellen des Schlussberichtes

### **3. Durchgeführte Arbeiten**

Die Arbeiten zu AP 1, AP 2 und AP 3 sind begonnen worden.

### **4. Ergebnisse**

Es wurde eine Merkpostenliste als Grundlage für die Entwicklung geeigneter Szenarien zur Beschreibung von Grenzwertüberschreitungen bei der Freigabe formuliert. Bei den Szenarien wird unterschieden zwischen Einzelfehlern (einmalige Grenzwertüberschreitung) und systematischen Fehlern (fortgesetzte Grenzwertüberschreitung). Erste Ansätze für Szenarien zur Grenzwertüberschreitung wurden formuliert und werden weiter entwickelt. Zur Ermittlung radiologisch repräsentativer Nuklidvektoren wurden die relevanten Nuklidvektoren aus verschiedenen abgebauten oder im Abbau befindlichen KKW und Forschungsreaktoren recherchiert und zusammengestellt.

### **5. Geplante Weiterarbeiten**

Die Arbeiten zu AP 1, AP 2 und AP 3 werden fortgesetzt. Die Arbeiten zu AP 4 bis 6 sollen im ersten Halbjahr 2001 begonnen werden.

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

keine

### **7. Berichte, Veröffentlichungen**

keine



## 2.3 Ausführende Forschungsstellen

- |   |  |
|---|--|
| <b>Brenk Systemplanung, Heider-Hof-Weg 23, 52080 Aachen</b>   |  |
| 02 S 7900   | Verbundprojekt: Kontaminierter Beton: Betonfreigabe - Betonrezyklisierung  34   |
| <b>Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Unter den Eichen 87, 12205 Berlin</b>            |  |
| 02 S 7788   | Entwicklung von Beurteilungsmethoden für Transport- und Lagerbehälter mit erhöhten metallischen Reststoffanteilen -Weiterführende Untersuchungen (EBER II)-  20               |
| <b>Forschungszentrum Rossendorf e.V. (FZR), Postfach 510119, 01314 Dresden</b>                              |  |
| 02 S 7768   | Schnelles Freimessverfahren für alpha-aktive Nuklide in Bauschutt durch Direktmessung von großflächigen dünnen Messpräparaten -Automatisierung des Verfahrens-  18            |
| <b>Friedrich-Schiller-Universität, Fürstengraben 1, 07743 Jena</b>  |  |
| 02 S 7808   | Entwicklung von Grundlagen zu Sanierungstechniken für schwermetall- bzw. radionuklidkontaminierte Böden durch Nutzung des Transfers der Kontaminaten in Pflanzenbiomassen  24 |
| <b>ISE, Ingenieurgesellschaft für Stilllegung und Entsorgung mbH, Carl-Zeiss-Straße 11, 63322 Rödermark</b> |  |
| 02 S 7859   | Automatische verfälschungssichere Messfeld- und Messwertdokumentation bei Freimessungen mit In-situ-Gamma-Scanning  30  |
| 02 S 7930   | Untersuchung möglicher radiologischer Auswirkungen von Grenzwertüberschreitungen bei der Freigabe von Reststoffen aus kerntechnischen Anlagen  38                           |
| <b>Siempelkamp Nuklear- und Umwelttechnik GmbH &amp; Co., Siempelkampstr. 45, 47803 Krefeld</b>             |  |
| 02 S 7798   | Forschungsvorhaben zur Optimierung der Reststoffverwertung von Metallen -Weiterführende Untersuchungen (FORM II)-  22   |
| <b>Universität Dortmund, August-Schmidt-Str. 4, 44227 Dortmund</b>  |  |
| 02 S 7758   | Entwicklung und Qualifizierung neuer Zerlege- und Dekontaminationstechniken für den Rückbau von Forschungsreaktoren unter dem Gesichtspunkt der Kostenminimierung  16       |
| 02 S 7849   | Trennen von graphitischen Reaktorbauteilen  28  |
| <b>Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover</b>   |  |
| 02 S 7818   | Entwicklung und Optimierung modularer Strahlschneid- und Handhabungssysteme für den kostengünstigen Rückbau kerntechnischer Anlagen  26                                     |
| 02 S 7869   | Störungsprävention bei Zerlegearbeiten in kerntechnischen Anlagen durch Spannungsmessungen  32  |

**Universität Fridericiana zu Karlsruhe (TH), Kaisertstr. 12, 76128 Karlsruhe**

- 02 S 7910** Verbundprojekt: Kontaminierter Beton: Rückbau kerntechnischer Anlagen - Eindringen von Radionukliden in Betonoberflächen und Freisetzung eingedrungener Aktivität aus Bauschutt und Beton  36

**Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e.V.,  
Postfach 51 01 19, 01314 Dresden**

- 02 S 7738** Entwicklung und prototypische Anwendung eines In-situ-Röntgenfluoreszenz-Gammaspektrometers zur Detektion der Schwermetallkontamination (Th, U, Pu) beim Rückbau kerntechnischer Anlagen  14